



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
CURSOS ABIERTOS**

**MANTENIMIENTO RUTINARIO  
del 24 abril al 9 de mayo 1995  
DIRECTORIO DE PROFESORES.**

**ING. RUBEN AVILA ESPINOSA  
DIRECTOR DE AHORRO DE ENERGIA  
EN INMUEBLES FEDERALES.  
COMISION NACIONAL PARA EL  
AHORRO DE EMPRESA  
FCO. MARQUEZ No. 160  
MEXICO, D.F.  
TEL. 553 90 00**

**ING. CARLOS SANCHEZ MENDOZA  
DIRECTOR  
GRUPO DE APLICACIONES MEXICANAS S.A. DE C.V.  
CULIACAN # 118 - 301  
COL. HIPODROMO CONDESA  
MEXICO, D.F.  
TEL. 272 19 59**

**ING. JOSE LUIS GARAY ISLAS  
DC. NICOLAS LEON 100 - 3  
COL. JARDIN BALBUENA  
DEL. VENUSTIANO CARRANZA  
CP. 15900  
MEXICO, D.F.  
TEL. 768 93 84**

**ING. JESUS ANTONIO AVILA ESPINOSA  
DIRECTOR GENERAL  
COMERCIAL DE ALTA TECNOLOGIA S.A. DE C.V.  
SAN FRANCISCO 65 (IZTACALCO)  
MEXICO, D.F.  
TEL. 590 20 58  
20 68  
FAX. 590 21 50**

**LILIA VELAZQUEZ ARCOS  
ADMINISTRADOR UNICO  
MEXICANA DE JARDINERIA, S.A. DE C.V.  
SAN LORENZO 123  
COL. DEL VALLE  
MEXICO, D.F.  
TEL. 575 57 39**

**ING. SERGIO GONZALEZ BROCA  
TULTITLAN PONIENTE No. 14  
COL. LOMAS DE ATIZAPAN  
EDO. DE MEXICO  
TEL. 822 61 44**

**ARO. ALFREDO EMMANUEL ORTIZ SANCHEZ  
PETRARCA # 223 - 105  
COL. CHAPULTEPEC MORALES  
MEXICO, D.F.  
CP. 11570  
TEL. 203 33 43 6:291 32 09**

**FLAVIO MARQUEZ OROZCO  
CALZADA VALLEJO 90 - 1-3  
MEXICO, D.F.  
TEL. 583-11.75**



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

ING. B. JORGE DEL OLMO FIGUEROA  
DIRECTOR GENERAL  
CONSTRUCCIONES Y DISEÑO DEL OLMO S.A. DE C.V.  
AV. DE LAS GRANJAS # 61 - 4  
MEXICO, D.F.  
TEL. 556 13 25



**sociedad mexicana de mantenimiento, a.c.**  
SAN FRANCISCO No. 88 COL. SN. PEDRO IZTACALCO, 08230 MEXICO, D.F.  
TEL. 5-90-20-88, 5-90-20-68-5-90-21-80

**CONCEPTOS BASICOS DEL  
MANTENIMIENTO.**

**SERIE AE**

**LIBRO GRIS**

**JESUS A. AVILA ESPINOSA**

**26 de junio de 1993.**

**10 Edición**



**ADVERTENCIA:**

Se permite la reimpresión de tablas y figuras para su difusión didáctica, no obstante se solicita establecer contacto previo con el autor ó SOMMAC, para verificar el empleo de las últimas versiones, dada la continua actualización del material desarrollado. Favor de mencionar la fuente y dar reconocimiento al Autor.

Las citas y fuentes consultadas y su material proporcionado, está sujeto a las condiciones fijadas por el Autor.

**DERECHOS RESERVADOS:**

Esta publicación no debe ser reproducida en forma alguna por medios gráficos mecánicos o electrónicos o cualquier tipo de grabación, almacenamiento y recuperación de datos, con fines comerciales sin permiso previo del autor.

## INDICE.

0.1	Presentación del libro.	0-01
0.2	Indice	0-02
0.3	Presentación de temas.	0-04
<b>1.</b>	<b>GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO:</b>	
1.1	Definición	1-01
1.2	Bases Generales	1-03
1.3	Tipos de Mantenimiento	1-07
1.4	Actividades del Mantenimiento	1-13
1.5	Tareas del Mantenimiento	1-13
1.6	Uniformidad, Substitución y Estandarización	1-21
1.7	Remanufactura y Reconversión	1-22
	Pags.	22
<b>2.</b>	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO:</b>	
2.1	Definición	2-01
2.2	Plan del mantenimiento	2-05
2.3	Frecuencia del mantenimiento	2-09
2.4	Formas de Desarrollo del MP	2-11
2.5	Secuencia para realizar el mantenimiento	2-13
2.6	Cantidad de mantenimiento	2-15
2.7	Desarrollo tecnológico	2-19
2.8	Venta del Mantenimiento Preventivo	2-24
	Pags.	25
<b>3.</b>	<b>MANTENIMIENTO DENTRO DE LA ORGANIZACION:</b>	
3.1	Origen de la Organización	3-01
3.2	Objetivo	3-01
3.3	Estructura	3-03
3.4	Organigrama	3-05
3.5	Tipos de Organización	3-07
3.6	Organización industrial	3-09
3.7	Posición del Mantenimiento	3-11
	Pags.	16
<b>4.</b>	<b>ORGANIZACION DEL MANTENIMIENTO:</b>	
4.1	Liderazgo	4-01
4.2	Personal	4-03
4.3	Organización de Grupos de Trabajo	4-07
4.4	Integración de Cuadrillas de Mantenimiento	4-09
	Pags.	10

## CAPITULO 1

**GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO.****1.1 DEFINICION.**

**Mantenimiento** es el conjunto de actividades desarrolladas con objeto de tener los bienes físicos (bif) de una Empresa en condiciones de funcionamiento económico.

Los objetivos del Mantenimiento, consideran el concepto económico resumidos en:

- Preservar el valor de los bif.
- Maximizar la disponibilidad de los bif.  
Incrementar la eficiencia, eficacia y fiabilidad de los bif.
- Minimizar los costos de operación.  
Reducir los costos totales a lo largo de la vida (temporal) del bif, así como los gastos (inversiones) relacionados y a consecuencia de las tareas y actividades desarrolladas sobre el bif, incluyendo los conceptos de riesgo.  
Esto es el costo del ciclo de vida ó LCC (life cycle cost).

Barato es el costo directo hecho por una tarea en particular y durante el tiempo en que ésta se llevo a efecto. Barato representa el concepto de gastos en forma puntual, a diferencia de económico que son los gastos a lo largo de la vida del bif.

En el Mantenimiento se debe estar consciente lo que establece Rubén Avila Espinosa:

**Un buen mantenimiento cuesta; un pobre mantenimiento cuesta mas.**

- **Conservación.**

El artículo 2° de la Ley de Obras Públicas considera como Trabajo todo aquel que tenga por objeto crear, construir, conser var ó modificar, comprendiendo: Construcción, Instalación, Conservación, Mantenimiento, Reparación y Demolición de los bienes.

Conservación es parte del Mantenimiento dedicado generalmente a las actividades físicas destinadas a garantizar el buen estado de los bif de la Empresa, "sin permitir su deterioro".

- \* En los textos de SOMMAC se identifican a los bienes físicos de la Empresa como bif.

Tabla 1.1

**IDENTIFICACION DE LOS  
BIENES FISICOS DE UNA EMPRESA.**

**- EDIFICIOS:**

- Almacenes (bodega) (B)
- Cobertizos (C)
- Plantas (nave) (N)
- Oficinas (O)
- Servicios (S)
- Talleres (T)

**- AREAS ABIERTAS:**

- Accesos (A)
- Estacionamiento (E)
- Expansión (X)
- Jardines (J)
- Libres (L)
- Patios (P)
- Recreo (R)

- Estáticos

- Dinámicos

**- EQUIPO:**

- (Q)
- Producción: (F)
  - . Herramientas (H)
  - . Máquinas herramientas (K)
  - . Proceso (F)
- Maniobras: (M)
  - . Fijos (U)
  - . Móviles (V)
  - . Transporte (W)
- Servicio: (Y)
  - . Infraestructura (Y)
  - . Administrativos (Z)

**- INSTALACIONES:**

- (I)
- Básicas
- Especiales
- Generales (G)
- De proceso (D)

Nota:

( ) Representa la nomenclatura de identificación.

Se aplica fundamentalmente a los bif "estáticos", que brindan su servicio independientemente de su vida, es decir que las tareas se realizan para continuar en operación, sin referenciarlo a su vida remanente.

Por lo tanto, normalmente no se cuantifican contablemente los costos de amortización y/o depreciación del bif (ej.: obra civil de la infraestructura (carreteras, calles, puertos), inmuebles históricos, etc.) en su parte de preservación.

No obstante el concepto económico debe observarse en su desarrollo, evaluando la costeabilidad del Mantenimiento.

## 1.2 BASES GENERALES.

De esta forma Mantenimiento es el responsable de los bif de la Empresa y por lo tanto su primer compromiso es el conocimiento de éstos, determinando así su universo de trabajo (campo de aplicación).

### 1.2.1 CLASIFICACION DE LOS BIENES FISICOS.

Para el desarrollo del Mantenimiento es indispensable conocer los bif, para lo cual es necesario establecer una clasificación básica de éstos, considerando:

#### - Identificación.

Esta identificación debe ser fácil, comprensible y mnemotécnica, ya que representa la "presentación" de los bif. Se sugiere aplicar la identificación básica de los bif propuesta en la tabla 1.1, pudiendo adicionar un número para su subclasificación (por ej.: T5, taller 5).

Como alternativa esta identificación puede ampliarse a la definición de la localización y/o posición relativa (por ej.: T135, es el taller en el primer nivel, en los ejes 3 y 5) y/o tamaño (por ej.: T135b, parte secundaria del taller T135).

Como elemento básico de referencia para esta identificación se debe contar con el plano general (arreglo de conjunto) de la Empresa.

#### - Importancia relativa.

Una vez identificados los bif y como resultado de su análisis, éstos deben ser "ordenados", por su importancia relativa que permita establecer la asignación de recursos para su Mantenimiento. Es decir, deben ser jerarquizados dentro de la Empresa con base a:

Tabla 1.2

**VALORES INDICE PARA MANTENIMIENTO.#  
(VIM)**

- INVERSION (IMI):

(Ver tabla 1.3)

- OPERACION (IMO):

- Producción
- Ventas

- POR UNIDAD (IMU):

- Inversión unitaria
- Personal
- Superficie (m<sup>2</sup>)

# Un valor básico general de referencia para los gastos anuales de Mantenimiento es: 5% de las bases de referencia.

Tabla 1.3

**DISTRIBUCION DE LOS COSTOS DE INVERSION.\***

CONSTRUCCION	OBRA CIVIL		INSTALACIONES	MAQ. Y EQUIPOS
	Negra	Acabados		
Centros sociales	30%	40%	20%	10%
Fábricas	30%	10%	30%	30%
Oficinas	35%	45%	15%	5%
Vivienda	40%	50%	8%	2%

\* Valores aproximados para condiciones generales.

### 1.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO.

La Sociedad Mexicana de Mantenimiento A.C. (SOMMAC) propone la clasificación mas simple de tipos de Mantenimiento, en base a su política de aplicación en:

#### 1.3.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO (MC).

Mantenimiento Correctivo (MC) es la eliminación de las fallas a medida que éstas se presentan o se hacen inminentes.

Las tareas que se desarrollan en este tipo de Mantenimiento son fundamentalmente la Reparación y el Reemplazo.

Su implantación es fácil y muy barata, ya que no se requiere de análisis, estudios y/o trabajos previos. Es decir, no se hace nada hasta que no se presenta la falla.

Su desventaja es que al buscar en el Mantenimiento respuestas oportunas, eficientes y económicas no se tiene el respaldo para su aplicación (baja fiabilidad).

Esto representa altos gastos en mano de obra y materiales por sobre precios (demandados para su obtención con premura), trabajo adicional, baja fiabilidad, altos riesgos y tiempo excesivo fuera de operación de los bif. Pretender eliminar estas desventajas del MC, sin efectuar un mantenimiento sustentado técnicamente, originaría sobreinventarios y exagerado equipamiento de respaldo.

#### 1.3.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO (MP).

Mantenimiento Preventivo (MP) es la detección de las posibles fallas y su corrección antes del tiempo en que se habrían presentado, o bien se hace la corrección de la falla en su fase inicial

La detección de las fallas se obtiene a partir de la tarea de Inspección y/o la estadística ingenieril (análisis y estudio de la información). El reemplazo efectuado oportunamente puede ser hecho como medida preventiva.

En el Mantenimiento Preventivo se incluyen los niveles:

##### - Mantenimiento Programado MS (Sistemático).

En el Mantenimiento Preventivo las tareas deben ser efectuadas en base a la planeación de la Empresa, su organización, un programa preestablecido (schedule) y un adecuado control de su desarrollo. Es decir de Administración del Mantenimiento.

Con el advenimiento de la computación se revitalizó al Mantenimiento y se estableció un Mantenimiento Programado, estático al inicio y muy dinámico posteriormente.

Tabla 1.4

**TAREAS DE SERVICIO**

- Ajuste	f,	s
- Calibración.	f	
- Carga de fluidos	f	
- Control de plagas y roedores		h, s
- Desinfección		h
- Jardinería	a	
- Limpieza	a, f, h,	s
- Lubricación	f	
- Pintura	a, f,	s
- Protección contra la corrosión	f,	s
- Recubrimiento	a, f, h,	s

a = apariencia  
 f = funcionamiento  
 h = higiene  
 s = seguridad

Tabla 1.5

**TIPOS DE PARTES PARA SU CAMBIO**

**- REPARABLES:**

Cuando una parte puede continuar en operación, una vez haya sido reparada

Ej.: ponchadura de la llanta de un automóvil.

**- NO REPARABLES:**

Cuando una parte debe ser desechada, no siendo posible su reparación

Ej.: un foco fundido.

**- DE ROTACION:**

Cuando una parte puede continuar en operación, simplemente alterando su posición relativa.

Ej.: las llantas de un automóvil.

**- RECAMBIO:**

Es la tarea de remplazo cuando las partes empleadas son producto de recuperación, es decir partes usadas que se retiraron de un bif.

Ej.: las llantas viejas de un automóvil (gallitos).

**- USE (ver concepto 1.6):**

- . Uniformidad
- . Substitución
- . Estandarización)

En ocasiones se le denominó al MS, Mantenimiento Sistémico o Sistemático por el procedimiento establecido de sus actividades.

- Mantenimiento de Mejora MM (improvement).

En éste se desarrolla la Ingeniería necesaria para reducir el mantenimiento requerido, "modificando" el diseño original.

Frecuentemente se emplea la "ingeniería inversa" para realizar el Mantenimiento de Mejora. Esto es, a partir del estudio y análisis del elemento (operación, material, dimensiones, fabricación) se deduce su ingeniería básica.

- Mantenimiento Creativo MI (invento).

En este Mantenimiento se determinan las bases para la inventiva, creatividad e investigación. Se "trasciende" mas allá de la modificación del diseño original.

Rubén Avila Espinosa ha planteado desde los albores de SOMMAC, la conveniencia de que Mantenimiento "trascienda" mediante la creatividad, lo cual se demanda en el MI y el MT.

- Mantenimiento Predictivo MF.

Es la determinación del desarrollo de las diferentes tareas del Mantenimiento, previas a la falla, con base a:

- Diagnóstico del estado del bif.
- Tiempo de servicio
- Condiciones de operación, mediante:
  - . Análisis de ingeniería.
  - . Información estadística.
  - . Resultados de la inspección.

En este tipo de Mantenimiento es imprescindible, para apoyo a la inspección, del uso de equipo de control supervisorio.

Rubén Avila Espinosa establece que este nivel de Mantenimiento Preventivo es fuera de programa, es decir que se altera la programación original (definida estadísticamente), ya que se realiza el mantenimiento cuando el bif lo demanda, reprogramado como resultado de la naturaleza de la desviación del comportamiento normal del bif y su demanda de operación.

Por sus ventajas de máximo aprovechamiento y alta fiabilidad del bif, la tendencia actual es la aplicación del MF, gracias al avance tecnológico y accesibilidad a la instrumentación para el diagnóstico del estado de sus elementos.

Algunos autores definen al mantenimiento predictivo como aquel que se realiza "sin sacar" de operación al bif; no siempre es aceptable este criterio.

Tabla 1.6

**TIPOS DE REPARACION**

- **REPARACION MENOR**
- **REPARACION MAYOR**
- **REHABILITACION (overhaul).**  
Es el desarrollo integral del mantenimiento a un bif, es decir es una reconstrucción parcial.
- **RECONSTRUCCION:**  
Es la tarea tendiente a restablecer, a un nivel predeterminado, las funciones del bif al término de su vida útil nominal. Dentro de esta tarea se pueden tener:
  - . **REMANUFACTURA:**  
Es la reconstrucción integral con garantía de bif nuevo.
  - . **RECONVERSION:**  
Es la remanufactura con la incorporación de avances tecnológicos y/o criterios de uniformidad, estandarización y condiciones del mercado:
  - . **REACONDICIONAMIENTO:**  
Es realizar las tareas necesarias de mantenimiento para adecuar el bif a nuevos usos o condiciones de operación.
- **RESTAURACION:**  
Es restablecer el funcionamiento y/o presentación de un bif, conservando el diseño original e incluso, en ocasiones, materiales y tecnología.  
Esta tarea es usual en los trabajos de conservación de las obras de arte y/o piezas de colección y/o trabajos ecológicos.

Tabla 1.7

**TIPOS DE INSPECCION**

- **MANUAL:** (im)  
Aplicación de los sentidos del hombre y/o animales.
- **AUTOMATICA:** (it)
- **CONTROL SUPERVISORIO** (is)
- **MONITOREO:** (iv)  
Es la detección continua en tiempo real.

- Mantenimiento Total (MT).

Es el desarrollo del Mantenimiento a través de todo el personal de la Empresa y la mejora del bif como consecuencia de su aplicación.

- Mantenimiento Productivo Total (TPM):

Este Mantenimiento es conocido mundialmente como el Total Productive Maintenance (TPM), que va dirigido al desarrollo del Mantenimiento a través de la participación activa del operador.

Se sugiere consultar el libro de Alta Dirección (Amarillo)

### 1.3.3 MANTENIMIENTO RUTINARIO.

Mantenimiento Rutinario (MR) es el conjunto de tareas repetitivas de Servicio, dentro del Mantenimiento, realizadas a un bif. De hecho este MR debe crear hábito, debe efectuarse por costumbre. Generalmente este Mantenimiento es efectuado por el personal de operación y/o producción (concepto del MT).

### 1.3.4 IDENTIFICACION DE TIPOS DE MANTENIMIENTO.

Difícilmente se encontrará un tipo de Mantenimiento "puro", ya que se efectúa generalmente una mezcla de los diferentes tipos de Mantenimiento, acorde con la importancia del bif.

Adicionalmente en las empresas se debe tener un programa dinámico de incorporación progresivo de los bif al Mantenimiento Preventivo, en función de la aceptación del personal con el Sistema MP.

Existen otros nombres para el Mantenimiento, considerados dentro de los mencionados anteriormente, como el de terotecnología (gr. theros, conservar, cuidar de), empleado en Inglaterra, considerando el Mantenimiento como función empresarial a nivel directivo, aplicando los conceptos de administración, economía e ingeniería, cuyo objetivo es obtener el mejor aprovechamiento de la vida económica del patrimonio de la Empresa.

### 1.3.5 FUNDAMENTO DEL MC Y EL MP.

Como resultado de lo asentado anteriormente se tiene que:

- MC es no hacer nada de Mantenimiento hasta que se presenta la falla.
- MP es hacer todo lo necesario para tratar de que no se presenten las fallas.

Por lo tanto, deben considerarse estos tipos como políticas extremas y que la determinación del justo medio para cada bif y la tendencia de la Empresa definirán el grado de aplicación de la adecuada Ingeniería aplicada y el buen criterio, experiencia y conocimientos de su personal directivo.

Tabla 1.8

**FORMAS DE INSPECCION**

- **RUTINARIO:**
  - . Vigilar en forma regular ordinaria el comportamiento de los bienes físicos de la Empresa.
- **PERIODICA:**
  - . Paros programados de equipo
  - . Suspensión de labores (aprovechando las vacaciones, días normales de descanso).
- **ESPECIAL:**
  - . Alarma y detección
  - . Control supervisorio (IS)
  - . Graficación
  - . Paro.

Tabla 1.9

**FRECUENCIA DE LA INSPECCION.**

**FACTORES**

- **CONDICIONES DE SERVICIO:**
  - . Ambiente
  - . Continuidad
  - . Fiabilidad
  - . Operación:
    - . Proceso
    - . Personal
    - . Material
  - . Riesgo:
    - . Al personal (peligrosidad)
    - . A los bif (salvuarda)
- **DIAGNOSTICO:**
  - . Estado
  - . Vida
- **INFORMACION:**
  - . Estadística
  - . Fabricante
  - . Gremial
- **TECNICA GENERAL:**
  - . Tarea
  - . Vida útil asignada

#### 1.4 ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO.

El tipo de Mantenimiento es determinado por las actividades realizadas en su desarrollo y la importancia relativa entre éstas. Las actividades del Mantenimiento generalmente se definen como: sustantivas y de apoyo (fig. 1.1).

Las actividades sustantivas son del tipo de desarrollo físico y se les denomina "tareas".

Las actividades de apoyo son las necesarias para el adecuado desarrollo de las primeras, contemplándose dentro de éstas:

- Administración:
- Ingeniería:

En la industria se considera frecuentemente el establecimiento de una área de Ingeniería de la Planta, en la que se consideran las siguientes actividades:

- Proyecto
- Construcción
- Mantenimiento

Cuando no se tiene esta área se tiene que Mantenimiento cubre las actividades de Proyecto y Construcción.

#### 1.5 TAREAS DEL MANTENIMIENTO.

Para cumplir con el objetivo fundamental del Mantenimiento se requiere realizar diferentes actividades físicas (tareas), dentro de las cuales se consideran como básicas a las siguientes:

##### 1.5.1 SERVICIO (s).

Servicio es mantener la buena apariencia (a) y adecuado funcionamiento (f) de los bif, la higiene del personal (h) y seguridad de la Empresa (s).

Por sus características de desarrollo, periodicidad y costumbre (buen hábito), a esta tarea se le considera como el **Mantenimiento Rutinario** y se presenta tanto en el mantenimiento preventivo como en el correctivo.

Dentro de las tareas de servicio se consideran, entre otras, las indicadas en la tabla 1.4. El desarrollo de estas tareas es conveniente sea realizado por el personal de operación en comunicación estrecha con Mantenimiento; esta es la base del MT.

Tabla 1.10

**CLASIFICACION DE FALLAS**

**- ACUMULACION:**

- Filtros
- Resumideros
- Separadores
- Trampas

**- FUGAS:**

- Eléctricos
- Fluidos en general
- Hidráulicos
- Neumáticos

**- MECANICAS:**

- Corrosión
- Desgaste
- Vibración

**- QUIMICAS:**

**- REGULACION:**

- Fuerza
- Parámetros eléctricos:
  - . Corriente
  - . Resistencia
  - . Tensión
- Presión
- Temperatura
- Tensión mecánica
- Tolerancias

**- VARIACION:**

- Grados de concentración
- Niveles de fluidos en depósitos

En las oficinas, comercios, hospitales y pequeñas empresas industriales las tareas de servicio son función de la intendencia, área dependiente de la administración, con la muy frecuente falta de criterio, capacidad y entendimiento.

#### 1.5.2 CAMBIO (c).

Cambio o remplazo es restablecer el adecuado funcionamiento de los bif al remplazar las partes o componentes que han fallado, están defectuosas y/o su vida útil y/o su vida económica ha concluido. Es importante clasificar los bif y/o sus partes para su cambio conforme a la tabla 1.5.

#### 1.5.3 REPARACION (r).

Reparación es restablecer el adecuado funcionamiento de los bif mediante la corrección de las fallas. Es componer.

Esta tarea, previa a su realización, debe ser justificada técnica y económicamente, teniéndose muy presentes la Planeación de la Empresa, sus restricciones presupuestales y condiciones técnicas y comerciales del mercado.

Reparación es la principal tarea del Mantenimiento, con la cual se le identifica (criterio muy limitado); es la tarea fundamental del MC.

Las reparaciones pueden ser definidas conforme a la tabla 1.6.

#### 1.5.4 INSPECCION (i).

La Inspección tiene por objetivo la detección de las fallas potenciales en cualquiera de sus etapas.

En cuanto al procedimiento de efectuar la Inspección se tienen los indicados en la tabla 1.7.

Dentro de esta tarea se considera la verificación. La inspección en un sentido más amplio tiene la función de vigilancia, básicamente en:

- Uso:

Mantenimiento debe vigilar que sea adecuado el uso de los bif, en sus funciones, capacidad y procedimientos. Debe cuidarse que no sea confundida con supervisión de la operación.

- Desarrollo del proceso:

A través de la Inspección se vigila y asesora que se apliquen los procesos correctos en las actividades del Mantenimiento.

Tabla 1.11

**CONOCIMIENTOS BASICOS PARA LA INSPECCION.**

- PRUEBAS.
- ARRANQUE INICIAL
- REARRANQUE
- PAROS IMPREVISTOS:  
Siempre que se presente esta condición, el personal de inspección debe desarrollar las siguientes funciones básicas de Ingeniería:
  - Calificación de la falla.
  - Criterio de solución.
  - Establecimiento de prioridades.
  - Inspección causal (detección del origen).
- CALIBRACION Y AJUSTE:
- Soporte.  
Representa la revisión regular de la operación de los bif.
- Especial.  
En algunos bif por su importancia, complejidad o alto costo, se les presta atención particular.
- Control Supervisorio (IS).  
En este tipo de controles se debe desarrollar:
  - . Revisión del comportamiento del IS en sí.
  - . Operación manual de las funciones que desempeña el IS.
  - . Eliminación de bloqueos no autorizados en el IS.

Tabla 1.12

**CRITERIOS FUNDAMENTALES PARA LA INSPECCION.**

- No bloquear las protecciones
- Las tareas improvisadas y temporales no deben perder esta condición, es decir deben ser removidas y remplazadas por tareas terminales y definitivas.
- A la presentación de la falla, en general, el paro de un bif es indiscriminado; su arranque debe ser posterior a la limpia de la falla.
- Deben conocerse los límites de operación normal de los bif.
- Determinar los riesgos de una operación inadecuada de los bif.

- Análisis de fallas:

Mantenimiento tiene la obligación de conocer el origen de la falla. Es decir, debe captar los datos de falla a través del estudio de los elementos fallados para su retroalimentación a diseño, selección, operación y el propio mantenimiento. Hacer este análisis representa "capitalizar" la experiencia. Es MT.

- Control de calidad en:

- . Materiales
- . Reparaciones
- . Trabajos

Fuera de la industria el control de calidad como actividad biunívoca de un departamento desaparece y es aquí donde Mantenimiento participa integralmente, desarrollándola a través de la tarea de Inspección.

- Personal:

La inspección en una empresa industrial, se estima en general sea conveniente desarrollarla por un número equivalente al 10% del personal de mantenimiento en general.

- Frecuencia.

La forma de frecuencia con la que se efectúa la Inspección se indica en la tabla 1.8, a saber:

- Rutinaria
- Periódica
- Especial

Esta frecuencia es definida por factores tales como los presentados en la tabla 1.9.

- Clasificación de elementos.

En general es conveniente clasificar los elementos a inspeccionar en función del tipo más frecuente de fallas que pueden presentarse en los bñf; en la tabla 1.10 se propone una clasificación básica de las fallas.

Actualmente se han obtenido grandes avances tecnológicos en los Sistemas Automáticos de Control (SAC) que demandan una especial capacitación técnica del personal.

Se requiere capacitar al personal para realizar una Inspección Especializada, como es el caso de la inspección automática y de los sistemas de control supervisorio (iS). En la tabla 1.11 se indican los conocimientos básicos que requiere el personal para las Inspección; en la tabla 1.12 se indican los criterios fundamentales para la Inspección.

Tabla 1.13

**RAZONES PARA LA SUBSTITUCION DE UN BIEN FISICO.****- COMERCIALES:**

- Calidad mayor
- Cambio del mercado
- Costo de producción menor
- Desarrollo de la competencia
- Precio de venta menor
- Tiempo de entrega menor
- Volumen de producción mayor.

**- ECONOMICAS:**

- Incentivos fiscales
- Oportunidad.

**- FINANCIERAS:**

- Deslizamiento de la moneda
- Variación de las tasas de interés
- Inflación.

**- SOCIALES:**

- Cubrir necesidades sociales el bif
- Elevar el nivel moral de:
  - . Accionistas
  - . Personal
  - . Usuario
- Requerimientos:
  - . Oficiales
  - . Sindicales
  - . Cambios políticos.

**- TECNICAS:**

- (ver tabla 1.14).

**- INTANGIBLES:**

- Reacción de la competencia.

En el IS se instrumentan los elementos básicos de mayor importancia (principales parámetros de funcionamiento) que definen las características de operación del bif, ya sea simplemente midiendo y/o registrando, o bien calibrando y/o activando los elementos de protección, detección y/u operación.

#### 1.5.5 MODIFICACION (m).

Modificación es reducir o eliminar las fallas repetitivas mediante la alteración del diseño original.

La iniciativa de la modificación de un bif es consecuencia de la necesidad de corregir o simplemente adecuar el diseño a las condiciones del trabajo, detectadas, analizadas, conceptualizadas e implantadas en su aplicación física por la participación activa del personal que desarrolla las tareas del Mantenimiento.

Esta tarea necesita de esfuerzo físico mínimo, pero requiere de un importante respaldo de ingeniería, para alterar el diseño original con bases técnicas sólidas. Las fuentes mas importantes de información para la generación de las modificaciones son:

- Operación:

La información que se obtiene de la operación del bif y observaciones de los operadores (tomarlas con reservas).

- Inspección:

Análisis de las fallas para definir su origen y su posible erradicación.

Diagnóstico de los elementos retirados en el cambio y la reparación, determinando el comportamiento del bif a través del estudio del desgaste de estos elementos.

A través de la Modificación se capitaliza la experiencia del personal de aplicación (operación y mantenimiento) de los bif.

En esta tarea se trasciende en Mantenimiento, porque se deja libre la inventiva, imaginación y creatividad del personal.

Modificación es una de las bases de las cuales debiera partir la investigación, ya que Mantenimiento "demanda" soluciones y cuando no recibe respuesta (frecuentemente) las "encuentra" a través del desarrollo de esta tarea (fig. 1.1), fundamento del TPM.

Cuando esta tarea se realiza en forma sistemática en una Empresa se le identifica como el Mantenimiento de Mejora (MM).

La necesidad de desarrollar esta tarea es determinada por la inspección y el análisis de la información del área de Control de Equipo. Dentro de esta tarea se incluye el reacondicionamiento, que es considerado también como tarea de reparación en su criterio de reconstrucción (tabla 1.6).

Tabla 1.14

## SUBSTITUCION DE UN BIEN FISICO.

## RAZONES TECNICAS.

**- OBSOLESCENCIA:**

- Cambio de las características del mercado:
  - . Mayor calidad requerida.
  - . Modificación del gusto del consumidor.
- Desplazamiento tecnológico.
- Equipo actual con ventajas de:
  - . Comodidad
  - . Eficiencia
  - . Seguridad
  - . Velocidad
  - . Versatilidad
- Fuera de tolerancias.
- Inadaptabilidad al proceso.
- Menor beneficio en relación al nuevo bif disponible en el mercado debido a exceso de:
  - . Desperdicio
  - . Espacio
  - . Personal
- Nuevas disposiciones legales
- Control de contaminación
- Seguridad al personal

**- OPERACION Y MANTENIMIENTO:**

- Condiciones inadecuadas del bif
- Falta de garantías en el funcionamiento
- Incremento en costos por:
  - . Consumo de energía
  - . Mantenimiento (intensidad y/o frecuencia)
  - . Refacciones
- Peligrosidad en la operación
- Reducción en el respaldo de refacciones y servicio
- Reparación incosteable

**- PRODUCCION:**

- Falta de flexibilidad
- Falta de versatilidad
- Saturación de la línea
- Rendimientos (u/h) no afines

## 1.6 UNIFORMIDAD, SUBSTITUCION Y ESTANDARIZACION.

La Uniformidad, Substitución y Estandarización (USE) son acciones planteadas y coordinadas por Mantenimiento dentro de un Programa específico (USE) conforme a la Planeación de la Empresa.

Dentro del Programa USE se debe definir la conveniencia de no solo contemplar los bif, sino también sus sistemas, componentes y/o partes. Estas tareas de remplazo simplifican el mantenimiento

La uniformidad, substitución y estandarización (USE) son acciones no regulares, independientes, pero que es deseable se empaten o al menos sean combinadas, ya que pueden complementarse fácilmente. Estas tareas deben tenerse presentes y ser revisadas periódicamente para obtener en los bif de la Empresa las ventajas que éstas representan.

### 1.6.1 SUBSTITUCION.

Substitución es el remplazo de un bif por otro, no idéntico (con características diferentes), pero operación y función similar. La Substitución evita la posible dependencia hacia un número reducido de proveedores.

Una adecuada substitución es el resultado de un análisis de ingeniería, obteniendo economías en el costo directo de adquisición y del mantenimiento por fácil obtención de refacciones, incremento de eficiencia en la operación y en la aplicación de la mano de obra, mayor seguridad y fiabilidad, incorporación de avances tecnológicos.

Es importante tener en cuenta la desventaja que puede representar este programa de substitución por pérdida de garantía del bif integrado, al remplazar elementos diferentes a los originales.

### 1.6.2 RAZONES PARA LA SUBSTITUCION.

Las substituciones y/o modificaciones pueden obedecer a diferentes razones, no siempre técnicas, y por lo tanto ajenas a la decisión de Mantenimiento. En la tabla 1.13 se enlistan algunas de las principales razones que pueden presentarse.

Dentro de las razones técnicas mas frecuentes para la substitución de un bif se tienen las presentadas en la tabla 1.14.

Las ventajas de estas acciones son:

- Capacitación fácil y mejor de los trabajadores
- Experiencia mejor aprovechada
- Optimización de procedimientos
- Fiabilidad mayor
- Intercambiabilidad máxima
- Inventarios comunes y por lo tanto menores

### 1.6.3 ESTANDARIZACION.

La Estandarización o Normalización es la substitución para el cumplimiento de los bif con las normas y reglamentos vigentes, así como a las tendencias de cambio en las disposiciones legales.

El ejemplo mas simple e importante es la estandarización del uso del Sistema Internacional de Medidas.

### 1.6.4 UNIFORMIDAD.

Uniformidad es la substitución de los bif por otros de iguales características y/o marcas comerciales.

La Uniformidad consiste en desplazar bif diferentes por otros iguales (opuesto a la substitución) tiene la desventaja de incrementar la posible dependencia hacia un proveedor.

Esta tarea de remplazo permite en los bif su intercambio, reducción del almacén de refacciones, así como la simplificación del mantenimiento, optimizando la capacidad de la Mano de Obra en la operación y el mantenimiento.

### 1.7 REMANUFACTURA Y RECONVERSION.

Estas tareas aunque pueden ser consideradas como reparación (tabla 1.6) y/o modificación, son acciones que por su inversión, importancia y desarrollo necesario de la Ingeniería se presentan como opciones específicas.

La década de los 90 se ha distinguido por la necesidad para las Empresas de buscar opciones para ser mas competitivos a nivel internacional. Esto ha hecho que se le dé mayor importancia a la opción de reconstrucción de los bif, incluso por parte del fabricante, a menores costos que el correspondiente a un bif nuevo. pero con igual fiabilidad, eficiencia y garantía.

Los avances tecnológicos han hecho obsoletos bif, procesos e incluso plantas completas, que para subsistir en el ámbito competitivo deben incorporar éstos a través de la reconversión. Esta acción requiere de Ingeniería e implica necesariamente una rehabilitación y/o remanufactura.

## CAPITULO 2

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO****2.1 DEFINICION.**

Prevenir (del latín, prevenire) preparar con anticipación.

Mantenimiento Preventivo (MP) son aquellas actividades tendientes a la preservación y/o adecuada operación de los bif de una Empresa, desarrolladas sistemáticamente antes del tiempo en que se habría presentado la falla.

El MP debe ser desarrollado para permitir que los bif puedan brindar dentro de un rango y vida preestablecida, características de:

- Calidad
- Confiabilidad
- Costo económico
- Oportunidad (tiempo)
- Seguridad.

La instauración de un Sistema de MP debe pretender desarrollar las actividades del mantenimiento conforme a cuando "se quieren hacer", en substitución del "se tienen que hacer".

En el MP se deben detectar las fallas en su fase inicial y corregirlas en el momento oportuno.

**2.1.1 OBJETIVOS DEL MP.**

El MP puede ser definido también por el conjunto de actividades desarrolladas en un bif para:

- Maximizar la disponibilidad.  
El MP es posible expresarlo como el conjunto de actividades desarrolladas para permitir que los bif se encuentren en un "nivel de utilización" adecuado e incluso se considere la posibilidad de un incremento de su utilización.
- Reducir el número "normal" de paros imprevistos.  
Así el MP debe controlar el número máximo de horas hombre (hH) destinadas a corregir las fallas por imprevistos.
- Optimizar el tiempo dedicado a la aplicación del mantenimiento.  
Un nivel de 100% de MP es incosteable, si es que se lograra. Sin embargo, el desarrollo tecnológico actual ha permitido avances notables que permiten un máximo de utilización del bif, sin olvidar el fracaso de Rusia en su planta nuclear y el de los Estados Unidos en su transbordador espacial.

Tabla 2.1

**VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.**

- **COSTOS:**
  - Ahorro en pago de primas de seguros.
  - Ahorro por compras oportunas (menor número de adquisiciones de pánico).
  - Asignación adecuada de recursos en:
    - . Número
    - . Capacidad
    - . Distribución
    - . Programa
  - Inversión menor en equipos de reserva.
  - Detección fácil de elementos que originan gastos mayores.
  - Reducción de los costos por:
    - . Inventarios en exceso
    - . Reparación.
- **FALLAS:**
  - Eliminación de fallas repetitivas.
  - Se evitan fallas menores que producen fallas mayores.
  - Menor posibilidad de que se presenten fallas imprevistas.
- **PERSONAL:**
  - Armonía interdepartamental.
  - Carga mas uniforme de trabajo.
  - Mayor capacidad y especialización.
  - Reducción de pagos excesivos de Mano de Obra en horas extras.
  - Requerimientos menores de contratación costosa en casos de emergencia.
  - Selección adecuada en número y capacidad.
- **PRODUCCION:**
  - Calidad mayor.
  - Continuidad y confiabilidad mayor.
  - Planeación, programación y control mejor y mas fácil.
  - Tiempos de Paro definidos con mayor precisión y oportunidad.
  - Tiempos muertos menores en duración y frecuencia.
  - Uniformidad en la producción al mantener menores rangos de ajuste.
- **SEGURIDAD:**
  - Mayor seguridad al personal (safety) o SEGPOR.
  - Mayor seguridad a los bif (security) o SEGREC.
  - Reduce la posibilidad de fallas mayores.
- **VIDA UTIL:**
  - Asignación acorde con las características de la operación.
  - Deterioro menor por condiciones inadecuadas del:
    - . Medio
    - . Operación.

Otro concepto que hay que tener presente en el Mantenimiento y la Ingeniería es la "naturaleza", la que brinda elementos insuperables para el mantenimiento y la detección de condiciones adversas, como ejemplo de ello se tienen:

- Detección del monóxido de carbono en las minas por los canarios
- Detección de las radiaciones atómicas por lo peces (planta potabilizadora en Zurich).
- Detección de intrusos mediante perros.
- Detección de droga por los cerdos.

En la tabla 2.1 se presentan las principales ventajas del MP, las cuales son evidentes, pero que deberán traducirse a dinero (cuantificarse) para su aprobación por parte de los directivos de la Empresa.

### 2.1.2 CARACTERISTICAS DEL MP.

Las características del MP se resumen en la tabla 2.2, indicando:

- Campos de aplicación mas obvios. Sin embargo, debe contemplarse que el Mantenimiento debe ser dinámico, incorporando en forma planeada mayor número de bif de la Empresa al programa de MP.
- Las desventajas del MP se derivan de la incertidumbre de los resultados esperados y que representan gastos, si no se capitalizan adecuadamente, traduciéndose estos gastos en inversiones.

Es importante asentar que:

"La inversión del MP es una apuesta, la que bien jugada por un jugador experto arrojará ganancias, minimizando riesgos".

El juego es apostar con altas probabilidades de ganar en función de:

- . Información inicial.
- . Desarrollo: experiencia, iniciativa, oportunidad.
- . Retroalimentación de resultados.

El objetivo de establecer un Sistema de MP es convertir esas desventajas en altas probabilidades de éxito.

- Valores índice.

Los valores índice del MP permiten definir en forma preliminar el "rango" normal general, que permite referenciar el desarrollo del Mantenimiento de la Empresa.

Este análisis comparativo, debe extenderse a valores de referencia de parámetros relacionados con el MP (relativos).

Adicionalmente deben determinarse las tendencias y objetivos de los parámetros referidos a los valores índice.

Tabla 2.2

**CARACTERISTICAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO  
(MP)**

**- APLICACION EN SISTEMAS:**

- Automáticos
- Continuos
- En serie
- Peligrosos.

**- DESVENTAJAS:**

- Capacitación mayor al personal en general
- Control requerido mayor
- Costo alto de implementación.

**- VALORES INDICE DEL MP:**

- Fuerza de trabajo: 1:2.5 a 1:10  
(un trabajador en MP                    trabajadores  
por cada 2.5 a 10                    trabajadores en MG).
- Costos de mano de obra en MP: 40% a 60%
- Carga de trabajo en inspección MP: 50% a 70%
- Tiempo trabajado en MP: 20% a 70%.

**- RELATIVOS:**

- . Costo de Mantenimiento General (MG):  
5% del precio de venta  
7.5% de la inversión
- . Tiempo extra requerido para MG:  
2%

Estos datos reflejan rangos muy abiertos, que podrán estrecharse se para cada rama y tipo de Empresa en particular, en función de la información disponible y/o su análisis, lo cual representa en México una actividad objetivo de SOMMAC.

Ud. lector suministre información para su análisis confidencial y reciba retroalimentación cada vez más precisa, en función de la participación de los ejecutivos del Mantenimiento.

## 2.2 PLAN DEL MANTENIMIENTO.

Para poder realizar un Plan de Mantenimiento se requiere conocer el bif, en base a los siguientes conceptos:

### 2.2.1 IDENTIFICACION DE LOS BIF.

Deben identificarse los bienes y jerarquizarse para definir cuales de ellos serán contemplados en el Programa de Mantenimiento Preventivo (MP) y su proceso de incorporación.

### 2.2.2 CARACTERISTICAS DEL BIF.

En un bif se deben tomar en consideración diferentes características para la realización de su proyecto, construcción, operación y/o mantenimiento, las cuales definen el nivel de servicio que proporcionará el bif (ver tabla 2.3).

La característica mas importante de un bif es "economía"; las otras características pueden incluirse fácilmente en este concepto, mediante el establecimiento de criterios de cuantificación y evaluación.

Adicionalmente a las características del bif deben considerarse otros parámetros que lo afectan, como son:

- Concepto
- Construcción
- Diseño
- Operación
- Proyecto.

### 2.2.3 FUNCIONES DE LOS ELEMENTOS.

Al operar un bif se deben determinar claramente cuales son las funciones que debe cumplir, y su mantenimiento deberá ser acorde con éstas.

De esta forma se podrá evaluar correctamente al bif y a su mantenimiento. Operar un bif para una función para la cual no fue diseñado, fallará y requerirá un mantenimiento excesivo.

En la tabla 2.4 se enlistan las funciones de un elemento (bif), las cuales pueden ser efectuadas total o parcialmente por el elemento a quien se dará mantenimiento; algunos elementos, por diseño, pueden realizar varias funciones.

### 2.2.4 ASIGNACION DE LA VIDA.

El mantenimiento nace en el diseño mismo del bif, es decir que se proyecta su mantenibilidad, misma que es parte constitutiva de la calidad.

Tabla 2.3

**CARACTERISTICAS DE UN BIEN FISICO**

- 1.- **ECONOMIA:**  
En este concepto se incluyen todos los costos, incluyendo la inversión inicial del bien físico.
- 2.- **OPERACION:**  
Este concepto considera los costos de funcionamiento (variables), así como la simplicidad y facilidad en la operación.
- 3.- **EFICIENCIA:**  
Determina el nivel de aprovechamiento de los insumos, materiales y consumo de energía.
- 4.- **FIABILIDAD:**  
Representa la mayor probabilidad de proporcionar un servicio continuo y en cualquier momento.
- 5.- **MANTENIBILIDAD:**  
Permite un fácil acceso y ejecución de las tareas del mantenimiento.
- 6.- **RESPALDO:**  
Representa la seriedad de la garantía con la cual fue adquirido el bif y/o la seriedad de la Empresa proveedora.  
A la adquisición del bif es necesario contar con un buen respaldo que permita la fácil adquisición de refacciones, apoyo en el mantenimiento e incluso su remplazo.
- 7.- **PELIGROSIDAD:**  
Reduce los riesgos para el personal safety) SEGP.ER.
- 8.- **SALVAGUARDA:**  
Mayor seguridad a los bienes (security) o SEGREC.
- 9.- **FLEXIBILIDAD:**  
Posibilidad de un bif de cumplir diferentes funciones.  
Facilidad con la cual se pueden alterar las condiciones normales de funcionamiento para proporcionar un servicio no contemplado en su diseño original.
- 10.- **ADAPTABILIDAD:**  
Permite contemplar fácilmente ampliaciones, modificaciones y/o remplazos, para continuar proporcionando el servicio con el menor riesgo y tiempo de suspensión del funcionamiento.

Rubén Avila Espinosa define:

El mantenimiento termina con la eutanacia del bif.

La "muerte natural" casi nunca es económica en ingeniería.

Para determinar el Plan de Mantenimiento de una Empresa primero debe definirse su "planeación" y en función de ésta debe establecerse la "vida" a asignar a sus principales bif y el tipo de "vida" a considerar en su operación (consultar el capítulo 10 del libro de Fundamentos de Mantenimiento).

A partir de la vida útil de los bif, se establece su Plan de Mantenimiento en función de los elementos o componentes a los que deberán efectuarse operaciones específicas de mantenimiento, asignándoles también a éstos una vida útil.

Es muy importante destacar que la "vida" de un bif es determinada por un valor "probable", para un nivel de fiabilidad estimado y que por lo tanto no debe considerársele como un número preciso que obliga a su mantenimiento.

De esta forma, la vida de un bif debe adecuarse a la Programación económica del Mantenimiento.

#### 2.2.5 INCORPORACION.

Fundamentalmente, se debe aplicar el principio de Pareto para la incorporación de los bif y sus elementos principales al Plan de Mantenimiento.

En general, se considera que deben incluirse dentro del Plan de Mantenimiento de un bif, como mínimo, los siguientes componentes y/o sus elementos:

- De compleja construcción
- Función importante y bajo precio
- Función importante y de difícil acceso
- Su falla es peligrosa
- Su falla origina fallas mayores.

#### 2.2.6 PARTICIPACION DEL PERSONAL.

Antes de implantar el Mantenimiento Preventivo (MP) se le debe informar al personal que lo va a aplicar y proceder a su incorporación cuando el personal lo considere como propio, es decir que esté convencido y consciente de que funcionará y que él es parte fundamental de su éxito, participando activamente. De hecho este es el fundamento del MT.

El mejor Sistema fallará si el personal no lo acepta, lo saboteará; una participación activa y entusiasta logrará resultados positivos con cualquier Sistema".

Tabla 2.4

**FUNCIONES DE LOS ELEMENTOS DE UN BIEN FISICO #**

- 1.- **SUMINISTRO:**  
Representa la alimentación de un servicio a un bien físico. Por ejemplo las acometidas en la infraestructura.
- 2.- **SECCIONAMIENTO:**  
Representa acciones de corte o suspensión del servicio.
- 3.- **CONTROL:**  
Reúne las acciones de vigilar y conservar la operación del bien físico dentro de las condiciones preestablecidas.
- 4.- **PROTECCION:**  
Restricciones para conservar el bif en operación segura, eficiente y/o confiable mediante la suspensión y/o corrección de las condiciones inadecuadas que se presenten.
- 5.- **INSPECCION:**  
Acciones integrales que permiten la vigilancia y/o verificación de la correcta operación del bien físico.
- 6.- **ALMACENAMIENTO:**  
Es retener los elementos en condiciones adecuadas en espera de ser demandado para su aplicación.
- 7.- **REGULACION:**  
Es conservar las condiciones de operación dentro de un ámbito preestablecido.
- 8.- **DISTRIBUCION:**  
Es repartir los servicios conforme a una disposición previa.
- 9.- **CONDUCCION:**  
Es transportar o permitir el paso por él.
- 10.- **CONEXION:**  
Es la interfase entre dos bienes físicos.
- 11.- **APARIENCIA:**  
Son los elementos que tienen únicamente como función dar una mejor presentación al bif.
- 12.- **CONFORT:**  
Son los elementos y/o instalaciones que proporcionan comodidad y condiciones propicias a las personas que utilizan un bien físico.

# Las funciones están presentadas en el orden mas frecuente del sentido del flujo.

### 2.3 FRECUENCIA DEL MANTENIMIENTO.

La periodicidad o frecuencia para realizar el mantenimiento de un bif, sus componentes y/o sus partes, debe establecerse para las diferentes tareas.

La periodicidad o frecuencia es determinada por la vida útil técnica, la cual se calcula conforme a:

#### 2.3.1 TIEMPO DE OPERACION.

Se calcula en horas de operación (h), sin embargo en ocasiones son traducidas las horas en otra dimensión (p.ej.: para el caso de los automóviles, se mide la operación por distancia (kilometraje) recorrida).

#### 2.3.2 TIEMPO CALENDARIO.

Esta forma de cálculo es frecuente cuando intervienen materiales orgánicos y elementos químicos en general; por ejemplo el electrolito en las baterías.

#### 2.3.3 OPERACIONES ESPECIALES.

Se aplica este tipo de medición para el mantenimiento de aquellos bif, componentes y/o partes que funcionan en forma esporádica, como es el caso de equipo de bombeo de protección contra incendio, plantas generadoras de emergencia, llantas de un avión, apartarrayos.

#### 2.3.4 MIXTO.

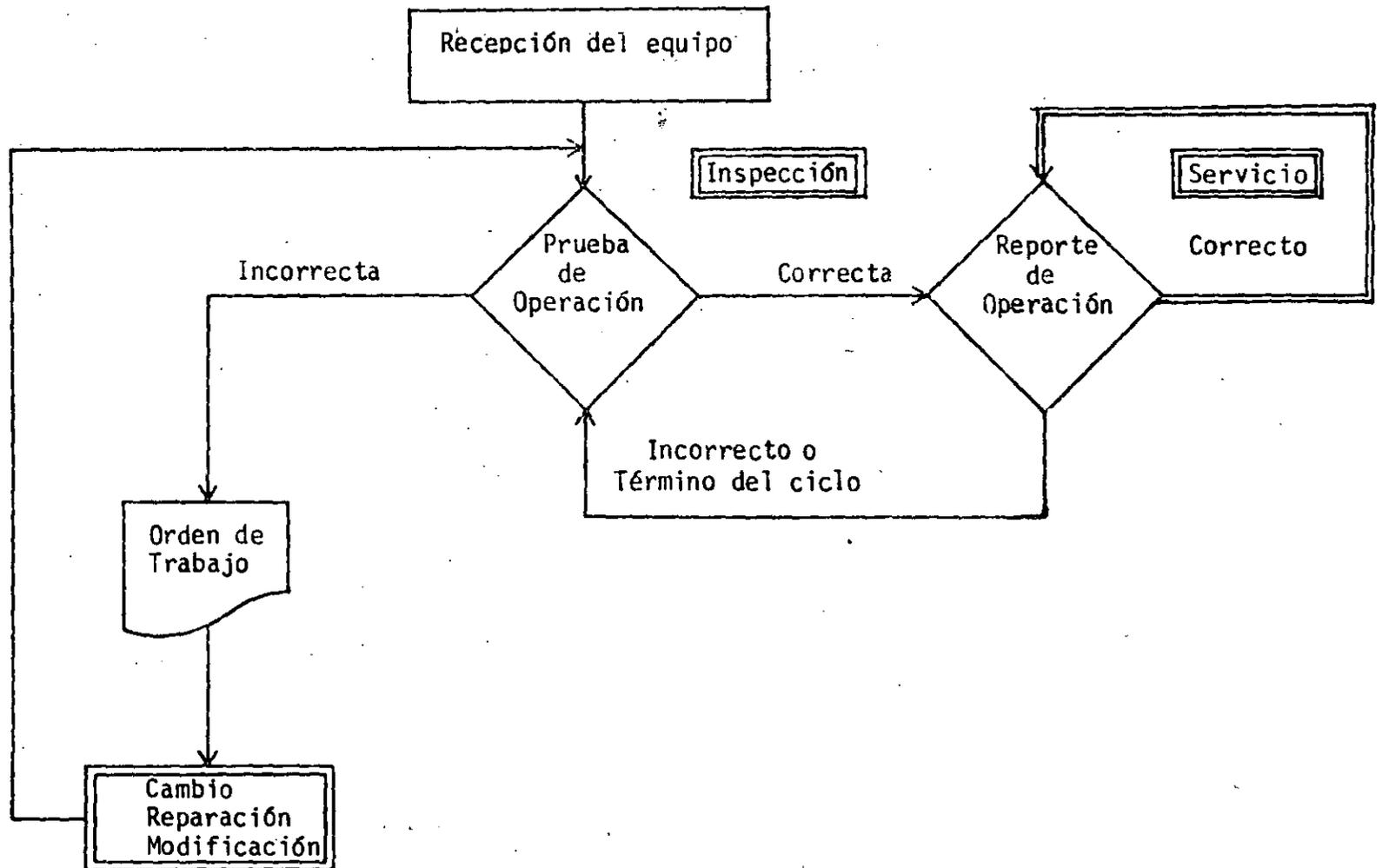
Existen bif, elementos, componentes y partes que se rigen por dos o más condiciones que determinan la vida útil, gobernando la que primero alcance su límite. Por lo tanto, es necesario definir el criterio de aplicación que rige para la determinación de la vida útil y así establecer la periodicidad del mantenimiento.

Ejemplo de esto es la definición del tiempo de la garantía de los automóviles, en base a la condición que se presente primero, entre el tiempo calendario y el kilometraje (tiempo de operación).

#### 2.3.5 AJUSTE DE LA PERIODICIDAD.

Los períodos de servicio, inspección y vida útil deben ser "ajustados" a múltiplos del menor período que se determine (mínimo común múltiplo) y de la frecuencia con que se efectúen las tareas mayores del mantenimiento, en función de la vida útil asignada (en orden de importancia) al bif, sus componentes y las partes y la relevancia de la tarea a realizar.

# CICLO DE OPERACION - MANTENIMIENTO



Es decir, una tarea importante (por su costo, peligrosidad de la falla, baja fiabilidad en la operación) a efectuar en una fecha preestablecida, ajustará la frecuencia de las otras tareas de menor importancia.

Las características de operación y programas de producción y/o eventos obligarán a ajustes tanto en la programación teórica inicial, como en la programación aprobada. Es decir que un evento en la Empresa podrá obligar a modificar el programa del MP.

Debe de considerarse que los ajustes menores no representan riesgos adicionales en la operación de los bif, dado que la periodicidad del MP tiene como base un valor "estimado" de vida, en la que el fabricante define un porcentaje de elementos que cumplirán satisfactoriamente esa duración, para con una probabilidad de falla muy baja.

Adicionalmente, debe considerarse que el llegar al valor estimado de vida, no representa generalmente un deterioro muy acelerado que incremente considerablemente la probabilidad de falla.

#### 2.3.6 CICLO DE OPERACION - MANTENIMIENTO.

En la fig. 2.1 se presenta el ciclo de Operación - Mantenimiento, considerando la aplicación de un Sistema MP; en este diagrama se anota la participación de las diferentes tareas. En el libro de Administración del Mantenimiento (Libro Blanco) se presenta con mayor detalle este ciclo.

#### 2.4 FORMAS DE DESARROLLO DEL MP.

En función de las características de la Empresa, su planeación y la filosofía establecida para el mantenimiento es posible desarrollar éste en diferentes formas:

##### 2.4.1 REPARACION MAYOR.

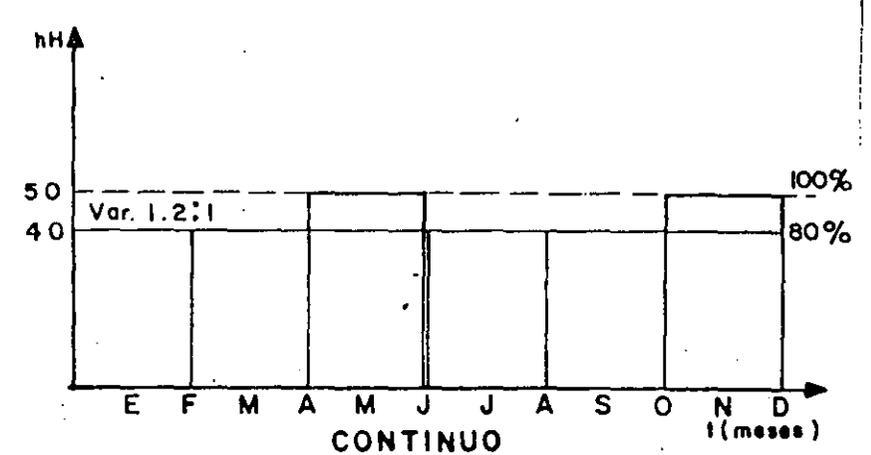
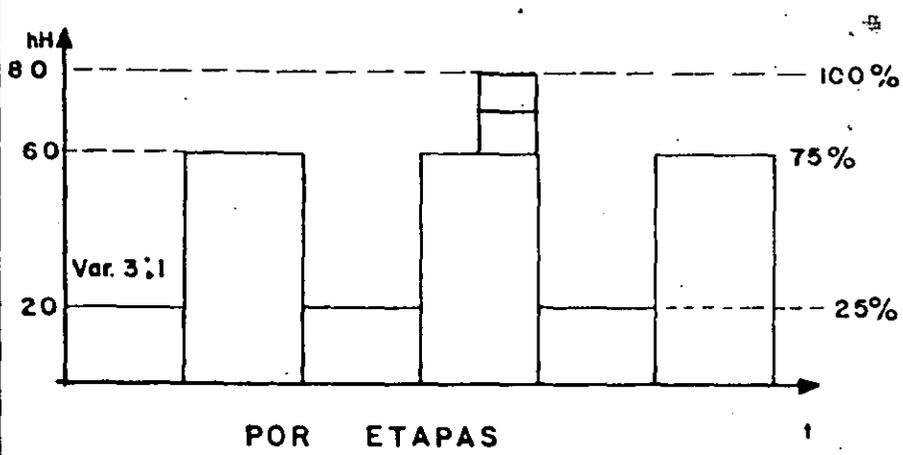
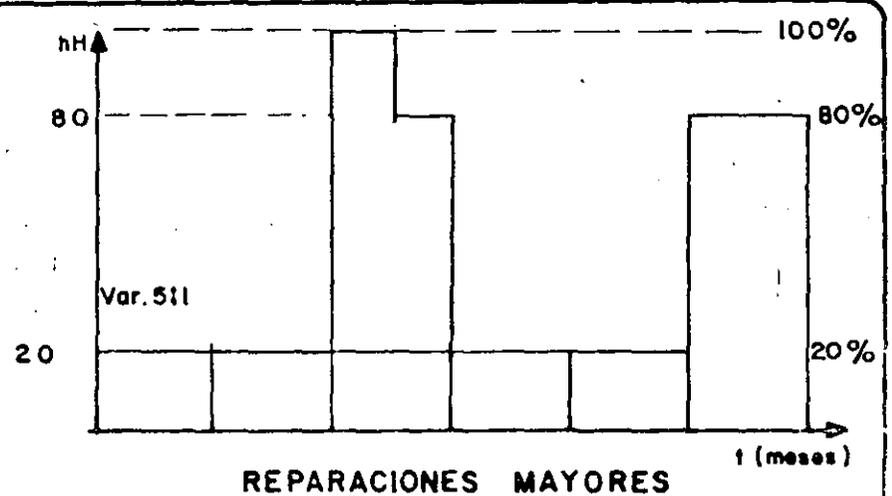
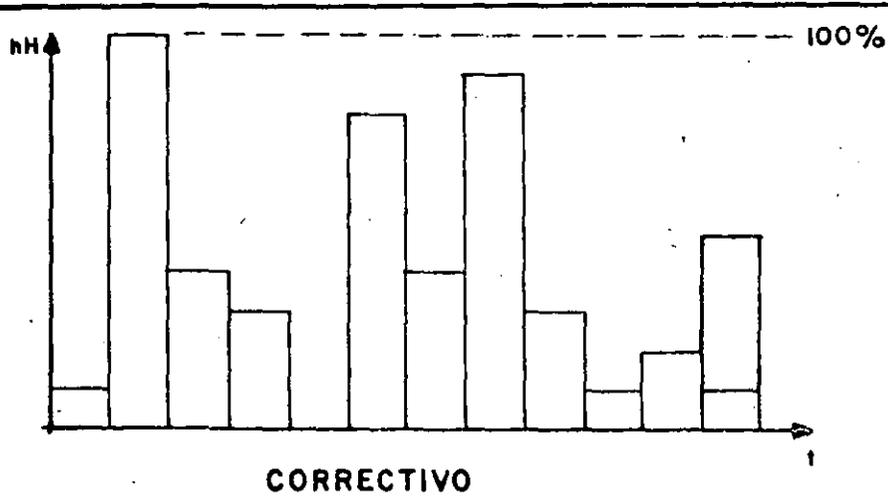
Se concentran el desarrollo de casi todas las tareas del mantenimiento en un período corto, siendo acorde con la frecuencia de la reparación.

##### 2.4.2 POR ETAPAS.

Se efectúan cotidianamente las tareas de Mantenimiento Rutinario (servicio y mantenimiento menor), concentrando en períodos cortos y regulares las tareas mayores.

Esta programación del mantenimiento es orientada en función de los tiempos normales fuera de operación.

# DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO



### 2.4.3 Continuo.

Se efectúan en forma regular y uniforme todas las tareas de mantenimiento.

La principal ventaja de este tipo de desarrollo es la carga de trabajo uniforme, pero su posible desventaja pueden ser los costos adicionales por no aprovechar al máximo la vida útil de los elementos, lo que deberá justificarse económicamente. A través del MF se solventa esta desventaja, realizando el Mantenimiento fuera de programación, pero conservando ésta como elemento fundamental de referencia

La tendencia en el mantenimiento es lograr una forma de desarrollo continua, pero debe considerarse esta forma de desarrollo como teórica, por la dificultad que representa su implantación.

En la fig. 2.2 se presentan en forma esquemática las diferentes formas de desarrollo del mantenimiento requerido, suponiendo constantes las horas hombre (hH).

### 2.5 SECUENCIA PARA REALIZAR EL MANTENIMIENTO.

Para la realización del mantenimiento es conveniente tener definida una secuencia que permita verificar que se han tomado en consideración todos aquellos elementos relacionados que pudieran afectar el buen resultado de la aplicación del mantenimiento.

La secuencia básica recomendable para el mantenimiento (tabla 2.5) considera el desarrollo de las tareas, objetivo principal del mantenimiento, para las cuales es conveniente tener también definida una secuencia.

En la tabla 2.6 se presentan las fases para realizar las tareas de reparación, cambio y/o modificación.

Es frecuente que en Mantenimiento no se le dé importancia el revisar previamente los elementos a incorporar en el bif, así como a la fase de preparación, dejando que la necesidad defina que elementos y herramientas se requieren, no aprovechando las ventajas del MP.

Sin embargo, una adecuada preparación y el "acomodo" de los elementos representarán un ahorro substancial en el trabajo.

En base a los resultados de aplicación de la secuencia, análisis del trabajo efectuado, estudio de los componentes retirados y del comportamiento del bif, es conveniente tener en cuenta la incorporación de mejoras a éste (MM).

Tabla 2.5

**SECUENCIA PARA REALIZAR EL MANTENIMIENTO.**

- **ANALISIS DEL PROBLEMA:**
  - . Características del bien físico
  - . Funciones de los elementos.
  
- **ANALISIS DE LOS REQUERIMIENTOS:**
  - . Técnicos
  - . Legales (reglamentos).
  
- **PROYECTO:**
  - . Análisis de los materiales y equipos.
  - . Análisis de la mano de obra:
    - . Cantidad
    - . Calidad
    - . Distribución.
  
- **ESTUDIO ECONOMICO Y FINANCIERO:**
  - . Recursos (flujos de caja)
  - . Créditos y formas de pago a proveedores.
  
- **PROGRAMA DE OBRA:**
  - . Disponibilidad de mano de obra
  - . Disponibilidad de materiales
  - . Tiempo de entrega
  - . Prioridad del trabajo
  - . Trabajo interno/externo.
  
- **COMPRAS:**
  - . Selección de proveedores
  - . Cotización y/o concurso
  - . Evaluación
  - . Adjudicación.
  
- **DESARROLLO DE TAREAS:**
  - . Ejecución
  - . Supervisión.
  
- **RECEPCION:**
  - . Prueba
  - . Operación.

A los elementos retirados debe designárseles su destino, en función de su estado y posibilidades de reuso (recambio).

En mantenimientos es necesario tener elementos de respaldo en caso de falla, aún con elementos usados y con vida limitada y/o incierta, pero que para casos de emergencia es factible su aplicación. Adicionalmente, estos elementos retirados, sin un valor de rescate importante, pueden ser aprovechados (canibalización racional) y "guardados" como refacciones de partes del elemento retirado.

Ejemplo de lo anterior, es el aprovechar tornillos, resortes, pijas, etc.; en el área civil se pueden rescatar chapas, chambranas, tabiques, etc.

El desarrollo de las tareas del mantenimiento es el resultado de la aplicación del Sistema, con base en un apoyo técnico fundamentado, para el cual se deben aprovechar todos los recursos disponibles (ver capítulo 6).

## **2.6 CANTIDAD DE MANTENIMIENTO.**

Cuando se trata de mantenimiento es necesario definir con toda claridad la cantidad de mantenimiento por aplicar, que debe ser tratada como una relación "beneficio - costo" y como un concepto de fiabilidad (ver el libro de Fundamentos de Mantenimiento), los cuales deben ser relacionados para poder definir un objetivo claro.

### **2.6.1 CANTIDAD DE MC.**

En un Sistema MC la cantidad de mantenimiento es aquella definida por la presencia de las fallas mismas y la decisión de reincorporar los bif a su operación. En este caso no es previsible fácilmente la cantidad del MC.

### **2.6.2 CANTIDAD DE MP.**

En el MP, Sistema resultante de una adecuada planeación, es básico establecer la cantidad de mantenimiento y la profundidad del mismo, conociendo la planeación de la Empresa y en particular la planeación de la operación del bif.

Un mismo bif puede tener diferentes niveles de mantenimiento requerido en función de su aplicación, como es el caso de una turbina de gas instalada en un avión, en que la cantidad de mantenimiento referida a costos, son cinco (5) veces superiores a los costos de un mantenimiento, adecuado también, cuando es aplicada en una función industrial.

Tabla 2.6

## FASES PARA EFECTUAR LA REPARACION, CAMBIO Y/O MODIFICACION.

T A R E A S .	PROGRAMACION.
- RECEPCION NUEVO ELEMENTO:	
- Revisión	- Análisis - Verificación.
- PREPARACION:	
- Limpieza	- Recopilación de información.
- Lubricación	- Verificación de armado y partes
- Despejar el area	- Planeación del trabajo.
- Aflojamiento	
- REMOCION:	
- Desarmado	- Diagnóstico
- Retiro	- Definición del trabajo: . Reparación . Reemplazo . Fabricación.
- MONTAJE:	
- Limpieza	
- Pintura	- Plan de actividades
- Lubricación	
- Ensamble	
- AJUSTE:	
- Calibración	- Revisión de tolerancias.
- Apriete	
- TRABAJOS SUPLEMENTARIOS:	
- Presentación de equipos auxiliares.	- Revisión de interconexión
- Montaje de componentes anexas retiradas.	
- PRUEBA FUNCIONAL:	
- Estática	- Revisión de especificación
- Dinámica	- Instrumentación
- Operativa normal	- Revisión de resultados
- Sobrecarga	- Diagnóstico.

Frecuentemente se tienen restricciones presupuestales para el Mantenimiento, pero cuando existe un accidente o algún evento de importancia, inmediatamente después se autorizan, por parte de los directivos de la Empresa, inversiones superiores a las tradicionales, pudiendo incluso ser exageradas si la publicidad y/o política lo han tomado como elemento útil a sus intereses.

De esta forma, se presentan condiciones no técnicas que determinan el nivel de mantenimiento como son: capricho, moda, posición política, presiones publicitarias, etc.

Por lo tanto, se puede concluir que el nivel de mantenimiento es un concepto dinámico que debe tomarse en consideración al definir la cantidad de mantenimiento, como resultado de la variación en la planeación y condiciones, incluso no técnicas, que lo determinan.

#### 2.6.3 EJEMPLOS DE FALTA DE MANTENIMIENTO.

En México ha habido grandes catástrofes originadas por falta de mantenimiento, como la explosión de gas en San Juan Ixhuatepec (19 de noviembre de 1984) y la explosión de 8 km de drenajes en la ciudad de Guadalajara el 22 de abril de 1992. Otras, como el terremoto en la ciudad de México (19 de septiembre de 1985), con consecuencias fatales por falta de mantenimiento.

Se tienen otros ejemplos como los del 5 de mayo de 1989, el incendio en el Congreso de la Unión en el que no existió, aparentemente, mantenimiento al equipo de protección contra incendio y faltó agua; también explotó la Estación Central de Bomberos de la Ciudad de México con cohetes, cuyo origen fue falta de mantenimiento y seguridad en una institución de seguridad.

Estos ejemplos desgraciadamente son avisos de la necesidad de implantar Sistemas de Mantenimiento y emplear personal capacitado para reducir su incidencia y/o minimizar sus consecuencias.

#### 2.6.4 ESTIMACION DE COSTOS.

Para determinar el nivel de mantenimiento por aplicar en una Empresa es necesario "justificar" mediante costos, la ventaja de la "inversión" que representa el mantenimiento contra la falta de él.

En la fig. 2.3 se presenta la curva básica del Mantenimiento que indica la relación de:

- Costos probables por tiempo fuera de servicio del bif (absisas)
- Posibles costos del mantenimiento que debieran invertirse en el propio bif (ordenadas)
- La suma de estos costos define el ámbito adecuado del nivel de mantenimiento.

Tabla 2.7

**COSTOS DE MANTENIMIENTO**

- **DIRECTOS:**

- Reparación, corrección de fallas y cambios en los bif productivos.

- . Este representa el costo de mantenimiento del bif.
- . Corresponden a las órdenes de trabajo normal y cruzada.

- **INDIRECTOS:**

- Modificaciones y/o cambios para eliminar fallas repetitivas. Estos costos deben reflejarse en el bif como una partida adicional en los costos de inversión.
- Mantenimiento rutinario al bif productivo. Estos costos deben recuperarse a través de los costos de operación.

- **GENERALES:**

- Mantenimiento en los bif de la Empresa, excluyendo los bif de producción.

Estos costos deberán prorratearse, debiendo incluirse los costos correspondientes a las Ordenes de Trabajo:

- . Menores y
- . Permanentes.

- **GASTOS Y/O ADMINISTRACION:**

- En estos costos se consideran los correspondientes al Departamento de Mantenimiento de:
  - . Personal.
  - . Instalaciones
  - . Gastos generales.
  - . También deben incluirse los costos correspondientes a:
    - Ordenes de Trabajo de Tiempo Muerto.

Para aplicar esta curva, es necesario tomar en consideración el total de los costos por falta de mantenimiento, en que se incurre cuando se presenta una falla (tabla 2.7).

Estos costos son objetivos y su origen es claro:

- Paros de funcionamiento.
- Pérdida de producción.
- Tareas adicionales en el mantenimiento.
- Accidentes y probables pérdidas humanas.

Deben considerarse adicionalmente una serie de conceptos "subjetivos" que representan un costo que debe ser "estimado". Mediante una serie de hipótesis y considerandos es posible cuantificarlos y traducirlos a costos; dentro de éstos se considera:

- Baja en la reputación de la Empresa
- Demoras de producción
- Incremento de peligrosidad
- Incumplimiento de tiempos de entrega
- Retrasos del funcionamiento
- Trabajadores temerosos
- Usuarios y/o clientes descontentos.

La suma de estos costos, objetivos y subjetivos, representa el valor máximo aceptable que debiera poder invertirse en mantenimiento.

## 2.7 DESARROLLO TECNOLÓGICO.

Otro concepto que actualmente es de importancia relevante es el desarrollo tecnológico de la Empresa y su personal, el cual cada vez hace mas accesible la aplicación de elementos mas precisos de información, diagnóstico y control.

En la fig 2.4 se representa la relación de costos estimados (ordenadas) contra la probabilidad de falla o disponibilidad del bien (abscisas), indicando en ésta los rangos estimados para las diferentes posibles técnicas de mantenimiento aplicadas, a saber:

### 2.7.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

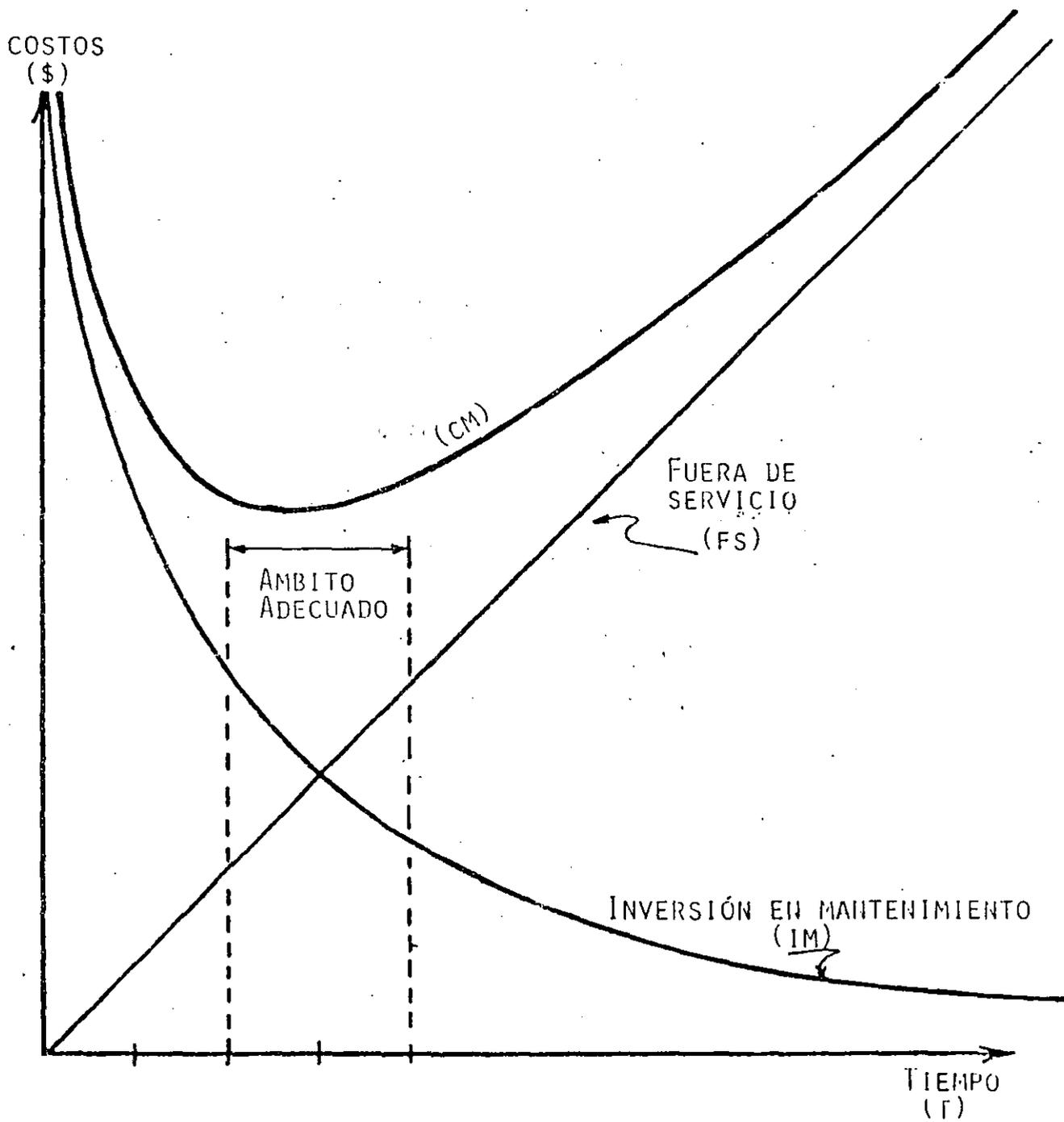
En este mantenimiento se estima que se tendrán costos del orden del 10% con probabilidades de falla del 90 %.

### 2.7.2 MP CON ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO.

- Sistema manual.

Se estima que se tendrán costos del orden del 10 al 20 % con probabilidades de falla del 15 %.

CANTIDAD DE MANTENIMIENTO



Datos de referencia de un Sistema de Mantenimiento Manual bien realizado, representa vaciar el control de 20 bif/hoja y 4 OT/bif (órdenes de trabajo)

- Sistema computarizado.

Se estiman costos del orden del 25 al 50 % con fallas probables del 15 al 30 %; este sistema refleja mejores resultados por:

- . Mayor conocimiento de los bif (mas y mejor cantidad de información manejada).
- . Mayor conocimiento y precisión de los costos.
- . Mayor oportunidad y confiabilidad de la información obtenida
- . Mejor planeación del mantenimiento.
- . Reducir la probabilidad de falla debido al menor tiempo asignado a la función de administración, derivado a la función de desarrollo de tareas.
- . Selección adecuada de los programas ajustados del mantenimiento.

El manejar un Sistema mas sofisticado que el manual, no representa eliminar la información básica de soporte, la cual debe conservarse como respaldo para su aplicación manual, en caso de que el "Sistema se caiga".

### 2.7.3 MP CON DIAGNOSTICO (PREDICTIVO).

Permite detectar la falla en su fase inicial, con costos del 15 al 30 % y disponibilidades 70 al 85 %.

Este tipo de sistema se soporta en información:

- Directa.  
Captada de equipos de control supervisorio y/o inspecciones.
- Indirecta.  
En este Sistema se requiere de un apoyo importante de Ingeniería que analice la información recabada y emita instrucciones oportunas que minimicen la probabilidad de falla.

### 2.7.4 MONITOREO DE LA OPERACION.

El monitoreo (diagnóstico en tiempo real) permite en sus diferentes modalidades de desarrollo:

- Calificar la falla (desviación referida a parámetros previamente definidos).
- Cuantificar la falla (desviación ajustada)
- Operar protecciones.
- Emitir directrices de corrección.
- Aplicar medidas correctivas.

Tabla 2.8

**VENTA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.****- NIVEL EJECUTIVO:**

- 1.- Recopilación de la información estadística de las fallas.
- 2.- Estimación de los costos de las fallas en base a:
 

	/	
- Actividad programada	1	- Mano de obra
	1	- Materiales
- Costos reales	<	- Equipo y maquinaria
	1	- Refacciones
	1	
	\	
- 3.- Estimación de los costos relacionados:
  - Tiempo muerto de mano de obra
  - Producto e insumos desperdiciados
  - Rearranque.
- 4.- Estimación de costos indirectos:
  - Accidentes al personal.
  - Fallas mayores originadas por fallas menores no atendidas.
- 5.- Estimación de los costos del MP, que se hubieran efectuado previamente a la presentación de una falla.
- 6.- Diferencia de los costos de la falla (puntos 2, 3 y 4) menos los costos del MP (punto 5).
- 7.- Utilidad adicional producida por la aplicación del diferencial (punto 6).

**- NIVEL LABORAL:**

Participación al personal a través de bonificaciones por:

- 1.- Mayor producción y calidad.
- 2.- Reducción de tiempos muertos.
- 3.- Reducción de material y producto desperdiciado.

El Monitoreo permite efectuar ajustes y emitir directrices de mantenimiento "sin que se haya presentado la falla".

Las premisas básicas del Monitoreo son:

- Las partes son las que fallan, no los componentes y/o equipos. Lo anterior representa la necesidad de analizar y definir las partes de función trascendente y/o alto costo.
- Nada falla sin aviso previo (señales).  
Por lo tanto es necesario:
  - . Poder leer las señales (avisos).
  - . Aprender, entender e interpretar las señales.
  - . Diagnosticar las condiciones de operación.
  - . Tomar las decisiones adecuadas.
  - . Dar mantenimiento en función de las señales.

Como aplicaciones, actualmente se tiene el monitoreo de algunos de los aviones (DC-10) en vuelo; en las carreras de automóviles de Gran Premio se monitorean algunos de los vehículos en competencia.

#### 2.7.5 DOCUMENTACION DEL MANTENIMIENTO.

Como se ha constatado, el Mantenimiento es resultado del conocimiento del bif, obtenido fundamentalmente por la información disponible (fabricantes, análisis de ingeniería) y la generada.

La información generada debe ser el resultado de la aplicación de las tareas y la documentación de la falla.

Al presentarse una falla debe efectuarse un diagnóstico, integrado por:

- Información de los operadores.
- Análisis operativo, de ser posible. En ocasiones no se puede rearmar el bif bajo condiciones de falla.
- Estudio del armado a través de la fase de remoción.
- Análisis a bif "abierto".
- Análisis detallado de ingeniería al término del trabajo.
- Complementación por "autopsia" de las partes retiradas.

Esta documentación debe indicar el origen de la falla y las medidas tendientes a minimizar sus efectos y reducir la frecuencia de demanda del mantenimiento.

Mantenimiento es la retroalimentación a Ingeniería del diseño, selección de materiales y comportamiento del bif. Esta premisa ha cobrado fuerza a través del TPM (Total Productive Maintenance).

En México se han tenido soluciones y mejoras brillantes al diseño por Mantenimiento, sin embargo no se han difundido éstas y lamentablemente no se otorga ningún tipo de reconocimiento al Mantenimiento.

## 2.8 VENTA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Una vez conocido y experimentado las ventajas que representa el Mantenimiento Preventivo (MP), por el personal que lo desarrolla, es imprescindible que los directivos de la Empresa lo compartan.

Para esto es necesario documentar los resultados y determinar comparativamente con un mantenimiento correctivo las economías obtenidas, incluyendo los costos que habrían representado las fallas probables que se evitaron a través del MP.

Sin embargo, no siempre es posible justificar el MP con resultados obtenidos, ya que frecuentemente no se brinda la oportunidad de implementarlo ni en forma de "programa piloto".

Por lo tanto, los directivos del área de Mantenimiento deberán de promoverlo, mediante una "venta" de la idea de su aplicación. En la tabla 2.8 se propone en forma resumida algunos conceptos que podrían servir de apoyo para este fin.

De otra forma la inversión en el MP es una "apuesta", similar a la de un seguro. Esto es, que lo que se invierte es menor a lo que pudo haberse gastado en caso de una falla.

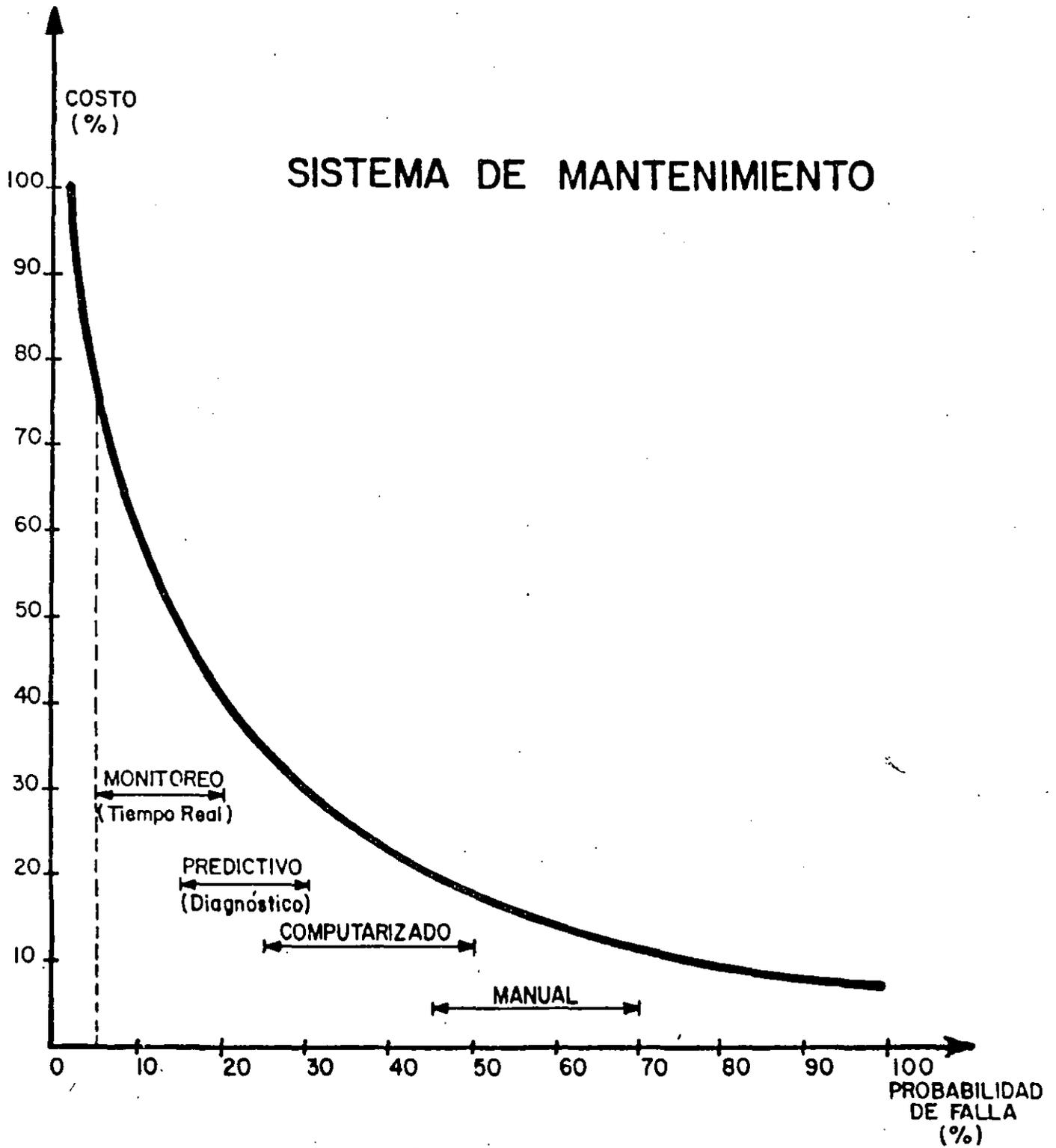


FIG. 2.3

## CAPITULO 3

**MANTENIMIENTO DENTRO DE LA ORGANIZACION.****3.1 ORIGEN DE LA ORGANIZACION.**

"Desde la aparición del hombre en la tierra y aún en las otras especies del reino animal, la organización hace acto de presencia. Esta es necesaria para la supervivencia y conservación de la misma". Comentario de los especialistas Herrera Fernández.

Se asegura que las especies extintas desaparecieron por carecer de organización, más que por causa de sus depredadores.

Por lo tanto, queda establecido que una institución o empresa tiende a desaparecer a medida en que su organización es nula o deficiente.

Cuando la organización tomó mayor auge, con las culturas guerrero-religiosas, aparece de manera definida la administración y el proceso administrativo, con la determinación concreta de objetivos y planes, así como el trazo de estrategias para la obtención de resultados en un tiempo preestablecido.

Para su logro fue necesaria la conformación de una organización, de tipo religiosa, militar o mixta, a cuyo frente aparecía un líder (dirección), con su grupo de control, que al evaluar, retroalimentaba conforme a lo esperado (planeación). De esta forma se tenía un proceso cíclico.

Estos tipos de organización hasta la fecha perduran, no solo en la milicia y sectas religiosas, con los principios de jerarquía, establecimiento de funciones y responsabilidades por puesto o cargo, sino también en las estructuras civiles, adaptadas en cuanto a la incondicionalidad respecto hacia el puesto superior.

**3.2 OBJETIVO.**

El objetivo de establecer la "organización" de una Empresa es definir una estructura que busque el mejor aprovechamiento de sus recursos, coordinando y vigilando sus actividades.

Como no existen dos empresas idénticas, es necesario estudiar los factores que afectan la formación de su estructura, como son:

- . Objetivos de la Empresa
- . Planeación de la Empresa
- . Actividades que desarrolla
- . Calificación del personal

Tabla 3.1

**FUNCIONES DEPARTAMENTALES**

- LEGAL.
- RELACIONES PUBLICAS:
  - . Atención al público
  - . Publicidad
  - . Prensa.
- RELACIONES INDUSTRIALES:
  - . Personal
  - . Relaciones obreras
  - . Capacitación
  - . Servicios
  - . Médicos
  - . Transporte
  - . Comedor
  - . Vigilancia
  - . Seguridad industrial.\*
- ADMINISTRACION:
  - . Caja
  - . Control de costos
  - . Contabilidad
  - . Crédito y cobranzas
  - . Finanzas
  - . Inversiones.
- VENTAS:
  - . Promoción
  - . Servicio
    - . Asesoría
    - . Entrenamiento
    - . Garantías
  - . Refacciones
  - . Ventas.
- DESARROLLO DEL PRODUCTO:
  - . Planeación
  - . Investigación
  - . Pruebas
  - . Laboratorio.
- COMPRAS:
  - . Adquisiciones
  - . Análisis
  - . Importaciones.
- PROUCCION:
  - (fabricación)
  - . Supervisión
  - . Control de personal
  - . Rendimientos.
- CONTROL DE PRODUCCION:
  - . Almacenes
  - . Inventarios
  - . Control de partes
  - . Manejo de materiales
  - . Control desperdicios.
- CONTROL DE CALIDAD:
  - . De proveedores
  - . Recepció materiales
  - . De fabricación
  - . Procedimientos.
- INGENIERIA INDUSTRIAL:
  - . Herramental
  - . Maquinaria
  - . Procesos.
- INGENIERIA DEL PRODUCTO:
  - . Ingeniería de diseño.
- INGENIERIA DE LA PLANTA:
  - . Proyecto
  - . Construcción
  - . Mantenimiento.

\* Recomendación: Incorporar en Ingeniería de la Planta.

- . Capacidad de la planta
- . Grado de sistematización
- . Tipo de productos que fabrica
- . Tipo de servicios que presta

Para la estructuración de la Organización de una Empresa deben tomarse en consideración los siguientes principios básicos:

- Establecimiento de las líneas de:
  - . Autoridad
  - . Coordinación
  - . Responsabilidad.
- Clasificación del trabajo.
- Reunión y división del trabajo.

La estructuración de una Empresa tiene su origen en la necesidad de delegar responsabilidades debido a las limitaciones para una persona de:

- Tiempo para efectuar todo el trabajo.
- Imposibilidad física.
- Capacidad técnica para conocer todas las actividades.
- Tener todas las aptitudes.
- Vigilar todo el trabajo.

### 3.3 ESTRUCTURA.

Para la determinación de la distribución del trabajo, se requiere del establecimiento previo de la estructura orgánica de la Empresa, en la que es necesario definir para el Mantenimiento, como para todas las actividades en general, su posición dentro de ésta y su relación con otras áreas.

Para cada Empresa existe una organización en particular, sin embargo el Mantenimiento generalmente depende del área Administrativa o de la de Producción.

El adecuado mantenimiento de una Empresa depende de su adecuada valoración, que como responsable de los bif, debe considerársele a nivel de Dirección, reportando directamente a la Dirección General.

En ocasiones se presenta en las empresas, que la estructura de su organización se desarrolla con base a las personas con las que se cuenta. De esta forma se ajustan las funciones, responsabilidades y fundamentalmente las líneas de autoridad, como resultado de las relaciones interpersonales y compromisos sociales, políticos o de cualquier otra índole; eventualmente se considera la capacidad de la persona.

**ORGANIZACION GENERAL**

**EMPRESA INDUSTRIAL  
(Sociedad Anónima)**

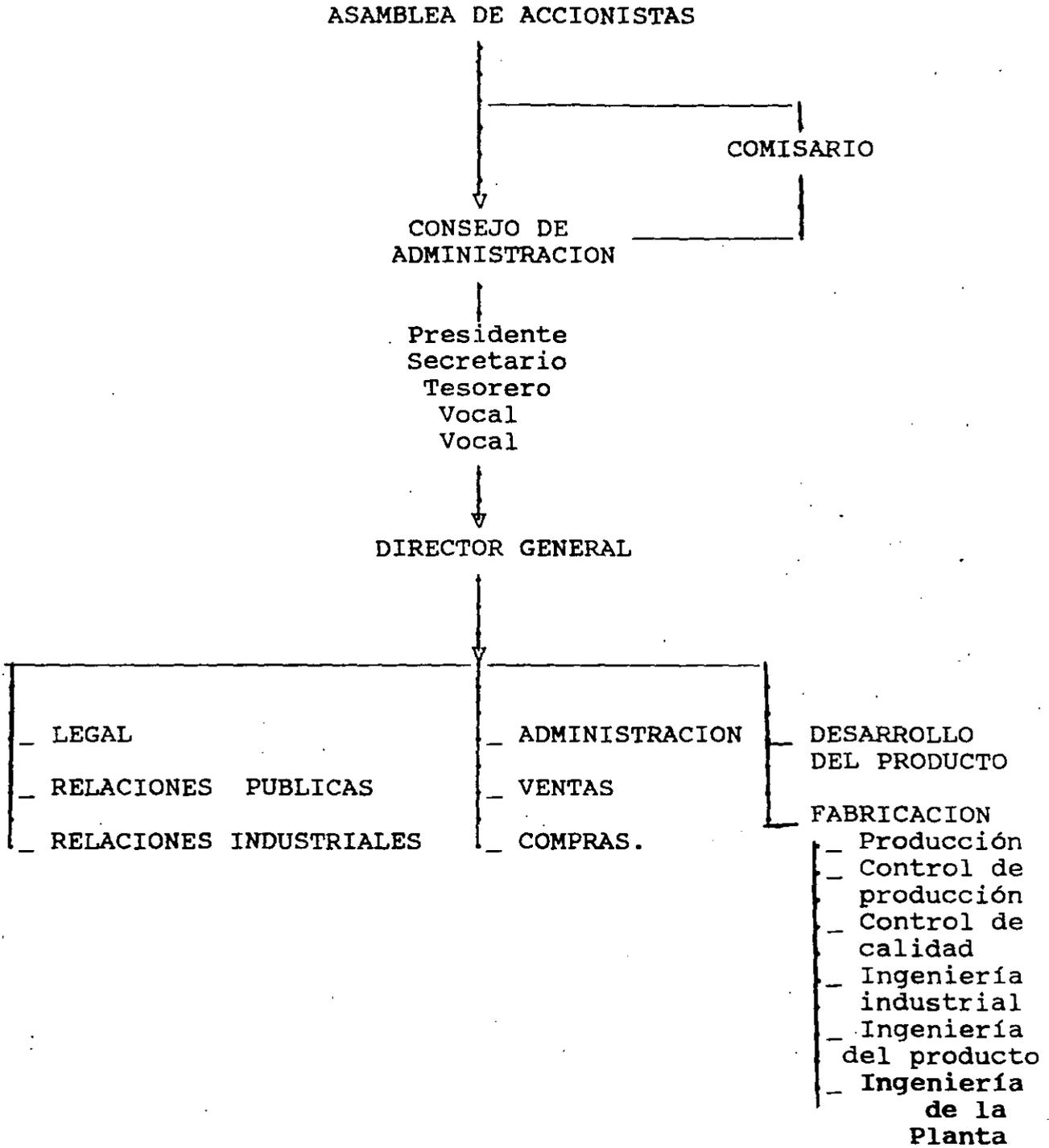


Fig. 3.1

En estos casos, de ocupación de puestos por "recomendación" y no por méritos, se debe estimar el sobrecosto y los riesgos que representa a la Empresa esta forma de estructuración.

Mantenimiento, afortunadamente, no representa para los "recomendados" una opción atractiva, por su dificultad técnica, alta disponibilidad, fuerte demanda de trabajo y la necesidad de obtener resultados prácticos y oportunos.

La Organización, por lo tanto debe procurar la más adecuada "división del trabajo" y el mayor "rendimiento posible", en base a "objetivos comunes".

Como ejemplo de este criterio, se relacionan las funciones de una Empresa, agrupadas en Departamentos para una Organización grande, en la cual existe una simple y adecuada distribución de responsabilidades.

En las empresas de menor tamaño se tendrán funciones similares, pero no se tendrán los departamentos y/o el personal para cubrir-las en forma biunívoca, por lo que se tendrán que agrupar dos o mas funciones en un solo departamento, sin dejar por ésto de tener identificadas y en lo posible independientes entre sí las funciones.

Para empresas de mayor tamaño, aplicando en forma similar el mismo concepto, habrá un mayor número de funciones, o bien pudie-ran ser las mismas pero mas subdivididas, lo que dará origen a un mayor número de departamentos y/o personal.

### 3.4 ORGANIGRAMA.

El Organigrama es la representación gráfica de la Organización de una Empresa, indicando las líneas de autoridad, funcionalidad y responsabilidad. Así en el Organigrama, se tiene la definición de la coordinación y la facilitación entre líneas.

Por lo anterior es fundamental que todo el personal conozca el Organigrama y establezca perfectamente su posición (ubicación) dentro de la Organización, ya que el éxito de su desempeño será función de su adecuado comportamiento dentro de la Empresa, conforme al Organigrama.

Por lo tanto, es indispensable que el personal conozca el Organigrama, para el mejor desarrollo de sus funciones a realizar dentro de la Empresa.

La difusión del Organigrama de una Empresa y los particulares de las diferentes áreas de trabajo es fundamental para aprovechar las ventajas de comunicación, orden y respeto entre el personal.

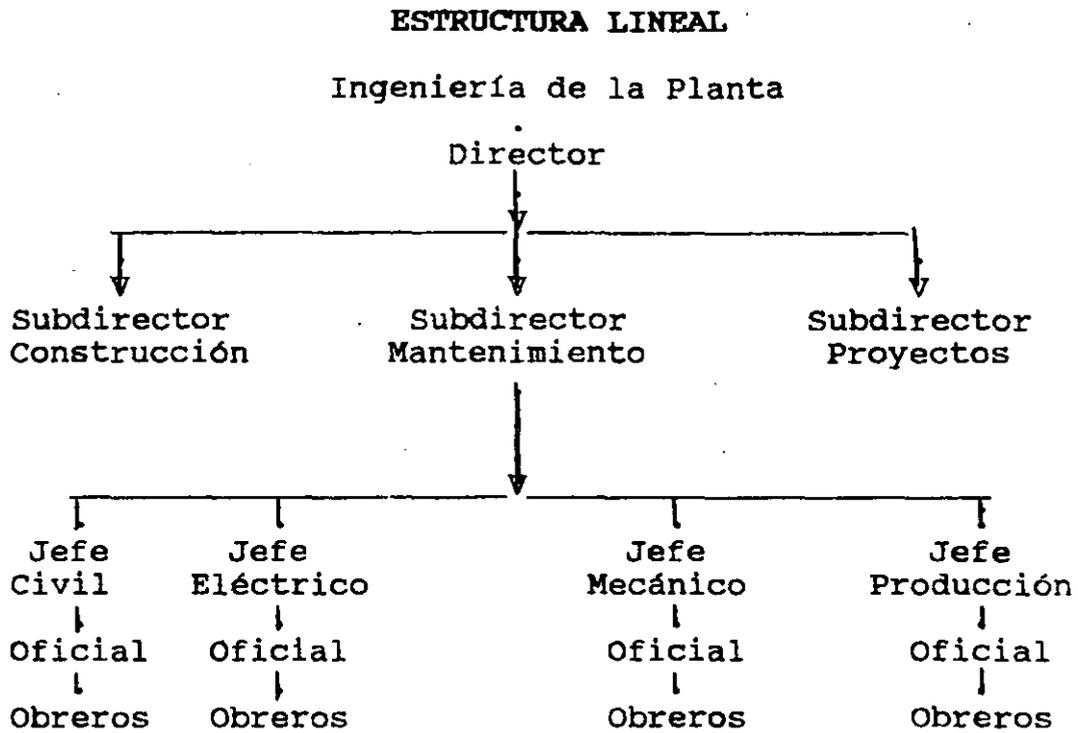


Fig. 3.2

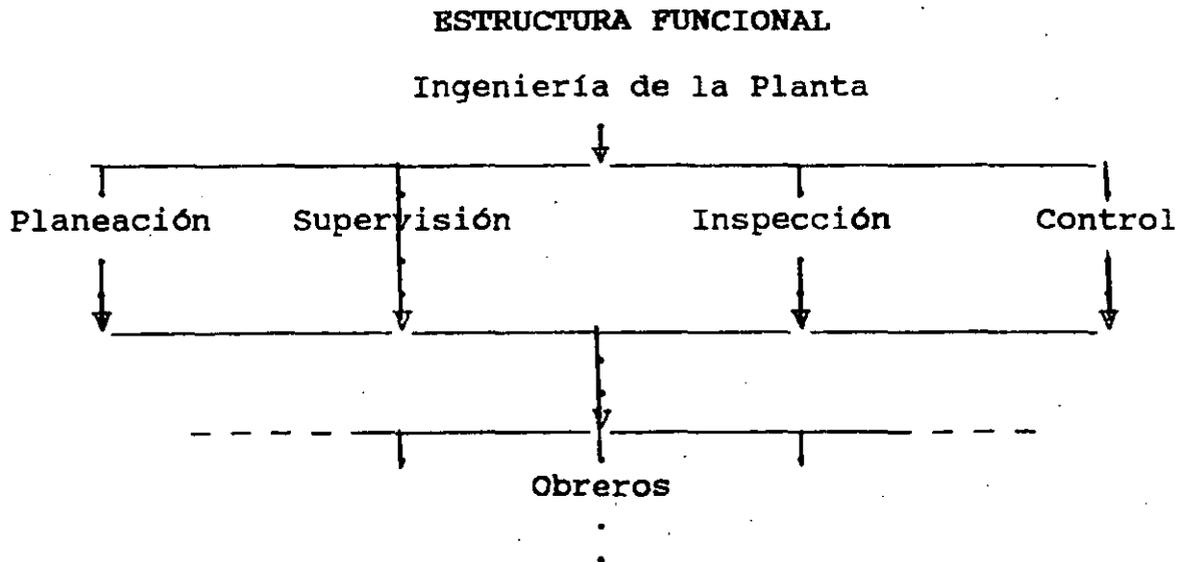


Fig. 3.3

Una buena práctica de presentación del Organigrama de la Empresa, es mediante el montaje de un tablero o pizarrón, visible al personal, utilizando de preferencia las fotografías y nombre de los trabajadores.

Adicionalmente, es recomendable publicar en el boletín de la Empresa la sección "Quien es quien", curriculum sencillo y descriptivo del personal. De esta forma se dan a conocer a todos los trabajadores quienes son sus compañeros.

En la fig. 3.1 se presenta como ejemplo la Organización de una Empresa en general, del tipo industrial y constituida como Sociedad Anónima.

En las grandes empresas es necesario contar, adicionalmente al organigrama general (simplificado), con organigramas particulares por áreas de trabajo.

### 3.5 TIPOS DE ORGANIZACION.

Existen diferentes tipos de organización, que básicamente se pueden referir como:

- Estructura lineal o militar (fig. 3.2).  
Esta es la estructura mas simple y que define con toda precisión las líneas de autoridad y responsabilidad.
- Estructura funcional (fig. 3.3).  
En esta estructura se pretende aprovechar la especialidad técnica del personal en los diferentes niveles, distribuyendo funciones del orden administrativo. Tiene el inconveniente de la diversidad de mandos.
- Estructura combinada (fig. 3.4).  
En esta estructura se tiene la forma lineal y la funcional o de cuerpo, pretendiendo aprovechar las ventajas de una simple estructura con las ventajas de la especialidad.
- Estructura matricial (fig. 3.5).  
Esta estructura es la que presenta teóricamente las mayores ventajas, sin embargo su implantación y conservación presenta las mayores dificultades prácticas (ver tabla 3.2).

Se recomienda el tratar de obtener una estructura con tendencia a la forma matricial, aplicándola en forma progresiva, conforme a la comprensión y asimilación por parte de los diferentes niveles de personal que en ella participan.

Esta estructura es la mas frecuentemente aplicada en empresas muy grandes y/o con diferentes plantas.

## ESTRUCTURA LINEAL Y DE CUERPO

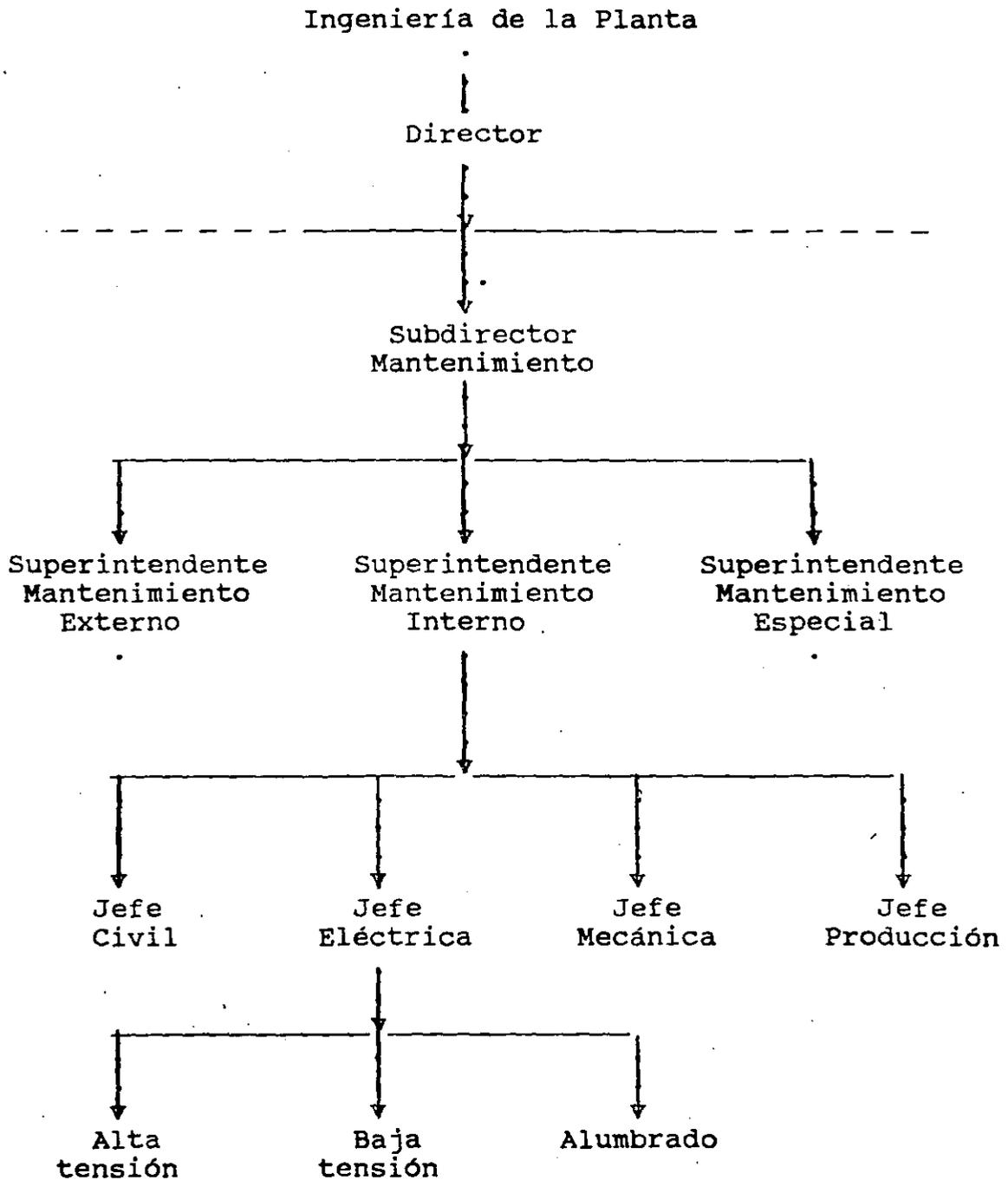


Fig. 3.4

Las figuras indicadas se refieren a una organización de una empresa grande en la que se conserva al Mantenimiento dentro de Ingeniería de la Planta.

Del conocimiento de los tipos de Organización, es necesario determinar cual es el adecuado a establecer en la Empresa y que ajustes son recomendables efectuar.

En las categorías inferiores de Mantenimiento, se debe conservar una estructura militar por especialidades, con una gran identificación y armonía de los trabajadores con sus superiores, tratando de que a través de ellos se presenten los programas de orden matricial y al personal que lo representa, cuando cubre funciones de normatividad, procedimientos y otras.

En cualquiera de las estructuras organizativas, es importante que los directivos las respeten, para así poder pedir que sean respetadas. De otra forma se tendrá anarquía o autoritarismo; esto es el mismo caso, en que los superiores dan órdenes directas (bypass) a los trabajadores de niveles inferiores.

### 3.6 ORGANIZACION INDUSTRIAL.

En la industria la planeación, programación, construcción, operación y conservación de los bif de una Empresa, son funciones de uno o varios departamentos, pudiendo ser actividad base de uno de ellos, efectuado en forma independiente o bien a través de una interacción departamental.

Esta interacción debe ser entendida por el personal, haciendo que él desarrolle su trabajo dentro de un "equipo", con total involucramiento (amor a la camiseta) a su departamento y Empresa.

Como ejemplo explicativo de la interacción dentro de una Empresa de manufactura se puede expresar de la siguiente forma:

Para que el departamento de "Producción" pueda fabricar se requiere que "Compras" haya realizado las negociaciones necesarias para la adquisición de la materia prima.

"Control de Producción" debe proporcionar los materiales en la línea de producción, para ser procesada conforme a la secuencia establecido por "Ingeniería Industrial" y el herramental definido por "Manufactura (Procesos)".

El producto se fabricará conforme al diseño y especificaciones establecidas por "Ingeniería del Producto", dentro de las tolerancias exigidas por "Control de Calidad", con el equipo, maquinaria e instalaciones que "Ingeniería de la Planta" mantiene en buenas condiciones para la fácil, eficiente y

segura operación.

**ESTRUCTURA MATRICIAL**

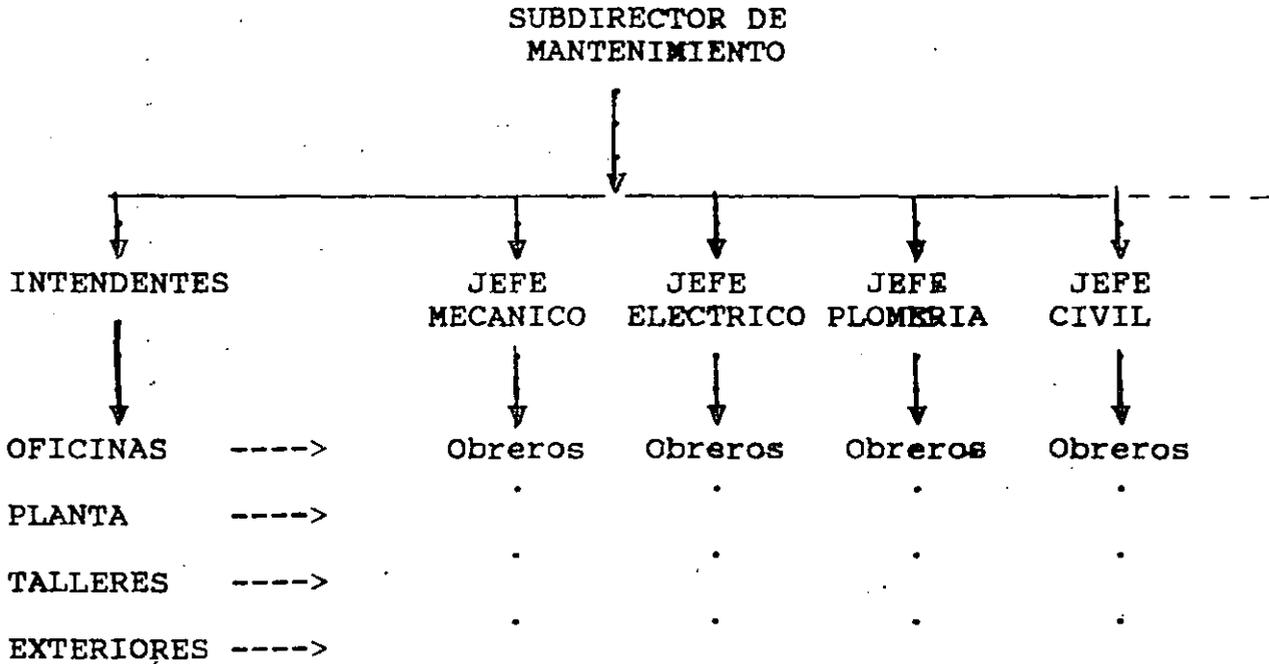


Fig. 3.5

Tabla 3.2

**ESTRUCTURA MATRICIAL**

- VENTAJAS:
  - . Especialización del personal.
  - . Mayor aprovechamiento del herramental.
  - . Normatividad efectiva.
  
- DESVENTAJAS:
  - . Coordinación difícil.
  - . Falta mando biunívoco.
  - . Multiplicidad de autoridad.

Para que existan ingresos, es necesario que el departamento de "Ventas" efectúe sus funciones conforme al pronóstico obtenido del análisis del mercado, del cual también se obtuvieron las directrices para el diseño del producto que el departamento de "Desarrollo del Producto" hiciera para garantizar la buena acogida del producto por parte del consumidor.

### 3.7 POSICION DEL MANTENIMIENTO.

En las grandes empresas manufactureras Mantenimiento se localiza dentro de Ingeniería de la Planta (fig. 3.1 y tabla 3.1).

En otros tipos de empresas grandes el Mantenimiento puede ocupar posiciones similares o mas relevantes, dependiendo del tipo de la empresa en particular.

Por ejemplo en empresas de servicios públicos en los que se tiene una gran cantidad de equipo e instalaciones (p. ej.: aerolíneas, transporte urbano, teléfonos, etc.) Mantenimiento debe tener nivel de Dirección.

En los hoteles de primera categoría (5\*) se le reconoce a Mantenimiento su trascendencia e importancia para brindar un adecuado servicio. Incluso en algunas cadenas hoteleras, se tienen programas de visitas a las instalaciones y cuarto de máquinas por los huéspedes, para que constaten la limpieza, sistema, seguridad e importancia de los sistemas de las instalaciones.

Esta práctica tiene ventajas adicionales, a la comercial directa, como son presión y motivación para el personal de Mantenimiento para efectuar sus funciones, al dignificarlo y reconocerlo públicamente; a los directivos les permite tener presente una de las funciones básicas para brindar un buen servicio.

Existen grandes empresas, en las cuales a pesar de que el mantenimiento es básico (comercios y hospitales), al Mantenimiento no se le considera al nivel de Dirección.

Frecuentemente a Mantenimiento se le hace depender del área administrativa y como parte de la subárea de servicios, con la consecuente deficiencia técnica, operativa y/o de planeación. En la fig. 3.6 se presenta en forma simplificada la organización de este tipo de empresas.

#### 3.7.1 MANTENENTE.

Al personal de Mantenimiento capaz de desarrollar las tareas y/o responsable del Mantenimiento directo, SOMMAC lo denomina como Mantenente. No se considera Mantenente al personal administrativo del Mantenimiento, sin conocimientos técnicos del área.

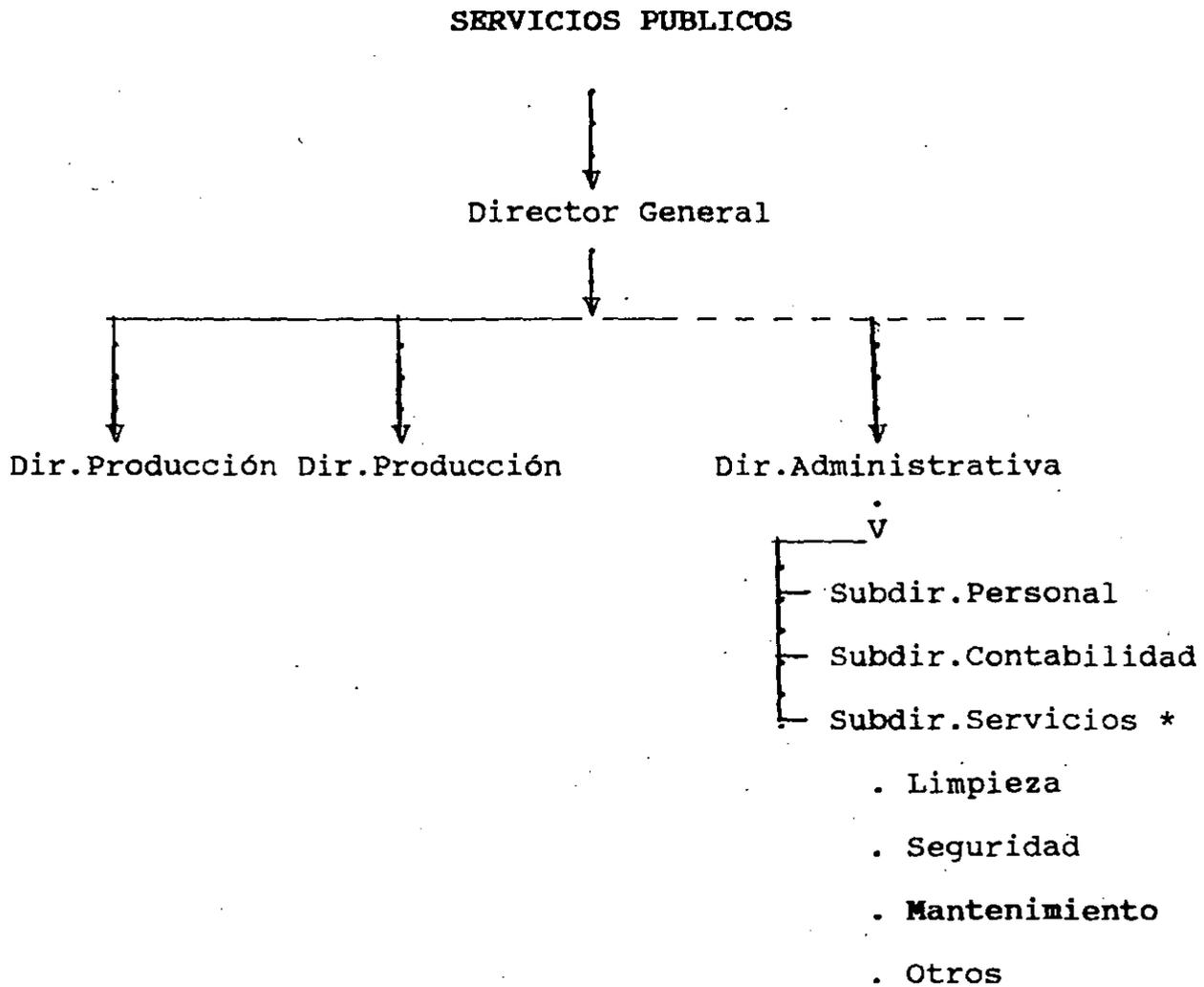


Fig. 3.6

\* En ocasiones puede tenerse una estructura mas compleja con:

Subdirección de  
Recursos Materiales

- Jefe de Departamento de Equipos
- Jefe de Departamento de Almacenes
- Jefe de Departamento de Mantenimiento
- .

### 3.7.2 ESPECIALIDADES.

Existen innumerables especialidades en el desarrollo del Mantenimiento, sin embargo es conveniente establecer una clasificación base de referencia que permita distinguirlas y poder definir así al personal en el Organigrama o bien determine, en caso de que se justifique, la integración de un departamento, área o simplemente una brigada.

En las tablas 3.3 se presenta la clasificación propuesta por los especialistas Avila Espinosa.

### 3.7.3 IDENTIFICACION DE SISTEMAS Y AREAS EN INGENIERIA

En la tabla 3.4 se presenta la clasificación propuesta por los especialistas Avila Espinosa para identificación de Sistemas y áreas, relacionadas en español e inglés.

### 3.7.4 CLAVES PARA ACTIVIDADES EN INGENIERIA

A coninuación se presentan las claves para el desarrollo de los trabajos de Ingeniería, que pudieran ser empleados en Mantenimiento.

C	Memoria de Cálculo
D	Memoria Descriptiva
E	Especificaciones
O	Cantidad de Obra
\$	Presupuesto
P	Planos
R	PROCEDIMIENTOS
M	Memorandum
T	Estimaciones del Trabajo
U	PropUesta
N	Contrato, Negociación

Tabla 3.3 1/2

**CLASIFICACION DEL MANTENIMIENTO  
POR ESPECIALIDADES.**

**A. ARQUITECTURA**

1. Paisaje
2. Urbana
3. Edificios
4. Decoración
5. Jardinería
6. Industrial
- 7.
- 8.
- 9.

**B. AMBIENTAL**

1. Iluminación
2. Aire Acondicionado
3. Calefacción
4. Ventilación
5. Contaminación
6. Ecología
- 7.
- 8.
- 9.

**C. CIVIL**

1. Albañilería
2. Pintura inmueble
3. Mobiliario
4. Acabados
5. Carpintería
6. Herrería
7. Impermeabilización
- 8.
- 9.

**D. DISEÑO**

1. Proyecto
2. Logística
3. Especificaciones
4. Presupuestos
5. Dibujo comp.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.

**E. ELECTRICA**

1. Instalaciones BT
2. Alta tensión (+69kV)
3. Subestaciones
4. Tableros (+440 V)
5. Motor (+100 hp)
6. Red distribución
7. Elect. ind.
8. Pararrayos
9. Tierras

**F. FLUIDOS**

1. Prot. c/incendio
2. Neumática
3. Vacío
4. Hidr. Potencia
5. Gas LP
6. Gas Natural
7. Gases
8. Vapor
- 9.

**G. GENERAL**

1. Consultoría
2. Diagnóstico
3. Gestión
4. Informática
5. Ing. Sistemas
6. Riesgos (control)
- 7.
- 8.
- 9.

**H. HIDR. Y SANITARIA**

1. Instalaciones
2. Redes
3. Plantas bombeo
4. Potabilización
5. Trat. agua negra
6. Trat. agua ind.
- 7.
- 8.
- 9.

**I. INST. ELECMEC.**

1. Inst. Espec
2. Alarmas
3. Computación
4. Electrónica
5. Generación Elect.
6. Protección Elect.
7. Sist. CD
8. Sist. ininterrump.
- 9.

**J. COMPUTACION**

1. Hardware
2. Sistema Operativo
3. Programador
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8.
- 9.

**K. CONTROL/COM.**

1. Control
2. Instrumentación
3. Intercomunicación
4. Radio
5. Sonido
6. Supervisión
7. Teléfono
8. Televisión
- 9.

**L. ALUMBRADO**

1. Instalaciones
2. Fuentes luminosas
3. Alumb. público
4. Alumb. interior
5. Alumb. decoración
6. Alumb. especial
7. Accesorios
- 8.
- 9.

Tabla 3.3 2/2

**CLASIFICACION DEL MANTENIMIENTO  
POR ESPECIALIDADES.**

<b>M. MECANICA</b>	<b>N. MANTENIMIENTO</b>	<b>R. SERVICIO</b>
1. Automotriz	1. Comercial	1. Limpieza
2. Maq. herramientas	2. Doméstico	2. Lubricación
3. Maq. ligera	3. Industrial	3. Desinfección
4. Maq. pesada	4. Oficinas	4. Control de plagas
5. Soldadura	5.	5. Prot. c/corrosión
6. Soportería	6.	6. Mobiliario
7. Tornillería	7.	7.
8. Transmisiones	8.	8.
9.	9.	9.
<b>S. ESTRUCTURAS</b>	<b>T. TERMICAS</b>	<b>Z. ADMINISTRACION</b>
1. Metálicas	1. Aislamiento	1. Control
2. Concreto	2. Calderas	2. Programas
3. Evaluación	3. Hornos	3. Planeación
4. Limpieza	4. Intercambiador	4. Organización
5. Pintura	5. Tuberías	5. Computación
6. Marina	6.	6. Capacitación
7. Control	7.	7. Asesoría
8.	8.	8.
9.	9.	9.
<b>O. OTROS</b>	<b>P. PROCESO</b>	<b>Q. CALIDAD</b>
<b>U. HERRAMIENTAS</b>	<b>V. VEHICULOS</b>	<b>W. SOLDADURA</b>
<b>X. EXPERIMENTACION</b>	<b>Y. PROYECTOS</b>	

**Notas:**

- 0 Indica experiencia en toda la Especialidad.  
Ej.: A0 - Arquitecto integral.
- 2# Indica el área en particular de la Especialidad.  
N3 - Especialista en Mantenimiento Industrial.

SOMMAC clasifica a sus miembros conforme a esta tabla. Adicionalmente se puede determinar su nivel conforme a las categorías del tabulador (ver libro Blanco).

Tabla 3.4

## IDENTIFICACION DE SISTEMAS Y AREAS EN INGENIERIA

## CLAVES

A	Arquitectura	Architecture
B	amBiental, A/C, ventilación contaminación ecología	enviromental, A/C, vent, pollution. ecology
C	Civil	Civil
D	Diseño, simbología, dibujo	Design, symbols, drafting
E	Eléctrica	Electrical,
F	Fluidos, fuego (prot.)	Fluid, Fire Protection
G	General, conjunto	General
H	Hidráulica, sanitaria plomaría, fontanería	Hydraulics, sanitary plumbing
I	Instalac.electromec.(IEM)	electromechanical facilities
J	computación	computing
K	control, comunicación e instrumentación	control, communication, and instruments
L	aLumbrado	Lighting
M	Mecánica Materiales	Mechanics Materials
N	maNtenimiento	maiNtenance
O	Otros, variOs	Others, variOus
P	Proceso	Process
Q	calidad, Qualitas	Quality
R	seRvicio, Rutinas	seRvices, Routines
S	eStructuras	Structures
T	Térmica, hornos	Thermical, furnaces, heat
U	Utensilios, aparatos, eqUipos herramientas, dispositivos	Utfits, appliances, eqUipment Tools, fixtures
V	Vehículos, transportación manejo de materiales	Vehicles, transportation handling
W	soldadura, soportería, sujeción	Welding, soldering, jigs fixtures, struc.brackets
X	eXperimental	eXperimental
Y	proYectos	projects
Z	gerenciación, administración	management

## CAPITULO 4

**ORGANIZACION DEL MANTENIMIENTO****4.1 LIDERAZGO.**

Mantenimiento demanda una responsabilidad integral por los bienes físicos (bif) de la Empresa, independiente y adicionalmente a la particular del personal que los opera.

El personal de Mantenimiento (mantenentes) debe conocer perfectamente los bif de la Empresa y por lo tanto la operación de los mismos, de aquí que es capaz de establecer las limitantes y los criterios de funcionamiento de los bienes. Esta es una ventaja importante que debe ser considerada en la evaluación de los puestos, ya que el personal de Mantenimiento no solo cubre su función, sino que es capaz de operar los bif.

De esta forma, los mantenentes deben vigilar el buen uso de los bif bajo su responsabilidad, para lo cual requiere de un liderazgo sobre el personal de operación y los trabajadores en general, relacionados con estos bif, debiendo reflejarse vertical y horizontalmente. Es decir, Mantenimiento debe ejercer su autoridad con todo aquel (interno y externo) vinculado con el bif.

Por lo tanto, se establecen las siguientes premisas:

- Responsabilidad y autoridad están íntimamente ligadas y no puede haber una sin la otra.
- A mayor jerarquía, mayor responsabilidad.
- A mayor riesgo, mayor autoridad.

Los especialistas Herrera F. establecen que:

"Un Mantenimiento inadecuado puede representar riesgos muy altos para los bienes físicos de la Empresa y las vidas de su personal, altos costos de producción y detrimento del prestigio de la Empresa. Es por esto que si no se tiene la autoridad, se arrebatada".

El manteniendo debe estar consciente que su función es de "servicio", desplazando la prepotencia, actitud negativa y poco efectiva en el ejercicio de su trabajo, ya que obstaculiza las buenas relaciones con los trabajadores de otras áreas.

Las adecuadas relaciones humanas del manteniendo dentro de la Empresa le permitirán contar con el apoyo de los trabajadores de las demás áreas, obteniendo de ellas información oportuna y real. Esto es el fundamento para el desarrollo del Mantenimiento Total.

Tabla 4.1

**PERSONAL PARA MANTENIMIENTO**

- APOYO:
  - . Administrativo: empleados, contadores
  - . Logística: técnicos
  - . Sustantivas: ingenieros
  
- MANTENIMIENTO DIRECTO
  - . Maestro
  - . Oficial
  - . Peón
  - . Aprendiz.

Tabla 4.2

**GRUPOS DE TRABAJO**

**CARACTERISTICAS E INTEGRACION DE MANTENIMIENTO DIRECTO**

**MULTIPROPOSITOS: (mil usos)**

- Alta dependencia de él
- Aplicable en trabajos menores
- Baja confiabilidad
- Económico
- Limitado por falta de apoyo
- Movilidad
- Versatilidad.

**PAREJAS: \***

- Mayor disponibilidad
  - Mayor confiabilidad
  - Mayor eficiencia
  - Mayor seguridad.
- 
- Paralelo (yunta)
  - Serie

**TRIO**

**CUARTETO**

**QUINTETA**

**CUADRILLA**

\* Referidos al "mil usos".

## 4.2 PERSONAL.

En Mantenimiento se tienen dos diferentes tipos de personal, en función del desarrollo de sus actividades:

- Mano de obra directa.

Es el personal encargado de realizar las "tareas" o mantenimiento directo (mantenente).

Son trabajadores, generalmente de los niveles inferiores, comandados normalmente por un trabajador experto que efectúa tanto tareas como funciones de apoyo.

- Personal de apoyo. El personal de apoyo realiza funciones administrativas, sustantivas y de logística, con empleados de diferentes especialidades.

El área técnica de apoyo debe estar integrada por ingenieros.

A continuación se describen las categorías de los trabajadores de Mantenimiento directo.

### 4.2.1 MAISTRO.

El vocablo "maistro" se deriva de la palabra "Maestro", deformada por los trabajadores al nombrar a su líder.

En SOMMAC se ha adoptado el término maistro, definido como una categoría perfectamente definida en sus características y funciones.

"Maistro" es la persona que integra las funciones de la Empresa mínima, para los trabajos prácticos de construcción y Mantenimiento en México. Es decir, administra (planea, organiza, programa y controla), determina el desarrollo técnico, incluso contrata al personal en algunas ocasiones.

El Maistro debe ser un "líder" completo con ascendencia técnica y moral.

El maistro es la "base" del desarrollo práctico del trabajo. De otra forma se puede establecer que la brigada comandada por el maistro es la unidad básica de producción.

El nivel de maistro es ocupado normalmente, en su aplicación práctica por trabajadores con experiencia de al menos cinco años y cualidades de iniciativa, ingenio y liderazgo.

En México, en la iniciativa privada se tiene una gran cantidad de maistros, principalmente en la economía subterránea, que son líderes "probados", es decir que su nivel es definido por ellos mismos, cuando son autosuficientes por capacidad técnica y administrativa y su trabajo proporciona subsistencia a su familia.

**BRIGADA DE MANTENIMIENTO**  
(Organización ternaria)

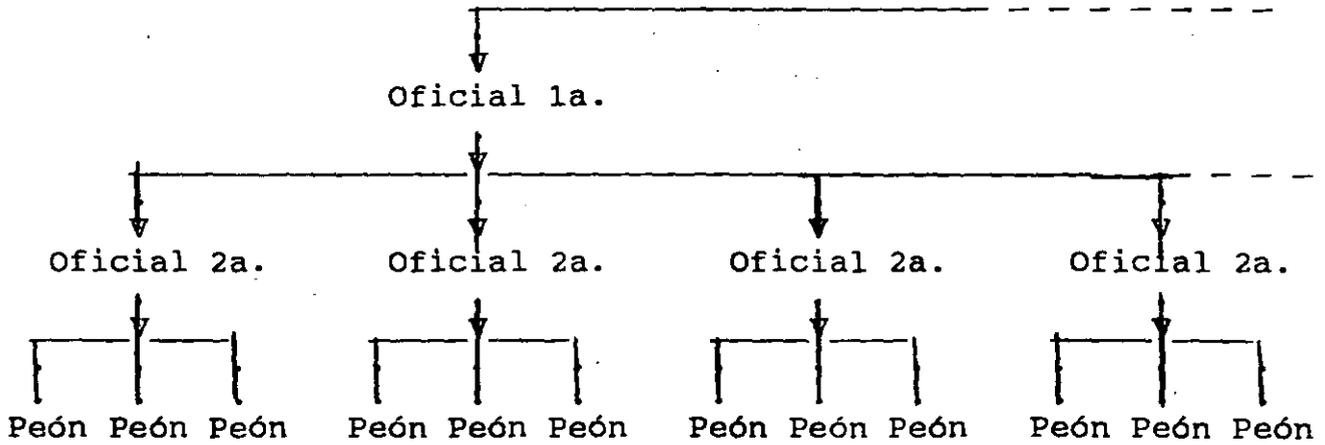


Fig. 4.1

Tabla 4.3

**BRIGADA DE MANTENIMIENTO**  
(Organización ternaria).

Personal # Acum	Categoría	Estructura		
1 1	Maistro		1	
3 4	Oficial 1a.	1	1	1
9 13	Oficial 2a.	3	3	3
27 40	Peón	3 3 3	3 3 3	3 3 3

#### 4.2.2 OFICIAL.

Esta es la forma general con la cual se denomina a los trabajadores con experiencia práctica en el área técnica.

Normalmente son trabajadores que no cubren las áreas de administración que debiera cubrir un maestro y que su control se reduce únicamente a los peones o aprendices que pudiera tener.

Existen normalmente una diferenciación entre los oficiales, el de primera (O1) y el de segunda (O2). La demanda del tipo de oficial depende fundamentalmente de la complejidad y diversidad del trabajo demandado.

Es necesario que el trabajador tenga iniciativa, liderazgo y audacia para escalar al nivel de maestro. En caso de no ser posible obtener el nivel de maestro y se pretende obtener un mejor ingreso, el oficial debe procurar obtener un trabajo de mayor especialidad para recibir ingresos como "especialista".

En México, la formación de un oficial se estima factible que se obtenga técnicamente en tres años de labores.

#### 4.2.3 PEON.

El peón o "chalán" es la forma general de contratación inicial del trabajador, sin experiencia o con capacidad muy limitada y sin preparación escolar. Desafortunadamente este es el nivel que abunda en México y en todos los países subdesarrollados.

Este nivel es el elemental y que mayor carga de trabajo físico desarrolla.

#### 4.2.4 APRENDIZ.

Es el peón joven que empieza a trabajar y del cual se tiene contemplado en la Empresa su capacitación, que le permita mejorar su desempeño e incluso su categoría, conformado a la forma de operar la propia Empresa. Es un elemento muy moldeable.

En Mantenimiento el nivel de peón se convierte en forma natural en aprendiz, cuando éste tiene interés en capacitarse a través de sus superiores mediante el desarrollo de su trabajo, sin necesariamente ser joven.

El aprendiz, en un período aproximado de tres años, podrá obtener el nivel de oficial, si demuestra interés y aptitudes en su trabajo.

En este nivel, al igual que en los demás:

Mantenimiento no respeta escalafones y/o recomendaciones.  
Mantenimiento autoclasifica.

**BRIGADA DE MANTENIMIENTO**

(Organización quinta)

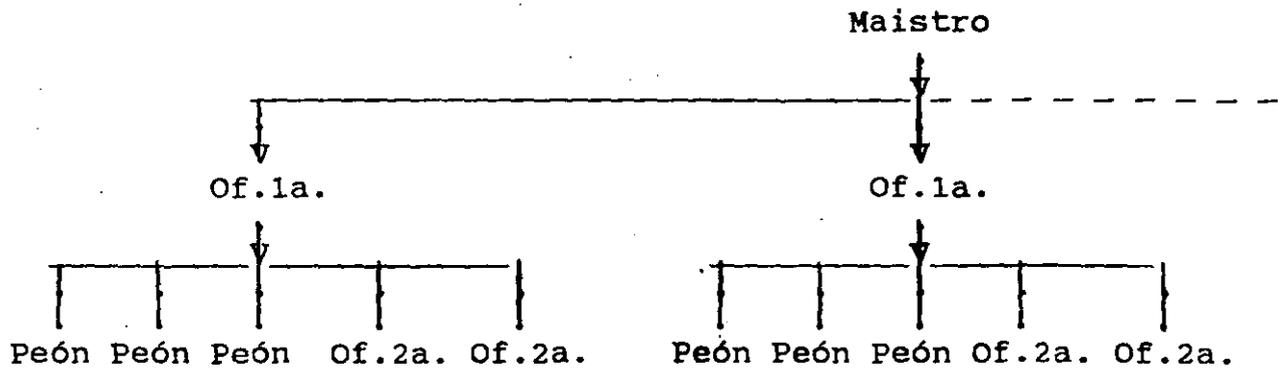


Fig. 4.2

Tabla 4.4

**BRIGADA DE MANTENIMIENTO**

(Organización quinta)

Personal # Acum.	Categoría	Estructura (personas)
1 1	Maistro	1
3 4	Oficial 1a.	1 1 1
15 19	Of.2a/Peón	5 5 5

### 4.3 ORGANIZACION DE GRUPOS DE TRABAJO.

En base a los conceptos anteriores, la Empresa debe establecer la estructura formal del Mantenimiento, definiendo su participación en el desarrollo de sus funciones (personal propio y contratación externa), distribución (central, local) y su participación en talleres y almacenes. Estos conceptos son establecidos en el Libro Blanco editado también por SOMMAC.

Para el desarrollo de las tareas de mantenimiento directo se define una organización estructurada en su "base" por grupos de trabajo o brigadas, las cuales se integran generalmente de la siguiente forma:

#### 4.3.1 MULTIPROPOSITO (MIL USOS).

El trabajador polifasético o polivalente, con iniciativa y responsabilidad se le define como el "mil usos"; representa el desarrollo del trabajo de mantenimiento realizado por una sola persona con conocimientos multidisciplinarios (tabla 4.2).

En función de los requerimientos de calidad de resultados se puede tener en posición (desempeñando labores) a un trabajador con nivel de "maistro", oficial o incluso de aprendiz; generalmente no es recomendable este último nivel.

En ocasiones la demanda de Mantenimiento es tan diversificada que se puede decir que:

**En Mantenimiento corrieron al mil usos por falta de versatilidad.**

#### 4.3.2 PAREJA.

El trabajo por parejas requiere de una adecuada armonía entre sus integrantes y por consecuencia su interdependencia.

El desarrollo del trabajo en parejas permite aumentar la eficiencia respecto al mil usos, por contar con apoyo en la realización del trabajo (tabla 4.2).

Las tareas con alto riesgo deben ser efectuadas con parejas, como mínimo, para tener mayor seguridad; este es el caso normal para los trabajos de electricidad y soldadura eléctrica.

La integración por parejas tienen la desventaja de que a la ausencia de un elemento, puede nulificar, ó en el mejor de los casos bajar el nivel de desarrollo del trabajo.

El desarrollo de las tareas realizado por parejas puede ser:

- Paralela, dúo o yunta.

En este caso se tienen dos trabajadores con igual nivel y responsabilidad que comparten.

Cuando existe armonía "natural" entre los dos trabajadores es posible obtener buenos resultados, sin embargo es poco probable que subsista este grupo por largo tiempo.

Esta pareja es recomendable se integre con niveles de oficial con especialidades complementarias y conocimientos generales.

- Serie.

En esta pareja se tienen dos niveles de personal (maestro-oficial, maestro-peón, oficial - peón), incrementando su eficiencia respecto al mil usos y estableciendo una autoridad definida.

En esta estructura debe existir un reconocimiento de capacidad y liderazgo al nivel superior, creando un sistema de capacitación para el segundo nivel. Si esta condición no se da, la desventaja respecto a la yunta es la dependencia del segundo respecto al primero, que lo nulifica a trabajar solo; en caso de falta del segundo nivel, baja notablemente la eficiencia del primero por falta de costumbre de trabajar solo.

Su ventaja, respecto a la yunta, es eliminar su temporalidad ya que es una estructura con mayores probabilidades de permanencia en el tiempo.

#### 4.3.3 TRIO.

Este grupo es probablemente el más eficiente, ya que permite una adecuada distribución del trabajo y una autoridad definida. Una buena integración del grupo, permite en condiciones adversas tener al tercero en discordia, que reintegra; debe evitarse la creación de expulsión de dos contra uno.

La desventaja de este grupo y los que se integran con mayor número es su ineficiencia en trabajos menores.

#### 4.3.4 BRIGADA.

Estrictamente hablando, ésta se puede integrar con cualquier número de elementos, pero se recomienda la organización ternaria a la base, conforme al diagrama de la fig. 4.1 y tabla 4.3. Otra alternativa es con base a quintetas (fig. 4.2 y tabla 4.4).

En Mantenimiento no deben formarse grupos de trabajo superiores a 5, respetando estrictamente los principios básicos de Organización.

#### 4.4 INTEGRACION DE CUADRILLAS DE MANTENIMIENTO.

Una vez definidos los grupos de trabajo base (brigadas), constituidos por diferentes niveles de los trabajadores en el área de Mantenimiento, es necesario definir la integración de éstos en cuadrillas, las que deberán llevar a efecto las tareas mayores del Mantenimiento. Es decir, cuando se requieran mas trabajadores para el desempeño de una tarea, es necesario efectuar una composición de grupos, temporal o definitiva para esa tarea en particular.

Las cuadrillas se constituirán en función de los parámetros de la demanda del Mantenimiento, que básicamente son:

- Especialidad
- Bif
- Características de la Empresa:
  - . Objetivos
  - . Condiciones (estado de la Empresa)
  - . Planeación general
  - . Programación particular

El conjunto de cuadrillas en una Empresa puede estar constituido por brigadas de diferente composición e incluso en número y forma podrán variar, en función de estos parámetros y básicamente el último en que se tienen variaciones de la programación por épocas del año y cambios en la situación política y económica de la Empresa y del país. Mantenimiento es dinámico, por lo cual su trabajo demanda:

- Flexibilidad
- Disponibilidad

Deben conservarse estas características en la formación de las cuadrillas, como grupo de trabajo. Esto se logra teniendo la opción de su formación con los grupos estructurados de trabajo (brigadas), o bien el desprendimiento temporal de éstos de alguna brigada, para aquellos trabajos que no justifiquen la participación integral de la brigada.

Debe efectuarse un control del comportamiento de las cuadrillas y las brigadas, para ajustar la distribución de trabajo interno, así como las relaciones personales dentro del grupo.

La mayor dificultad para Mantenimiento, derivada de su dinámica, es el problema laboral, auspiciado y/o respaldado por el sindicalismo mal entendido. En estos casos la movilidad requerida de formación de brigadas es entorpecida y los pésimos resultados obtenidos en esas empresas lacradas son obvios.

En la fig. 4.3 se tiene un ejemplo de integración de una cuadrilla; en la fig. 4.4 se ejemplifica su dinámica al modificar la cuadrilla para el siguiente trabajo de Mantenimiento a efectuar.

CUADRILLA DE MANTENIMIENTO

Ejemplo 11:

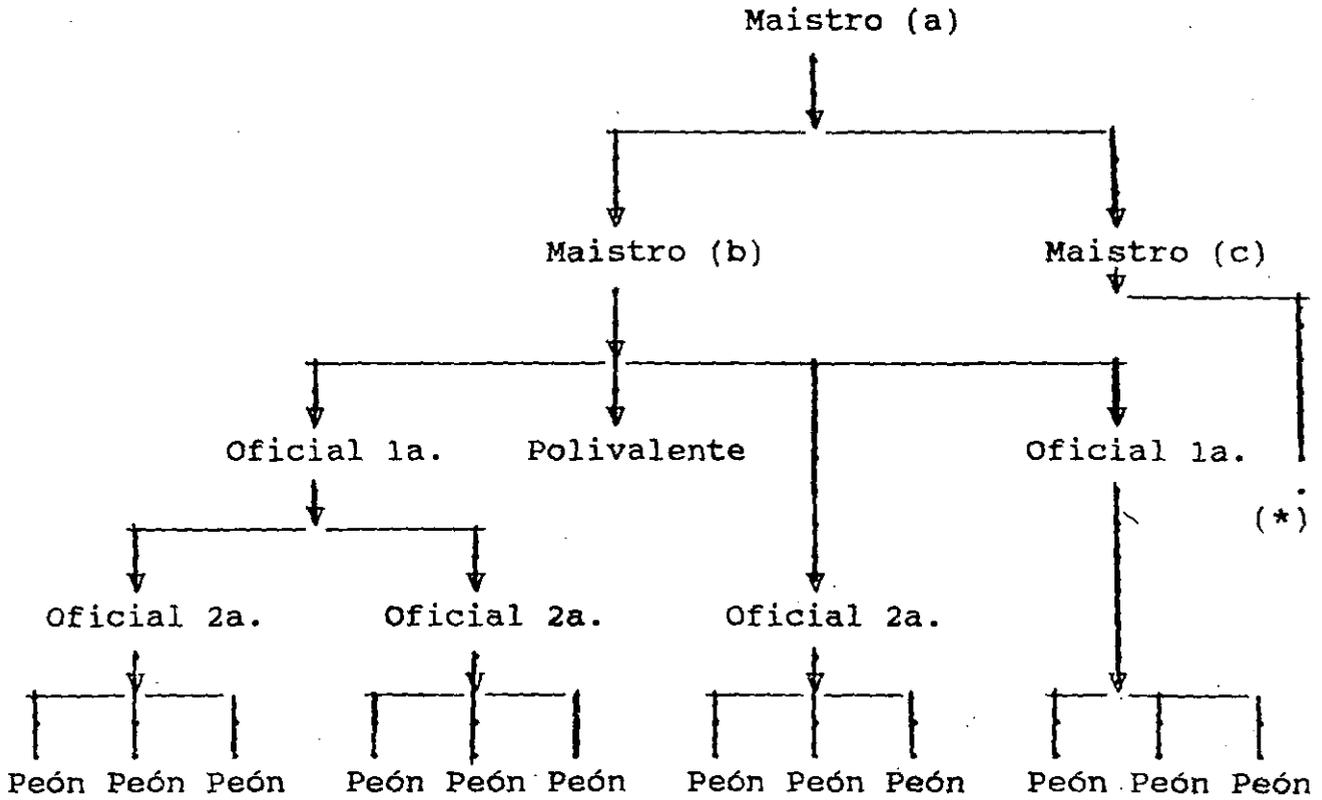
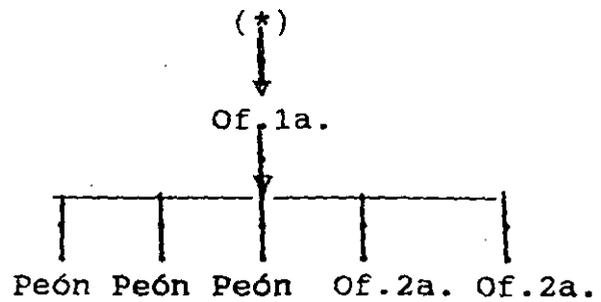


Fig. 4.3



Ejemplo 2:

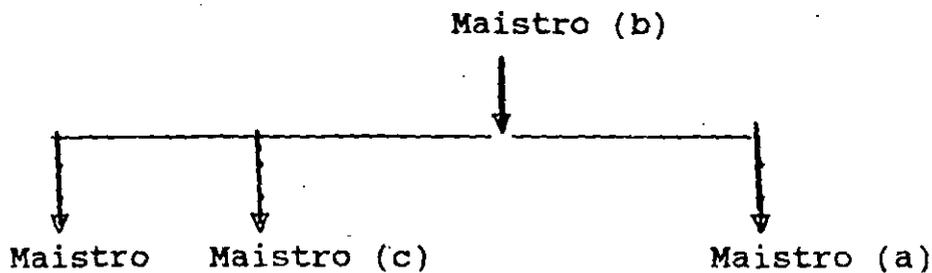


Fig. 4.4

## CAPITULO 5

**SERVICIOS EXTERNOS DE MANTENIMIENTO. \***

En el desarrollo de las actividades de una Empresa debe definirse cuales conviene realizar en forma interna (recursos propios) y cuales en forma externa (contratación), es decir cuales se efectuarán con personal propio y cuales se contratarán a través de otra empresa.

Esta decisión debe fundamentarse en los Objetivos y Planeación de la Empresa, estableciéndola con toda precisión para el Mantenimiento, para poder así definir su estructura y determinar el apoyo externo requerido para la Empresa.

Para poder determinar ese apoyo externo, debe determinarse el número y categoría del personal requerido, considerando que éste sea integrado con trabajadores base internos de la Empresa, para de aquí partir para la definición de la conveniencia de la contratación externa.

**5.1 RESPONSABILIDADES.**

El Mantenimiento debe ser desarrollado por personal que comprenda claramente su función de responsabilidad de los bif de la Empresa

Esta responsabilidad no se releva al efectuarse el mantenimiento en forma externa; en este caso Mantenimiento debe efectuar la función de "supervisión".

La única forma para el personal de Mantenimiento de no tener esta responsabilidad es que no se le apoye y destinen recursos suficientes a Mantenimiento, en cuyo caso se debe:

- Dejar asentado el riesgo que esto representa y que por lo tanto los directivos de la Empresa asumen la responsabilidad. Esto debe ser en forma documentada, es decir que el directivo dé la "firma de conocimiento del riesgo del No mantenimiento". Evidentemente que esta postura es incómoda y seguramente desecadenará en el despido del Manteneente.
- "Renunciar" al trabajo.  
Es absurdo tomar responsabilidades sin apoyo y recursos.

\* Este tema tuvo como referencia importante los conceptos que ha presentado Rubén Avila Espinosa en diferentes foros.

Tabla 5.1

**FACTORES PARA DETERMINAR EL PERSONAL REQUERIDO.**

**- PRODUCTO:**

- . Calidad  
    Tipo y nivel de la labor requerida.
- . Cantidad
- . Continuidad
- . Diseño
- . Estado
- . Función.

**- MEDIO:**

- . Ambiente
- . Posición relativa en el mercado
- . Responsabilidades y garantías
- . Usuarios finales del bien.

**- RECURSOS DISPONIBLES (BASICOS):**

- . Económicos
- . Financieros
- . Materiales
- . Humanos.

Tabla 5.2

**FUENTES DE CRITERIO PARA CONTRATACION.**

- Experiencia propia.
- Investigación de resultados en empresas semejantes.
- Mesas redondas con especialistas de diversas áreas:  
    Líderes sindicales, asesores de productividad, psicólogos, administradores, etc.
- Sentido común.
- Tormenta de ideas:  
    Personal de Mantenimiento, producción, manufactura control de calidad, etc.

## 5.2 INTEGRACION DE LOS RECURSOS HUMANOS.

Para efectuar el Mantenimiento, se requiere de recursos humanos a obtener mediante:

- HACER (Recursos Propios):
  - . Propio de cada planta.
  - . Un departamento corporativo (staff) de la Empresa.
  - . Empresa filial.

En México los inconvenientes de "hacer" son básicamente:

- . Salarios poco atractivos > la empresa no invierte
- . Rotación de personal > inconsistencia del personal

- CONTRATAR (Recursos Externos):
  - . Externo fijo: contratación de planta, pero contratado a otra Empresa.
  - . Externo temporal: contratación eventual de otra empresa.

Estas son las alternativas extremas, en que se puede optar por la selección de una de ellas o su combinación (mezcla).

La proporción de su mezcla y áreas de aplicación es una definición "clave" para Mantenimiento. Rubén Avila Espinosa expresa: "su correcto balance conduce al sano desarrollo de la Empresa. ¡Cuidado! no confunda: sano desarrollo con maligno desarrollismo".

Esto último, representa la mediocridad del directivo de querer obtener importancia a través de incrementar el número de personal bajo su mando.

Para determinar el número y categoría (capacidad técnica) del personal que realizará el mantenimiento, se deben considerar diferentes factores, entre otros, los enlistados en la tabla 5.1.

Por lo tanto, la cuestión a resolver al contratar servicios externos, será la definición de:

- ¿Porqué?
- ¿Cual?
- ¿Como?

Los parámetros para la selección de la alternativa son:

- Análisis de costos.
- Cuantificación de conceptos subjetivos.

Las fuentes que se consideran base para establecer los criterios para definir la forma de contratación se enlistan en la tabla 5.2.

La evaluación de las ventajas y desventajas (tabla 5.3 y 5.4) de una u otra alternativa puede representar un estudio muy completo y complejo.

Tabla 5.3

**SERVICIOS DE MANTENIMIENTO**  
(Alternativas básicas)

## VENTAJAS

## DESVENTAJAS

## A. CON RECURSOS PROPIOS:

- |                                                     |                                             |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1. Disponibilidad oportuna del servicio *           | 1. Costos indirectos de personal adicional: |
| 2. Menor tiempo de respuesta *                      | . Administración                            |
| 3. Autodesarrollo tecnológico                       | . Capacitación                              |
| 4. Desarrollo de simplificación y substitucin       | . Herramientas                              |
| 5. Probable mejor control en la calidad del trabajo | . Uniformes                                 |
| 6. Auto suficiencia                                 | 2. Servicios                                |
|                                                     | . Baños                                     |
|                                                     | . Comedor                                   |
|                                                     | . Servicio médico                           |
|                                                     | . Transporte                                |
|                                                     | 3. Costos de prestaciones                   |
|                                                     | 4. Problemas sindicales                     |
|                                                     | . Limitaciones en la contratación           |
|                                                     | . Pagos adicionales al sindicato            |
|                                                     | . Sabotaje                                  |

## B. CON RECURSOS EXTERNOS:

1. Garantía mayor (penalizaciones por incumplimiento).
2. Costo por servicio realizado (no se pagan errores y/o falta de capacidad).
3. Personal mas capacitado.
4. Selección de proveedores. #
5. Simplificación administrativa.
6. Tensión y atención menor de los directivos.

\* Al inicio estos tiempos son mayores en función de la curva de aprendizaje.

# Cuando existen diferentes proveedores de servicio en la zona.

Es conveniente que esta integración de los recursos sea contemplada en general como la "Forma de Contratar el Mantenimiento", es decir: contratación interna o contratación externa.

El objetivo de este planteamiento es considerar ambas opciones competitivas entre sí. En la tabla 5.5 se presentan los criterios a considerar en la asignación externa del mantenimiento.

#### 5.2.1 ASIGNACION DE TAREAS.

La asignación del mantenimiento de un bif, es la definición de quién desarrollará las tareas. Se tienen asignaciones:

- Integrales.
- Distribuidas

En un mismo bien físico, no todas las tareas serán efectuadas por personal del mismo grupo de trabajo.

Es frecuente que las tareas de servicio, se hagan con personal propio y las tareas mayores o especializadas para el mismo bif, se contraten. Una excepción es la contratación de la limpieza de oficinas, en la cual se contratan servicios externos.

Las opciones resultantes para el mantenimiento del bif será la resultante de la combinación de la forma de contratación con el tipo de asignación.

#### 5.2.2 CARGA DE TRABAJO.

La contratación externa permite un mejor aprovechamiento, al absorber las variaciones de carga de trabajo, uniformizándose así la carga interna. Sin embargo, se presentan los casos de:

- Subutilización:

En general la mano de obra subutilizada resulta incosteable.

Esto se presenta frecuentemente con los especialistas y/o personal (maestros y oficiales) sin versatilidad (ej.: pintores y albañiles), en quienes su carga anual de trabajo es menor a su disponibilidad; el beneficio que reportan es menor que los gastos que generan (salarios integrados, capacitación y enfermedades e indirectos).

La mano de obra subutilizada se justifica, en bif especiales, de muy alto costo o riesgo importante. Sin embargo, se sugiere que se le reasigne a este personal otras tareas, en las que no sean relevantes sus rendimientos.

- Sobreutilización del personal:

Con sobrepresiones sostenidas, con o sin tiempo extra, ésta no es conveniente, ya que repercutirá en desgaste físico y psicológico del trabajador, quien pierde ritmo y puede modificar su comportamiento durante un período largo e incluso definitivamente.

Tabla 5.4

**MANTENIMIENTO INTERNO VS. EXTERNO.****1. COSTOS COMPARABLES**

HACER	CONTRATAR
- Directo	- Servicio
- Sueldo personal	- Facturación
- Prestaciones	- Transporte de equipo y herramientas
	- Indirectos:
- Equipo	- Facturación
- Herramientas	- Impuestos
- Materiales	- Fianzas
- Refacciones	- Seguros
- Taller:	
. Area	
. Instalaciones	
. Electricidad	
. Teléfonos	

**2. TIEMPO DE RESPUESTA.****3. DISPONIBILIDAD EN EL MERCADO.****4. CALIDAD DEL TRABAJO.****Notas:**

En la actual crisis económica, la compra de activos fijos, materiales, herramientas y refacciones, puede representar ven tajás por ser en muchos casos inversiones más redituables que la inversión bancaria. Esto es siempre y cuando exista liquidez en la empresa.

Con los ajustes fiscales, se tienen contrasentidos que pueden modificar el criterio financiero, como es el caso de gravar los activos de las empresas.

Por ejemplo, un trabajador excelente puede "tronar" por exceso de trabajo, desanimándose o poniéndose muy nervioso; al quitarle presión, no recupera su estado de ánimo.

Adicionalmente debe cuidarse que no se presente el caso del trabajador que busca sobrepresión para justifique horas extras y así obtener ingresos adicionales.

### 5.2.3 Ajuste de carga de trabajo.

Para ajustar la carga de trabajo debe considerarse en función del requerimiento de horas extras en la operación de la Empresa. Es decir, si se demandan horas extras debe plantearse:

- Deficiencia de personal.

Solución: determinar la conveniencia de contratación de personal adicional interno, contratación externa o continuar con esta sobrecarga.

- Incapacidad del personal.

Solución: capacitación, remoción y/o sustitución de personal.

## 5.3 ANALISIS DE LA CAPACIDAD DE LA PLANTA.

Para definir la conveniencia de contratar externamente el Mantenimiento se debe efectuar un análisis de la capacidad de la planta. En la fig. 5.1 se plantea un procedimiento general para esto, para la condición mas compleja, cuando ya se encuentra en operación la Empresa.

### 5.3.1 CAPACIDAD DE OPERACION.

Se debe estudiar la operación productiva de la Empresa en forma tal que permita definir los requerimientos de equipo (bifs).

Por otra parte se debe definir la capacidad disponible real de los equipos (bifs) a través de su diagnóstico.

Esta información debe ser analizada por el área de Control de Bienes (COB) o Control de Equipos.

### 5.3.2 DEMANDA DE MANTENIMIENTO.

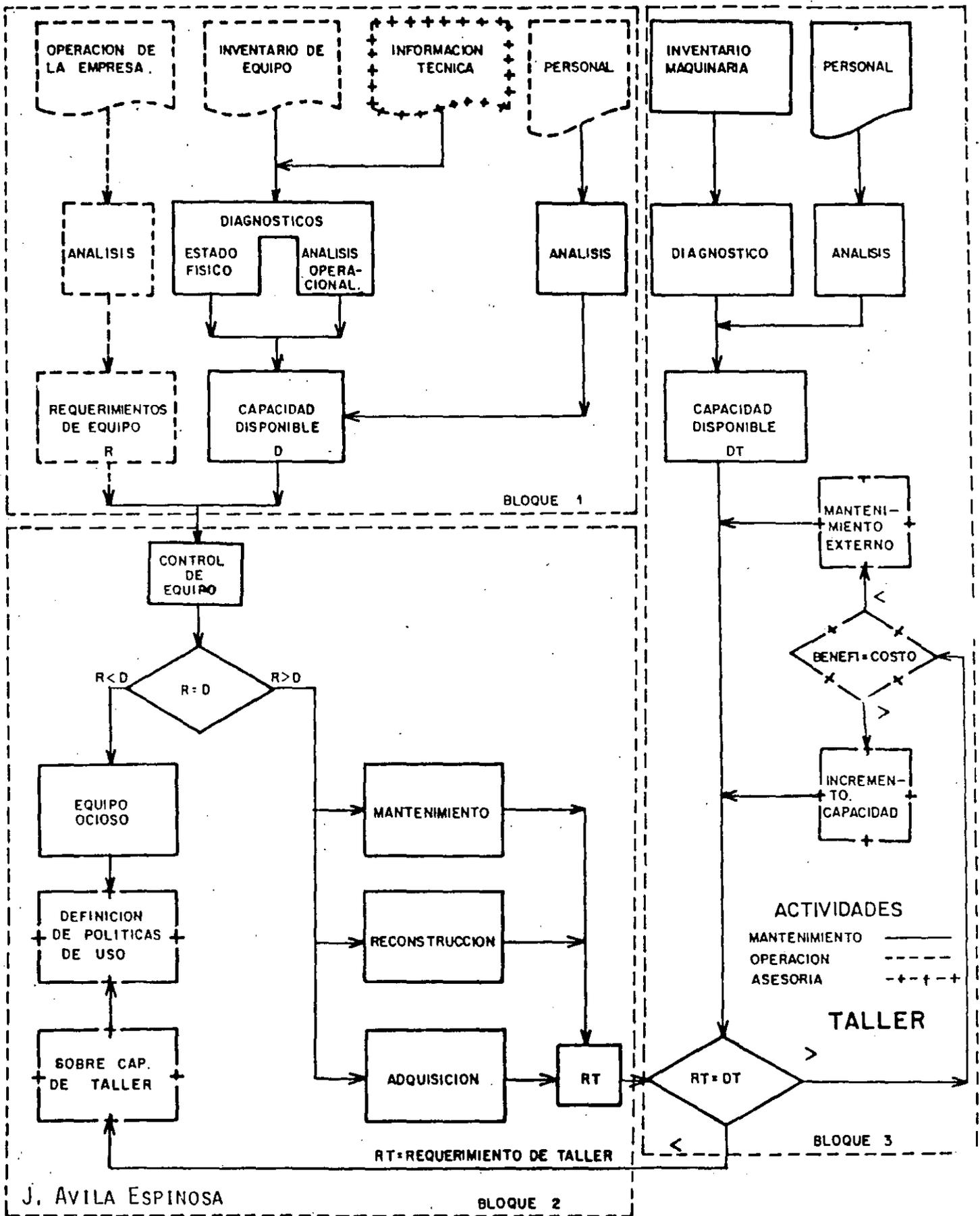
Como resultado del análisis descrito se definen las siguientes alternativas para el Control de Bienes:

- Requerimientos mayores a la disponibilidad:

En este caso se deben plantear las siguientes alternativas:

- . Mantenimiento intensivo.
- . Reconstrucción y/o reparaciones mayores.
- . Adquisición de bienes adicionales. Esto puede ser a través de compra, arrendamiento o cualquier otra forma.

FLUJO GENERAL DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO



BLOQUE 2

FIG. 5.1

En cualquiera de estas alternativas se tiene una demanda adicional de mantenimiento.

- Disponibilidad sobrada.

Este caso se plantea a la Empresa una revisión de la planeación para proponer una estrategia de mejora en el aprovechamiento de sus recursos.

### 5.3.3 CAPACIDAD DE MANTENIMIENTO.

Se debe determinar la capacidad disponible de mantenimiento de la Empresa, revisando los recursos:

- Físicos: maquinaria, equipo y herramental.
- Humanos: personal (número y capacidad).

Esta capacidad debe ser comparada con los requerimientos de mantenimiento para definir:

- Demanda no satisfecha:

- . Incremento de la capacidad disponible.

Esta alternativa es aceptable siempre y cuando así lo demuestren los resultados de un análisis beneficio costo.

Derivación de trabajo a Mantenimientos Externo.

- Demanda satisfecha:

En este caso, se deberá definir en función de la planeación de la Empresa, el destino que se le dará a la sobrecapacidad instalada, para el mejor aprovechamiento de sus recursos.

## 5.4 OBRA.

Mantenimiento debe conocer del desarrollo de todas las obras que se efectúan a los bif de la Empresa, con base a las funciones que le hayan sido asignadas, determinando su posición y asumiendo las responsabilidades inherentes.

### 5.4.1 TRABAJO INTERNO.

En la realización de las Obras, Mantenimiento es generalmente el ejecutor, con base al proyecto que se le haya proporcionado y en el cual debiera de haber participado como asesor. Mantenimiento en este caso tiene todas las responsabilidades.

Algunas empresas muy grandes cuentan con personal y equipo para efectuar la Obra, nueva y/o ampliaciones que requiere, independiente de Mantenimiento, en el que éste deberá participar en la recepción del trabajo y asesorar en la mantenibilidad de la Obra.

Tabla 5.5

**ASIGNACION DE MANTENIMIENTO EXTERNO.**

- Por bif:
  - . Integral.
  - . Parcial.
- Por especialidad.
- Por intensidad.
- Por frecuencia.
- Por tiempo:
  - . Periódica.
  - . Temporal para sobrecargas de trabajo.
  - . Definitiva.
- Términos de:
  - . Contratación  
(renta con o sin opción de compra).
  - . Adquisición  
(garantías, servicio incluido).

Tabla 5.6

**CONOCIMIENTOS PARA LA SUPERVISION.**

- Bases de la contratación:
  - . Alcances.
  - . Responsabilidades.
  - . Limitantes.
  - . Criterios.
- Condiciones de desarrollo:
  - . Tiempo.
  - . Procedimientos.
  - . Herramental.
  - . Materiales.
- Interacción con:
  - . Mantenimiento.
  - . Operación (Producción).
  - . Otras áreas de la Empresa.

#### 5.4.2 TRABAJO EXTERNO.

Cuando en la Empresa se opte por la contratación externa, es conveniente realizar un Diagrama de Actividades de la Obra, que contemple las principales funciones y asignación de las responsabilidades, que permita la fácil comprensión y definición de la participación e interacciones de los diferentes grupos de trabajo. En la fig. 5.2 se presenta un ejemplo de diagrama de actividades para el desarrollo de una Obra.

En la contratación externa de Obra de mantenimiento, no se releva de la responsabilidad de los resultados a Mantenimiento, siempre y cuando se le haya asignado la Supervisión del trabajo. Esta Supervisión deberá ser la básica y en particular en el área técnica la correspondiente de Mantenibilidad.

Es importante destacar que el Mantenimiento se proyecta y es en esa fase en la cual el personal de mantenimiento debiera participar en el concepto de Mantenibilidad.

En caso de que así no se le considere a Mantenimiento deberá quedar perfectamente delimitada su responsabilidad por la Dirección de la Empresa.

#### 5.4.4 SUPERVISION BASICA.

Este nivel de Supervisión Básica considera fundamentalmente:

- Inspección del buen uso de técnicas, procedimientos y materiales que garanticen la calidad de la Obra.
- Control:
  - . Revisando el Programa contra avances.
  - . Aprobando estimaciones.
- Presenciando (participando activamente) pruebas.
- Recibiendo Obras (entregas parciales, si fuera el caso).
- Asesorando, y revisando la Mantenibilidad de la Obra.

En la tabla 5.6 se presentan los conocimientos que se requieren para la Supervisión (consultar libro Café de SOMMAC).

En caso de un probable incumplimiento del Contratista en la Obra, bajo cualquier circunstancia, Mantenimiento deberá estar enterado, y aportar soluciones para recuperar, en lo posible, el Programa original, con base a:

- Ajustes.
- Apoyo adicional.
- Desviaciones.
- Simplificaciones.

En el libro Amarillo (Alta Dirección) se trata ese tema.

#### 5.4.3 ACTITUD MANTENIMIENTO CONTRATISTA.

La actitud del personal de Mantenimiento hacia el Contratista, es considerar que éste es quien le viene a "apoyar en su trabajo" y que es una extensión de su área (personal, equipo y herramental), el cual deberá reunir las condiciones de desempeño que el cumple (calidad, tiempo, costo).

Es importante considerar que frecuentemente, vía Mantenimiento, la Empresa contractualmente proporcionará al contratista una serie de facilidades como son:

- Agua, electricidad.
- Espacio para bodega de campo.
- Vigilancia y cuidado del personal ajeno a la Obra.
- Seguridad de la empresa por riesgos derivados de la Obra.

Para ésto, es necesario que Mantenimiento cuente con los recursos de Ingeniería correspondientes. Caso contrario, la contratación debe extremarse en la adecuada selección del Contratista, en cuyo caso no es posible que Mantenimiento se responsabilice de algo fuera de sus alcances.

Se puede asentar como conclusión que las funciones del Mantenimiento son el resultado de la estructura y organización de la Empresa, pero que lo que se ha indicado es el criterio que debiera de ser la referencia; en el libro de Administración del Mantenimiento se tratan estos conceptos.

Considerando las diferentes actividades para el desarrollo del Mantenimiento, la multiplicidad de funciones, la diversidad de especialidades y la heterogeneidad del personal que lo realiza, se fundó el 26 de junio de 1983, la Sociedad Mexicana de Mantenimiento, Asociación Civil (SOMMAC) de carácter científico y profesional sin fines lucrativos, con los siguientes:

### OBJETIVOS

- **Establecer vínculos entre los individuos y las organizaciones que se dedican a actividades relacionadas con el mantenimiento.**
- **Procurar el mejoramiento del nivel profesional de sus miembros, así como impulsar la utilización de sus servicios.**
- **Intercambiar ideas, información científica y técnica relacionada con el mantenimiento.**
- **Desarrollar y fomentar la técnica del mantenimiento.**
- **Capacitar y desarrollar sus miembros en las áreas de mantenimiento.**
- **Apoyar la instituciones educativas en la formación de sus alumnos en el campo del mantenimiento.**
- **Participación en la resolución de problemas de importancia nacional relacionadas con el mantenimiento.**

### ACTIVIDADES

- Intercambio de información.
- Banco de información de prestación de servicios
- Publicaciones
- Asesoría especializada a través de sus miembros.
- Seminarios
- Mesas Redondas
- Capacitación y Desarrollo.
- Conferencias
- Pláticas técnicas presentadas por fabricantes y/o representantes de productos comerciales.
- Visitas técnicas.
- Eventos Socioculturales.
- Ceremonias de reconocimiento.
- Reuniones ordinarias mensuales, que se realizan el segundo martes de cada mes, a las 19:00h, en el domicilio social de la Sociedad.

### MIEMBROS

#### ● INDIVIDUALES

Activos :

Personas que se dediquen a actividades relacionadas con el mantenimiento, investigación, enseñanza o capacitación técnica.

Estudiantes:

Alumnos de escuelas profesionales o de nivel técnico, relacionado con el mantenimiento.

#### ● CORPORATIVOS

- Instituciones técnicas o científicas y empresas.

#### ● PATROCINADORES

- Personas, instituciones o empresas que apoyen a SOMMAC con donativos superiores a las cuotas de los socios activos o corporativos.

#### ● HONORARIOS

- Miembros que por haber contribuido en forma notable a la realización de obras, trabajo docente o investigación en el campo del mantenimiento, o por haber prestado servicios eminentes a SOMMAC.

#### ● REQUISITOS

Para ser miembros de SOMMAC se requiere :Presentar solicitud por escrito a la Mesa Directiva.

- Aprobación de la solicitud por la Mesa Directiva.
- Definición de la colaboración en SOMMAC.

## CAPITULO 6

**BASES PARA LA ADMINISTRACION.**

Para el desarrollo adecuado del mantenimiento es necesario contar con un soporte administrativo, que recabe la información básica y establezca el Sistema que permita obtener el máximo beneficio de los bienes físicos (bif) de la Empresa y el adecuado aprovechamiento de los recursos que se aplicarán a través del Mantenimiento. \*

**6.1 INFORMACION BASICA.**

Antes de plantear cualquier acción de Mantenimiento es necesario contar con la información básica para estar en posibilidad de poder contestar al menos las siguientes diez preguntas:

**6.1.1 ¿A QUE HAY QUE DAR MANTENIMIENTO?**

Es necesario conocer cuales son los bif a los que se les dará mantenimiento (tabla 1.1).

Una vez identificados los bif, se requiere conocer sus:

- Características (tabla 2.3)
- Funciones que desempeñan (tabla 2.4)

**6.1.2 ¿CUANTO DEBERIA INVERTIR EN MANTENIMIENTO?**

Mantenimiento debe conocer el valor de los bif y el costo que se estima adecuado invertir en su mantenimiento en general (tabla 1.2 y 1.3), o bien ¿cuanto se ha venido invirtiendo (información estadística).

**6.1.3 ¿COMO SE EFECTUARA?**

Deben definirse las tareas (actividades físicas) requeridas para la realización "técnica" del mantenimiento (fig. 1.1).

**6.1.4 ¿CUAL ES LA PLANEACION DE LA EMPRESA?**

El mantenimiento debe realizarse acorde con la Planeación general de la Empresa y de Mantenimiento en particular (1b-A2).

\* Esta síntesis está referenciada a diferentes tablas y figuras de este libro.

Adicionalmente se tienen referencias al Libro Blanco, "Administración del Mantenimiento" (1b), indicando la letra la sección y el número el capítulo al que corresponden (p.ej.: 1b-A2).

ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO.

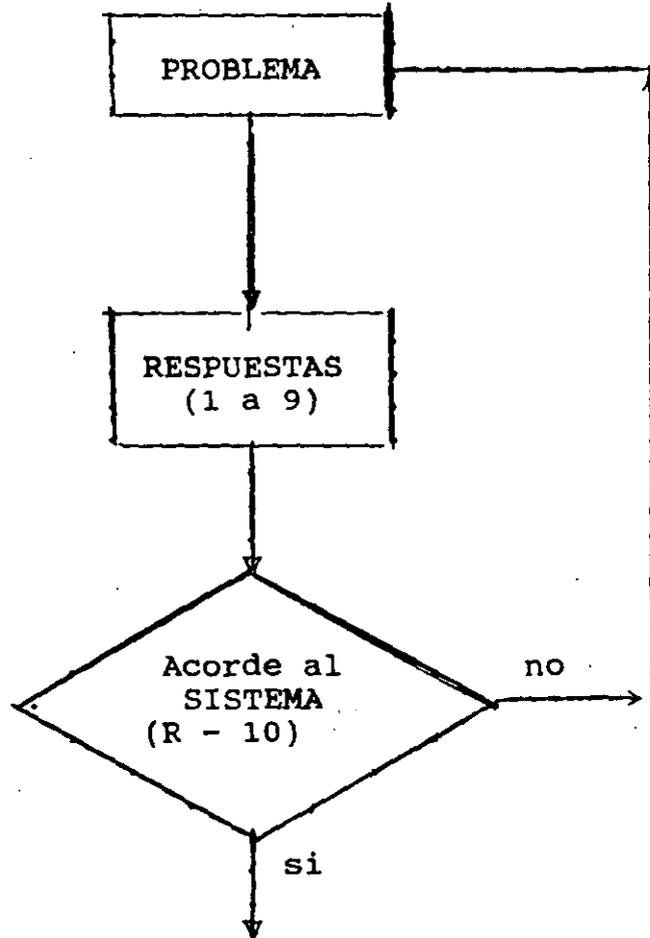


Fig. 6.1

#### 6.1.5 ¿QUE TIPO DE MANTENIMIENTO CONVIENE APLICAR?

Preventivo con sus ventajas (tabla 2.1 y 2.2, fig. 2.4)  
 Con un Plan de desarrollo definido (fig. 2.2)  
 Conforme a un Sistema establecido (fig. 2.1)

#### 6.1.6 ¿CUANTO MANTENIMIENTO?

Cantidad de mantenimiento que debe efectuarse (fig. 2.3) para que su desarrollo sea "económico".

Debe definirse el Nivel del Mantenimiento (lb-F1).

#### 6.1.7 ¿COMO ESTA ESTRUCTURADO EL MANTENIMIENTO?

Se requiere conocer como está contemplado el desarrollo del mantenimiento dentro de la Empresa (lb-A1, fig.1.3), en cuanto a:

- Extensión:
  - . Producción
  - . Talleres
  - . Almacenes
- Areas que abarca:
  - . Central
  - . Distribuido

#### 6.1.8 ¿DONDE SE REALIZARA? ¿EN FORMA INTERNA O EXTERNA?

Conforme a la estrategia fijada, en cuanto al apoyo requerido por Mantenimiento, se definirán los bif que serán mantenidos en forma interna y a cuales se les dará el mantenimiento en forma externa (tabla 5.3 y fig. 5.1).

#### 6.1.9 ¿ESTA ACORDE LA ACTIVIDAD A DESARROLLARSE CON EL SISTEMA?

Conforme a la estructura del Mantenimiento, la planeación de la Empresa y la importancia del bif a quien se dará mantenimiento, se revisará el Flujo General del Sistema de Mantenimiento implantado en la Empresa (lb-C1).

#### 6.1.10 SE REvisa EL PROCEDIMIENTO Y LA INFORMACION.

Una vez que se ha estado en posibilidad de poder contestar las nueve preguntas anteriores, se debe revisar el desarrollo del mantenimiento en función del "Sistema".

Si es acorde, se procederá a su ejecución; en caso contrario deberá replantearse, identificando las posibles soluciones alternativas (fig. 6.1, lb-C).

Tabla 6.1

**APOYOS PARA EL MANTENIMIENTO.**

- **FABRICANTE:**
  - Boletines de difusión y propaganda
  - Catálogos
  - Manuales de:
    - . Operación
    - . Mantenimiento
    - . Partes.
  - Referencias de productos instalados
  - Especificaciones de:
    - . Aplicación
    - . Diseño
    - . Construcción
    - . Pruebas,
  
- **GREMIALES:**
  - Sociedad Mexicana de Mantenimiento, A.C. (SOMMAC).
  - Instituciones de investigación
  
- **EXPERIENCIA PROPIA**
  - Condiciones:
    - . Iguales
    - . Extrapolación
    - . Interpolación
  - Solución de problemas
  - Fallas presenciadas
  - Referencias personales
  - Visitas técnicas
  
- **CONTROL ESTADISTICO:**
  - Valores máximos, mínimos y medios
  - Desviaciones y tendencias
  - Fallas principales
  - Fallas frecuentes
  - Limitaciones
  
- **ANALISIS DE INGENIERIA:**
  - Operación
  - Estática
  - Dinámica
  - Servicio
  - Condiciones especiales
  - Puntos de falla
  - Procuramiento
  - Respaldo
  - Estandarización
  - Uniformidad
  - Substituciones
  - Modificaciones

## 6.2 RECURSOS PARA EL MANTENIMIENTO.

Para el desarrollo del Mantenimiento es importante conocer los recursos básicos de que se dispone, fundamentalmente:

- Recursos humanos
- Recursos materiales:
  - . Equipo
  - . Herramientas
  - . Materiales
- Recursos económicos y financieros

Con base a los conceptos anteriores, se puede efectuar la Administración del Mantenimiento, considerando un Sistema con su:

- Planeación
- Organización
- Programación
- Control (1b, C2):
  - . Trabajo
  - . Mano de Obra (MO)
  - . Materiales
  - . Bienes físicos (bif)
- Dirección

Este Control se puede capturar mediante una codificación, que permita la fácil obtención de la información generada a través de la ejecución de los trabajos realizados. Como elemento complementario y de trascendencia económica se deben conocer los costos que representaron las acciones tomadas (1b-C).

## 6.3 APOYOS AL MANTENIMIENTO.

En la tabla 6.1 se indican los apoyos que se sugiere sean considerados por el personal que desarrolla el mantenimiento.

Dentro del apoyo proporcionado por el fabricante debe distinguirse claramente cuales son generados como propaganda y cuales son eminentemente técnicos.

### 6.3.1 PUBLICIDAD.

Generalmente la publicidad tiene una excelente presentación, con simplificaciones muy interesantes y en muchos casos muy bien logradas.

Sin embargo, es tendenciosa y en muchos casos puede ser fraudulenta; ejemplo de esto último es la de D... T... que anuncia la garantía de sus lámparas para 16 000 horas o un año, lo que primero se presente (evidentemente se presentará primero un año, pues 24x365 es menor que 16 000 h).

Tabla 6.2

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD  
(TECNICO)**

**- ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL:**

- . Afectaciones ambientales
- . Capacidades instaladas
- . Eficiencia de la instalaciones
- . Incentivos fiscales
- . Posible localización regional
- . Reglamentación oficial
- . Rendimientos (u/h)

**- MERCADO:**

**- OFERTA**

**Análisis de la competencia:**

- . Capacidad en operación (producción)
- . Capacidad instalada
- . Características
- . Distribución
- . Precio, tiempo de entrega y calidad
- . Rendimientos
- . Pronóstico

**- DEMANDA.**

- . Actual: satisfecha y derivada
- . Factores que la definen
- . Pronóstico

**- METODOS Y PROCESOS:**

**- Análisis de métodos y procesos actuales:**

- . Adaptación y/o modificación
- . Compra (patente, licencia o asociación)
- . Copia (fusil)

**- Curvas de economía de escala**

**- Definición de planes de producción**

**- Investigación y creación de nuevos métodos**

### 6.3.2 INFORMACION TECNICA.

En general esta información es imprescindible y fundamental para un adecuado mantenimiento.

Cuando la información es generada por fabricantes es valiosa, únicamente sí es por firmas serias. Ejemplos de esto son las curvas fotométricas de luminarios ó las curvas características de operación de las bombas que proporcionan los fabricantes responsables, éticos y profesionales, que a diferencia de los "piratas" que se "fusilan" diseños y copian la información técnica sin conocimientos y bases que garanticen el comportamiento del equipo adquirido conforme a los datos impresos proporcionados.

En otras ocasiones la información es incompleta y puede presentarse a manipulación de los vendedores. Por ejemplo, la vida de las lámparas fluorescentes es de 12 000 horas, determinada como vida mediana y en condiciones de laboratorio, pero que en condiciones reales solo es aproximadamente un 33% de ese valor.

### 6.3.3 ASESORIA TECNICA.

La asesoría directa del fabricante con personal competente y honesto, es una ventaja que debe ser tomada muy en cuenta en la "evaluación" de proveedores como respaldo (servicio).

La asesoría con consultores externos es profunda, acelerada y provechosa, sí la selección de éstos es adecuada.

### 6.3.4 EXPERIENCIA GREMIAL.

Este recurso es muy valioso, ya que generalmente es desinteresado, realista y con el conocimiento de defectos y diseños inadecuados, en ocasiones patentes solo a largo plazo. Es una información oportuna, expedita y práctica.

El inconveniente gremial es la "contaminación" que se tiene en asociaciones con intereses velados, políticos o de negocio.

Este recurso tiene la ventaja de obtener información "vívida" y directa sobre el bíf al que se dará mantenimiento. Su desventaja es el mayor tiempo invertido y la posible falta de aprovechamiento del personal con poca experiencia o errores en una equivocada conceptualización.

### 6.3.5 INGENIERIA.

El disponer del proyecto original del bíf, puede representar un apoyo para el "conocimiento de causa" (bases del proyecto).

En todo caso es conveniente que antes de realizar cualquier trabajo de mantenimiento se tenga el soporte de ingeniería.

Tabla 6.3

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD  
(Complemento)**

- **ANALISIS ECONOMICO:**
  - COSTOS DE PRODUCCION (\$/h)
    - Operación (lubricantes, filtros, etc.)
    - Mano de obra (sueldos, indirectos y prestaciones)
    - Consumos de energía
    - Mantenimiento (incluye refacciones)
    - Depreciación (costos de pertenencia):
      - . Inversión
      - . Transporte
      - . Montaje
      - . Impuestos y seguros
  - COSTOS INDIRECTOS (\$/h)
    - Administrativos
    - Depreciación
    - Area (directa, maniobras, generales)
    - Luz, teléfonos y servicios
    - Vigilancia
  - RENDIMIENTOS (u/h)
  - COSTOS DE MATERIA PRIMA (\$/u)
  - COSTOS UNITARIOS (\$/u)
- **ANALISIS FINANCIERO.**
  - CREDITOS INTERNOS (capital propio)
    - Reinversión de utilidades.
    - Aumento de capital (acciones).
    - Fondo de depreciación.
    - Valor de rescate del equipo.
  - CREDITOS EXTERNOS
    - Documentos (corto plazo)
    - Obligaciones (largo plazo)

#### 6.4 ESTUDIOS DE INGENIERIA.

Para el desarrollo de las actividades del Mantenimiento se requiere de la "ingeniería" para la adecuada planeación, programación y control de las actividades que se realizarán, adicionalmente al diseño que se requiere para llevar a efecto las modificaciones y/o substituciones en los bif de la Empresa y el proyecto de las obras a ejecutarse.

##### 6.4.1 ANALISIS DE INGENIERIA.

En el desarrollo normal de las tareas del mantenimiento se recomienda realizar un análisis de ingeniería, que comprenda las siguientes cuatro etapas:

- Análisis de la falla:
  - . Determinación de la falla
  - . Definición del origen de la falla
  - . Esquemmatización del Sistema
  - . Conceptualización del problema
- Determinación de la solución:
  - . Identificación de las posibles alternativas de solución
  - . Análisis de las alternativas
  - . Selección

Dentro de esta etapa es importante destacar las siguientes opciones:

- . Rediseñar
- . Ingeniería Inversa
- . Diseñar
- . Substituir

Las dos primera opciones se implantan a través de la tarea de la "modificación" y/o el Mantenimiento Total (MT), mientras que la tercera en la tarea de "cambio".

- Aplicación
- Documentación
  - . Causas que originaron la falla

Para el desarrollo del mantenimiento, en ocasiones por su importancia, es necesario contar y/o realizar un proyecto, que puede contemplar la actividad de diseño.

En general el proyecto se considera debe estar integrado por:

- Estudios preliminares
- Proyecto

Tabla 6.4

## SECUENCIA DE UN PROYECTO

## 1. ANTEPROYECTO.\*

## - CONCEPTOS:

## Localización

- . Infraestructura
- . Insumos
- . Requerimientos de espacio
- . Distribución de elementos (áreas)
- . Obra civil:
  - . Mecánica de suelos
  - . Estructuras
- . Arquitectura
- . Equipo de proceso
- . Servicios
- . Instalaciones electromecánicas
- . Organigrama y Personal

## - ENTREGA:

- Planos
- Memoria:
  - . Criterios y normas
  - . Limitantes
  - . Especificaciones aplicables
- Cuantificación preliminar de materiales
- Antepresupuesto

## 2. PROYECTO.

## - CONCEPTOS:

- Planteamiento conceptual
- Criterios de aplicación
- Procedimientos
- Resultados

## - ENTREGA:

- Memoria descriptiva
- Memoria de cálculo
- Planos
- Especificaciones
- Cantidades de obra
- Presupuestos

\* Es un análisis técnico preliminar que ratifica la factibilidad de la obra y es la base para la justificación económica y financiera a nivel proyecto.

#### 6.4.2 ESTUDIOS PRELIMINARES.

Es conveniente realizar un análisis básico de ingeniería antes de iniciar el trabajo físico de una actividad.

En general estos análisis pueden ser diferentes tipos de estudios preliminares, sin embargo es conveniente tener como base un estudio previo de factibilidad, que justifique económicamente el desarrollo del proyecto; en las tablas 6.2 y 6.3 se presentan los elementos básicos que normalmente integran un estudio de factibilidad.

#### 6.4.3 PROYECTO.

Con base a los resultados de los estudios preliminares y/o el estudio de factibilidad, en los que se haya definido la conveniencia de llevar a efecto la Obra, se procede a la realización del proyecto; en la tabla 6.4 se presenta la secuencia básica de un proyecto. Para mayor detalle consultar el libro de "Gestión de Proyectos" (libro Negro).

Es muy importante que Mantenimiento conozca el resultado del proyecto (entrega), pero validado. Lo anterior representa, que para que el proyecto resulte de utilidad para el desarrollo del mantenimiento, es necesario contar con la información del proyecto ejecutado o "IPE" (as built), actividad que debió haber realizado la Supervisión de la Obra.

En caso de que no se cuente con la información del proyecto ejecutado, las actividades recomendadas para realizar el mantenimiento son:

- Levantamiento físico de la obra
- Diagnóstico

Frecuentemente el personal de Mantenimiento tiene como responsabilidad la Supervisión de la Obra, lo que representa que la actualización del proyecto ejecutado representa una función directa a realizar.

Es muy importante la participación del personal de Mantenimiento en el proyecto, aportando su experiencia en base a la siguiente premisa fundamental:

#### **"EL MANTENIMIENTO SE PROYECTA".**

Lo anterior representa que un buen proyecto requerirá de un mantenimiento normal, mientras que un mal proyecto dará como resultado un mantenimiento difícil, intenso, costoso y/o ineficiente.

A través del MT, Mantenimiento corrige el diseño, proyecto u operación de un bif (ver libro Amarillo de Alta Dirección).

Tabla 6.5

## RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO.

- La ingeniería es sencilla, no la complique.
- Lo que se ve bien puede estar bien; lo que se ve mal está mal.
- Aplicar los recursos necesarios:  
"Del tamaño del sapo es la pedrada".
- No es cierta la premisa: "Esto no puede fallar".
- Evite riesgos.  
Es preferible escuchar: "Es sacón" (temeoso),  
en lugar de: "Era muy macho".
- Escuche el problema, no se defienda mientras tanto.
- Entienda al problema (conceptualice);  
tómese el tiempo necesario.
- Conceptualice, resuelva el problema; después investigue al culpable (qué y quién fue el que originó la falla).
- Represente en forma gráfica y simple el problema (esquematice).
- No siempre lo obvio es el origen del problema.
- Primero estudie los parámetros principales que afectan la operación (paretice).
- Defina los alcances de la solución final.  
Las soluciones temporales pueden ser adecuadas, en función de los planes futuros o en caso de emergencia.
- Evite problemas legales (la peor solución es la intervención de un licenciado).
- Cuidado con los vendedores fraudulentos.
- Documente las fallas, decisiones, instrucciones dadas y recibidas, resultados y recomendaciones.  
Emplee la bitácora.

## 6.5 RECOMENDACIONES.

En la tabla 6.5 se presenta una relación de conceptos que se considera conveniente tenga presente el personal de Mantenimiento.

En cualquier Empresa hay necesidad de dar mantenimiento a equipos, instalaciones e inclusive personas (los servicios médicos son de "Mantenimiento al ser humano"). Las disciplinas requeridas para un adecuado mantenimiento son muy variadas, pero en general el concepto subsiste; se recomienda efectuar análisis analógicos con otras disciplinas, como lo ejemplifica Rubén Avila Espinosa en la tabla 6.6.

Por otra parte, Mantenimiento representa la base de la pirámide sobre la que descansa la productividad de la Empresa, ya que para tener una adecuada productividad se requiere de la calidad, pero ésta no podrá obtenerse sino se cuenta con un buen mantenimiento.

Por lo tanto, los directivos de la Empresa deben de contemplar que el punto de partida de cualquier objetivo tendiente al mejor aprovechamiento de sus recursos parte de Mantenimiento.

Para que Mantenimiento opere adecuadamente requiere a su vez de recursos humanos, los que generalmente laboran bajo condiciones adversas de trabajo, bif fallados o a punto de fallar. Para su buen desempeño se requiere de un probado líder, al que habrá que apoyar en su función. Esto quiere decir que el líder, como medio confiable para obtener los satisfactores el trabajador, debe tener sustento

Los procedimientos y medidas administrativos deben ser moduladas en Mantenimiento. Por ejemplo, limitar tajantemente el tiempo extra y entrada puntual a las labores son incompatibles con Mantenimiento, en donde se requiere contar con una alta disponibilidad de los trabajadores. Por lo tanto, los Directivos de Mantenimiento deben contar con el total apoyo de la Empresa para efectuar las desviaciones necesarias y tener flexibilidad.

El personal de Mantenimiento es autosuficiente. Un buen maistro frecuentemente trabaja en forma independiente fuera de las horas de labores, realizando en forma externa reparaciones domésticas y de oficinas. Permanece dentro de la Empresa por la seguridad y regularidad de su salario y los beneficios del seguro social, además de la satisfacción de su integración en un equipo, en el que él es líder.

Mantenimiento expulsa a los malos trabajadores, no los tolera, ya que afloran rápidamente la incapacidad, irresponsabilidad, pasividad y falta de entrega al trabajo.

Tabla 6.6

**ANALISIS COMPARATIVO**  
**BIENES FISICOS - CUERPO HUMANO**

PARTES DEL EDIFICIO	PARTES DEL CUERPO HUMANO
- Estructura	- Esqueleto
- Elementos arquitectónicos	- Músculos
- Recubrimientos y acabados	- Piel
- Equipo fijo	- Organos internos
- Soportería	- Tejidos musculares
- Circuitos y canalizaciones	- Sistemas circulatorio, respiratorio y nervioso
- Manejo de materiales y transporte	- Sistema digestivo
- Equipo productivo	- Corazón, hígado y estómago
- Protección contra incendio	- Anticuerpos

Fuente: R. Avila Espinosa

## CAPITULO 7

**FILOSOFIA DEL MANTENIMIENTO. \***

Filosofía del Mantenimiento, la define Rubén Avila Espinosa como: Establecer en la empresa, en función de sus objetivos y de su planeación, el mantenimiento por efectuar, acorde con la vida económica de los bif que integran a la Empresa. En el desarrollo del mantenimiento se contemplan las actividades de la tabla 7.1.

**7.1 DINAMICA DEL MANTENIMIENTO.**

El Sistema de Mantenimiento por aplicar en una Empresa debe ser "dinámico", lo que representa que su administración debe serlo.

El concepto dinámico contempla que la Administración del Mantenimiento (tabla 7.2) debe ajustarse en función de:

- Retroalimentación
- Experiencia en la operación
- Cambios en las condiciones existentes.

Por lo tanto, el personal de Mantenimiento tiene que ser flexible y contar con el criterio y capacidad para ajustar, modificar, substituir o eliminar la administración vigente e implementar los cambios que le permitan "mejorar" el aprovechamiento de los recursos disponibles.

Un ejemplo de ajuste a un procedimiento es el método de "Control de Proceso" (CP), aplicado en las líneas de producción; en las tablas 7.3 a 7.5, se presentan las bases de este método.

Como criterios auxiliares para determinar la conveniencia de efectuar ajustes en el Mantenimiento se tienen, entre otras, las siguientes:

**7.2 VISITAS TECNICAS Y CONSULTORIA.**

El personal de mantenimiento de una Empresa, en el desarrollo de sus actividades diarias se adapta a trabajar bajo condiciones que pudieran no ser las mas adecuadas, pero que ya no las valora como tales. Por lo tanto, se sugiere que Mantenimiento cuente con algún procedimiento de detección de esas condiciones (seguridad, operación, imagen).

En forma similar, el personal de Mantenimiento se "acostumbra" a trabajar con relaciones inconvenientes, que debiera evaluar para su mejor desempeño (comportamiento, actitudes).

\* Este capítulo tiene como referencia base los conceptos del Ing. Rubén Avila Espinosa, presentado en sus conferencias.

Tabla 7.1

**DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO**

**BASES:**

- Aplicar el Sistema de Mantenimiento "ajustado"
- Conocer el bif:
  - . Definir sus fallas
  - . Definir su vida útil y económica
  - . Cantidad de mantenimiento por aplicar
  - . Frecuencia de mantenimiento a dar
  - . Tiempo de ejecución
- Tipo y nivel de mantenimiento por aplicar

Tabla 7.2

**DINAMICA DEL MANTENIMIENTO**

**REVISAR:**

- Planeación:
  - . Metas
  - . Objetivos
- Organización:
  - . Estructuras
  - . Personal
- Programación:
  - . Frecuencias
  - . Tiempos
  - . Rendimientos
- Control:  
Ayudas y/o guías administrativas, como son:
  - . Cédulas de mantenimiento
  - . Listas de verificación o chequeo
- Dirección:
  - . Sistema
  - . Procedimientos
  - . Reglamentos
  - . Instrucciones.

Para poder detectar esas condiciones y evaluar esos comportamientos no vistos por el propio personal de mantenimiento de la Empresa (ceguera del taller), se sugiere programar regularmente visitas técnicas a sus instalaciones, solicitando a los visitantes sus impresiones, mediante cuestionarios simples y objetivos, así como sus sugerencias y comentarios generales.

Esto último se recomienda sea realizado en una reunión social al término de la visita. En esta plática se debe aprovechar el potencial del razonamiento grupal, el cual radica en una retroalimentación entre los elementos que forman el grupo.

En hoteles, hospitales y comercios estas encuestas de retroinfo deben complementarse adicionalmente con la opinión "con ojos de cliente".

La consultoría en Mantenimiento es muy importante para evaluar el desempeño y sistemas de funcionamiento; debe ser efectuado con consultores muy experimentados (verdaderos ingenieros).

Este tipo de visitas y consultoría son actividades regulares de los miembros de SOMMAC.

### 7.3 ANALISIS DE FALLAS.

Falla, al igual que un defecto, es la diferencia de una característica referida a un "requisito específico base"; en la tabla 7.6 se indican algunas referencias.

Las fallas en los bif se pueden identificar en forma similar a los defectos en producción con conceptos tales como los presentados en la tabla 7.7. También debe determinarse la periodicidad y tiempo requerido para sus tareas de mantenimiento.

#### 7.3.1 TIPOS DE FALLA.

Los tipos de fallas se agrupan de acuerdo a la importancia de su presencia o criticidad en :

- Falla crítica. Es aquella que pueden originar:
  - . Peligros inminentes al personal (fallas críticas de seguridad)
  - . Riesgos al bif
  - . No funcionalidad.

Las fallas críticas de seguridad deben ser notificadas al ejecutivo responsable de la Empresa, e incluso en caso de no otorgárseles la importancia que se merecen deberá recurrirse a las Autoridades competentes.

Tabla 7.3

## BASES DEL CONTROL DEL PROCESO

1	1	1	1
1	1	1	1
1	.1	1.	1
1	1	1	1
1	1	1	1
XXXX00000000000000			000000000000XXXXXX
min.	META.		MAX.
	(% tolerancia)		
1	Tolerancia total		1

X = Fuera de tolerancias. Inaceptable.

O = Tolerancia aceptable. Trabajo con precaución.

- = Tolerancia objetivo.

Tabla 7.4

## REGLAS DEL CONTROL

1. AJUSTAR.  
Verificación del X % del producto.
2. INICIO DE PRODUCCION.  
Cuando se tienen Y piezas producidas dentro de tolerancias.
3. EN PRODUCCION.  
Verificar Z piezas consecutivas.
  - . Z piezas ( ) - continuar
  - . % Z piezas ( ) - continuar y verificar
  - . % Z piezas (0) - ajustar
  - . % Z piezas (X) - ajustar. (Notificar falta)
4. VERIFICACION.  
Se determinará su frecuencia en función de los resultados de la aplicación del CP.

- Falla mayor es aquel que reduce la capacidad del bif en su funcionalidad y/o uso adecuado.
- Falla menor es la que sin cumplir los requisitos básicos no afecta la funcionalidad del bif.

### 7.3.2 CLASES DE FALLA.

Las fallas de un elemento constitutivo se pueden clasificar en base a sus efectos en el funcionamiento del Sistema completo.

Esto es aplicable en todos los niveles, tanto de los elementos del bif referidos al propio bif, como de los bif respecto a la Empresa.

Así, en función de los efectos de la falla de uno cualquiera de sus elementos, considerado como un evento independiente, sobre el Sistema completo, determina la clase de falla:

- Serie:  
La falla de uno de sus elementos determina la falla del Sistema completo.
- Paralelo  
La falla de uno de sus elementos no determina la falla del Sistema completo:
  - . Sin reserva: En este caso el Sistema se afecta parcialmente, con un valor equivalente al porcentaje de participación del elemento fallado.
  - Con reserva: En este caso el Sistema se afecta parcialmente, con un valor equivalente a la diferencia de los porcentajes de participación del elemento fallado menos el elemento de reserva. Con reservas del 100%, no existe afectación.

En la fig. 7.1 se presenta un ejemplo explicativo de resultados estos conceptos para una planta de bombeo, referidos económicamente.

### 7.3.3 PRINCIPIO DE PARETO.

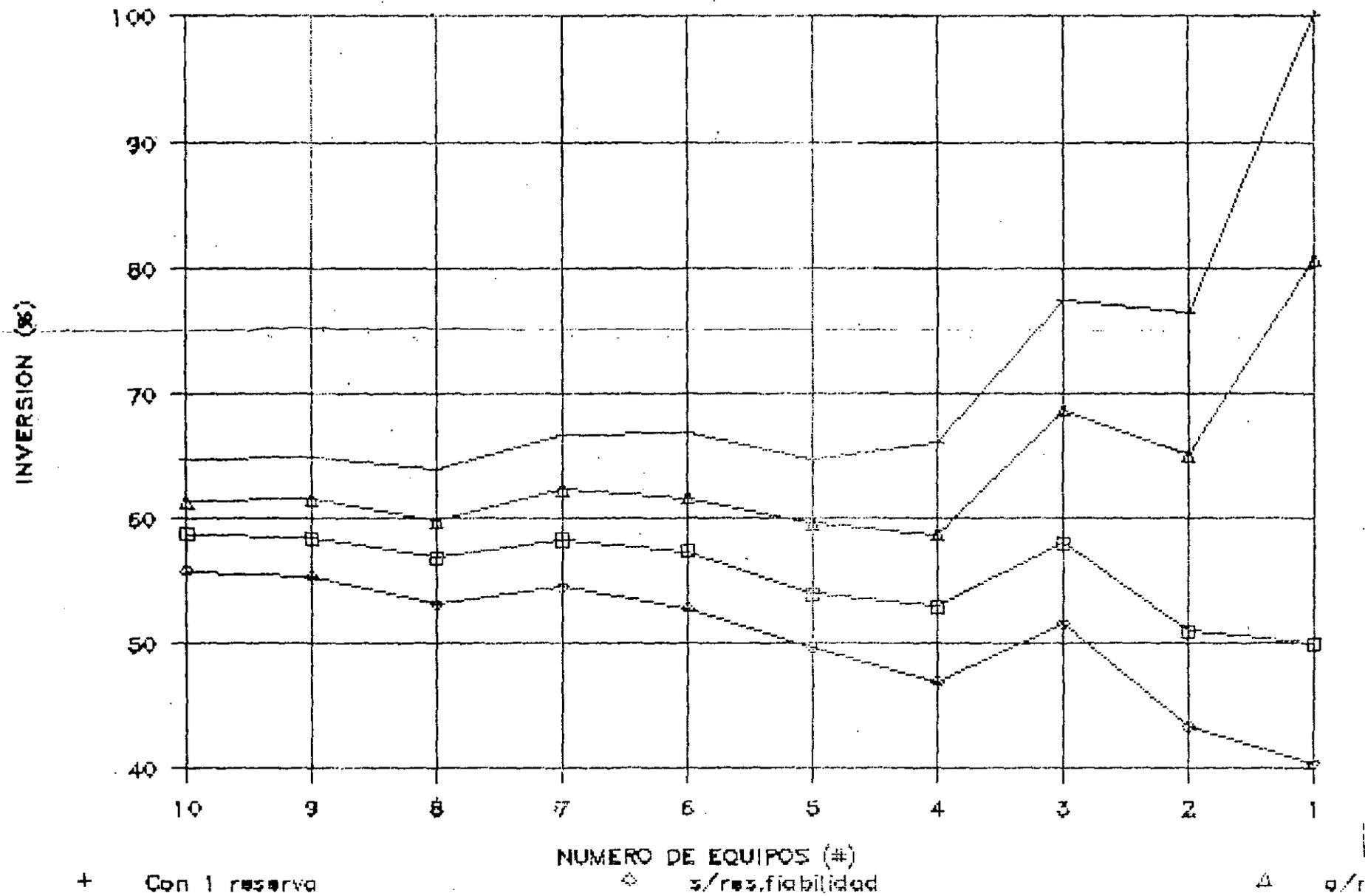
Mantenimiento debe conocer, para los principales bif de la Empresa, las diferentes fallas que pueden presentarse y jerarquizarlas para proceder a su corrección.

El criterio para destinar tiempo y recursos al Mantenimiento de un bif, es aplicando el principio de Pareto, o dicho de otra forma "del tamaño del sapo es la pedrada", dando prioridad a las "fallas serie".

La jerarquización de las fallas, es resultado de la ponderación conforme a criterios preestablecidos, entre los que destacan los indicados en la tabla 7.8.

# PLANTA DE BOMBEO JAE

## COSTOS ANUALES



#### 7.4 DOCUMENTACION.

En la profesión, como en la vida, hay que trascender:

" Hay que vivir la vida de tal suerte,  
que vida quede tras de la muerte ".

(Conde Espinosa)

Esto aplicado a Mantenimiento representa dejar constancia de su desarrollo a través de la documentación de su trabajo.

Los objetivos de esta documentación, son los indicados en la tabla 7.9; la documentación recomendable es:

##### 7.4.1 BITACORA.

Este documento es el registro regular de los acontecimientos importantes en el desarrollo del Mantenimiento, indicando las instrucciones dadas y recibidas, que representen una responsabilidad adicional al desempeño normal de las actividades.

##### 7.4.2 DOCUMENTACION DE FALLAS.

Mantenimiento debe "Documentar" su participación en el trabajo, asentando los resultados del análisis de la falla y la evaluación del elemento fallado, estableciendo básicamente los resultados (tabla 7.9). También permite evaluar al personal y al propio Sistema de Mantenimiento.

La documentación de las fallas es la base del Mantenimiento Preventivo, a través de la estadística y su análisis de Ingeniería.

Es importante insistir en la conveniencia de un análisis minucioso de los elementos fallados, incluso por despiece (tear down), similar a la autopsia (del gr. opsis vista) a los cadáveres, para en lo posible reconstruir las causas que llevaron a su límite la vida de un elemento. Esto es:

" Lesa ingeniería deshechar un elemento fallado sin un análisis previo ".

##### 7.4.3 SOLUCIONES APLICADAS.

Cuando se obtiene una adecuada solución de una falla, no identificada previamente, de una modificación o una posible mejora que de por resultado un provecho futuro, se debe "documentar".

Esta documentación es la base del Mantenimiento de Mejora.

Se sugiere presentar las soluciones en forma gráfica, con explicaciones, cálculos base, fotografías de referencia y resultados esperados. También se sugiere boletinarlas y darle el reconocimiento al personal que la efectuó.

Tabla 7.5

**CARACTERISTICAS DEL CONTROL DEL PROCESO**

- Evaluación permanente de resultados
- Mejora la producción:
  - . Calidad de los bif
  - . Reduce el rechazo de productos fuera de tolerancias.
  - . Reduce el número de retrabajos
  - . Previene las desviaciones antes que sucedan.
- A los trabajadores:
  - . Educa
  - . Entrena
  - . Promueve la comunicación entre trabajadores.
- Participación de los trabajadores en el proceso:
  - . Implementación
  - . Evaluación
  - . Aplicación

Tabla 7.6

**CRITERIOS PARA CALIFICAR LAS FALLAS**

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- MENORES:           <ul style="list-style-type: none"> <li>. Acabado</li> <li>. Apariencia</li> <li>. Estética</li> <li>. Geometría</li> </ul> </li> <li>- CRITICAS:           <ul style="list-style-type: none"> <li>. Interrupción de servicio</li> <li>. Causa fallas mayores</li> <li>. Peligrosa</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- MAYORES:           <ul style="list-style-type: none"> <li>. Comportamiento</li> <li>. Eficiencia</li> <li>. Funcionalidad</li> <li>. Rendimiento</li> </ul> </li> </ul> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Tabla 7.7

**IDENTIFICACION DE FALLAS.**

- . Variaciones y/o desviación que la hace patente
- . Causas u orígenes que la produjeron
- . Forma de solucionar
- . Frecuencia probable
- . Importancia de la falla.

## 7.5 VIDA DE UN BIEN FISICO.

El objetivo fundamental del Mantenimiento es prolongar, hasta donde resulte económico, la "vida de un bif". Por lo tanto, Mantenimiento debe tener claro el concepto de "vida", conforme al criterio de la fig. 7.2 y tabla 7.10, y determinar para cada bif de la Empresa bajo que condiciones de vida opera.

Es importante que al adquirir un bif se determine el tipo de vida que el fabricante establece para su producto, así como los valores esperados de falla, fiabilidad, disponibilidad y riesgos calculados.

Las "vidas" no están expresadas en valores definitivos precisos y deben considerarse como "aproximados" (del orden de), en los que se estima que se obtiene una fiabilidad determinada.

### 7.5.1 VIDA INFANTIL.

Es el período inicial de operaciones de un bif. En este tiempo existen altas probabilidades de falla, ya que los defectos de calidad se hacen aquí evidentes, debiendo distinguirse sus causas

- Materiales
- Fabricación
- Montaje

Mantenimiento debe sobrevigilar los bif en este período, pudiendo posteriormente ser más liberal en su frecuencia.

Es importante que en este período de asentamiento no se abuse del bif, aunque conviene probarlo en todos sus rangos de capacidad y rendimiento.

### 7.5.2 VIDA UTIL.

En esta vida se tiene una fiabilidad estable para un mantenimiento regular, con valores casi constantes de costo, frecuencia e intensidad. También se puede entender que es la vida "entre desgaste sensible".

Normalmente corresponde al período en el cual se tiene técnicamente una adecuada operación.

### 7.5.3 VIDA ECONOMICA.

La vida económica es función de las condiciones sociales, políticas y económicas de la Empresa, el país y/o mundiales, variando con ellas, pudiendo ser independientes de su vida útil.

Una compra y/o rehabilitación inadecuada puede determinar la vida económica de un bif extinguida o próxima a serlo.

Tabla 7.8

**JERAQUIZACION DE FALLAS**

- Afectación a la Empresa:
  - . Nombre
  - . Imagen
- Efecto en funcionamiento:
  - . Decisión de uso del bif.
  - . Criticidad
  - . Tipo de falla
- Probabilidad de:
  - . Queja, demanda, litigio
  - . Permanezca oculto.
- Corrección:
  - . Tiempo fuera de operación
  - . Costo de mantenimiento
- Usuarios descontentos.

Tabla 7.9

**DOCUMENTACION DE FALLAS**

- OBJETIVOS BASE
  - . Capitalizar experiencias
  - . Deslindar responsabilidades.
  - . Estadística.
  - . Retroinformación.
- RESULTADOS DEL ANALISIS
  - . Condiciones de trabajo  
Uso o abuso al que estuvo sujeto en su operación el bif
  - . Diseño inadecuado
  - . Material inconveniente o defectuoso
  - . Montaje incorrecto.

## 7.6 FIABILIDAD.

Fiabilidad es la probabilidad de que un bif funcione adecuadamente, sin detrimento de sus niveles de servicio, sin fallas y con las condiciones esperadas (rendimiento, disponibilidad, seguridad, eficiencia), cuando ha recibido el mantenimiento prescrito y se ha usado para los trabajos y condiciones para las cuales fue diseñado, para un intervalo de tiempo definido.

La Fiabilidad determina las bases para el Mantenimiento Predictivo, proporcionando los elementos para poder pronosticar con mayor certeza los puntos que influyen en el comportamiento del bif.

El Análisis de Modo, Criticidad y Efectos de Falla (AMCEF) es el conjunto de técnicas que ayudan a determinar, a partir de diseños y condiciones de operación, el cómo, cuándo y cuánto de las fallas. Es decir, define la fiabilidad y disponibilidad de los bif.

Para cada bif es necesario conocer su curva de fiabilidad vida (fundamentalmente económica), relacionado con las condiciones del mercado y el proceso del cual forma parte el bif. Esto último es muy importante comprender que existen procesos en los cuales hasta el último momento de funcionamiento del bif se requiere alta fiabilidad.

Las tareas de mantenimiento restituyen parcialmente la pérdida de vida por deterioro, es decir se recupera la fiabilidad en función de los parámetros fundamentales de una tarea:

- Cantidad de mantenimiento:

Considera el total de recursos empleados (mano de obra, materiales (refacciones, material gastable, herramental y equipo y dinero).

-Tiempo:

Lapso fuera de operación del bif, por concepto de mantenimiento. Mediante una adecuada Administración del Mantenimiento es posible programar el desarrollo de las tareas en los períodos en los cuales no funciona normalmente el bif (ej.: turno nocturno, fines de semana, vacaciones).

La combinación de cantidad y tiempo (pendiente del Mantenimiento y su longitud) define el nivel adecuado de mantenimiento (económico) por aplicar en la tarea. En la fig 7.4 se muestra el detalle de este trabajo de mantenimiento, en el cual se debe observar que existe normalmente un deterioro (D) natural; siempre es posible restituir el total de la fiabilidad reducida, sin embargo este deterioro no es económicamente costeable recuperar.

Tabla 7.10

## TIPOS DE VIDA DE UN BIEN FISICO.

- **VIDA INFANTIL:**  
Es el lapso de "asentamiento" en el comportamiento de un producto al inicio de operaciones.
  
- **VIDA UTIL:**  
Es aquella en que el bif mantiene una alta fiabilidad y estabilidad, iniciándose después de la vida de prueba o vida infantil y terminando con el lapso en el que el desgaste se acentúa o su fiabilidad empieza a decrecer rápidamente.
  
- **VIDA ECONOMICA:**  
Es el lapso en el cual es costeable operar un bif en lugar de desecharlo, sustituirlo, reconstruirlo.
  
- **VIDA PROBABLE:**  
Es el plazo en el cual una parte determinada de los bif de un lote se espera operen dentro de un rango aceptable previamente definido.
  
- **VIDA EXTENDIDA:**  
(vida vegetativa o de emergencia):  
Es el lapso en el cual se hace seguir operando a un bif incosteablemente y en contra de toda razón técnica aparente, justificada por condiciones de emergencia, prestigio, política o capricho.
  
- **VIDA MEDIA O VIDA PROMEDIO:**  
Es el promedio de las vidas a la falla .
  
- **VIDA MEDIANA:**  
Es aquella en la que la mitad de los productos han fallado.
  
- **VIDA TOTAL:**  
Es el período que comprende desde el inicio hasta el retiro definitivo operación del bif.

## 7.7 DISPONIBILIDAD.

Disponibilidad es la relación entre el tiempo operativo (tiempo de buen funcionamiento) y el tiempo total requerido que el bif funcione.

En Mantenimiento se debe plantear el incremento de la disponibilidad como resultado del aumento de control y realización de las tareas de mantenimiento.

La falta de disponibilidad se traduce en costos por falta de producción, la que debe compararse con el incremento de costos requeridos por mantenimiento.

Un incremento de disponibilidad en general representa una mayor inversión, por elementos de mayor fiabilidad y/o instalación de elementos en paralelo, con o sin reserva.

La mayor disponibilidad de los bif se justificará en función del nivel de servicio obtenido o producción adicional, por la no interrupción y/o afectación, contra la inversión.

## 7.8 NIVEL DE MANTENIMIENTO

Es importante en las empresas establecer el nivel adecuado de mantenimiento que muestre ser el económico.

### 7.8.1 SOBRE MANTENIMIENTO.

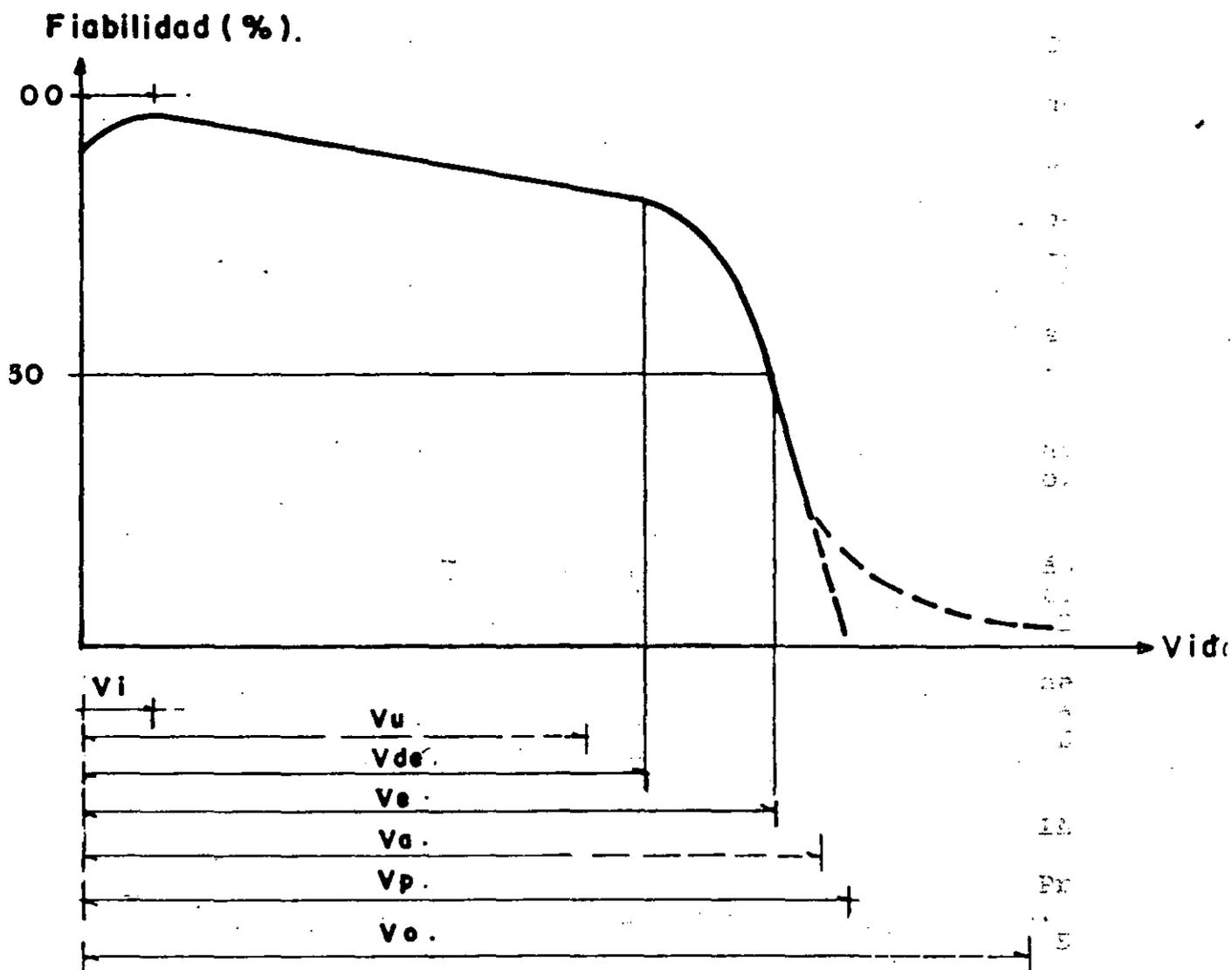
Aplicar un sobre mantenimiento (sm) o mantenimiento exagerado no es económico, principalmente por los costos indirectos de control y administración involucrados, además de que los paros de los bif son tan frecuentes que alterarían el flujo de operación.

La fiabilidad se mantiene más o menos alta y la vida útil se prolonga, pero difícilmente pagarán los costos por este mantenimiento exagerado. Además es muy probable que la vida económica sea mñs corta que la vida útil, habiéndose desperdiciado esfuerzos en el mantenimiento de un bif que por otras razones tiene que ser retirado de operación.

### 7.8.2 BAJO MANTENIMIENTO.

Optar por un bajo mantenimiento (bm) o mantenimiento pobre, tampoco es económico, ya que la pérdida de fiabilidad en cada "valle" de la curva es muy grande y por lo tanto se está incurriendo en riesgos mayores.

## CURVA BASE DE FIABILIDAD-VIDA



- $V_i$  Vida infantil
- $V_u$  Vida util tecnica
- $V_d$  Vida al desgaste sensible
- $V_e$  Vida mediana
- $V_a$  Vida alargada.
- $V_p$  Vida promedio o media.
- $V_o$  Vida. forzada.

Las tareas de mantenimiento resultan muy caras, ya que el deterioro sufrido por las partes va más allá del calculado en diseño, llegándose a tener que remplazar partes, que de haberse mantenido oportunamente solo hubieran tenido que ser reajustadas.

Es muy probable, que las partes de refacción no estén disponibles, siendo lo común que las tareas se retrasen días enteros esperando conseguir las mismas.

### 7.8.3 MANTENIMIENTO ADECUADO.

El adecuado nivel de mantenimiento (am), es económico y considera una serie de factores, tales como:

- . Costo y disponibilidad de refacciones
- . Factores políticos o de imagen
- . Necesidad de continuidad de operación
- . Oportunidad de paro para efectuar las tareas
- . Probabilidad de falla
- . Riesgos por falla.

### 7.9 GARANTIA.

La garantía es el respaldo al bif, que ofrece un proveedor de acuerdo a los conceptos indicados en la tabla 7.11.

La garantía es un compromiso "condicionado" del proveedor con su cliente, establecidas en un documento.

El compromiso del proveedor debe ser determinado en forma clara y precisa, indicando al menos los puntos de la tabla 7.12.

Una de las características del bif es el "respaldo", que puede determinar su adquisición en una evaluación seria, el cual debe valorarse considerando:

- Quien la ofrece
  - . Proveedor
  - . Fabricante
- Seriedad

El cliente no debe pretender hacer efectivas garantías improcedentes por operaciones inadecuadas realizadas.

El responsable de mantenimiento debe tener y conocer la información técnica y legal de los bif, para ajustar sus programas de Mantenimiento en función de las características de la garantía.

Tabla 7.11

**VALIDEZ DE LA GARANTIA**

- Comportamiento adecuado  
Se definen valores de:
  - . Eficiencia
  - . Consumos
  - . Funcionamiento:
    - . Ruido
    - . Generación de contaminantes
- Operando bajo condiciones de diseño:
  - . Límites de operación
  - . Mantenimiento requerido
  - . Servicio efectuado por el propio proveedor  
(debe de contemplarse su aplicación)
- Tiempo definido.

Tabla 7.12

**CONDICIONES DE LA GARANTIA**

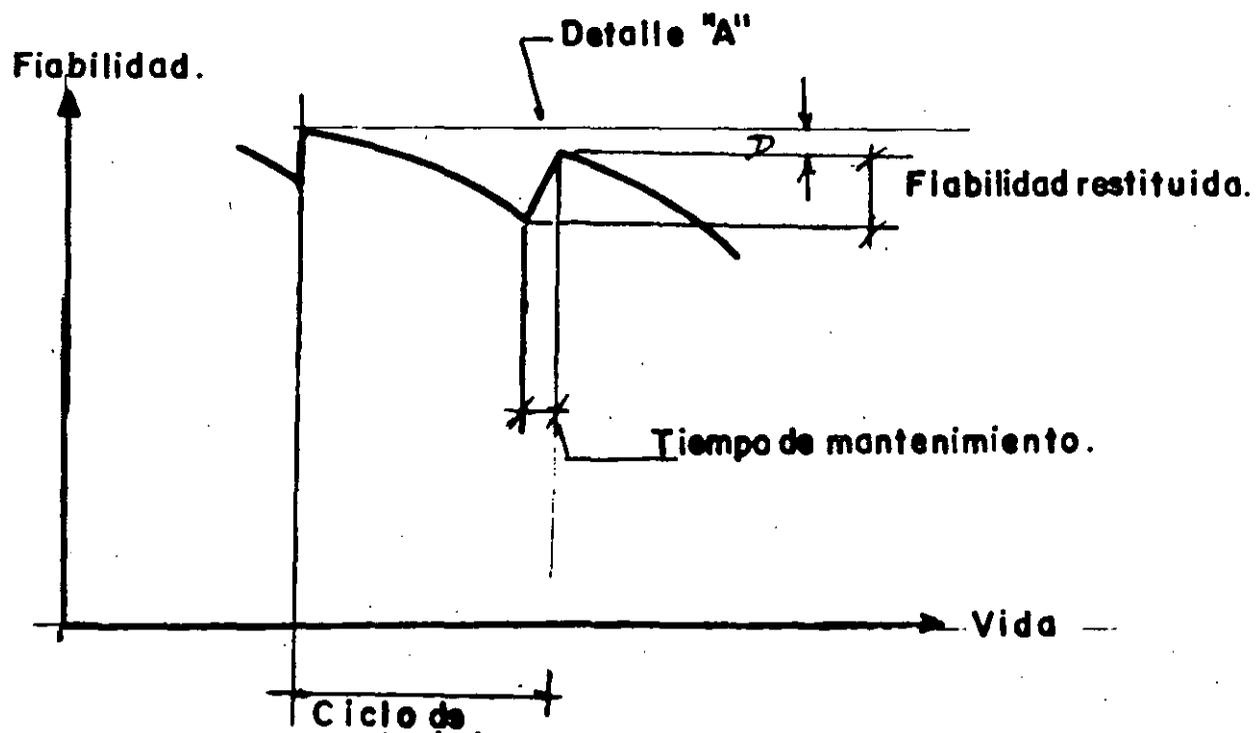
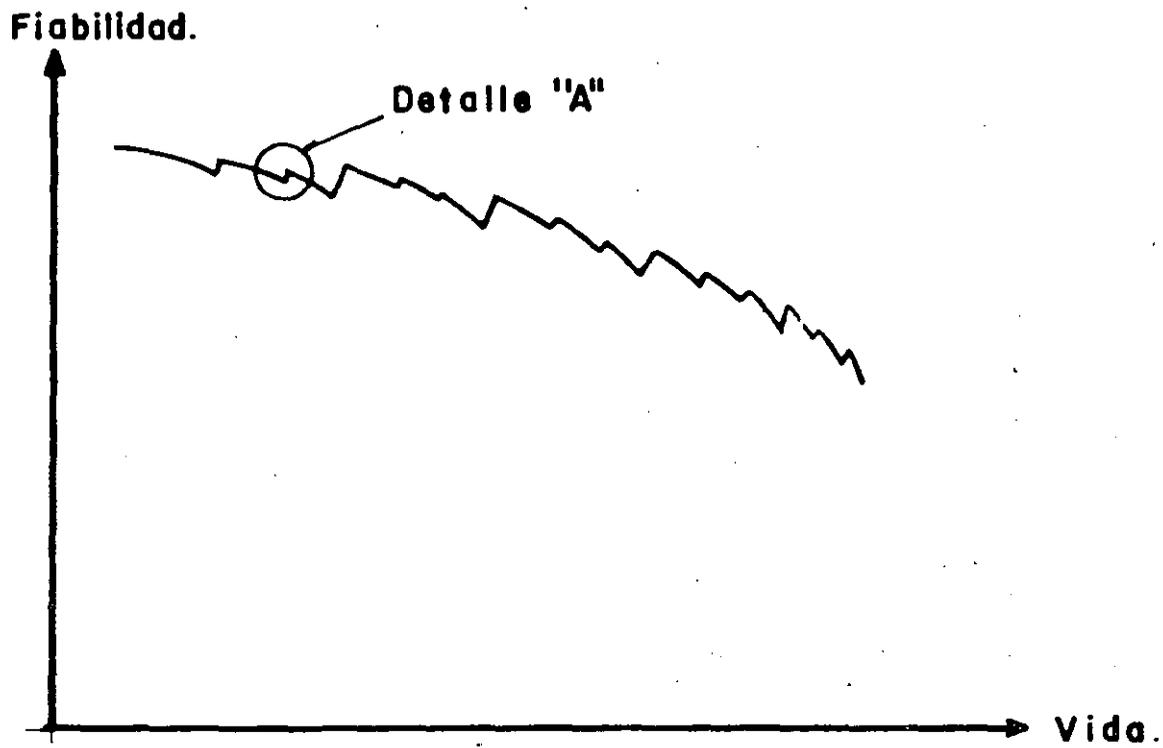
- Procedimientos
  - . Alcance
  - . Actividades comprendidas del:
    - . Proveedor
    - . Cliente
  - . Pérdida de la garantía
  - . Vigencia
  - . Renovación
- Costos

Las garantías frecuentemente son manipuladas en forma mercantil, que dan origen a "fraudes" por parte de los proveedores a ofrecer garantías que no cumplirán o bien condicionantes no expresadas convenientemente o información insuficiente para "sorprender" al adquirente.

Un ejemplo de una forma de promover productos con informaciones incompletas es el del caso de V----, casa comercial, que indica en sus artículos "Garantía de fábrica"; la fábrica está en China y no tiene representación en México. Por lo tanto, si falla el artículo habrá que efectuar la reclamación correspondiente, sin apoyo de la casa comercial, directamente a la fábrica en China.

Otro ejemplo, desgraciadamente muy frecuente, es adquirir productos o servicios de personas improvisadas sin respaldo, que ofrecen garantías que no cumplirán, por no existir empresa que los respalde. Se ha presentado el caso de una firma que ofrecía precios y garantías muy atractivas en reparación de equipos de refrigeración, los cuales retiraba de la empresa y cuando se comunicaban para obtener información del avance, "sorpresa" no existía la firma en ese domicilio.

SOMMAC publicará todas estas garantías y servicios fraudulentos; proporcione información de estas trampas.



**BIBLIOGRAFIA****1. Serie AE/SOMMAC.****1.1 MANTENIMIENTO:**

- Administración del Mantenimiento.  
Libro Blanco. SOMMAC (1984, 1992 - Octava edición).  
Jesús Avila Espinosa
- Alta Dirección.  
Libro Amarillo. SOMMAC (1990, 1992 - Segunda edición).  
Rubén Avila Espinosa
- Capacitación para Pintura.  
Libro Naranja. SOMMAC (1990- Primera edición).  
Rubén Avila Espinosa
- Conceptos Básicos del Mantenimiento.  
Libro Gris. SOMMAC (1983, 1993 - Décima edición).  
Jesús Avila Espinosa
- Glosario de Términos Técnicos.  
Libro Plata. SOMMAC (1993 - Primera Edición)  
Jesús Avila Espinosa.
- Mantenimiento a Instalaciones.  
Libro Rojo. SOMMAC (1984, 1993 - Séptima edición).  
Jesús Avila Espinosa y colaboradores
- Mantenimiento a Instalaciones Especiales.  
Libro Guinda. SOMMAC (1991, 1993 - Segunda edición).  
Jesús Avila Espinosa y colaboradores
- Mantenimiento Rutinario.  
Libro Verde. SOMMAC (1991 - Sexta edición).  
Jesús Avila Espinosa y colaboradores.

**Notas:**

- \* El número de identificación (3) representa el año de actualización de la Bibliografía.  
Profesional: SOMMAC espera tus comentarios respecto a la Bibliografía y desea tus aportaciones adicionales.

## 1.2 AHORRO DE ENERGIA:

- Ahorrando Energía en Motores Eléctricos  
SOMMAC (1991 - Primera edición).  
Pablo Vargas Prudente
- Ahorrando Energía en Sistemas Eléctricos  
Libro Magenta. SOMMAC (1991, 1993 - Segunda edición).  
Jesús Avila Espinosa y colaboradores
- Diagnósticos Energéticos  
Libro Morado. SOMMAC (1991, 1992, 1993 - Tercera edición).  
Rubén Avila Espinosa
- Edificios Inteligentes  
Libro Indigo. SOMMAC (1993 - Primera edición).  
Jesús Avila Espinosa
- Elementos Básicos para un Diagnósticos Energéticos  
Libro Magenta/B. SOMMAC (1992 - Primera edición).  
Jesús Avila Espinosa y Daniel González P.
- Evaluación de Medidas de Ahorro de Energía  
Libro Violeta. SOMMAC (1991, 1993 - Segunda edición).  
Jesús Avila Espinosa

## 1.3 INGENIERIA:

- Gestión de Proyectos.  
Libro Negro. SOMMAC (1986 - Primera edición).  
Jesús Avila Espinosa
- Programación y Control  
Libro Café/Blanco. SOMMAC (1991 - Primera edición).  
Jorge Mr Rodríguez R./J.M.Zamudio R.
- Supervisión.  
Libro Café. SOMMAC (1991 - Primera edición).  
Jesús Avila Espinosa.

## 1.4 INSTALACIONES:

- Instalaciones Electromecánicas Básicas. Eléctricas.  
Libro Azul. SOMMAC (1982, 1983, 1986, 1993 - Cuarta edición).  
Jesús Avila Espinosa
- Instalaciones Electromecánicas Básicas. Hidráulicas.  
Libro Azul/B. SOMMAC (1982, 1983, 1986, 1993 - Cuarta edición).  
Jesús Avila Espinosa

- Introducción a los Controladores Lógicos Programables.  
Libro Azul/Indigo. SOMMAC (1993 - Primera edición).  
Jesús Avila Espinosa y colaboradores.

#### 1.5 Fuera de Serie:

- Fundamentos del Mantenimiento  
Limusa (1986, 1992 - Primera edición y Reimpresión)  
Rubén Avila Espinosa.
- Organización de talleres de mantenimiento de la CFM.  
Tesis (1968).  
Jesús Avila Espinosa.
- Directrices para Pruebas de Tableros Eléctricos.  
Tesis (1963).  
Rubén Avila Espinosa.
- Temas Selectos de Control de Calidad  
Ford (1967)  
Rubén Avila Espinosa.
- Glosario de Términos de Control de la Calidad  
IMECCA (1979)  
Coautor. Rubén Avila Espinosa.
- La Disciplina de la Calidad  
Rubén Avila Espinosa (1982).
- Calidad y Sociedad  
Rubén Avila Espinosa (1983).
- Calidad Total  
TEAM (1992 - Primera Edición)  
J.Manuel Zamudio Rodríguez
- Calidad en la Productividad  
TEAM (1992 - Primera Edición)  
J.Manuel Zamudio Rodríguez

#### 1.6 En preparación:

- Mantenimiento Civil  
Libro Verde/Blanco. SOMMAC (por editar)  
Rubén Avila Espinosa.
- Instalaciones Electromecánicas en Restauraciones.  
Libro Azul/Plata. SOMMAC (por editar)  
Rubén Avila Espinosa.

### 1.7 Textos de referencia:

- Administración de Mantenimiento Industrial  
E.T. Newbrough  
1 edición 1982.
- Elementos Básicos del Mantenimiento  
Consejo Nacional de la Productividad (1960).
- Introducción al Estudio del Trabajo  
Organización Internacional del Trabajo
- Manual de Mantenimiento  
CECSA (1984 - Octava edición)  
L.C.Morrow.
- Manual de Mantenimiento de Instalaciones Industriales  
Gustavo Gili 1982  
A.Baldin.
- Total Productive Maintenance  
Productivity Press Inc.  
Seiichi Nakajima
- Quality is free  
Mc Graw Hill (1979)  
Philip Crosby

#### NOTA:

Los libros mencionados se recomiendan.  
Sin embargo es importante señalar que existe poca bibliografía, dentro de la cual desafortunadamente se encuentra alguna bastante mala.  
Consulte antes de adquirirla.

## 2. MANUALES

- Manual de Eficiencia Energética Eléctrica en la Industria.  
Centro para el Ahorro y Desarrollo Energético y Minero, S.A.  
2 tomos. Bilbao 1985.
- Manual de Eficiencia Energética Térmica en la Industria.  
Centro para el Ahorro y Desarrollo Energético y Minero. S.A.  
2 tomos. Bilbao 1985.



**4. NORMAS:**

CCONNIE Comité Consultivo Nacional de Normalización de la  
Industria Eléctrica  
CFE Comisión Federal de Electricidad  
CLF Compañía de Luz y Fuerza  
IMSS Instituto Mexicano del Seguro Social  
Normas de Diseño y Construcción  
LSPEE Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica  
NOM Norma Oficial Mexicana (SECOFI)  
NTIE Normas Técnicas de Instalaciones Eléctricas  
LOP Ley de Obras Públicas

**5. INSTITUCIONES INTERNACIONALES.**

IEC International Electrotechnical Commission  
IEEE Institute of Electrical and Electronic Engineers  
IES Illuminating Engineers Society  
ISA Instrument Society of America  
NEC National Electrical Code (1990)  
NEMA National Electrical Manufacturers Association  
NFPA National Fire Protection Association  
SAE Society of Automotive Engineers

**6. REGLAMENTOS:**

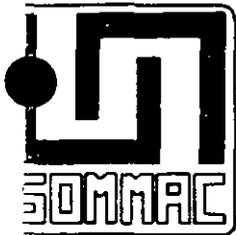
- Normas Técnicas de Instalaciones Eléctricas SECOFI  
- Normas Técnicas de RSLPEE SEMIP  
- Reglamentos de Bomberos  
- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal DDF  
- RLSPEE 30 de mayo de 1991 SEMIP  
Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía  
Eléctrica en Materia de Autoabastecimiento  
- Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas SECOFI

## 7. SOCIEDADES MEXICANAS DE CONSULTA:

AIUME Asociación de Ingnieros Universitarios Mecánicos Electricistas  
AMERIC Asociación Mexicana de Empresas del Ramo de Instalaciones en la Construcción.  
AMIS Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros Sección de Incendios.- Guía (Sección de Incendios)  
CNEC Cámara Nacional de Empresas de Consultoría  
CIME Colegio de Ingenieros Mecánicos Electricistas  
IMDT Instituto Mexicano de Desarrollo Tecnológico  
SMII Sociedad Mexicana de Ingenieros en Iluminación  
SOMMAC Sociedad Mexicana de Mantenimiento, A.C.

### 7.1 REFERENCIAS PARA MANTENIMIENTO:

- Asociación Española de Mantenimiento.
- Associazione Italiana Tecnici di Manutenzione.
- Federació Europea de Societades Nacionales de Mantenimiento EFNMS.  
Japan Institute for Plant Maintenance
- Manuales de Mantenimiento de Fabricantes.
- Society of Logistics Engineers (SOLE)
- SOMMAC Sociedad Mexicana de Mantenimiento, A.C.



**sociedad mexicana de mantenimiento, a.c.**  
SAN FRANCISCO No. 65 COL. SN. PEDRO IZTACALCO, 08230 MEXICO, D. F.  
TEL. 5-90-20-88, 5-90-20-68-5-90-21-50

## SERVICIOS

### A ASESORIA

SOMMAC podrá formar cualquier Grupo interdisciplinario con expertos en las diferentes áreas para proporcionar el Servicio Técnico ó Administrativo necesario para cualquier Empresa.

### B BOLSA DE TRABAJO

SOMMAC cuenta permanentemente con información de Mantenedores disponibles, así como empresas que lo demanda.

### C CAPACITACION

Relación de algunos de los cursos implantados por SOMMAC, los cuales podrán ser impartidos directamente en las empresas.

- CALIDAD TOTAL
- COMPUTACION APLICADA.
- CONTROL
- DESARROLLO ORGANIZACIONAL
- IDIOMAS PARA EJECUTIVOS
- MANTENIMIENTO
- PLANEACION ESTRATEGICA
- PRODUCTIVIDAD
- RELACIONES HUMANAS
- DIPLOMADO DE MANTENIMIENTO:

División de Educación Continua de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, integrado:

MODULO	TEXTO (Libro)
Administración del Mantenimiento	Blanco
Alta Dirección	Amarillo
Mantenimiento Rutinario	Verde
Mantenimiento a Instalaciones	Rojo y Guinda
Ahorro de Energía	Magenta y Morado

- . El texto común en todos los cursos es el Libro Gris.
- . La duración de cada curso es de 40 h.
- . Cada curso es Evaluado en forma independiente mediante una tesina, examen escrito y oral.

#### NOTA:

SOMMAC brinda estos Servicios en cumplimiento de sus objetivos y conservandose como Asociación Civil.



comercial de alta tecnología, s.a.

# **M A N T E N I M I E N T O**

## **I N G E N I E R I A**

- \* ANALISIS DE INGENIERIA
- \* ASESORIA
- \* CONSERVACION DE ENERGIA
- \* CONTROL DE CALIDAD
- \* DIAGNOSTICO

\* MANTENIBILIDAD

## **SISTEMATIZACION / COMPUTARIZACION**

- \* ADMINISTRACION
- \* CONTROL
- \* MANTENIMIENTO PREVENTIVO

## **SUMINISTRO, INSTALACION Y MONTAJE**

- \* MATERIAL ELECTRICO
  - + CONDUCTORES
  - + LAMPARAS
  - + ACCESORIOS
- \* MATERIAL HIDRAULICO Y SANITARIO
- \* PINTURA

## **MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**



## PROBLEMAS DE TUBERIAS

MOVIMIENTOS

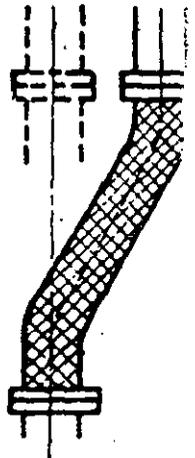
RUPTURAS

VIBRACION

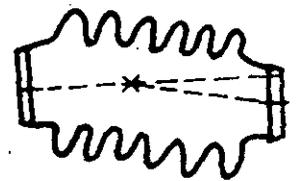
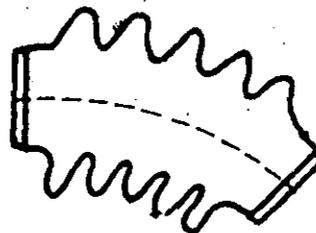
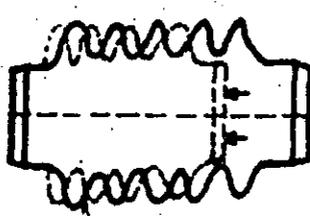
CORROSION

TEMPERATURA

MANGUERAS METALICAS



JUNTAS DE EXPANSION



RESUELVALOS  
CON

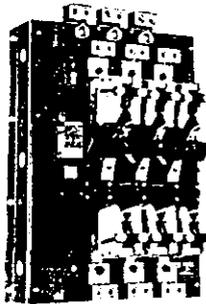
**ERI ASESORIAS Y REPRESENTACIONES TECNICAS**  
AISLAMIENTOS TERMICOS, MANGUERA Y SOLDADURA

AVENIDA 3 #167 San Pedro de los Pinos Tels.: 563-58-23  
MEXICO D.F. 598-86-58  
CP 03800 Fax : 598-18-37

# ASCO®

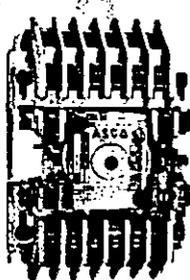
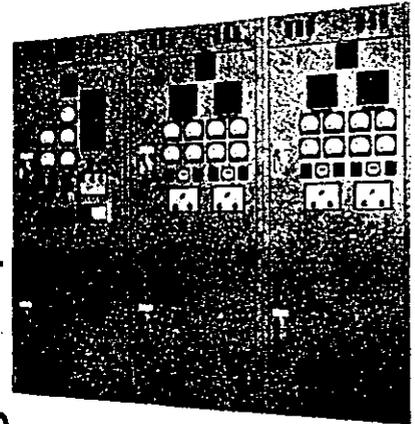
## CONTROLES

**SISTEMAS DE: EMERGENCIA Y RESPALDO  
• COOGENERACION • AHORRO DE PICOS  
DE ENERGIA • POTENCIA PRIMARIA •  
ILUMINACION • MANEJO DE ENERGIA Y  
OTRAS APLICACIONES ELECTRICAS.**



**INTERRUPTORES DE TRANSFERENCIA AUTO-  
MÁTICA • INTERRUPTORES DE TRANSFE-  
RENCIA AUTOMÁTICA DE TRANSICION CE-  
RRADA • INTERRUPTORES DE TRANS-  
FERENCIA AUTOMÁTICA CON BYPASS Y  
AISLAMIENTO • PANELES DE CONTROL CON  
MICROPROCESADOR, REDES DE COMUNI-  
CACION • INTERRUPTORES DE TRANSFEREN-  
CIA NO AUTOMÁTICOS.**

**SISTEMAS DE CONTROL DE FUERZA: CONTROLES DE  
MOTOGENERADORES • SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE  
TRANSFERENCIA • SINCRONIZADORES DE FUERZA ASCO  
• SISTEMAS AUTOMÁTICOS EN  
PARALELO • SISTEMAS SELEC-  
TIVOS DE TRANSFERENCIA DE  
CARGA • TABLEROS AUTOMATI-  
COS DE TRANSFERENCIA PARA  
MEDIANA TENSION • SISTEMAS  
MANUALES EN PARALELO • CON-  
TROLES PARA GENERADORES  
SINCRONOS EN PARALELO •  
CONTROLES PARA GENERADO-  
RES DE INDUCCION EN PARALELO.**



**INTERRUPTORES DE CONTROL REMOTO:  
• CONTROL DE CIRCUITOS DERIVADOS  
• CONTROL DE PANELES DE ILUMINACION  
• CONTROL DE PANELES DE FUERZA  
• CONTROL DE CARGAS MANEJADAS DES-  
DE ESTACION DE CONTROL  
• MONITORES ELECTRONICOS.**

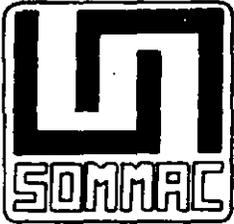
**ASCO** **ascomatica**

C.P. 11700, México, D.F.

Tel: 596 77 41/596 77 46/596 77 54/596 77 58

Oficinas de Ventas: Bosque de Duraznos no. 65 piso  
Fraccionamiento Bosque de las Lomas.

Fax: 596 77



**sociedad mexicana de mantenimiento, a.c.**  
SAN FRANCISCO No. 65 COL. SN. PEDRO IZTACALCO, 06250 MEXICO, D. F.  
TEL. 5-90-20-88, 5-90-20-88-5-90-21-50

## **MANTENIMIENTO RUTINARIO**

**SERIE AE**

**J. AVILA ESPINOSA**

**7**  
**EDICION**  
**14 de agosto de 1993.**

**ADVERTENCIA:**

Se permite la reimpresión de tablas y figuras para su difusión didáctica, no obstante se solicita establecer contacto previo con el autor ó SOMMAC, para verificar el empleo de las últimas versiones, dada la continua actualización del material desarrollado. Favor de mencionar la fuente y dar reconocimiento al Autor.

Las citas y fuentes consultadas y su material proporcionado, está sujeto a las condiciones fijadas por el Autor.

**DERECHOS RESERVADOS:**

Esta publicación no debe ser reproducida en forma alguna por medios gráficos mecánicos o electrónicos o cualquier tipo de grabación, almacenamiento y recuperación de datos, con fines comerciales sin permiso previo del autor.

**PRESENTACION DE TEMAS.**

En este libro se tratan las temas básicos del Mantenimiento Rutinario.

En el texto se ha tratado de aplicar en lo posible la nomenclatura mas usual en el Mantenimiento en México, cuando ésta se considera adecuada, clara y precisa. En otras ocasiones se han adaptado algunos términos para las condiciones de la actividad del Mantenimiento, así como se han adoptado palabras de otras disciplinas. Cuando ha sido necesario, incluso se ha inventado algún término para expresar una actividad, función y/o condición que se presenta en el Mantenimiento. De esta forma se pretende obtener una terminología común, simple, actual y dinámica en el área del Mantenimiento, que se irá enriqueciendo en términos y concretando en su interpretación.

SOMMAC en su Glosario de Términos Técnicos (libro en preparación) irá incorporando los conceptos que representan las palabras y expresiones mas empleadas.

En este libro se han preparado tablas que permiten una fácil búsqueda e identificación de algún concepto, tratando de eliminar al máximo textos innecesarios (paja). En lo posible se presentan las tablas y figuras en las páginas de número par, de forma tal que pueda ser consultado el texto en forma continua.

Los enlistados, tanto en el texto como en las tablas, se efectuaron en forma alfabética, salvo aquellos casos en los cuales era necesario definir un orden, por las características del tema tratado.

## INDICE.

0-1 Presentación del libro		0-01
0-2 Indice		0-02
0-6 Presentación de temas		0-04
	Pags.	5

## MANTENIMIENTO CIVIL.

## C-1 MANTENIMIENTO CIVIL.

1.1 Tareas		1-01
1.2 Fallas		1-05
1.3 Cimentación		1-07
1.4 Asentamientos		1-08
1.5 Fractura		1-08
1.6 Humedad		1-09
1.6 Mantenimiento Mayor		1-09
	Pags	10

## C-2 PREVENCIÓN EN SINIESTROS

2.1 Revisión periódica de estructuras		2-01
2.2 Precauciones en siniestros		2-03
2.3 Trabes de concreto		2-05
2.4 Columnas de concreto		2-06
2.5 Losas de concreto		2-06
2.6 Estructuras de acero		2-07
2.7 Cimentaciones y hundimientos		2-07
2.8 Muros		2-08
2.9 Nivelaciones		2-08
	Pags.	8

## C-3 IMPERMEABILIZACIÓN.

3.1 Cubrir		3-01
3.2 Repele o impermeabilizar		3-02
3.3 Deslizamiento		3-03
3.4 Impermeabilizar		3-05
	Pags.	5

## MANTENIMIENTO MECANICO.

### M-1 MANTENIMIENTO MECANICO.

1.1 Problemas mecánicos comunes	1-01
1.2 Soportería	1-03
1.3 Soportería (complemento)	1- 07
1.4 Tornillería	1-13
1.5 Trincheras	1-15
1.6 Problemas y soluciones en extracción y ventilación	1-17
Pags.	17

### M-2 LUBRICACION.

2.1 Introducción a la lubricación	2-01
2.2 Parámetros que afectan a la lubricación	2-05
2.3 Contaminantes	2-07
2.4 Características de los lubricantes	2-09
2.5 Tipos de lubricantes	2-13
2.6 Elección de un lubricante	2-13
2.7 Grasas lubricantes	2-13
Pags.	15

### M-3 SOLDADURA.

3.1 Soldadura autógena	3-01
3.2 Soldadura de arco	3-07
3.3 Soldadura por resistencia	3-15
Pags.	19

### M-4 VIBRACIONES.

4.1 Introducción	4-01
4.2 Vibración	4-01
4.3 Equipo de medición	4-09
4.4 Control de la vibración	4-12
Pags.	13

J.Avila Espinosa

## RECUBRIMIENTOS.

### R-1 PROTECCION CONTRA LA CORROSION.

1.1 Definición		1-01
1.2 Principios de la teoría		1-01
1.3 Formas de la corrosión		1-03
1.4 Corrosión galvánica y uniforme		1-05
1.5 Corrosión por erosión		1-06
1.6 Corrosión por agrietamientos		1-07
1.7 Corrosión por picadura		1-08
1.8 Corrosión por exfoliación y disolución selectiva		1-08
1.9 Corrosión intergranular o intercrystalina		1-08
1.10 Corrosión de fractura por tensión		1-09
1.11 Química y electro química de la corrosión		1-09
1.12 Productos de corrosión		1-13
1.13 Electroquímica de la corrosión		1-13
1.14 Protección contra la corrosión		1-17
1.15 Clasificación de ambientes		1-19
	Pags.	20

### R-2 PINTURA.

2.1 Definición		2-01
2.2 Funciones		2-01
2.3 Tipos de pintura		2-03
2.4 Composición de la pintura		2-03
2.5 Pintura comunes		2-07
2.6 Preparación de superficies		2-07
2.7 Igualación de colores		2-07
2.8 Especificaciones de pinturas		2-08
2.9 Color		2-08
2.10 Pintura en superficies metálicas		2-09
2.11 Madera		2-21
2.12 Mampostería		2-21
	Pags.	21

## SERVICIO.

### S-1 LIMPIEZA

1.1	Generalidades	1-01
1.2	Tipos de limpieza	1-03
1.3	Métodos y requerimientos de limpieza	1-05
1.4	Equipos	1-07
1.5	Artículos de aseo	1-09
1.6	Programas de limpieza	1-11
1.7	Supervisión	1-13
1.8	Desinfección	1-15
	Pags.	19

### S-2 PLAGAS Y ROEDORES.

Pags.	3
-------	---

### S-3 JARDINERIA.

3.1	Proyecto del jardín	3-01
3.2	Trasplante	3-05
3.3	Tipos de árboles y arbustos	3-07
3.4	Plantas para interiores	3-09
3.5	Ejecución de trabajos	3-13
3.6	Mantenimiento en jardinería urbana	3-13
3.7	Clasificación de pastos	3-15
3.8	Fertilizantes y fumigación	3-15
3.9	Rendimientos	3-17
3.10	Herramientas	3-17
	Pags.	27

J. Avila Espinosa

### PRESENTACION DEL LIBRO.

Este Libro Verde, Mantenimiento Rutinario, tiene como objetivo presentar en forma resumida los conceptos sobre los cuales se desarrolla esta actividad básica para el desempeño de las demás tareas del Mantenimiento.

Se le denomina el Libro Verde como una forma simple de darlo a conocer y se complementa con otros libros de la serie AE, sobre el tema de Mantenimiento escritos dentro de la Sociedad Mexicana de Mantenimiento, A.C. (SOMMAC). Con la aportación de usted, ilustre lector, se continuará integrando esta serie, que refleja los logros del mantenimiento en México.

Este libro en su séptima edición comprende los temas que se han incluido en los cursos de "Mantenimiento Industrial Aplicado" y "Mantenimiento Rutinario" que se han impartido en la División de Educación Continua de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), desde el año de 1983 y en la cual se ha tenido el apoyo del M.I. Gabriel Moreno Pecero.

Quiero hacer patente mi reconocimiento a los diferentes especialistas que han colaborado en la realización de este libro, con la aportación de conceptos y apuntes preparados para las diferentes conferencias que se han presentado en este curso, destacando:

Ing. Rubén Avila Espinosa	Ing. Fernando Carrillo Basurto
Ing. Jorge del Olmo Figueroa	Dr. Víctor Manuel Espinosa y de León
Ing. Manuel Guerrero Fernández	Ing. Sergio González Broca
Arq. Francisco Herrera Fdez.	Ing. Jesús Herrera Fernández
Ing. Flavio Márquez Orozco	Arq. Alfredo Ortiz Sánchez
Ing. José Pequeño Garza	Sra. Lilia Velázquez Arcos

La integración de estos apuntes ha contado con la eficiente participación de la futura ingeniero Verónica Avila Chavero.

Jesús A. Avila Espinosa.

14 de agosto de 1993.

## CAPITULO 1

**MANTENIMIENTO CIVIL \*.**

El Mantenimiento Civil contempla las tareas a desarrollar en una Obra para cuidar su adecuada:

- Seguridad
- Operación
- Presentación

Aunque en general el costo de inversión de la obra civil es mas importante que otras especialidades (Libro Gris), su Mantenimiento es menos importante.

Debe considerarse que el Mantenimiento Civil se realiza a un elemento estático, en el que se tienen fundamentalmente áreas de:

- Albañilería
- Impermeabilización
- Prevención en sismos.

El Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (REC) establece lineamientos para el uso, operación y el Mantenimiento (título 8).

El Mantenimiento Civil a una Obra construido (terminado) requiere de Ingeniería (tabla 1.1), en la que se considera básicamente:

**1.1 TAREAS.****1.1.1 SERVICIO.**

Esta tarea del Mantenimiento Rutinario se considera normalmente:

- Acabados y recubrimientos
- Albañilería:
  - . Limpieza
  - . Resane
  - . Pintura (ej.: tabla 1.2)
- Impermeabilización

\* Este capítulo ha tomado como referencia los apuntes y comentarios del Ing. Jorge del Olmo F. y el Ing. José Manuel Zamudio R., quienes han participado como conferenciantes de este tema en los diferentes cursos que ha impartido SOMMAC.

Tabla 1.1

ACTIVIDADES DE INGENIERIA.

- Clasificar los trabajos por:
  - . Tipo
  - . Orden de importancia.
- Establecer las secuencias del trabajo  
(p.ej.: no se puede pintar sin antes reparar grietas en los muros y esto, a la vez, si es un problema de cimentación, estructura o humedad, primero hay que reparar el origen del problema).
- Elaboración de especificaciones de materiales
- Elaboración de procedimientos de construcción.
- Selección de materiales:
  - . Marca
  - . Proveedor
  - . Volumen requerido
  - . Presentación
  - . Costo

Tabla 1.2

FRECUENCIA PROMEDIO DE REPINTADO.

PINTURA	FRECUENCIA
- Vinílicas	anual
- Acrílicas	anual
- Latex	cuatrienio
- Epóxico	lustro

### 1.1.2 CAMBIO.

Es poco frecuente la realización de esta tarea en obra civil en el desarrollo normal del Mantenimiento, debido a que por lo general se aprovecha esta tarea para efectuar las adecuaciones.

Algunas ocasiones por "moda" se remplaza la herrería (puertas y ventanas), vidrios y acabados (fachadismo).

También se tienen remodelaciones por conveniencia de mercado.

### 1.1.3 REPARACION.

Desafortunadamente las reparaciones de la obra civil normalmente no es una tarea de rehabilitación del deterioro natural de la construcción y solo se aplica como:

- . Consecuencia de un deterioro muy notable
- . Presiones de las autoridades
- . Siniestros
- . Cambio de giro de la Obra.
- . Demolición de las Obras (titulo 10)  
Esta es una tarea que podría incluirse como actividad final del Mantenimiento, en que se debe de considerar la recuperación de materiales.

### 1.1.4 INSPECCION.

Esta tarea aplicable a todas las partes del inmueble, no se le ha dado la importancia que tiene y solo se realiza como:

- Consecuencia de fallas, en muchos casos catastróficas
- Afloramiento a través de los acabados y cuando éstos reflejan una mala apariencia.

El REC establece en su art. 40, que se requiere de un Director Responsable de Obra (DRO) que tiene entre sus obligaciones:

- Operación y Mantenimiento bajo su responsabilidad.
- Seguridad y Operación mediante su visto bueno.
- Manual de Operación y Mantenimiento (art. 284)

Debe efectuarse una inspección anual, considerando los conceptos enlistados en la tabla 1.3. El REC establece que se requiere para la operación de la Obra la inspección periódica del Director Responsable de la Obra y el Corresponsable de Obra Estructural (tabla 1.4), adicional a los correspondientes en las áreas de Arquitectura e Instalaciones.

Tabla 1.3

**INSPECCION.**

- CIMENTACION.
- ESTRUCTURAS
- COLUMNAS
- TRABES
- MUROS
- AZOTEAS
- HERRERIA
  - Puertas
  - Ventanas

Tabla 1.4

**FORMA DE INSPECCION ESTRUCTURAL.**

- Visual (recorrido)
- Calas en la cimentación
- Nivelación (correr niveles diferenciales)
- Testigos.
- Instrumentación

J.Avila Espinosa

Las autoridades (Departamento del Distrito Federal, en su caso) ejercerán las funciones de inspección y vigilancia de las obras (título 13), debiendo revisar entre otros conceptos el que la Obra sea utilizada total o parcialmente para un uso diferente al autorizado (art. 338, c.II).

En México se están realizando una serie de cambios profundos en la normalización, con miras al Tratado de Libre Comercio (TLC), que habrá de considerar enb el Mantenimiento.

#### 1.1.5 MODIFICACION.

Frecuentemente en las obras civiles se tienen tareas de modificación, originadas por conceptos de arquitectura y/o diseño, en función de:

- . Cambio de gusto del usuario
- . Aparición de nuevos materiales en el mercado
- . Aspectos comerciales
- . Cambio de giro (función) de la obra.

Las obras de ampliación y mejoramiento se deberán efectuar conforme al título 9 (art. 287 a 289).

#### 1.1.6 ACTIVIDADES SUSTANTIVAS.

Dentro de estas actividades se tienen:

- Administración del Mantenimiento.
  - Planeación
  - Programa de inspección (tabla 1.1)
  - Control
    - . Avances
    - . Estimaciones
- Ingeniería:  
Ver tabla 1.1.

#### 1.2 FALLAS.

Las fallas posibles que se presentan en las Obras deben ser estudiadas para su prevención y en el caso de que se hubieran presentado para su corrección. Estas fallas son:

##### 1.2.1 ERRORES DE ORIGEN.

Las características de este tipo de fallas son:

- . Estos errores son difíciles de detectar y normalmente solo se identifican por su afloramiento o mediante la inspección regular y muy profesional.
- . Su erradicación es costosa.

ELIMINACION DE HUMEDAD EN MUROS.

ALTERNATIVA 1: REMOCION DEL SALITRE.

1. Remover aplanados afectados.
2. Ranurar en la base del muro, por arriba de la cimentación, con una altura de 1 tabique y longitud de 1.0; completar el perímetro en forma alternada (se ranura un tramo y se deja otro tramo).
3. Proceder a colocar un impermeabilizante en frío con refuerzo de polietileno
4. Rellenar otra vez con tabique en mortero arena-cemento y aditivo expansivo  
Se sugiere bañar el área afectada posteriormente con una porción de 1:3 de ácido muriático:agua para frenar el salitre; éste es alcalino y con el ácido se neutraliza. En ocasiones se adiciona petróleo.
5. Completar el total del perímetro, repitiendo el procedimiento descrito, en zonas alternadas.
6. Dejar que se seque perfectamente el remiendo.
7. Proceder a colocar el aplanado o enyesado.

ALTERNATIVA 2: DRENADO.

1. Remover aplanados afectados.
2. Perforación del muro para dar salida fácil a la humedad con barrenos inclinados ( $30^\circ$ ), diámetro 16 mm y en y tresbolillo.
3. Proceder a colocar el aplanado o enyesado.

NOTA:

Pueden aplicarse las diferentes alternativas en forma combinada.

. Estos errores pueden ser por:

- . Diseño
- . Construcción:
  - . Mano de Obra
  - . Materiales
  - . Procedimientos

#### 1.2.2 MODIFICACION DE LA CARGA DEL EDIFICIO:

Este es un error muy frecuente de operación, como consecuencia del cambio de función de la Obra, sin revisar los criterios de cálculo (límite y distribución de la carga), que de no respetarse se está trabajando sobre los factores de seguridad.

#### 1.2.3 MANTENIMIENTO INADECUADO.

El deterioro natural de la Obra, sin Mantenimiento, es muy acelerado y frecuentemente es irreversible.

Así se crean condiciones inseguras.

#### 1.2.4 SINIESTROS.

Estos se producen a causa de la presencia de:

- Explosión
- Incendio
- Sismo
- Exceso de luvias (se reblandecen las Obras).

#### 1.2.5 ASENTAMIENTOS,

Este tipo de problemas se presenta por:

- Afectaciones (construcciones próximas)
- Problemas geológicos e hidrológicos
- Reblandecimiento del terreno

### 1.3 CIMENTACIONES

Para dar mantenimiento a la cimentación de la Obra se debe:

- Identificación del tipo:
  - . Pilote de punta
  - . Pilote de fricción
  - . Zapata aislada
  - . Zapata corrida
  - . Losa
  - . Dalas
  - . Mampostería

#### 1.4 ASENTAMIENTOS.

El asentamiento de la cimentación, parcial o total, se detecta generalmente por que producen:

- Cuarteaduras en muros,
- Roura de vidrios
- Dificultad en la herrería (endurecimiento) en la operación de puertas y ventanas por su descuadre.
- Fugas de agua (rotura de tuberías).

La secuencia sugerida para estos casos es:

- Efectuar una verificación física para determinar el lugar donde se originó el asentamiento.
- Diagnosticar el origen del asentamiento:
  - . Reblandecimiento por humedad (tubería o drenaje roto, nivel freático o exceso de humedad en la zona, etc.)
  - . Mala compactación del terreno natural
  - . Desplazamiento.
- Solución del problema:  
Generalmente ésta puede ser:
  - . Proceder en el punto crítico a erradicar el problema causa.
  - . Definir el tipo de cimentación adicional a construir, p.ej.: a partir del terreno firme construir una zapata de concreto (en función del peso por soportar).
  - . Construcción de una columna con expansor, para que al momento de cargar la estructura afectada aumente unos milímetros su volumen y restituya el desnivel.
  - . Restaurar los acabados del inmueble.

#### 1.5 FRACTURA.

Cuando se detecta una fractura se deberá consultar al Responsable de Obra, quien deberá estar consciente de la causa que originó la fractura, así como de la forma de repararla y responder legalmente por el dictamen que emita.

Adicionalmente se debe obtener la asesoría de un experto estructurista (no calculista), que avale el dictamen del Responsable de Obra. Esto representa para le empresa una medida de seguridad y de respaldo al DRO, en caso de falta de conocimientos y/o experiencia de éste y en el peor de los casos de su falta de ética y honestidad.

Después de reparar, proceder a restaurar muros y acabados para dar una buena apariencia al inmueble.

Dejar testigos en zonas especiales y checar nivelaciones cada 15 días por espacio de un año.

J.Avila Espinosa

### 1.6 HUMEDAD.

Este es un problema muy frecuente en las construcciones, por lo cual debe estudiarse y analizarse.

Una condición que se presenta con regularidad es en la cual la humedad sube por capilaridad a lo largo de las juntas de la cimentación hasta llegar al tabique, el cual al estar pegado con cal, arena y cemento, donde se produce una reacción química que forma el llamado salitre.

El salitre es una sustancia que al contacto con el agua se fortalece y disemina por todo el muro, desplazando aplanados, yeso, pintura y dando un pésimo aspecto y carcomiendo el mismo muro. Los problemas del salitre pueden resolverse mediante:

- Causa: humedad interna o humedad externa (como en un jardín, una fuente, pared donde escurre la lluvia, etc.).

Solución:

Eliminar el origen de la humedad.

Corregir los daños mediante la remoción de los aplanados y acabados afectados hasta dejar al descubierto el tabique y/o material base del muro, para después aplanar hasta la base de la cimentación con un mortero, con aditivo impermeable, integral o similar.

Si la humedad es acción del nivel freático:

- . Hacer excavaciones periféricas de desvío y/o bombeo.
- . Procede de la forma descrita en al tabla 1.5, si no se puede atacar fácilmente.

### 1.7 MANTENIMIENTO MAYOR.

Este tipo de mantenimiento se requiere a causa de fallas originadas por daños sufridos por meteoros naturales: sismo, ciclón, tromba, etc.

Este aspecto es delicado y requiere del consejo y peritaje para determinar el procedimiento para lograr estabilizar la construcción, así como la autorización oficial para su ejecución.

Para efectuar este tipo de mantenimiento debe ser analizado el costo de la Obra, nivel de seguridad obtenido, tiempo de ejecución y medidas colaterales para su desarrollo.

Si resulta técnica y económicamente adecuado el mantenimiento propuesto se deberá efectuar mediante un programa detallado, que considere desde la forma de preparar todos los elementos para la reparación, las afectaciones a los usuarios, su control y monitoreo preciso de ejecución en el orden establecido.

Reporte \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

INSPECCION INTEGRAL DE MANTENIMIENTO

Empresa \_\_\_\_\_

Domicilio \_\_\_\_\_

Elaboró \_\_\_\_\_

Datos generales:

Terreno _____ m <sup>2</sup>	Edificios _____	Edif.	Pisos	m <sup>2</sup>
Propietario _____		A	_____	_____
Construído en _____		B	_____	_____
Estado general: Malo ( ), Regular ( ) Bueno ( )		C	_____	_____
		O	_____	_____

01 ARREGLO DE CONJUNTO

- .010 Accesos carreteros
- .020 Accesos peatonales
- .030 Accesos ferroviarios
- .040 Andadores
- .100 Estacionamientos
- .200 Jardines
- .300 Mobiliario
- .400 Instalaciones deportivas
- .500 Ornato
- .600 Señalización
- .700 Riego
- .800 Alumbrado
- .900 Caseta de vigilancia

02 OBRA CIVIL

- .100 Cimentación
- .101 Cimentación general
- .102 Nivelación
- .103 Contratraveses
- .104 Zapatas
- .105 Losas de sotano
- .110 Muros de contención
- .120 Banquetas
- .200 Estructura
- .201 Verticalidad
- .202 Horizontalidad de la base
- .203 Columnas
- .204 Trabes
- .205 Losas
- .206 Techos
- .221 Muros exteriores
- .222 Muros interiores



- .230 Juntas de construcción
- .240 Escaleras
- .250 Elevador
- 0.300 Impermeabilización
- 0.310 Pisos
- 0.320 Muros
- 0.330 Techos
- 0.340 Tragaluces

03 ARQUITECTURA

- M.100 Pisos
- 0.101 Cemento
- 0.102 Mosaico
- 0.103 Granito
- 0.104 Terrazo
- 0.105 Marmol
- 0.106 Cerámica
- 0.107 Adoquín
- 0.108 Loseta vinílica
- 0.109 Linoleum
- 0.111 Zoclos
- 0.112 Sardineles
- 0.121 Cintas antiderrapantes
- 0.131 Tapas
- 0.141 Protecciones
- M.200 Techos
- 0.201 Cemento
- 0.202 Yeso
- 0.202 Tapiz
- 0.250 Plafón
- M.300 Muros
- 0.301 Cemento
- 0.302 Yeso
- 0.310 Tapiz
- M.400 Herrería
- 0.410 Puertas
- 0.420 Ventanas
- 0.430 Barandales
- 0.440 Rejas
- M.500 Carpintería
- 0.510 Puertas
- 0.520 Ventanas
- 0.530 Barandales
- 0.540 Rejas
- 0.550 Canceles
- 0.560 Lambrines
- M.600 Varios
- 0.610 Cerrajería
- 0.620 Vidriería
- 0.630 Cortinas
- 0.640 Alfombras
- 0.650 Protecciones
- 0.660 Letreros
- 0.670 Señalamiento

Nota: Ver pag. 2.19 de clasificación de áreas para la complementación de este reporte.

## CAPITULO 2

**PREVENCION EN SINIESTROS.****2.1 REVISION PERIODICA DE ESTRUCTURAS.**

Normalmente, el mantenimiento de edificios, considera exclusivamente los aspectos de operación (instalaciones) y de presentación (acabados), olvidando la estructura, cuyos problemas pueden abarcar desde el daño de elementos secundarios o decorativos hasta el colapso total.

En el mantenimiento de toda estructura debe efectuarse su Inspección. Esta tarea es una revisión periódica que permita detectar fallas para evitar problemas mayores ante la aparición de un fenómeno físico de efectos destructivos como: sismos, huracanes, remolinos, inundaciones, corrientes hidráulicas, ventarrones, incendios, sobrecargas, etc.

Para esta Inspección se debe contar con el Proyecto Estructural:

**2.1.1 PLANOS ESTRUCTURALES DE OBRA FINAL (pof):**

Los pof (as built) son los planos de proyecto con los cambios y modificaciones efectuados durante la Obra.

La supervisión de la Obra debe de elaborar los pof, vaciando en éstos las condiciones reales finales de la Obra y que pueden diferir de los de proyecto. Adicionalmente debiera tenerse la bitácora que relaciona y documenta dichas modificaciones.

Por otra parte, en ocasiones se realizan uno o más proyectos preliminares completos antes de iniciar la construcción o se utilizan planos no completos para los trámites de licencias y se toman por buenos al entregar la Obra. Estos planos no son reales, pues no reflejan las características de la construcción y por lo tanto son inadecuados para la Inspección.

\* Este capítulo ha tomado como referencia los apuntes y comentarios del Ing. Fernando Carrillo B. y el Ing. José Manuel Zamudio R., quienes han participado como conferenciantes de este tema en los diferentes cursos que ha impartido SOMMAC.

Tabla 2.1

**PROCEDIMIENTO DURANTE UN SINIESTRO**

- **CAPACITACION:**  
Todo el personal debe actuar conforme a los procedimientos establecidos previamente a través de la capacitación:
  - . Teórica y
  - . Práctica (zafarrancho de emergencia).
  
- **ACCION:**  
Todo el personal debe actuar (el movimiento se demuestra andando), conforme a instrucciones emitidas en forma:
  - . Clara, no debe haber lugar a malos entendidos
  - . Contundente; es la opción a seguir sin duda. Concreta, sin buscar explicaciones innecesarias.
  - . Ordenadas de acuerdo a una secuencia.
  
- **AUTORIDAD:**  
Todas las acciones deben ser efectuadas conforme a las instrucciones emitidas, no son elementos de discusión en ese momento y deben ser acatadas.
  
- **CONTROL:**  
La retroalimentación de la ejecución de las medidas emitidas y su ejecución, deben ser conocidas por los directivos de la Empresa. para saber de su efectividad.
  
- **SERENIDAD:**  
Las acciones bajo Control permiten actuar conforme al tiempo necesario para su desempeño (oportuno); no atropellar las medidas emitidas y dar el tiempo para su ejecución.
  
- **SUSPENSION:**  
Generalmente se suspenden los servicios eléctricos e hidráulicos de las redes generales y los de combustible para minimizar riesgos adicionales.

Estas suspensiones son planeadas previamente y determinadas las fuentes alternas del suministro seguro de estos servicios.

- . No use los elevadores, normalmente se suspende la energía eléctrica y se quedará atrapado.
  
- . En caso de temblores, resguárdese bajo marcos estructurales (puertas) y si estima que en 50 s (caso de la ciudad de México), a partir de la alarma, desaloje el edificio.

### 2.1.2 PLANOS ESTRUCTURALES DE OBRA ACTUALIZADOS (poa).

Los poa son los planos de obra final (pof) en los cuales se han ido incorporando los cambios y modificaciones efectuados durante la vida de la construcción y que reflejan la estructura real actual.

### 2.1.3 MEMORIA ESTRUCTURAL DE CALCULO (mec):

En ésta se debe consultar los criterios de cálculo aplicados, factores de seguridad, limitantes y capacidad disponible.

### 2.1.4 BITACORA (bo):

Conforme al Reglamento de Construcciones para el DF, existe la obligación para el responsable de Obra y el correponsable estructural de llevar una bitácora, que relaciona y documenta las modificaciones.

La Supervisión de la obra debe de elaborar los pof, vaciando en éstos las condiciones reales finales de la obra y que difieren de los de proyecto.

## 2.2 PRECAUCIONES EN SINIESTROS.

El personal de Mantenimiento, por su conocimiento de los edificios, equipos e instalaciones de la Empresa, así como responsable normalmente de la seguridad y protección, le corresponde la autoridad en los casos de siniestro.

Por lo tanto, mantenimiento debe determinar:

- Procedimientos (tabla 2.1)
- Precauciones durante el siniestro:
- Medidas posteriores al siniestro:
  - . Recuperar la calma del personal
  - . Restablecer la autoridad formal
  - . Inspección visual general del estado del inmueble.
- Restablecer los servicios:
  - . Energía eléctrica
    - . Alumbrado
    - . Fuerza
  - . Hidráulica
    - . Bombeo
  - . Combustible

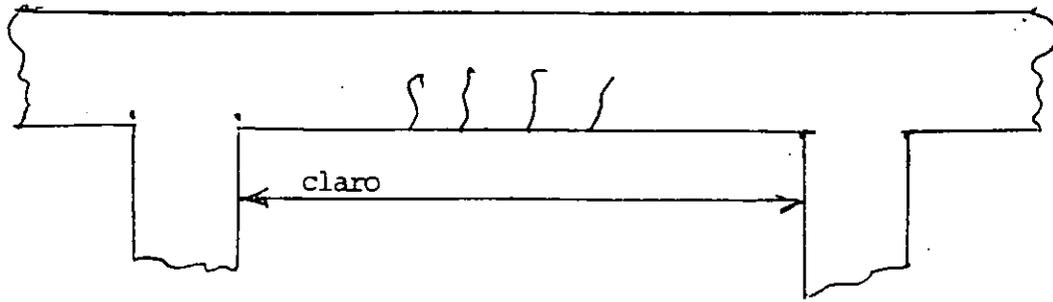


Fig. 2.1

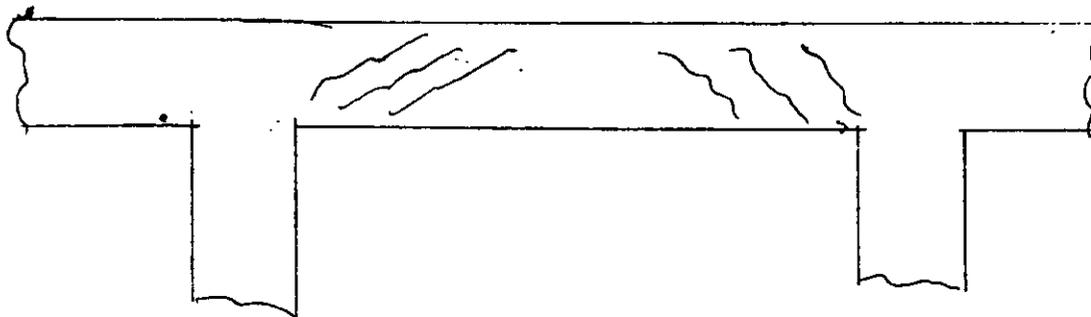
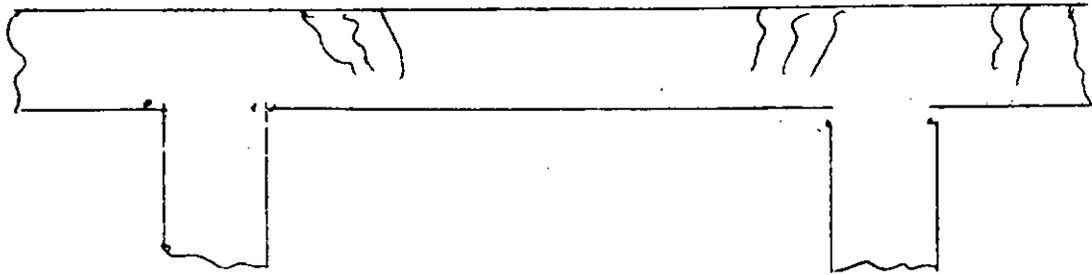


Fig. 2.2

En zonas altamente sísmicas, como es la ciudad de México, es conveniente contar con el auxilio de personas capacitadas para determinar el grado de gravedad de los daños ocasionados por sismos.

Después de un sismo, por leve que sea, se debe efectuar:

- Revisión de:

- . Elementos estructurales: trabes, columnas y muros.
- . Elementos secundarios bardas, pretilas, pisos, tanques elevados, cisternas, así como a todos aquellos elementos que sin ser parte integrante de la estructura pueden significar un peligro para las personas, como son: cancelas, muros divisorios, plafones, vidrios, antenas, etc.

- Apuntalamientos provisionales:

- . Cuando se observa alguna falla en un elemento estructural (columnas, trabes), se debe apuntalar desde la cimentación en toda el área de influencia;
- . Cuando se trate de falla en trabes se puede apuntalar con polines de madera, desde el nivel del problema hasta el terreno de desplante;
- . Si la falla ocurre en una columna, el apuntalamiento deberá ser en las trabes que concurren a ella, con elementos metálicos, de preferencia de sección cuadrada desde la cimentación hasta la azotea.

## 2.3 TRABES DE CONCRETO

En trabes de concreto se pueden presentar varios tipos de falla:

### 2.3.1 FALLA DE FLEXION.

Este tipo de falla es gradual y por lo general no es motivo de colapso de la estructura. Se manifiesta por pequeñas grietas sin llegar a la cara opuesta. (Fig. 2.1).

- . En el lecho inferior al centro del claro
- . En el lecho superior cerca de los apoyos.

Acompañado de estas grietas, se tienen deflexiones al centro del claro de la trabe; un límite de relación aceptable para estas deflexiones, cuando estas no se incrementan con el tiempo es del orden de 1400 (deflexión entre claro).

### 2.3.2 FALLA POR ESFUERZO CORTANTE.

Se manifiesta por grietas diagonales cerca de los apoyos y es debida a falta de estribos (Fig. 2.2). Este tipo de falla es súbita y puede provocar el colapso de la estructura.

### 2.3.3 FALLA POR DEFECTOS DE COLADO.

Es muy común y se manifiesta por hoquedades en la superficie del concreto; esta falla puede ocasionar la corrosión del acero de refuerzo y la aparición de otro tipo de problemas.

## 2.4 COLUMNAS DE CONCRETO.

### 2.4.1 FALLA POR COMPRESION:

Se manifiesta por grietas diagonales en las cuatro caras de la columna; es muy peligrosa y motivo de apuntalamiento de la estructura y reparación inmediata.

### 2.4.2 FALLA POR FLEXION:

Se manifiesta por grietas horizontales, por lo general cerca de los extremos inferior o superior.

### 2.4.3 FALLA POR DEFECTOS DE COLADO:

Se manifiesta por hoquedades y tienen las mismas consecuencias que las trabes.

### 2.4.4 FALLA POR COLOCACION DE ESTRIBOS:

Se manifiesta por pequeñas grietas horizontales, todo el rededor de la columna y coincidiendo con el estribo; esto se debe a falta de recubrimiento y no es de peligro.

### 2.4.5 FALLA POR RANURAS:

Esto es muy común en columnas, al ranurado no previsto para la colocación de tubería o cajas de las instalaciones, que se resanan con mezcla.

## 2.5 LOSAS DE CONCRETO

La principal falla de las losas es la debida a flexión, acompañada generalmente por deflexiones, que se manifiesta por:

- Grietas en el lecho inferior al centro del claro y en las esquinas.
- Grietas en el lecho superior cerca de los apoyos.

En todos los casos de falla de algún elemento de la estructura es conveniente consultar con un Especialista del ramo antes de efectuar cualquier reparación. Si la falla se presenta en varias columnas (más del 20% de ellas) es necesario desalojar el edificio y esperar el dictamen de un Especialista después de efectuar el apuntalamiento provisional.

## 2.6 ESTRUCTURAS DE ACERO.

En estructuras remachadas o atornilladas se puede presentar el problema de que se aflojen o degüellen los pernos de conexión. En ocasiones sólo una inspección detallada los detecta.

En estructuras soldadas, las conexiones y ensambles deben ser revisados especialmente.

En caso de existir tensores es muy frecuente que no tengan la tensión adecuada y por lo tanto no empiecen a trabajar hasta que la estructura está muy deformada.

En todos estos casos la falla es súbita y sus consecuencias pueden ser muy graves.

En estas estructuras lo mas importante es evitar la corrosión mediante pintura adecuada.

## 2.7 CIMENTACIONES Y HUNDIMIENTOS

Es conveniente conocer el tipo de cimentación de la estructura, que puede ser:

- Zapatas aisladas de concreto
- Zapatas corridas de concreto, que pueden estar o no rigidizadas con travesaños.
- Losa de cimentación de contravirlos
- Cimientos de piedra o de concreto
- Pilas o pilotes

El tipo de falla mas común es el debido a hundimientos diferenciales debidos a compresión no uniforme del terreno.

Estas fallas se manifiestan por desplomes del edificio, hundimientos del piso, grietas en los muros o en las travesaños de la estructura.

Siempre que aparezcan estos síntomas es necesario consultar con un Especialista, porque pueden ser causa de daños irreparables a la larga.

## 2.8 MUROS

En los muros se pueden presentar grietas en diferentes direcciones.

- Grietas verticales:

Se pueden deber a la presencia de instalaciones hidráulicas o eléctricas ocultas, que generalmente no tienen importancia estructural.

- Grietas horizontales:

Pueden ser por empujes laterales o esfuerzos por cambios de temperatura. También pueden deberse a instalaciones ocultas. Tienen que ser revisadas por un Especialista.

- Grietas inclinadas:

Se deben a hundimientos del suelo o deflexiones de las losas o trabes que las sustentan.

Estos hundimientos o deflexiones son en dirección perpendicular a la grieta.

Es conveniente también en estos casos la intervención de un Especialista para su diagnóstico y en todo caso su reparación.

## 2.9 NIVELACIONES

En cualquier edificio es de gran utilidad conocer su comportamiento mediante un registro de nivelaciones periódicas que pueden tener un intervalo desde un mes hasta uno o varios años, dependiendo del:

- Tipo de estructura
- Altura sobre el nivel de desplante
- Condiciones del subsuelo
- Edificios colindantes
- Uso del inmueble
- Sismos

Es conveniente revisar la nivelación del edificio después que se haya presentado un sismo.

## CAPITULO 3

**IMPERMEABILIZACION**

La importancia de la protección de un inmueble del agua de lluvia radica en que la humedad, las goteras y filtraciones afectan cualquier acabado, lo manchan, lo desprenden, lo llenan de moho, además de la molestia del goteo y la destrucción del recubrimiento y posiblemente au base.

Para proteger un inmueble del paso del agua, no únicamente de lluvia, se tienen básicamente los siguientes Sistemas:

- Evitar
  - . Cubrir
  - . Desviar
- Deasalojar
- Deslizar
- Impermeabilizar

Desde el proyecto se debe determinar la forma de llevar a cabo esta protección, mediante un solo Sistema o la combinación de dos o mas de ellos.

Deben considerarse para esta protección los problemas de:

- Condensaciones,
- Capilaridad y
- Flujo del agua.

Este será a lo largo de los caminos de menor resistencia.

**3.1 EVITAR.**

La mejor y mas simple forma de protección contra el paso del agua es evitar ésta, sin embargo esto no siempre es posible.

La forma de buscar esta solución es:

**3.1.1 CUBRIR.**

Si se logra tener una cubierta que impida en forma total y efectiva el paso del agua, se resuelve el problema.

Un techado puede contar con una cubierta por encima de éste que evite el contacto del agua con el techado. Por ejemplo: el techado deteriorado de una Obra puede ser protegido con una cubierta de lámina, teja o cualquier otro elemento

Ladrillo 6 Impermeabilizante

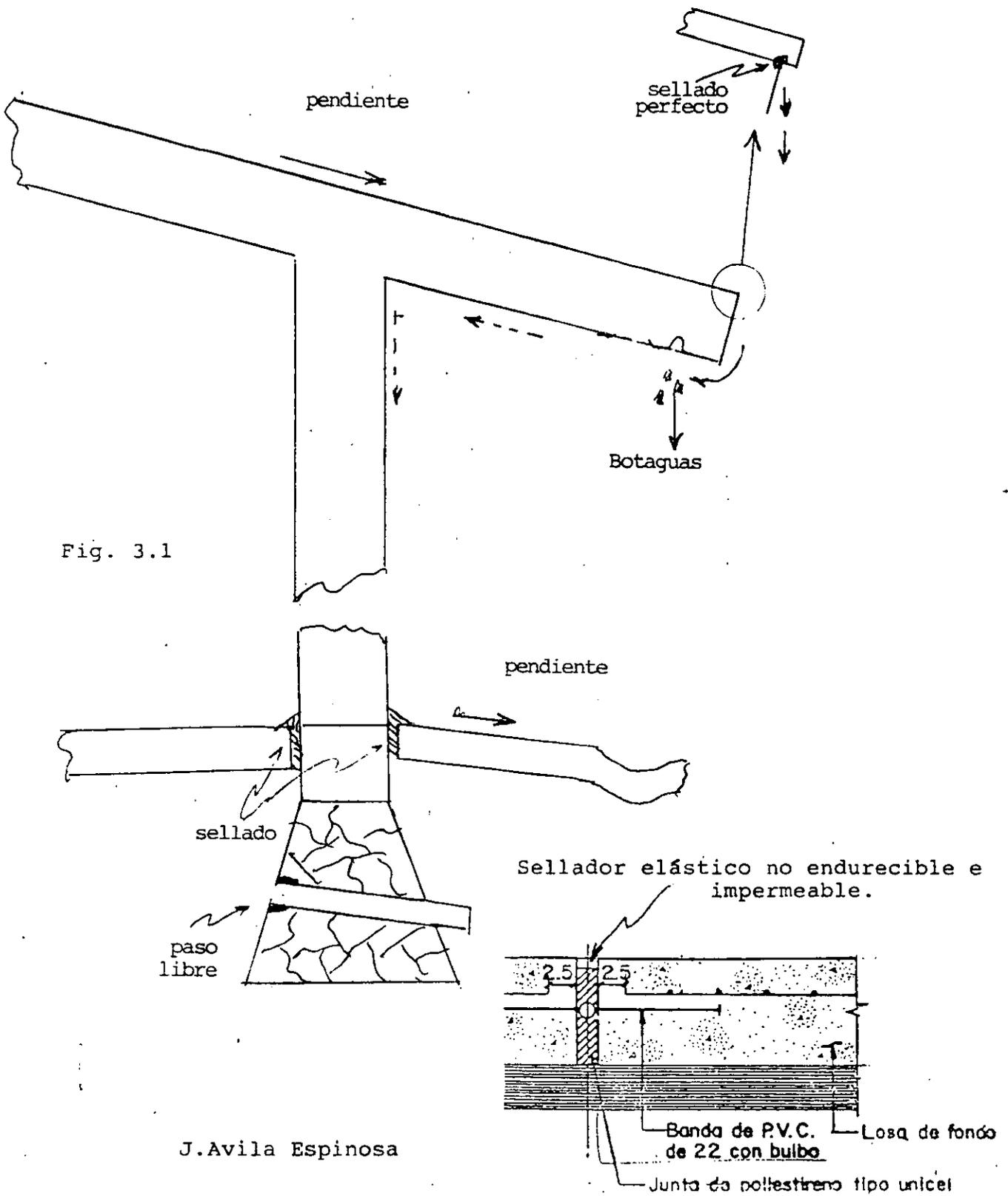


Fig. 3.1

J. Avila Espinosa

### 3.1.2 DESVIAR.

Cuando no es posible cubrir efectivamente la superficie se debe buscar la forma de desviar el agua para evitar su contacto, mediante la preparación de obras que canalicen el agua fuera de la superficie a proteger.

Este desvío en el propio techado puede ser mediante paja, tejamanil, teja, enladrillado u otros elementos. La precaución básica es la colocación adecuada de los elementos y evitar la porosidad del material.

En la construcción de los inmuebles se debe conocer el flujo natural del agua de lluvia sobre el terreno, escurrimientos superficiales y filtraciones en el suelo. A partir de este conocimiento se deben identificar las probables vías alternas para la conducción del agua que eviten su paso sobre la superficie a proteger.

Estas desviaciones deben ser paso de mínima resistencia que sea la nueva vía de conducción del agua.

En ocasiones se proven elementos de fácil canalización del agua por adherencia, por ejemplo trapos o cadenas

En los techados se debe prever la construcción de los bota aguas (botaguas) en la periferia de la losa para evitar que el agua se adhiera a la parte inferior de ésta y luego escurra sobre los muros. Este caso el desvío se logra por una construcción, para obligar el desvío por la caída del agua

### 3.2 DESALOJAR.

El Sistema simple de desalojar lo mas rápidamente el agua de una zona reduce la posibilidad de su filtración y afectación a las áreas de contención.

Por lo tanto, se debe evitar la acumulación de agua en una zona por superficies cóncavas o confinadas y procurarse los medios para su pronto desalojo (bombeo, sifón), no esperando a su escurrimiento y/o evaporación.

### 3.3 DESLIZAMIENTO.

El deslizamiento del agua (rodada) es un procedimiento simple de desalojo por gravedad.

El deslizamiento simple del agua por pendiente de la superficie es el sistema más antiguo y sencillo para evitar su acumulación sobre una superficie.

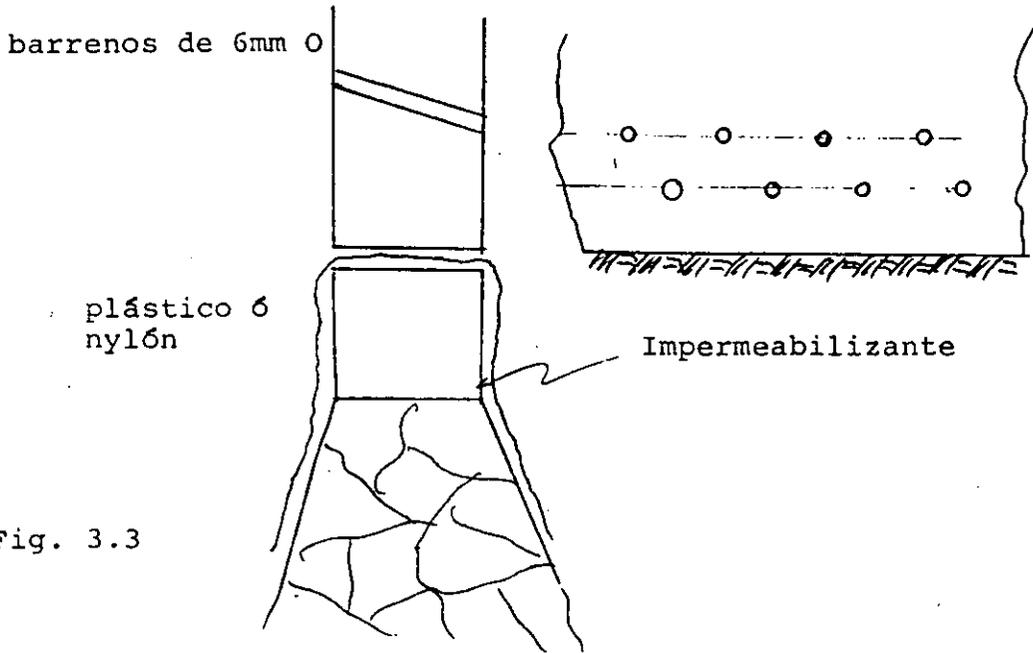


Fig. 3.3

Fig. 3.4

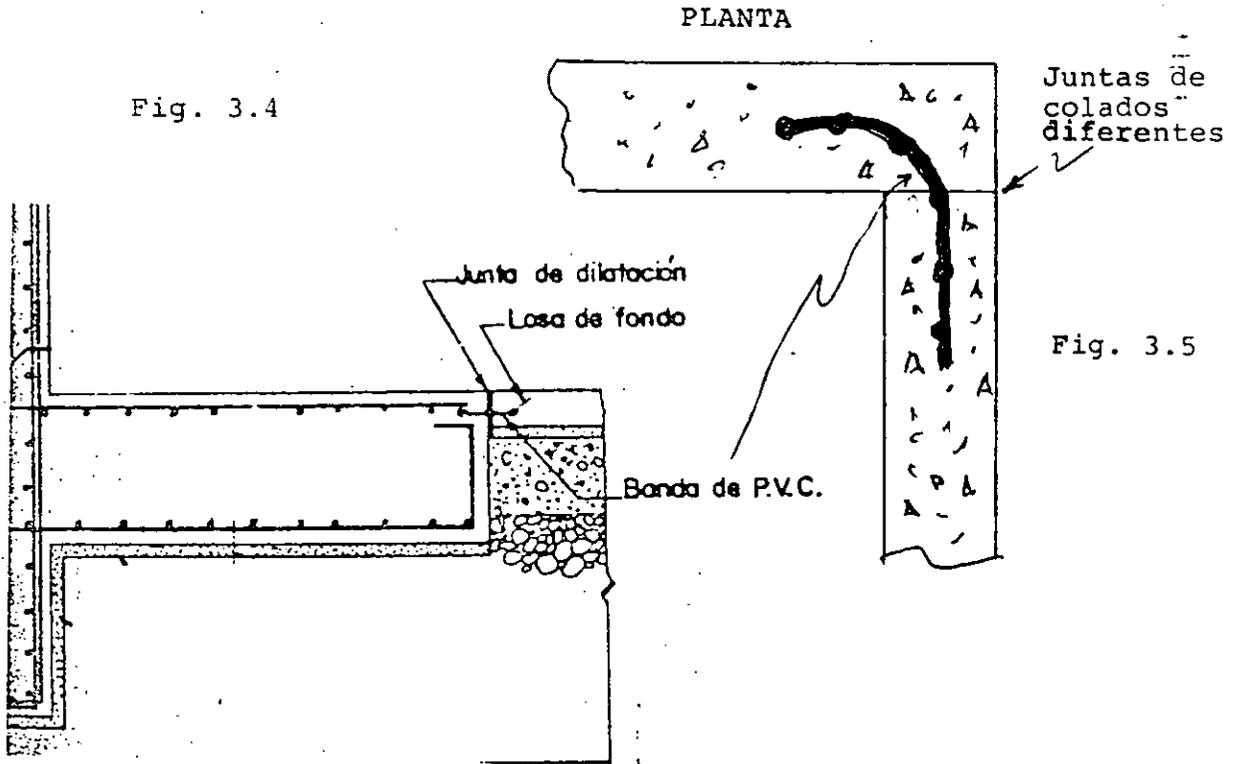


Fig. 3.5

Como punto de partida se debe considerar desde el proyecto que:  
el mejor impermeabilizante es la pendiente de las superficies,  
es decir entre mas rápido se dé salida al agua por escurrimiento,  
menor probabilidad de filtración se tendrá.

### 3.4 IMPERMEABILIZAR.

Este es uno de los mejores sistemas, ya que al adherir a la superficie a impermeabilizar un producto que no permita el paso del agua, hace a la superficie protegida también impermeable y repelente al agua y/o humedad.

Debe determinarse la forma de colocar la capa de material, si es totalmente o no adherido a la superficie para no permitir su impregnación, saturación y paso del agua.

Hay muchos productos disponibles en el mercado para realizar este trabajo.

Por lo general las cubiertas impermeabilizantes son delicadas, pues si se maltratan se tiene el riesgo de que se rompa y pase agua, no dejándola salir ni escurrir y ésta se filtrará tarde o temprano.

Es de vital importancia elegir el mejor Sistema, el más adecuado y con la más amplia garantía de adecuada protección (vida y efectividad).

En los sistemas para impermeabilizar se debe analizar la garantía, facilidad de aplicación y costo del producto (inversión, aplicación y mantenimiento) estableciendo claramente:

- Especificación:
  - . Operación.
  - . Comportamiento esperado del impermeabilizante.
  - . Precauciones, limitantes y criterios para su aplicación.
  - . Procedimiento de aplicación.
  - . Referir preferentemente al as instrucciones del fabricante.

Se considera inadecuado emitir especificaciones referentes a los materiales y componentes del impermeabilizante, así como instrucciones de aplicación, conceptos ambos responsabilidad del fabricante

Las superficies por impermeabilizar deberán prepararse previamente, consistente ésta en:

- Limpieza,
- Seca perfectamente, para evitar que la humedad produzca vapor y se pierda la adherencia de la capa inmediatamente.

T A B L A

REPORTE DE IMPERMEABILIZACION  
DE AZOTEAS

Nombre del edificio  
Domicilio  
Ciudad y estado

1. Filtraciones de agua pluvial.	General	Localizada
Localización	Magnitud	Deterioro
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

2. Azoteas		Materiales	Pendiente (%)		Relleno		Bajadas		Limpias
#	Area m <sup>2</sup>		máx.	mín.	Sí	No	#	Ø	
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

3. Rellenos		Pendiente (%)		Material	Diseño	Operación
#	Area m <sup>2</sup>	máx.	mín.			
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

4. Construcción.				
#	Material	Estado	Recubrimiento	Estado
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____

5. Observaciones

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\* Indicar: C - Correcto  
I - Incorrecto



- . Se aplica en cualquier superficie y en cualquier ángulo.
- . Al fraguado, en algunos casos, no le afecta la inmersión total en agua
- . No es flamable.
- . Admite refraguarse con agua para elaborar el primario.

Se requiere una protección mecánica al impermeabilizante, que puede ser el acabado final.

En algunos casos el terminado de la superficie se realiza con una pasta reflectiva, de preferencia blanca ó aluminio y grano de mármol y arena.

#### 3.4.3 Otros impermeabilizantes.

Entre éstos se tienen los formados por tiras de zinc, plomo, aluminio o cobre, soldadas entre sí, formando una capa hermética al paso de agua o aire, de alta confiabilidad.

Sus desventajas son:

- Muy alto costo.
- Una perforación o rajadura permite el paso del agua y la almacena bajo su cubierta; cuando se detecta una gotera, es muy difícil detectar el punto de entrada del agua.

Impermeabilizante de capa delgada, no es recomendable, aunque tenga elasticidad, no tiene resistencia a los rayos ultravioleta y al poco tiempo se adelgaza tanto que pierde por completo sus propiedades. Su resistencia mecánica es normalmente muy baja.

Son recomendables los impermeabilizantes de emulsión asfáltica con cargas de refuerzo (p.ej.: fibra de vidrio, fibra poliéster o polietileno), que forman una protección de gran elasticidad y adherencia, ya que es una pasta cremosa, que penetra en todas las zonas, no solidifica ni pierde su elasticidad, son de gran duración. Todavía se puede lograr una mayor protección, con un acabado con grano de mármol y pasta de pintura reflectiva que evita el paso de los rayos ultravioleta.

Son recomendables los tipos de impermeabilizante integral sellados que forman una capa hermética impermeable de gran resistencia, fabricados con hules, metales ó laminados, que al soldarse entre sí queda la capa de una sola pieza.

### 3.4.1 IMPERMEABILIZANTE EN CALIENTE.

Los impermeabilizantes en caliente no son recomendables, ya que generalmente son un material sólido que al derretirse por la acción del calor perderá sus propiedades plásticas y al enfriarse se cristalizará y nuevamente será sólido.

Así este material no permitirá expansiones, se "acocodrilará" en un tiempo muy reducido, desprendiéndose de la superficie que pretendía impermeabilizar, permitiendo el paso del agua por las grietas que se forman.

#### - Chapopote.

Este tipo tiene la ventaja de ser barato, pero habrá que recordar que frecuentemente lo barato cuesta caro.

El manejo del chapopote es muy peligroso, por la muy alta temperatura que requiere para hacerlo fluido (es menester tener un quemador y un tambo para disolverlo), teniendo que transportarlo hirviendo al lugar donde se aplicará, con alto riesgo de tener un accidente de consecuencias.

Si se sobrecaliente (a 300 °C) al enfriarse cristaliza y expuesta la superficie a los cambios de temperatura, se agrieta y acocodrila, quedando desprotegida. Al colocarse caliente, se tiene mayor expansión, y al enfriarse contraerá, dejando débil las zonas de poca adherencia.

#### - Jabón.

La impermeabilización mediante la mezcla de jabón (lo mas corriente posible) con alumbre, en caliente es un método muy empleado en forma casera para pequeñas superficies.

### 3.4.2 IMPERMEABILIZANTE EN FRIO.

Es muy efectivo, pero requiere de mayor inversión y el respetar su procedimiento de aplicación.

Tiene incorporado a su estructura molecular cargas de sólidos, minerales, preservativos químicos, antioxidantes y emulsificantes.

Frecuentemente estos productos vienen en forma de pasta solvente al agua mientras empiezan a solidificarse.

Estos impermeabilizantes tiene ventajas como:

- . No presentan riesgos su manejo
- . Admite refuerzos (fibra de vidrio, poliéster, polietileno, cartón o asfálticos), de fácil aplicación y gran duración.

Tabla 1.1

**PROBLEMAS MECANICOS FRECUENTES.**

Problema:	Pieza mal acabada en un maquinado.
Sospechoso 1	Fijación de la pieza.
Sospechoso 2	Fijación de la herramienta.
Problema:	Pieza fallada sin haber sobrecarga.
Sospechoso 1	Radios de la silueta (en caso de troquelado) o de maquinado demasiado pequeños.
Sospechoso 2	Pieza fatigada, o dañada por haber trabajado floja.
Problema:	Pieza de acero tratado, fallada.
Sospechoso 1	Mal tratamiento térmico.
Sospechoso 2	Acero equivocado.
Problema:	Algo se safó o desarmó.
Sospechoso 1	(casi único) tornillos mal apretados.
Sospechoso 2	Tornillos de grado equivocado.
Problema:	Las piezas se desoldaron.
Sospechoso 1	Soldadura sin penetración suficiente.
Sospechoso 2	Soldadura "pasada".

Tabla 1.2

**ENEMIGOS DE LA SOPORTERIAS.**

- Los que opinan que las instalaciones no deben verse y/o que los soportes "se ven mal".
- Los pintores embadurnadores; que cuando pintan, lo hacen sobre superficies atacadas por la corrosión.
- La desidia y el abandono y la falta de inspección. Esto puede ocasionar no detectar: aflojamientos, pérdidas de flexibilidad o grado de libertad, desmoramientos del muro.
- La corrosión, siempre presenta en mayor o menor grado y los agentes atmosféricos.
- Los "tarzanes" (personas que usan los soportes para columpiarse) y los "piñateros" (personas que usan los soportes como perchas para colgar todo, hasta piñatas en época de navidad).

## CAPITULO 1

**MANTENIMIENTO MECANICO.**

El mantenimiento mecánico cubre un campo muy extenso, ya que la mayoría de los sistemas tienen componentes y mecanismos que deben ser revisados y mantenidos en condiciones de operación.

Las tareas de mantenimiento mecánico son de lo más variadas, ya que incluyen actividades tales como: inspección y evaluación, ajuste y calibración, ensamble y desensamble, lavado y limpieza, sujeción, soldadura y metalizado, maquinado, tratamientos físicos y térmicos, acabados de superficies, etc.

**1.1 PROBLEMAS MECANICOS COMUNES.**

Algunas observaciones sobre las causas de problemas que frecuentemente se observan en piezas y ensambles se presentan en la tabla 1.1.

Los problemas mecánicos que se presentan más comunmente, tales como roturas o desarmado, tienen como causas más usuales algunas de las siguientes:

- Desgaste.

Usualmente existe un "desgaste prematuro" originado por condiciones anormales de trabajo, tales como: juego, fricción excesiva, excentricidades, desalineamiento, vibración.

- Fatiga.

Usualmente se encuentra que la pieza o ensamble estuvo sujeta a esfuerzos en diferentes direcciones de aquellas a las que se supone debería de trabajar.

En piezas que fueron diseñadas para esfuerzos dinámicos en más de una dirección, normalmente se encuentra que el tratamiento térmico y/o el mecánico superficial no fueron adecuados.

- Rotura.

Frecuentemente se encuentra que las piezas de acero comercial fueron sometidas a esfuerzos por arriba de su capacidad. Cuando no pasa esto, se encuentra usualmente que tanto en el caso de piezas troqueladas como maquinadas, los radios eran insuficientes, ya sea por diseño, doblado, maquinado; éste causó concentración de esfuerzos por arriba de los límites previstos.

Desarmado, traqueteo, daños, etc. en ensambles.

La causa más frecuente del problema es el haber dado un par (troque) inadecuado en los pernos.

- Falla de soldaduras.

Prácticamente siempre la soldadura se diseña para tener una resistencia por lo menos similar a la de los materiales que une, lo que quiere decir que cuando ésta falla (no el material) hubo una mala práctica en su ejecución.

En caso de soldadura eléctrica, se encuentra que generalmente hubo falta de penetración y como segunda causa usual es el exceso de calor, lo que afectó las propiedades de los materiales por unir, o creó irregularidades en la propia soldadura.

En el caso de soldadura de puntos, usualmente hubo falta o mala combinación de los parámetros fuerza-tiempo-corriente en los electrodos; a veces exceso de puntos afectándose adversamente entre ellos por estar demasiado próximos; otros problemas comunes son puntos fuera de posición (junto al borde) o puntos quemados.

Las causas anotadas serían suficientes para explicar más del 90% de los problemas con que se encuentra un Ingeniero de Mantenimiento, en si trato diario con piezas y ensambles que causan transtornos.

Todas las causas hubieran sido fácilmente eliminadas si se hubiera tenido el mínimo de calidad de trabajo en sus fuentes de origen, pero el Ingeniero de Mantenimiento poco puede hacer por la calidad de los materiales cuando salen de su lugar de fabricación, pero si es mucho lo que puede y debe hacer al recibo o puesta en operación de ellos, revisando a su criterio, los puntos débiles que son causantes de los problemas mencionados y hacerse asesor por profesionales sobre aquellos que observe sospechosos o que sean críticos por su operación o seguridad.

Cada vez que ocurra una falla, el hecho debe constituirse en punto de arranque para revisar el estado de partes que pudieran estar en condiciones semejantes, y por supuesto, tomar las acciones preventivas para que una segunda falla no se presente.

Muy profesional de su parte y altamente benéfico para su experiencia, para su empresa, para los usuarios, para el país, etc., sería el que cada falla importante se documentara con antecedentes, análisis, fotografías, conclusiones, etc. y que esta información fuera boletinada a personas, empresas o gremios que pudieran llegar a tener problemas semejantes. Al respecto, la Sociedad Mexicana de Mantenimiento, A.C. (SOMMAC) puede por su estructura ser el elemento nacional para poder llevar a cabo la concentración y difusión de la documentación de fallas importantes: a través del aval de su Vicepresidente Técnica y vía su Boletín Informativo.

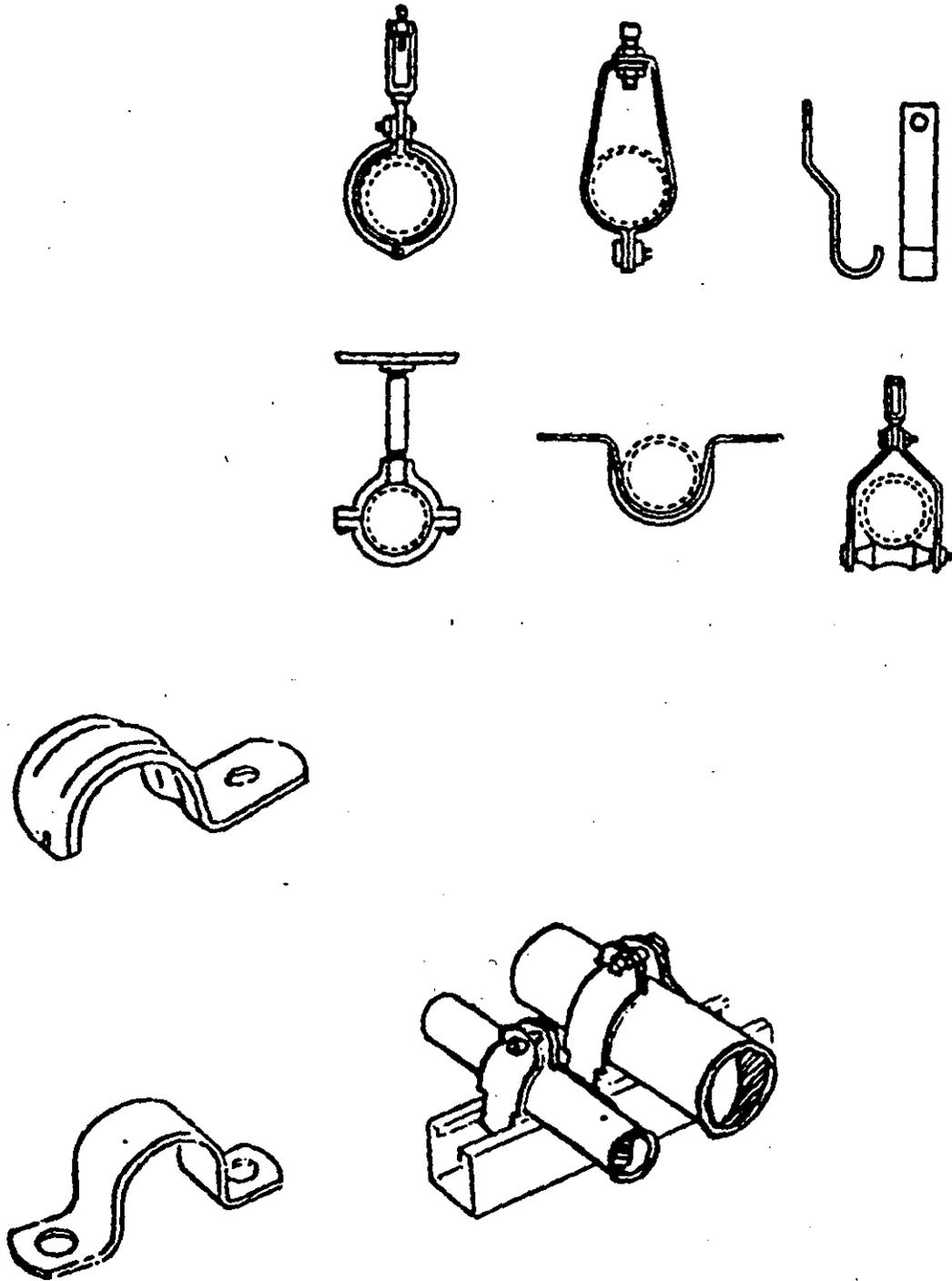


Fig. 1 .1

J.AVILA E.

## 1.2 SOPORTERIA.

Se entiende por soportería a la parte de la ingeniería mecánica relacionada con la suspensión, amarre, fijación y similares de los elementos que sirven para ubicar en el espacio los equipos, circuitos, instalaciones, etc. en un edificio o planta.

El buen manejo de la soportería es toda una ciencia y a veces arte, ya que además de cálculos de elementos, se requiere conocimiento, experiencia y habilidad para darle a los soportes la adecuada combinación de rigidez y flexibilidad. A través de los amarres o sujetadores se deben lograr los juegos necesarios entre elementos soportantes y soportados, ya que efectos desastrosos pueden provenir tanto de excesiva como de insuficiente rigidez; por ejemplo en línea de tuberías.

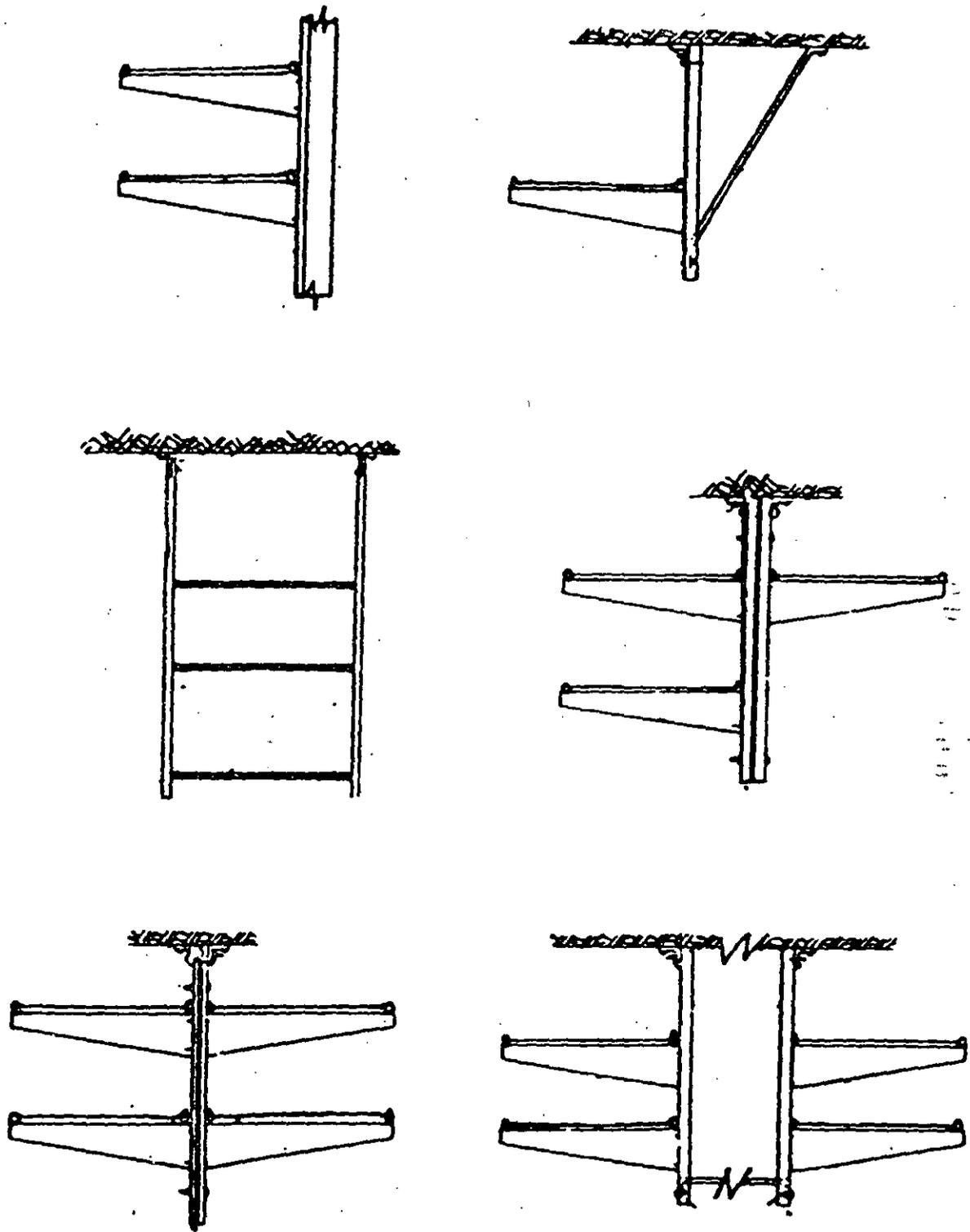
De un soporte se requiere que no se caiga y que no deje caerse o moverse fuera de límites lo que soporta; dicho de otro modo, se requiere que;

- El soporte no se desprenda o afloje.
- Tenga la flexibilidad y grados de libertad requeridos.
- Sea económico (no forzosamente barato).
- Tenga una vida aceptable, mayor que la de los elementos que soporta.
- Tenga una tolerancia para sobrecapacidad, en tamaño y peso.
- No pierda sus propiedades físico-mecánicas por cargas dinámicas, vibraciones o cualquier otro agente del medio, tal como: ataque corrosivo, sonido, viento, agentes envejecedores, temperatura, humedad, resequedad, etc.

Para el ingeniero mantenista la soportería revista doble importancia. Los elementos deben ser mantenidos en buen estado a través de una inspección y evaluación, y en su caso rehabilitación. En la mayoría de las reparaciones en instalaciones se tendrá necesidad de conocer la correcta aplicación de los elementos utilizados en soportería.

En sí, el mantenimiento a los soportes es bastante sencillo, ya que consiste básicamente en una revisión del estado y rigidez de los mismos. Se sugiere la siguiente lista checable para la evaluación:

- Ver integridad.
- Revisar soldaduras.
- Reapretar tornillería al par adecuado.
- Revisar (previa limpieza) zonas de corrosión.
- Ver estado del muro o elemento estructural sobre el que va el soporte.
- Repintar en caso necesario.



J. AVILA E.

Fig. 1.2

Desde luego que cuando se encuentre una condición defectuosa o simplemente dudosa, habrá que proceder de inmediato a su reparación; esta debe ser tal que el soporte queden en mejor condición que la original, ya que si el soporte no funcionó como era de esperar, probablemente el diseño fue inadecuado.

Los enemigos de la soportería de indican en la tabla 1.2.

Una desición que frecuentemente tiene que tomar el técnico en mantenimiento está entre comprar soportes de patente o hacerlos en la propia planta. Los hechos en la planrta resultan por lo menos 50 % a 75 % más baratos; en contrapartida, los de patente tienen las siguientes ventajas: disponibilidad, diseños probados, aceptación en normas y reglamentos. La desición final depende de la experiencia y de la actitud del mantenista hacia la economía de los bienes de la empresa.

Estos soportes se sujetan por medio de clavos, pernos balazo, pernos pasantes, tanques, etc. El técnico en mantenimiento mecánico o civil, tiene que conocer bien las ventajas y limitaciones de cada sistema, por ejemplo: estar conscientes que la "carga segura" de un tanque es del 25% lo promedio de la determinada en pruebas en concreto de 250 Kg/cm<sup>2</sup>. Igualmente, al reponer un soporte o montar una charola y otra canalización, considerar que además de las cargas calculadas, no faltará un "hombre araña" que las use para ejercitar sus músculos.

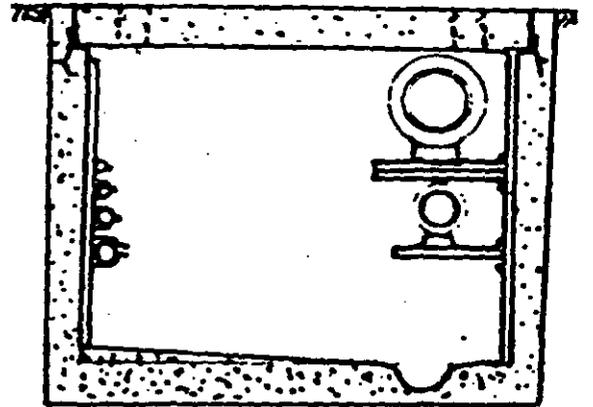
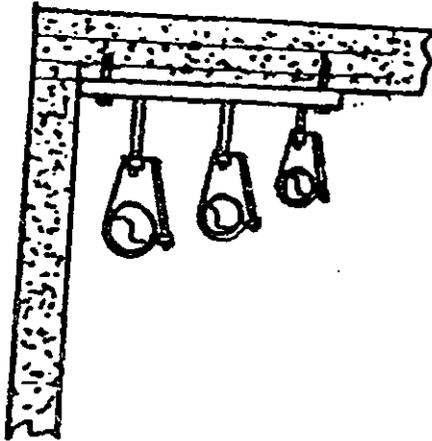
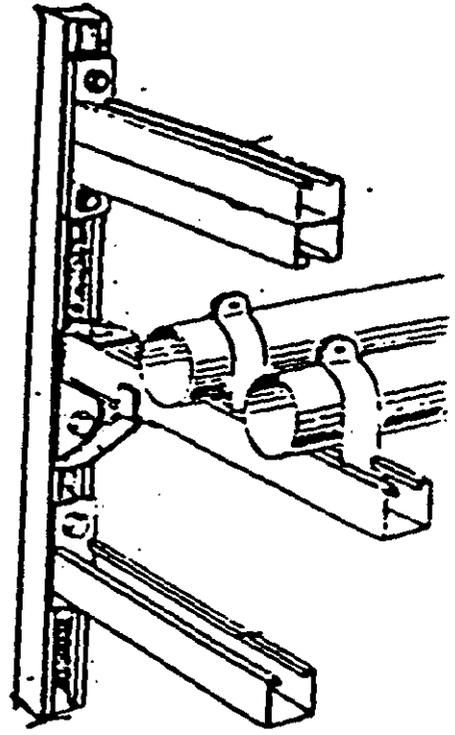
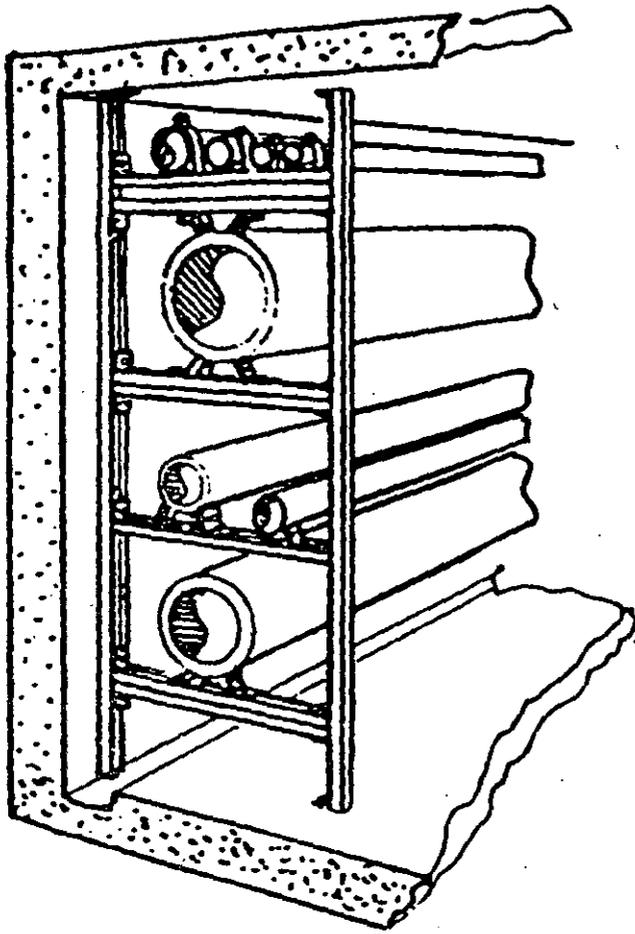
### 1.3 SOPORTERIA.

Las canalizaciones de las redes de distribución de las diferentes instalaciones requieren para su sujeción de uina soportería que permita su instalación, operación y adecuado mantenimiento.

La selección del tipo de soportería es función de factortes, tales como los que se indican en la tabla 1.3.

La sujeción al muro o al techo se efectúa normalmente con perno de balazo o taquete de expansión que deberá definirse en función del peso de la canalización incluyendo el peso de elementos canalizado.

En las juntas constructivas de los edificios o estructuras se requiere la instalación de una junta flexible que permita que los esfuerzos provocados por los asentamientos de los edificios no se transmitan a las instalaciones. Otra alternativa en las instalaciones eléctricas es seccionar la canalozación en la junta constructiva tomando la precaución de que las partes seccionadas no tengan filos cortantes que puedan dañar el aislamiento del conductor.



Cuando la instalación es de un desarrollo muy largo se deben instalar juntas de expansión que absorban las dilataciones y contracciones de la canalización.

Los soportes se recomienda se instalen dos (2) por tramo de canalización, revisando que el peso de esta, el elemento canalizado y la carga viva (peso de un hombre) en caso que la hubiere.

Las canalizaciones de las instalaciones se clasifican principalmente en:

- Canalizaciones para conductores.
- Canalizaciones para fluidos.

### 1.3.1 Canalizaciones para conductores.

Se clasifican en:

- Tubería conduit.
- Charolas.
- Ducto.
- Electroducto.

En las juntas constructivas de los edificios y/o estructuras se deberán instalar las juntas flexibles mediante tubería conduit flexible forrada de PVC; este tipo de juntas absorbe también contracciones y dilataciones en las canalizaciones.

En las distribuciones horizontales los conductores de energía eléctrica se deberán instalar en la parte superior de todas las instalaciones, previniendo los espacios requeridos para el mantenimiento.

En distribuciones verticales se recomienda que, de preferencia, las canalizaciones eléctricas se instalen en un ducto exclusivo.

- Tubería conduit.

Esta tubería debe ser lo más lisa posible para evitar el daño del aislamiento al ser cableado de los conductores.

Las canalizaciones utilizadas para la instalación de conductores eléctricos son las tuberías PGG (tubería de pared gruesa galvanizada), PDG (pared delgada), tubería de PVC, tubería de asbesto cemento, ducto de concreto y poliducto.

Las tuberías de fierro galvanizado en sus dos tipos PGG y PDG pueden instalarse visibles o coladas en losas; la tubería de PVC puede instalarse en el colado de las losas o enterrada, no es recomendable instalarla visible, ya que es un material que se intemperiza; la tubería de poliducto se recomienda su uso sólo en pequeñas instalaciones de casas o departamentos y se instala colado dentro de las losas o muros y se recomienda solo en instalaciones ocultas.

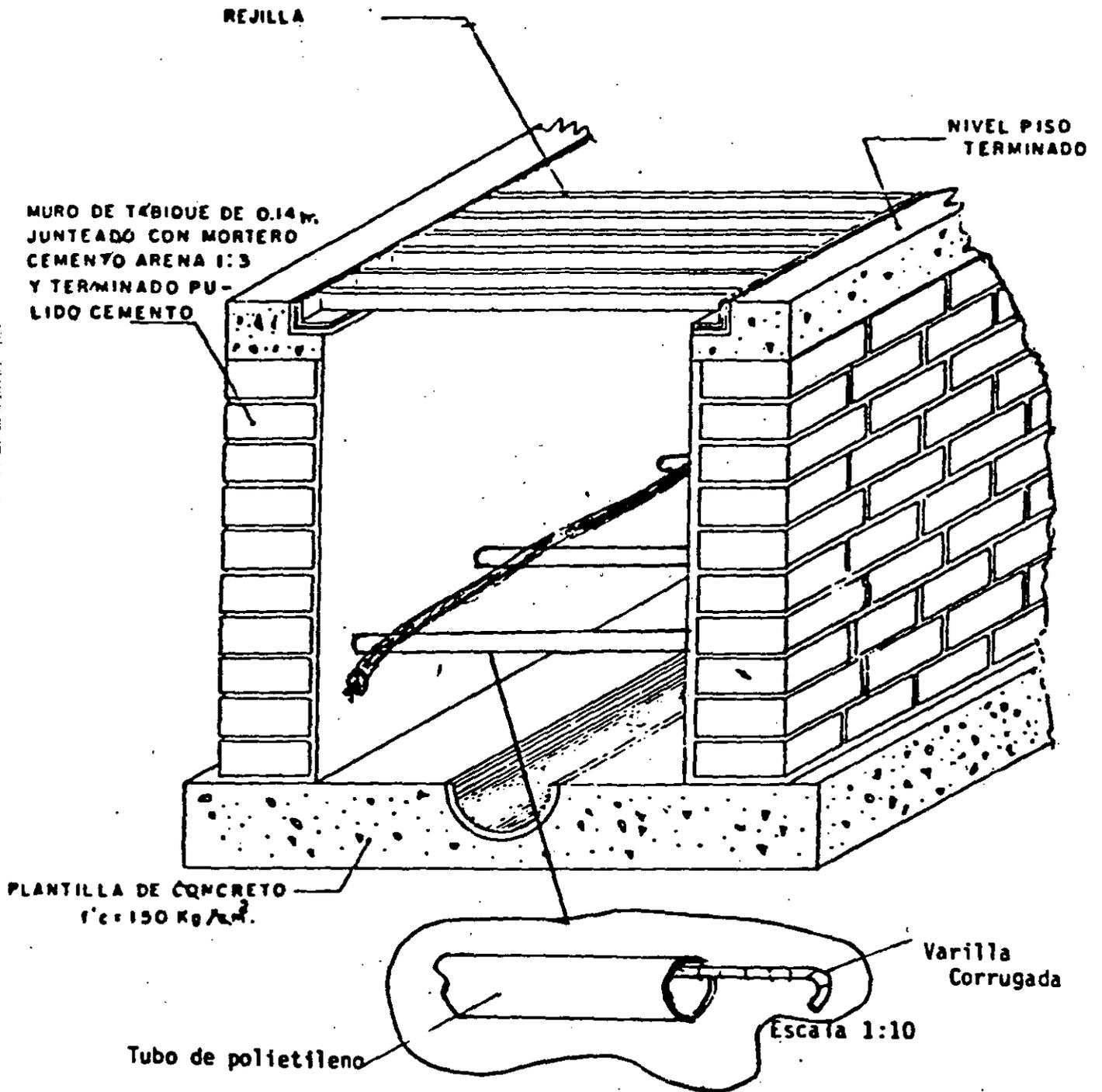


Fig. 1.3

Las tuberías horizontales que se instalan visibles se soportan en:

- Abrazaderas tipo uña; si la instalación va adosada al muro. (fig.1.1)
- Colgadores tipo trapecio, si son varios tubos sujetos al techo (fig.1.2).

Se recomienda instalar dos (2) sujetadores por tramo de tubería. Los tramos de tuberías son de 3.05 m (10'), por lo que los sujetadores quedarían aproximadamente a cada 1.5 m.

- Charolas.

Las charolas para canalización de conductores eléctricos tienen su principal aplicación en circuitos alimentadores con un gran número de conductores o bien conductores de gran calibre.

El tamaño comercial de los tramos de charolas mide 3.66 m (12') y se recomienda la instalación de dos (2) soportes por tramo, mensuales para instalarse en muro o colgadores para soportarse en el techo.

Los conductores se amarran o sujetan a los travesaños de las charolas, tomando la precaución de no dañar su aislamiento por medio de cinta plástica de fleje, abrazaderas o cinturones de plástico a distancias no mayores de 3.0 m, utilizando las perforaciones de los travesaños. Los conductores se distribuyen por circuitos sobre la charola en forma que exista una adecuada circulación de aire para obtener un alto factor de agrupamiento.

Los circuitos se identifican fácilmente sobre la charola.

Las charolas comercialmente se venden con accesorios para adaptarse a los requerimientos del proyecto y/o instalación. Este tipo de instalación es cara con un precio no justificable.

- Ductos.

Este tipo de canalización es a base de lámina con una tapa lateral en toda su longitud.

Los ductos para canalización de conductores eléctricos en general tienen menor capacidad para alojar conductores que las charolas; el reglamento (ROIE) limita a un máximo de 30 conductores por canalización, pudiendo alojar conductores adicionales siempre y cuando sean de control o señalización y se utilicen en el período de arranque de motores.

Tabla 1.3

## PARAMETROS PARA LA SELECCION DE SOPORTERIA.

- Medio ambiente.
  - . Corrosividad.
  - . Temperatura.
- Condiciones de operación.
  - . Presión.
  - . Temperatura.
  - . Vibraciones.
  - . Servicio.
  - . Continuo.
  - . Intermitente.
  - . Ocasional.
- Ruta de la canalización.
- Tipo de construcción (materiales).
- Requerimientos de mantenimiento.
- Disponibilidad de espacio.

Las tuberías horizontales que se instalan visibles se soportan en:

- Abrazaderas tipo uña; si la instalación va adosada al muro. (fig.1.1)
- Colgadores tipo trapecio, si son varios tubos sujetos al techo (fig.1.2).

Se recomienda instalar dos (2) sujetadores por tramo de tubería. Los tramos de tuberías son de 3.05 m (10'), por lo que los sujetadores quedarían aproximadamente a cada 1.5 m.

#### - Charolas.

Las charolas para canalización de conductores eléctricos tienen su principal aplicación en circuitos alimentadores con un gran número de conductores o bien conductores de gran calibre.

El tamaño comercial de los tramos de charolas mide 3.66 m (12') y se recomienda la instalación de dos (2) soportes por tramo, mensuales para instalarse en muro o colgadores para soportarse en el techo.

Los conductores se amarran o sujetan a los travesaños de las charolas, tomando la precaución de no dañar su aislamiento por medio de cinta plástica de fleje, abrazaderas o cinturones de plástico a distancias no mayores de 3.0 m, utilizando las perforaciones de los travesaños. Los conductores se distribuyen por circuitos sobre la charola en forma que exista una adecuada circulación de aire para obtener un alto factor de agrupamiento.

Los circuitos se identifican fácilmente sobre la charola.

Las charolas comercialmente se venden con accesorios para adaptarse a los requerimientos del proyecto y/o instalación. Este tipo de instalación es cara con un precio no justificable.

#### - Ductos.

Este tipo de canalización es a base de lámina con una tapa lateral en toda su longitud.

Los ductos para canalización de conductores eléctricos en general tienen menor capacidad para alojar conductores que las charolas; el reglamento (ROIE) limita a un máximo de 30 conductores por canalización, pudiendo alojar conductores adicionales siempre y cuando sean de control o señalización y se utilicen en el período de arranque de motores.

Tabla 1.3

## PARAMETROS PARA LA SELECCION DE SOPORTERIA.

- Medio ambiente.
  - . Corrosividad.
  - . Temperatura.
- Condiciones de operación.
  - . Presión.
  - . Temperatura.
  - . Vibraciones.
  - . Servicio.
  - . Continuo.
  - . Intermitente.
  - . Ocasional.
- Ruta de la canalización.
- Tipo de construcción (materiales).
- Requerimientos de mantenimiento.
- Disponibilidad de espacio.

Estos ductos, al igual que las charolas, cuentan con accesorios para ajustarse a los requerimientos de la instalación. Los tramos se fabrican en secciones de 6.5 x 6.5 cm 10 x 10 cm y 15 x 15 cm, y en longitudes de 30.5, 6.00 y 152.4 cm (1, 2 y 5 ft.). Se recomienda que los soportes o colgadores (accesorios del ducto) se instalen dos (2) por tramo de 152.4. Este tipo de canalización es cara con un precio no justificado.

#### - Electroducto.

El electroducto es una canalización eléctrica utilizada generalmente en alimentadores principales, mediante barras de aluminio o cobre.

#### 1.3.2 Canalizaciones para fluidos.

Las canalizaciones para fluidos más usuales en instalaciones industriales son tuberías de:

- Agua fría.
- Agua caliente.
- Retorno de agua caliente.
- Agua helada.
- Retorno de agua helada.
- Vapor.
- Retorno de condensado.
- Desagües o sanitarias.
- Combustibles.
- Aire comprimido.

Las canalizaciones más usuales con ductos son:

- Aire acondicionado o ventilación.

Los tipos de tuberías utilizadas en instalaciones pequeñas se muestran en la tabla 16.2.

#### 1.3.3 Soportería.

La soportería para las diferentes tuberías o canalizaciones se proyectan en función de las condiciones de operación y tipo de fluido que se maneja.

Las tuberías que manejan fluidos a presión y que no requieren pendiente pueden instalarse en bastidores formando una cama común. Para las tuberías de desagüe o que por su operación requieren de instalarse con pendiente, se recomienda instalarlos con soportería individual e independiente.

#### 1.3.4 Separación entre tuberías.

Cuando se instalan tuberías en camas comunes, es necesario prever los espacios entre las mismas para facilitar las operaciones de montaje y desmontaje; los espaciamentos son función del diámetro y de los tipos de unión entre tramos de tubos. Las uniones pueden ser soldadas, acopladas o roscadas y bridadas.

$$A = D1 + D2 + 76 \text{ (mm)}$$

D1 . D2 diámetros exteriores (incluyendo bridas).

$$B = A + X1 + X2$$

X1 . X2 espesores de aislamientos.

#### 1.3.5 Separación entre soportes.

La separación entre los soportes de tuberías depende del diámetro de las mismas.

#### 1.3.6 Instalación de los soportes.

Los soportes para tuberías y canalizaciones deben adecuarse al tipo de instalación. (ver tabla 16.2).

- Instalaciones ligeras.
- Soportes para instalaciones en edificios.
- Instalaciones pesadas.
- Soportes normalmente para instalaciones industriales.

Los soportes para canalizaciones en edificios generalmente se instalan en pasillos de instalaciones, entre losa y plafón o en ductos.

#### 1.3.7 Juntas de expansión y flexible.

Cuando las tuberías tienen grandes desarrollos, o conducen fluidos con altas o bajas temperaturas, se presentan deformaciones, mismas que causan esfuerzos adicionales en las tuberías, para evitar dichos esfuerzos es necesario proyectar dispositivos que absorban estas deformaciones, estos dispositivos pueden ser:

- Compensadores de expansión.
- Juntas de expansión.
- Juntas flexibles.

### 1.3.8 Trincheras.

Este tipo de canalización es un registro corrido, es decir un ducto en pisos, con acceso en toda su longitud. (Fig. 16.3).

Las trincheras con costosas, pero se justifican ampliamente por su facilidad para el mantenimiento. Además, frecuentemente son de uso múltiple.

Las tapas de las trincheras deben seleccionarse en función de los acabados del piso, costo, servicio (interior, exterior).

### 1.4 TORNILLERIA.

La principal causa de quejas se debe a problemas de sujeción y dentro de ellos el más común es el apriete y materiales de la tornillería.

Anoto a continuación algunas preguntas que constantemente se hace el personal técnico de mantenimiento mecánico respecto a tornillería.

- ¿ Cómo trabaja el tornillo ?
- ¿ Qué longitud y diámetro uso ?
- ¿ Qué cuerda ?
- ¿ Qué grado ?
- ¿ Qué tipo ?
- ¿ Qué cabeza ?
- ¿ Cuánto y cómo lo aprieto ?
- ¿ De qué tamaño hago el barrenado para machuelear ?
- ¿ Cuántos hilos son los menos que tengo que atornillar ?
- ¿ De qué material debe ser el perno ?
- ¿ Cómo le hago para que no se afloje ?
- ¿ Me aguantará ?

Desde luego, nadie pretendería que todos los mecánicos fueran conocedores de los principios que rigen el funcionamiento de los tornillos, pero sí considero que es necesario que los mecánicos que están apretando un tornillo contemplen por ejemplo las consecuencias que traería el apretar en menos o más allá de los límites éste tan aparentemente noble, pero tan conflictivo elemento.

### ALGUNOS APUNTES SUELTOS SOBRE TORNILLERIA.

No existe un diccionario en nuestro idioma que defina claramente, ni siquiera los tipos más comunes de sujetadores con rosca, por ejemplo, lo que es un "prisionero", o un espárrago.

Generalmente le llamamos: Tornillos a aquellos que tienen cuerda corrida, o que llevan tuerca, o que se usan en madera. Pernos a los que llevan una parte de cuerda y otra sin ella. Birlos a los que están fijos (la tuerca es la que gira). Pijas a los de paso amplio y diámetro que disminuye hacia la punta.

Cuando se requiere que un tornillo no se afloje o no se suelte, se puede recurrir a algunos de los siguientes métodos comunes:

- Barrer o dañar cuerdas.
- Pasar seguros o chavetas.
- Usar tuercas de seguridad: Diámetro alterado en su forma o paso; uso de material sellador, etc.
- Usar pernos de seguridad; inserto plástico; material sellador.
- Usar contratuercas.
- Llevar roldanas especiales.
- "Sellar" los tornillos con algún compuesto.
- Soldar las cuerdas salientes del tornillo.

Más del 95% de la tornillería usada en la Industria es de acero. El principal uso de otros materiales es cuando se tienen problemas de corrosión o peso. En dado caso, con ciertas aleaciones, el acero puede tener una excelente resistencia a la corrosión.

El acero tiene la gran ventaja de que, de acuerdo a su composición, estructura y tratamiento, se pueden obtener muy diferentes grados de resistencia o de comportamiento (por ejemplo, núcleo blando y cuerda muy dura).

Aunque la inmensa mayoría de sujetadores tienen cuerdas estándar rectas, hay docenas de otros tipos de cuerdas, tales como: finas, extrafinas, dobles, de peso especial, de precisión, de interferencia, de seguridad, etc.

Los ajustes entre tornillos y tuercas, o cuerdas macho y hembra son varios, dependiendo del uso.

"Grado" de un tornillo. Define la medida de su resistencia, principalmente a la tensión, que es el tipo de esfuerzo a que comúnmente están sujetos los tornillos.

La relación entre el par aplicado a un tornillo, y el esfuerzo de tensión al que está sometido, se ve afectada por muchos factores, como son, entre otros: lubricación (tipo y cantidad), acabados de ambas cuerdas, tamaño y forma de las caras que resbalan, limpieza de cuerdas y caras, velocidades a las que se apriete, forma en que se apriete (por ejemplo requintar).

Cuando se apriete un tornillo común y corriente, alrededor de un 50 % del par se pierde en fricción en las caras de la cabeza del tornillo y tuerca, un 40 % se pierde en fricción entre las cuerdas y sólo un 10 % es el par que se traduce en esfuerzos de tensión en el cuerpo del tornillo.

Los rangos de pares recomendados en las tablas, usualmente producen desde un 30 % a un 95% del valor de cedencia del material. El punto medio aproximado produce un 40 a un 60 % de este valor. Una recomendación es usar un valor que nos dé el 80% del valor de la cedencia o un 75 % de valor de la "carga de prueba" o un 55-65% del valor de la tensión última. Experimentos controlados han mostrado como promedios de presiones en el apriete los valores indicados en la tabla 1.1.

Las razones, por las que un tornillo se puede aflojar son muchas, entre otras:

- Vibración (amplitud, frecuencia, dinámica de ellas, etc.)
- Cedencia del material del tornillo.
- Cedencia de los materiales que sujeta.
- Desgaste.

Algunas de las causas más frecuentes de falla de los tornillos son:

Sobreapriete, sobretensión, sobreflexión, cuerda barrida por pocos hilos en contacto, cuerda barrida por poco % de cuerda, hidrogenación, concentración de esfuerzos entre cuerpo y cabeza, mal tratamiento térmico, defectos del material (estructura, grano, inclusiones, poros, discontinuidades, etc.), mal corte de la cuerda (dimensiones, arranque de material), fatiga, etc., sobreesfuerzo de tensión al girarlo, grietas, (de rectificado, de tratamiento, etc.), etc., etc.

Las series de cuerdas más usuales son:

- Sistema INTERNACIONAL (S.I).
- Sistema Inglés.

Tiene muchísimo más medidas, ajustes, grado y tipos de cuerdas, que es S.I. No obstante, un análisis detenido del asunto muestra que las ventajas técnicas y de identificación, graduación, etc., etc, de la tornillería métrica, son enormes y que la gran variedad de opciones de cuerdas del Sistema Inglés, es además sofisticada, superflúa y casi inútil.

En nuestro país, desafortunadamente, se sigue usando en abrumadora mayoría el sistema Inglés. Esto es conflictivo y lo será cada vez más, ya que los productos de origen sajón ya cada vez tienen más tornillería métrica, y nosotros seguimos usando la Inglesa, no obstante que México fué uno de los primeros países en el mundo en metrificarse.

### 1.5 PROBLEMAS Y SOLUCIONES EN EXTRACCION Y VENTILACION.

El manejo de aire de ventilación, ya sea en forma directa o por medio de ductos, presenta en general pocos problemas en el mantenimiento, puesto que un buen diseño en la red de ductos con la velocidad y caída de presión adecuados evita el problema de ruido que se produce en los ductos por alta velocidad, que a su vez puede traducir en vibraciones.

En las inspecciones a las instalaciones de la red de ductos, se debe verificar, el estado de la soportería y de las juntas o conexiones que unen al ducto principal con rejillas de inyección o extracción, en su caso. Así como las juntas flexibles que se colocan en el paso de los ductos por las juntas constructivas del edificio para absorber las contracciones o dilataciones de la ductería, para así mantener la instalación flexible.

Deberá verificarse el estado de los filtros del sistema en ventilación por aire lavado, que los aspersores no se encuentren tapados, que las bombas funcionen a las revoluciones de placa; en las manejadoras de aire el buen estado de los filtros, que los serpentines no se encuentren incrustados; en los sistemas de extracción de cocina, que los ductos se encuentren limpios de grasas a fin de evitar un conato de incendio, en los extractores deberán verificar las RPM, el tensado de bandas, estado de chumaceras, baleros, flecha, que por mal ajuste o defecto produzcan vibración del equipo, que a su vez se puedan transmitir al edificio y al final dismuniyan la vida del equipo.

Deberá revisarse periódicamente las bases antivibratorias, ajuste de tornillería y todo aquello que pueda ser en detrimento del equipo, de la construcción y sobre todo, del servicio.

Los principales problemas que se presentan en el mantenimiento son:

- La inaccesibilidad, en la mayoría de los casos, a la red de ductos en los que al existir alguna fuga es difícil detectarla a tiempo.
- El mal dimensionamiento de la ductería ocasionará problemas, por la intensidad del ruido y por la velocidad de salida, originando interferencia en teléfonos, ruido y corrientes de aire molestas; para evitar esto, lo más recomendable es darle la importancia debida al sistema de ventilación y/o extracción al diseñar una instalación, cuidando que existan accesos para un fácil mantenimiento, mayor continuidad en el servicio; que los ventiladores estén seleccionados con las R.P.M. adecuadas, que la polea sea la adecuada para dar una velocidad correcta.

TABLA 1.1  
PRECISION DE APRIETE EN TORNILLOS

M E T O D O :	PRECI SION.	COSTO RELATIVO
"Sensación" del operario experimentado	+ 35%	1
Llave de par	+ 25%	1 - 1.5
Llave de par, considerando texturas, - lubricación y velocidad.	+ 15%	2.5 - 3
Giro controlado	+ 15%	3
Roldanas indicadoras de carga	+ 10%	7
Alargamiento del perno	+ 3-5%	15
Calibradores de deformación	+ 1%	20

T A B L A 1.2  
SEPARACION ENTRE TUBERIAS

Ø mm	SEPARACION mm	Ø mm	SEPARACION mm	Ø mm	SEPARACION mm
19	1430	102	2580	356	4110
25	1670	127	2890	406	4260
38	1970	152	3190	457	4260
51	2130	203	3350	508	4720
64	2430	254	3800	610	4870
76	2740	305	3950		

J. AVILA E.

- Instalaciones ligeras.
- Soportes para instalaciones en edificios.
- Instalaciones pesadas.
- Soportes normalmente para instalaciones industriales.

Los soportes para canalizaciones en edificios generalmente se instalan en pasillos de instalaciones entre losa y plafón o en ductos.

Juntas de expansión y flexibles.

Cuando las tuberías tienen grandes desarrollos, o conducen fluidos con altas o bajas temperaturas, se presentan deformaciones, mismas que causan esfuerzos adicionales en las tuberías, para evitar dichos esfuerzos es necesario proyectar dispositivos que absorban estas deformaciones, estos dispositivos pueden ser:

- Compensadores de expansión.
- Juntas de expansión.
- Juntas flexibles.

#### 1.6 TRINCHERAS.

Este tipo de canalización es un registro corrido, es decir, un ducto en pisos, con acceso en toda su longitud (fig. 1.3).

Las trincheras son costosas, pero se justifican ampliamente por su facilidad para el mantenimiento. Además, frecuentemente son de uso múltiple.

Las tapas de las trincheras deben seleccionarse en función de los acabados del piso, costo, servicio (interior, exterior).

## CAPITULO 2

**LUBRICACION.****2.1 INTRODUCCION A LA LUBRICACION.**

El contacto entre superficies ocasiona fricción al existir un movimiento relativo entre ellas.

La fricción origina:

"Desgaste excesivo por frotamiento entre las superficies".

Este desgaste produce:

- Pérdidas por fricción:
  - . Calor
  - . Demanda adicional de energía para mantener el movimiento entre las partes.
  - . Ruido.
- Sobre calentamiento generado en las partes.
  - . Reducción de la vida de las partes.
  - . Reblandecimiento de las partes.
  - . Dilatación, que puede trabar el mecanismo.

Para reducir la fricción entre las superficies en contacto existen los siguientes procedimientos:

- Lubricación:  
Interponiendo entre las superficies un elemento fluido.
- Rodamiento:  
Reduciendo el área de contacto entre las superficies.
- Deslizamiento:  
Puliendo las superficies para minimizar las obstrucciones de los elementos en contacto.
- Desgaste controlado:  
Aplicación de un material suave en una de las partes.

\* Este capítulo fue realizado tomando como referencia los apuntes y comentarios del Ing. José Pequeño Garza, con información técnica de Mobiloil, quien desde el inicio del curso de Mantenimiento Industrial Aplicado, participó entusiastamente como conferenciante.

J.Avila Espinosa

Tabla 2.1

**SOCIEDADES RELACIONADAS CON LA LUBRICACION.**

- AGMA** - American of Gears Manufacturers Association.  
Asociación Americana de Fabricantes de Engranajes  
Clasifica los lubricantes para la transmisión con engranes.
- API** - American Petroleum Institute.  
Instituto Americano del Petróleo.  
Define los servicios para los motores.
- ASTM** - American Society for Testing Materials.  
Sociedad Americana de Prueba de Materiales.  
Establece las pruebas para los lubricantes.
- IMP** - Instituto Mexicano del Petróleo.  
Define las normas y especificaciones para Pemex.
- ISO** - International Standard Office.  
Oficina Internacional de Estándares.  
Uniformiza las unidades de medida.
- PEMEX**- Petróleos Mexicanos.  
Produce la base de los lubricantes en México.
- NLGI** - National of Lubricant Grease Institute.  
Instituto Nacional de Grasas Lubricantes.  
Clasifica los tipos de grasas lubricantes.
- SAE** - Society of Automotive Engineers.  
Sociedad de Ingenieros Automotrices.  
Determina la viscosidad de los lubricantes para los motores.

Estos procedimientos pueden aplicarse en forma independiente o mediante cualquier tipo de combinación, por ejemplo en:

- Rodamientos (baleros) se aplican los tres primeros procedimientos.
- Chumaceras se aplican lubricación, deslizamiento y desgaste controlado.

#### 2.1.1 Lubricación.

La lubricación es la tarea de servicio del mantenimiento que permite a las instalaciones mecánicas operar con fricción mínima.

Los lubricantes son, como apuntaba el Ing. Pequeño Garza, la sangre de las instalaciones mecánicas, que conservan su vida en condiciones adecuadas de operación. La falla de la lubricación y/o una selección inadecuada de los lubricantes afectan la vida de los elementos en contacto.

Se puede reconocer la presencia de la fricción a través de:

- Dificultad en el movimiento
- Mayor demanda de energía
- Causa desgaste
- Sobrecalementamiento
- Ruido.

#### 2.1.2 Fricción fluida.

La lubricación es la substitución de la fricción sólida (rodamiento, deslizamiento o desgaste) por la fluida, que puede ser mediante:

- Película delgada.

Se forma una capa de lubricante entre las superficies con espesores del orden de 0.0003 mm.

Generalmente el lubricante se aplica sin elementos adicionales que permitan su recuperación, por lo cual se le conoce también como lubricación a toda pérdida.

- Película fluida.

- . Cuña. Se forma por el movimiento de las partes y la adherencia del lubricante a las superficies, separándolas al entrar a la zona de compresión (contacto). En condiciones estáticas no se produce y deja sin lubricar al inicio de la marcha.
- . Presión. Representa un sistema de lubricación que mantiene presurizado al lubricante en el punto de lubricación, mediante una bomba, conducciones y depósito de recuperación.

Tabla 2.2

## SELECCION DE LA VISCOSIDAD.

VISCOSIDAD	VELOCIDAD	CARGA	TEMPERATURA
LIGERA	Alta	Ligera	Baja
PESADA	Baja	Pesada	Alta

Tabla 2.3

FORMA DE LUBRICACION.  
CRITERIOS DE SELECCION.

PELICULA	APLICACION	METODO	VENTAJAS
DELGADA	Máquinas simples	Copa: . Gotera . Grasea Mecha Lubricador Manual	Barata Fácil Simple
FLUIDA - Cuña - Presión	Velocidad relativa alta entre super- ficies. Velocidad relativa baja entre super- ficies. Sistemas complejos	Automática . Por baño . Por circulación	Antes del arranque se puede lubricar

### 2.1.3 VISCOSIDAD.

La viscosidad es una de las características mas importantes de los lubricantes, que les da "cuerpo".

La viscosidad es la resistencia a fluir. De esta forma los lubricantes ligeros fluyen mas rápidamente que los pesados.

Existen diferentes unidades para medir la viscosidad:

- Segundo Saybolt Universal (SSU). Define el tiempo en segundos que tardan en pasar  $60 \text{ cm}^3$  de lubricante a través de un orificio estándar a una temperatura controlada.

- Centistokes.

## 2.2 PARAMETROS QUE AFECTAN LA LUBRICACION.

Existen diferentes factores que afectan la selección del tipo de lubricante por aplicar y el procedimiento de lubricación. Dentro de estos factores se tienen principalmente a:

### 2.2.1 CARGA

El lubricante debe evitar el contacto entre las superficies, pero la carga o peso de las partes tiende a juntarlas, exprimiendo el lubricante. A mayor carga esta acción será mayor y por lo tanto deberá de aplicarse un lubricante de mayor viscosidad para obtener mayor resistencia a fluir fuera de la zona a lubricar.

### 2.2.2 TEMPERATURA.

La viscosidad es inversamente proporcional a la temperatura, es decir que los lubricantes tienden a adelgazarse (bajan su viscosidad) a mayores temperaturas. Esto obliga a tener lubricantes mas pesados en zonas con temperaturas mayores.

El índice de viscosidad representa el cambio a las temperaturas; en los lubricantes mientras mayor sea este índice, menor será el cambio a la temperatura.

### 2.2.3 VELOCIDAD.

A mayor viscosidad del lubricante la fricción fluida es mayor; a mayor velocidad será mas fácil la formación de la cuña del lubricante. Por lo tanto, en superficies con velocidades relativas elevadas la viscosidad del lubricante podrá ser menor y se tendrán menores pérdidas de energía; en casos de baja velocidad se requiere un lubricante que presente mayor resistencia a ser expulsado, con alta viscosidad.

Tabla 2.4

**CARACTERISTICAS DE LOS LUBRICANTES.**

- Antioxidantes o inhibidores de oxidación
- Anticorrosivos preventivos de la corrosión
- Antioxidante:  
Evita la oxidación.
- Antiespumante o inhibidor de espuma:  
Evita la formación de espuma.
- Depresores del punto de congelación:  
Resiste el frío.
- Detergente:  
Se adhiere a las partículas de carbón.
- Dispersante:  
Mantiene el carbón en suspensión.
- Mejoradores del índice de viscosidad:  
Evita el calor.
- Agentes de extrema presión.
- Preventivos de herrumbre.
- Depresores del punto de fluidez.

Tabla 2.5

**APLICACION DE LUBRICACION.**

- A presión.
- Por medio de:
  - . Charola.
  - . Salpique.
  - . Baño.
  - . Neblina.
  - . Inmersión.
  - . Goteo.
  - . Brocha.

#### 2.2.4 METDODO DE APLICACION.

Este puede ser:

- Manual.
- Mediante dispositivos.
- Sistemas de circulación.

#### 2.2.5 PUNTO DE APLICACION.

Las bases principales que definen el punto correcto de aplicación para el lubricante son:

- Holgura.  
Las partes en sus áreas de contacto por lubricar deben contar con un huelgo tal que permitan la formación de la cuña. Si el huelgo no es suficiente no penetrará el lubricante, si el huelgo es exagerado la cuña no se integrará.
- Zona de baja presión.  
En general el lubricante debe suministrarse en la zona de baja presión, anterior al área de contacto por lubricar, de forma tal que se forme la cuña. En sistemas alternantes (émbolos) se deben tomar precauciones particulares en el diseño de la forma de distribución (canaletas).

### 2.3 CONTAMINANTES.

Los lubricantes pierden sus propiedades en general por contaminación en:

#### 2.3.1 ALMACENAMIENTO.

Un almacenamiento inadecuado de los recipientes de los lubricantes permite la incorporación de elementos contaminantes.

#### 2.3.2 DIRECTA.

Se presenta cuando se mezclan directamente por ignorancia o se aplican equivocadamente otros fluidos diferentes en el sistema de lubricación, como es el caso de:

- . Aceites dieléctricos.
- . Fluidos de corte.
- . Solventes. Durante la limpieza del equipo pueden no eliminarse los solventes empleados.
- . Suciedad circundante en las tomas del sistema de lubricación
- . Suciedad dentro del sistema de lubricación antes de la carga del lubricante.

Tabla 2.6

**TIPOS DE ACEITE.****- LUBRICANTES MINERALES:**

- . Aceite mineral. Residual y sin aditivos.  
Engranés que funcionan con cargas bajas y velocidades medias.
- . Aceite mineral con agentes grasos.  
Engranés descubiertos.
- . Aceites con agentes grasos  
Engranés sinfin y corona.
- . Aceite con aditivos de alta presión.  
Cualquier tipo de engranés (incluso hipoidales que funcionan a altas velocidades).

Sólido: molibdeno, grafito, talco, vaselina, cera mineral y metales (principalmente alcalinos), que saponificados y espesados con aceite, forman las grasas consistentes o en estado líquido.

**- LUBRICANTES NO MINERALES:**

Son muy poco empleados por la industria y pueden ser:

**. LUBRICANTES ANIMALES:**

Son extraídos de la lana, de los huesos y tejido adiposo de los animales terrestres y marinos.

Sólidos: Grasa de lana, lanolina, grasa de caballo, manteca de cerdo.

Líquidos: Aceite de buey, foca, caballo, aceite de huesos.

**. LUBRICANTES VEGETALES:**

Sólidos: Aceite de lentisco, aceite de coco, cera vegetal.

Líquidos: Aceite de oliva, soya, maíz, almendra, resina.

**- LUBRICANTES MIXTOS O COMPUESTOS:**

Es una mezcla de aceite de origen animal, mineral y vegetal en proporciones adecuadas.

### 2.3.3 OPERACION.

- Desgaste del material de las partes lubricadas.
- Pérdida de las propiedades por funcionamiento extremo.

Un lubricante si se mantiene limpio conserva sus propiedades y podría permanecer trabajando en el sistema. Sin embargo, cuando el lubricante se contamina, en general es mas fácil y económico desecharlo como medio de eliminar los contaminantes.

### 2.3.4 AGUA.

Esta agua entra al sistema de lubricación por:

- Condensación.  
Por los cambios de temperatura en el equipo ó por el medio ambiente a través de las tomas que no hayan sido cerradas.
- Fugas.  
De otros sistemas.

### 2.3.5 POLVO.

El agua con el polvo forman emulsiones que no lubrican las superficies desgastándolas, interfieren en el sistema y en el mejor de los casos se depositan. Adicionalmente, ocasionan herrumbre y corrosión.

## 2.4 CARACTERISTICAS DE LOS LUBRICANTES.

Los lubricantes deben reunir una serie de propiedades que se determinan mediante diferentes medidas (tabla 2.8), además de las características especiales que los hacen mas aptos para cumplir su función, dentro de las que se consideran las siguientes:

### 2.4.1 HABILIDAD PARA REDUCIR LA FRICCIÓN Y EL DESGASTE.

Esta habilidad es impartida mediante aditivos especiales incorporados a los lubricantes, que en función de sus requerimientos pueden ser:

- Agentes adhesivos.  
Adhesividad para evitar que se escurra fácilmente el lubricante y que permanezca durante mayor tiempo sobre las superficies.  
Aplicación principal en lubricación por película delgada.
- Moderada extrema presión.  
Aplicación en cargas pesadas o bruscas, producidas por impactos.  
Aumenta la resistencia de la película.

Tabla 2.7

## TIPOS DE ACEBITES SEGUN API.

- TIPO 1 Sin aditivos.
- TIPO 2 Con compuestos.
- TIPO 3 Azufre sulfurado no corrosivo.
- TIPO 4 Con jabón de plomo, azufre y fósforo no corrosivo.
- TIPO 5 Con jabón de plomo, azufre y fósforo corrosivo.
- TIPO 6 Con jabón de plomo, azufre y otros agentes grasos.
- TIPO 7 Con jabón de plomo, azufre y otros agentes grasos.
- TIPO 8 Con azufre, cloro, plomo y zinc.

API ---> GL1 = Engranés rectos con cargas ligeras.  
Se usan los tipos 1 y 2 (se usa el 3 como aceite de prueba).

API ---> GL2 = Trabajo pesado para engranes helicoidales o hipoidales.  
Se usa tipo 4.

API ---> GL3 = Para cualquier tipo de engranes.  
Este aceite es de uso múltiple.  
Para los tipos 3, 4, 5, 6, 7.

API ---> GL4 = Hipoidales con trabajo moderado con baja carga (choque).  
Se usa en los tipos 6 y 7.

API ---> GL5 = Engranés hipoidales en trabajo pesado aun con carga fuerte y choque.  
Se usa el tipo 8.

- Resistencia al lavado de agua y vapor.  
Adherencia a las superficies, evitando ser desplazado por el vapor y manteniendo una película protectora.
- Aditivos de extrema presión.  
En presiones elevadas en que el aditivo común no es capaz de soportar.  
Reacciona químicamente con la superficie metálica cuando alcanza ciertas temperaturas, formando compuestos de gran resistencia y que evitan el desgaste.  
Uno de estos aditivos es el fósforo.

#### 2.4.2 HABILIDAD PARA PROTEGER CONTRA LA HERRUMBRE.

Es necesario proteger las superficies metálicas contra la herrumbre ocasionada por la humedad, mediante aditivos que agregados al aceite. Estos tienden a depositarse sobre las superficies metálicas formando una capa protectora, que evita que el agua entre en contacto con el metal y la desplaza, evitando la corrosión.

#### 2.4.3 ACCION DETERGENTE-DISPERSANTE.

En los motores de combustión interna, en servicio pesado y con temperaturas elevadas, es necesario contar con lubricantes con la habilidad detergente / dispersante.

El detergente actúa adhiriéndose a las partículas de carbón, lodo y otras sustancias. El dispersante las mantiene en suspensión evitando que se aglutinen y formen cuerpos de mayor tamaño que puedan asentarse.

Así se evita la formación de depósitos, lodos o barnices ya que todos los contaminantes se eliminan al drenar el aceite, manteniendo limpio el interior del motor.

La acción limpiadora del aceite detergente lo hace obscurecerse, indicando que el aditivo está actuando.

Después de un período determinado, el aceite se ha contaminado y se requiere cambiarlo, pues algunas partículas de las que tiene en suspensión pueden producir desgaste en las partes lubricadas.

#### 2.4.4 AGENTES CONTRA LA FORMACION DE ESPUMA.

La espuma (burbujas de aire) que se produce generalmente por condiciones mecánicas (excesivo batido) o inclusión de aire se mezcla con el aceite provocando zonas sin lubricante.

Si no se puede eliminar de origen la falla, es necesario reducir la formación de la espuma mediante el uso de un aditivo en el lubricante que reviente las burbujas de aire o aumentándolas de tamaño para que suban a la superficie y estallen.

Tabla 2.8

## PROPIEDADES DE LOS LUBRICANTES.

- Acidez.  
Es el porcentaje de ácidos libres que un lubricante contiene.
- Coloración.  
Tiene utilidad cuando es original y sirve para indicar la base de su procedencia.
- Densidad.  
Es la relación existente entre el peso de un volumen determinado de una sustancia y el agua destilada a 4 °C.
- Índice de acidez.  
Es el número de miligramos de potasa cáustica necesarios para neutralizar la acidez libre de un gramo de grasa o aceite.
- Índice de viscosidad.  
Es el valor que indica la variación de la viscosidad de un aceite frente a la acción de la temperatura. De lo expuesto se deduce que cuando las temperatura a que está sujeto un lubricante durante su servicio oscilen en amplios márgenes, el aceite debe poseer un elevado índice de viscosidad.
- Punto de combustión.  
Al calentar un lubricante a temperaturas superiores 20 ó 30 °C al punto de inflamación, los vapores desprendidos ya no arden momentáneamente, sino de un modo continuo.
- Punto de fluidez y congelación.  
Es aquella constante que indica la mínima temperatura a la que fluye el lubricante.
- Punto de inflamación.  
Esto lo determina la temperatura a la cual los vapores desprendidos se inflaman en presencia de una chispa.
- Untuosidad.  
Es la adherencia del lubricante a las superficies metálicas a lubricar, debido a las moléculas polares que contienen, las cuales por razón de su estructura se fijan fuertemente a dichas superficies.
- Viscosidad.
- Volatidad.  
Es la transformación de un líquido en vapor o en gas.

#### 2.4.5 RESISTENCIA A LA OXIDACION.

Un aceite debe ser capaz de resistir por largos períodos la tendencia a la formación de materias que alteren la viscosidad y causen depósitos, mediante aditivos inhibidores contra la oxidación.

#### 2.5 TIPOS DE LUBRICANTES.

Las películas se forman con los lubricantes, que pueden ser:

- Líquidos (aceites).
- Semisólidos (grasas).
- Sólidos (grafito, bisulfuro de molibdeno).

Los lubricantes líquidos y semisólidos se obtienen principalmente

- . En general de la destilación del petróleo.
- . Destilación seca de lignitos y esquistos.

Ver las tablas 2.6 y 2.7.

#### 2.6 ELECCION DE UN LUBRICANTE.

Las constantes de un lubricante definen como deben presentarse para que un aceite cumpla satisfactoriamente, condiciones que no pueden satisfacer los aceites de baja calidad.

Un buen aceite lubricante, a lo largo del tiempo de su utilización, no debe formar excesivos depósitos de carbón, ni tener tendencia a la formación de lodos, ni ácidos, así como tampoco debe congelarse a bajas temperaturas.

Los lubricantes de calidad óptima son aquellos que se han tratado con ácidos, legías y tierras absorbentes, con lo cual se han eliminado asfaltos y resinas, y se les han incorporado aditivos para mejorar, por ejemplo: el índice de viscosidad (aumentarlo), el punto de congelación (disminuirlo), etc.

#### 2.7 GRASAS LUBRICANTES.

Las grasas son mezclas íntimas de una solución jabonosa en un aceite mineral, que en función del engrasador se obtiene la penetración.

El jabón que actúa como base soporte del aceite se obtiene por saponificación de aceite mineral o vegetal, con sosa cáustica, cal o metales alcalinos y agua.

Tabla 2.9

**CARACTERISTICAS DE LAS GRASAS.**

- Base de aluminio.
  - . Consistencia mantequillosa.
  - No resiste:
    - Altas velocidades
    - Humedad.
  - Resistencia a:
    - Centrifugación (altamente adhesiva).
    - . Punto de goteo 360 oF.
    - . Uso: industria textil.
  
- Base de calcio.
  - Consistencia blanda y mantequillosa.
  - No resiste impactos
  - Resistencia a:
    - Mediana velocidad
    - Agua
  - Punto de goteo 300 oF.
  - Uso: cojinetes de bolas o de rodillos en ambientes humedos.
  
- Base de litio.
  - Consistencia mantequillosa.
  - Resistencia a:
    - Centrifugación
    - Agua
    - Impacto
    - Extrema presión
    - A la fricción. Con adición de bisulfuro de molibdeno.
  - Punto de goteo 480 oF.
  
- Base de sodio.
  - Consistencia fibrosa y pueden ser:
    - Blandas (0 al 3).
    - Duras (4 al 6).
  - Resistencia a:
    - Impacto.
    - Mediana al agua
    - Media a la velocidad (1 500 rpm)
  - Punto de goteo 430 oF.
  - Uso: general de chasises, equipos de alto impacto, cojinetes de bolas o de rodillos.
  
- Base de sodio y calcio.
  - Resistencia a:
    - Conforme a las especificaciones intermedias de las de sodio y las de calcio.
    - Altas velocidades.
  - Uso: puntos de apoyo.

Las propiedades de la base y la del aceite lubricante, así como de las proporciones en la mezcla, definen sus características que determinan su uso y aplicación.

#### 2.7.1 JABON.

Es la base de la grasa, que le proporciona el cuerpo. Puede haber grasas a base de jabones metálicos (tabla 2.8) o sin base de jabón, sino con un compuesto químico, como:

- Base de bentonita (silicato de aluminio).  
Consistencia mantequillosa e impalpable (como el talco).  
Resistencia a:  
    Muy alta temperaturas.  
    Extrema presión,  
    Agua.
- Base de silicones.  
Estas grasas son un producto elaborado del petróleo y resisten 500 °C

## CAPITULO 3

# SOLDADURA.

### 3.1 SOLDADURA AUTOGENA

#### 3.1.1 PRINCIPIOS GENERALES.

La soldadura autógena es un tipo de unión de dos metales en base a la aplicación de una flama directa que produce una elevación de temperatura hasta el punto de fusión, tanto de los materiales a unir como del electrodo que va a servir de material de relleno o aporte entre los dos materiales.

Según el tipo de material a soldar se puede emplear o no un elemento fundente, con objeto de facilitar la fusión y penetración de la soldadura.

Las características de una buena soldadura autógena son:

- Adecuada penetración en los dos materiales a soldar
- Cordón uniforme sin discontinuidades, cráteres o chisporroteos.

La selección del tipo de boquilla adecuada depende del volumen y capacidad de transmisión de calor de las piezas a soldar.

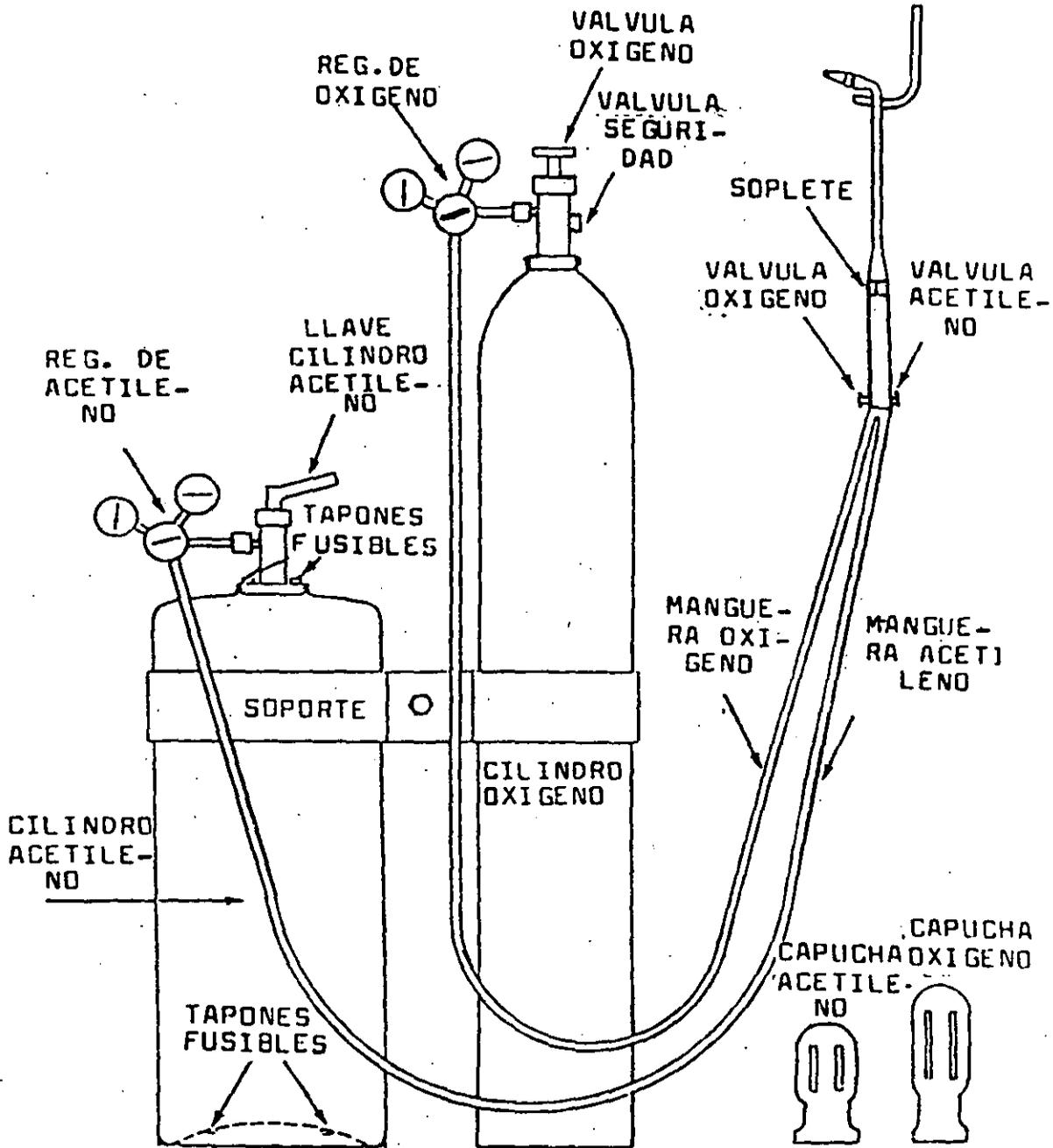
Los equipos usuales en mantenimiento con soldadura autógena son los que emplean la combinación de los gases oxígeno y acetileno. La flama que produce la combustión de estos gases puede ser de tres tipos:

- Neutra a la que se genera de la mezcla balanceada de los dos gases.
- Carburante a la que tiene exceso de acetileno.
- Oxidante a la que tiene exceso de oxígeno.

#### 3.1.2 SELECCION DEL ELECTRODO DE ACUERDO AL MATERIAL A SOLDAR.

Por lo general siempre se sueldan materiales de las mismas características metalográficas, esto es hierro dulce con hierro dulce, aluminio con aluminio, cobre con cobre, acero inoxidable con acero inoxidable, etc., por lo cual la selección del electrodo va de acuerdo al material a soldar.

Cuando las necesidades sean las de soldar dos materiales diferentes es necesario revisar que sean compatibles y entonces seleccionar el electrodo de acuerdo al material que tenga el menor punto de fusión.



EQUIPO DE SOLDADURA OXI-ACETILENICA

Fig. 3.1

F. Márquez Orozco

### 3.1.3 SELECCION DEL TIPO DE FLAMA SEGUN EL ELECTRODO A EMPLEAR.

Según el tipo de electrodo se debe seleccionar la flama del soplete:

- Baja temperatura-carburante
- Alta temperatura-neutra.

Como referencia se puede decir que una flama neutra puede llegar a tener hasta 3 200 °C.

Para efectos de corte por medio de soplete de autógena se emplea la flama oxidante.

### 3.1.4 SELECCION DEL FUNDENTE.

La selección del tipo fundente necesario depende del electrodo a emplear, siendo útil en materiales sobre todo no ferrosos, pues:

- Ayuda que evite oxidación.
- Mayor facilidad de la fusión del material a soldar.
- Mayor capilaridad del electrodo a punto de fusión, en los casos de rellenado.

### 3.1.5 EQUIPO NORMALMENTE UTILIZADO.

El equipo de autógena normalmente utilizado (fig. 3.1) está formado por:

- Un tanque de oxígeno.
- Un tanque de acetileno.
- Mangueras de conducción para los gases.  
Por norma la identificación de las mangueras es:
  - . Verde - Oxígeno
  - . Roja - Acetileno.
- Reguladores de presión.
- Maneral mezclador de gases.
- Boquilla (es usual llamarle al conjunto de maneral y boquilla soplete).

### 3.1.6 CONDICIONES DE SEGURIDAD PARA EL OPERADOR.

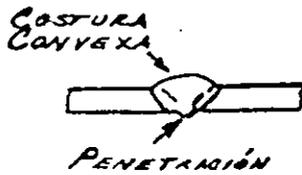
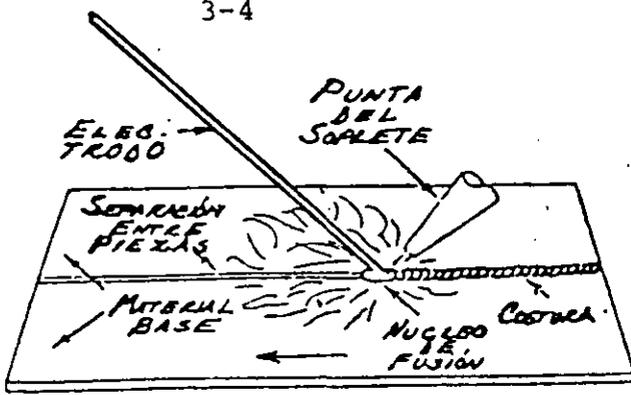
Como equipo de seguridad se recomienda el empleo de:

- Gafas con cristales sombra No. 5 a 7
- Guantes
- Gorra
- Mangas
- Peto

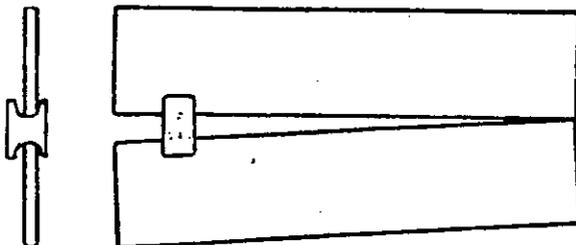
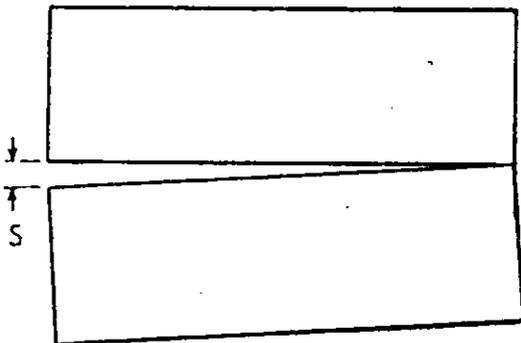
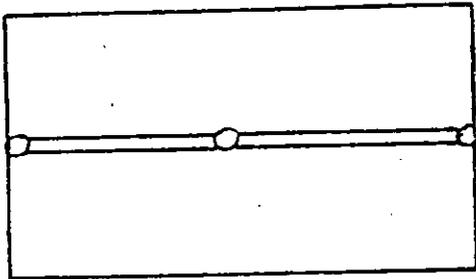
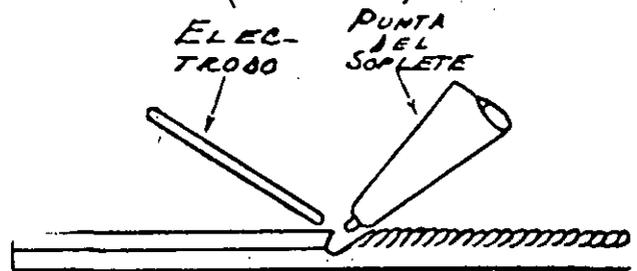
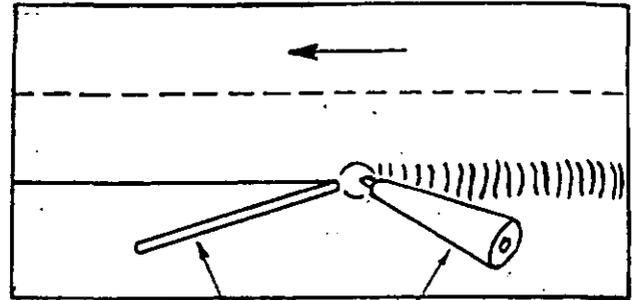
### 3.1.7 CONDICIONES DE MANEJO

Como precauciones en el manejo del equipo de autógena se debe:

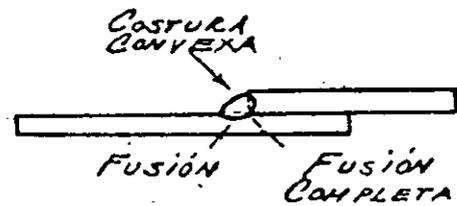
- Evitar que la flama del soplete haga contacto con las mangueras de los gases.
- Cuidar que Las mangueras no toquen objetos de alta temperatura.



Posición recomendada del electrodo y soplete en una soldadura autógena a tope, posición horizontal.



Tres métodos para posicionar piezas: a) con separadores, b) separación calculando contracción, c) con separador especial.



Posición recomendada del soplete para soldadura traslapada, notándose la colocación del electrodo y soplete con respecto al material base.

Como práctica usual el soplete se coloca en una posición de 30 a 45° con respecto al material a soldar, haciéndose el avance del cordón de soldadura en este ángulo.

Por lo general se efectúan los siguientes tipos de movimiento de avance en forma de:

- . Círculos traslapados
- . Zig-zag
- . Greca triangular
- . "E" invertida.

La forma de avance por aplicar depende de:

- . Habilidad del operador.
- . Posición del material a soldar.
- . Punto de fusión del material.

Prácticamente la forma más cómoda de hacer el avance del cordón de soldadura es en el sentido de derecha a izquierda o de abajo hacia arriba.

De acuerdo al espesor del material a soldar, se recomiendan los siguientes ajustes del equipo de autógena, así como los diámetros de electrodo utilizables (tabla 3.1).

Encendido del soplete. Por seguridad se recomienda:

- Primero abrir la válvula del acetileno con  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{1}{2}$  vuelta.
- Después la del oxígeno de 1 a  $1\frac{1}{2}$  vueltas.

Esto permite tener el flujo de gases necesario, y que por operación, así como de seguridad, en el caso de presentarse una emergencia es posible cerrar rápidamente las válvulas, con lo cual se puede llegar a evitar un accidente.

Apagado de la flama del soplete. La secuencia recomendada es:

- Primero cerrar la válvula del maneral del acetileno.
- Después cerrar la válvula del oxígeno.
- Cerrar las válvulas de los dos tanques.
- Abrir nuevamente las válvulas de los manerales para descargar los gases de las mangueras, bajando así la presión en los dos manómetros de los reguladores.
- Cerrar finalmente las valvulas del maneral.

Los tipos y nombres de soldaduras autógenas más comunes se indican en la fig. 3.2. En la fig. 3.3 se presentan los aspectos de dos tipos de soldaduras autógenas, como buena y pobre penetración.

Se indican las temperaturas de fusión de diferentes materiales, como referencia, en la tabla 3.2 .

Para la práctica adecuada de soldadura autógena, además de conocer los aspectos de operación y manejo del equipo, hay una parte sumamente importante:

### SOLDADURA AUTOGENAS MAS COMUNES

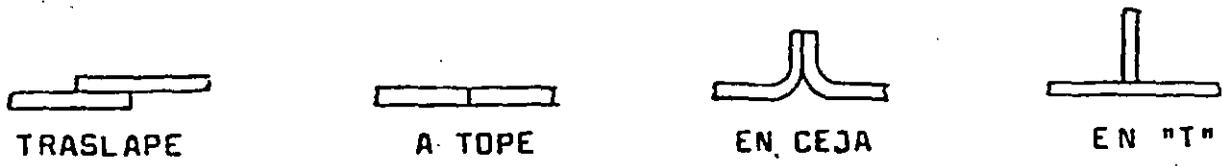


Fig. 3.2

### SOLDADURAS CON BUENA Y POBRE PENETRACION

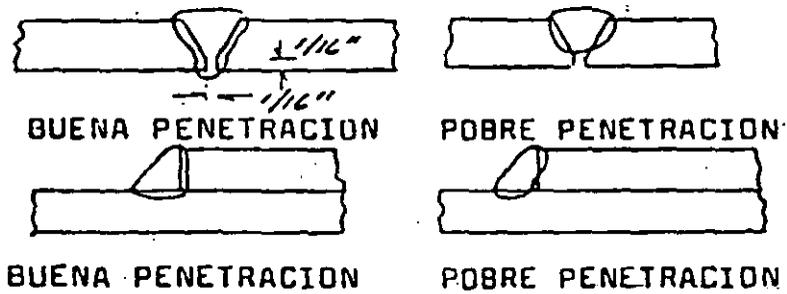


Fig. 3.3

- Tener habilitados aditamentos que proporcionen un medio adecuado de sujeción de los materiales a soldar, con el fin de evitar mala alineación o deformaciones de las piezas después de ser soldadas.

Algunas veces también es necesario el empleo de separadores o de puntos de soldadura para apuntar las piezas a soldar antes de hacer el cordón de soldadura definitiva.

### 3.1.8 CONCLUSION.

La eficiencia y seguridad de la soldadura autógena depende en un gran porcentaje de la habilidad y manejo del equipo por parte del operador.

La capacitación del soldador es parte fundamental para obtener una buena soldadura autógena desde el punto de vista de:

- Acabado.
- Buena resistencia mecánica.

Con lo anterior se desea recalcar que la soldadura autógena, para fines de operaciones de mantenimiento, no se puede automatizar (excepto en operaciones de corte). Por lo tanto, la habilidad y capacidad del soldador es de primordial importancia.

## 3.2 SOLDADURA DE ARCO.

### 3.2.1 PRINCIPIOS GENERALES.

La soldadura de arco es un tipo de unión de materiales con el empleo de un electrodo (material de aporte), energizado con una corriente eléctrica, alterna o directa. Su nombre lo define el arqueado o chisporroteo que se debe inducir al acercarse el electrodo hacia el material a soldar.

Para operaciones de mantenimiento el electrodo empleado usa una capa de recubrimiento fundente, siendo común también que para operaciones de producción el electrodo no tenga dicho recubrimiento.

### 3.2.2 TIPOS DE SOLDADORAS DE ARCO Y SUS CARACTERISTICAS.

Las soldadoras de arco se dividen en:

- Tipo rotativo.

Proporcionan tensión de salida constante, independientemente de la corriente de soldadura.

Integrada por un grupo motor generador:

- . Motor de combustión interna de gasolina.
- . Motor eléctrico de corriente alterna.
- . Generador (únicamente) de corriente directa.

T A B L A 3.1

## RECOMENDACIONES PARA SOLDADURA CON AUTOGENA.

ESPESOR DE MATERIAL (mm) (in)		DIAMETRO DE ELECTRODO (in)	NUMERO DE BOQUILLA	PRESION OXIGENO	(kg/cm <sup>2</sup> ) ACETILENO
16	1/16	1/16 a 3/32	56	0.6 a 1.4	0.35
32	1/8	3/32 a 1/8	53	0.8 a 1.8	0.35
64	1/4	5/32 a 3/16	48	0.9 a 1.6	0.35

T A B L A 3.2

## TEMPERATURAS DE FUSION DE MATERIALES

MATERIAL	TEMPERATURA (°C)	MATERIAL	TEMPERATURA (°C)
ALUMINIO	660	PLOMO	325
LATON	890	ACERO (1020)	1540
BRONCE	900	SOLDADURA 50/50	215
ACERO FUNDIDO (FUNDICION GRIS)	1200	ESTAÑO	230
		ZINC	420

Fueron usados en forma masiva durante mucho tiempo, sobre todo en el tipo de operación de cabezales automáticos:

Su empleo de estos equipos va en desuso por:

- . Alto mantenimiento requerido.
- . Alto consumo de corriente en vacío.

- Tipo transformador:

Su ventaja es que el consumo de energía eléctrica es mínimo, cuando está conectada a la línea de alimentación sin realizar soldadura.

- . Corriente alterna (CA)
  - . Capacidad de corriente (medida en amperes, 50 a 400 A).
  - . Factor de servicio (20 a 50 %).
- . Corriente directa con rectificador.
  - . Capacidad de corriente (medida en amperes, 10 a 800 A).
  - . Factor de servicio (30 a 100 %).
- . Ambas tensiones.

- Tipo de tensión a la salida de las terminales de conexión, que puede ser, al circular corriente por el electrodo de:

- . Caída de potencial
- . Potencial constante

Lo anterior significa que la tensión en las terminales de salida permanece constante, independientemente de la corriente que circule por el electrodo. Es poco usual este tipo de máquinas para trabajos de mantenimiento.

### 3.2.3 SELECCION DEL TIPO DE ELECTRODO.

Para la selección del tipo de electrodo se deben tener en consideración dos condiciones:

- Resistencia mecánica que deberá tener la soldadura.
- Tipo de metal a soldar, ya sea ferroso o no ferroso.

Como guía para la aplicación del electrodo con máquinas de CD o CA, se presentan las tablas 3.3 y 3.4.

### 3.2.4 PREPARACIONES NECESARIAS.

El logro de una soldadura de características óptimas desde el punto de vista de resistencia mecánica y de acabado, depende en gran manera de la preparación adecuada de los materiales a unir.

Los tipos comunes de soldadura por arco son:

Unión	Soldadura*
A tope	Relleno
"T"	Plana
Escuadra	Tipo cuña
Traslape	Tipo "v"
Ceja	Tipo "J"
	Tipo "U"

T A B L A 3.3  
SOLDADORAS DE ARCO DE CD.

ESPESOR DE MATERIAL (in)	DIAMETRO DE ELECTRODO (in)	CORRIENTE DE SOLDADURA (A)
1/16 a 1/8	3/32	50 a 90
1/8 a 1/4	1/8	90 a 140
1/4 a 3/8	5/32	120 a 180
3/8 a 1/2	3/16	150 a 230
1/2 a 3/4	7/32	190 a 240
3/4 a 1	1/4	200 a 300

T A B L A 3.4  
SOLDADORAS DE ARCO DE CA.

ESPESOR DE MATERIAL (in)	DIAMETRO DE ELECTRODO (in)	CORRIENTE DE SOLDADURA (A)
1/16	1/16	20 a 40
3/32	3/32	30 a 80
1/8 a 1/4	1/8	50 a 120
1/8 a 1/4	5/32	75 a 170
1/4 a 3/16	3/16	100 a 210
1/4 a 3/16	7/32	120 a 250
1/4 a 5/16	1/4	160 a 330
5/16 a 3/8	5/16	200 a 420

- \* La aplicación de estos tipos de soldadura se puede hacer en forma sencilla o doble.

En todos estos tipos de soldaduras es muy importante que el ángulo de inclinación de los biseles de preparación sea mínimo de 60°, con el fin de lograr una penetración adecuada de la soldadura, además un ángulo menor dificulta maniobrar correctamente el electrodo.

Es necesario tener en cuenta que en la soldadura de un material grueso con uno delgado, la selección de electrodo y corrientes deberá hacerse de acuerdo a las calibraciones y ajustes del material delgado.

Es conveniente tener en mente que el tipo de forma de preparación y soldadura está totalmente relacionado con la resistencia mecánica y acabado final requerido.

Cuando sea importante el evitar deformaciones del material causadas por la aplicación de la soldadura, se debe pensar en algún aditamento de sujeción que tenga la rigidez suficiente. En algunos casos incluso se debe prever refrigeración externa por medio de aire o agua fluyendo por tubos para evitar deformaciones.

### 3.2.5 APLICACIONES ESPECIALES.

En soldadura deben considerarse los recubrimientos duros y aleaciones especiales.

Para dar mantenimiento en superficies sujetas a fricción se cuenta con una gama de electrodos especiales, los cuales tienen como característica principal una alta dureza mecánica, sin perder su maquinabilidad, con el objeto de poder dar el acabado que sea necesario. Como referencia se puede citar que para reconstrucción de engranes y flechas desgastadas, estos son los electrodos adecuados.

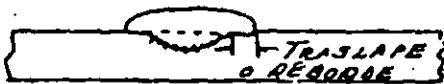
También se cuenta con una gama de electrodos que pueden emplearse para soldar metales no ferrosos y sus aleaciones como es el caso de cobre, aluminio, bronce y latón.

### 3.2.6 CONDICIONES DE SEGURIDAD PARA EL OPERADOR

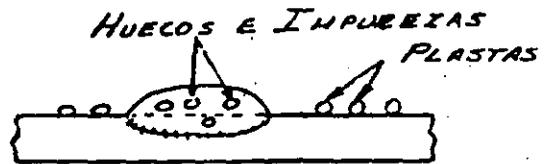
Para la seguridad del operador se debe prever que cuente con:

- Gorra
  - Guantes
  - Mangas
  - Peto
  - Careta con vidrio sombra No. 12
- La careta es una de las partes más importantes para la seguridad del operador para proteger su vista, pues el arco natural que se genera durante la soldadura es muy intenso.
- Polainas. En algunos procesos productivos se puede llegar a esta necesidad.

INSPECCION VISUAL DE SOLDADURA DE ARCO



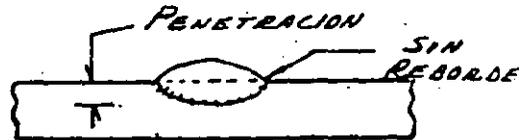
DESPLAZAMIENTO LENTO DEL ARCO DE SOLDADURA



ARCO MUY RETIRADO Y MOVIMIENTO DEL ELECTRODO MUY RAPIDO



CALOR INSUFICIENTE PARA UNA FUSION ADECUADA Y ARCO DEMASIADO CERCANO



BUENA PENETRACION SIN TRASLAPE (REBORDE)

### 3.2.7 MANEJO.

Para el manejo del electrodo de soldadura de arco se pueden mencionar las siguientes técnicas:

- Para el avance del cordón de soldadura se tienen movimientos en formas de:
  - . Grecas cuadradas
  - . "E"
  - . Zig-zag

Para la posición del electrodo, respecto al material a soldar, se debe mantener un Angulo de:

- 30 a 45°, en soldaduras tipo planas.
- 20° para soldaduras horizontales, siendo el movimiento del electrodo mas cómodo el de izquierda a derecha en forma de zig-zag.
- 20° para soldaduras verticales, con formas de avance:
  - . arriba hacia abajo con movimientos de zig-zag
  - . abajo hacia arriba con movimientos en forma de grecas cuadradas.
- 20° para soldaduras tipo sobre la cabeza con movimientos de zig-zag.

La unión por soldadura de arco es confiable, sobre todo desde el punto de vista de resistencia mecánica, por lo cual es importante enfatizar que en el caso de la soldadura autógena para operaciones de mantenimiento depende de la capacidad y habilidad del operador. De aquí la necesidad de que el soldador se encuentre bien capacitado, técnica y físicamente, pues la responsabilidad de evitar algún accidente serio puede depender de cuidar este aspecto que muchas veces es ignorado.

Para los fines de una inspección visual de la soldadura de arco se ilustran en la fig. 3.4 aspectos de buenas y malas soldaduras.

## 3.3 SOLDADURA POR RESISTENCIA

### 3.3.1 PRINCIPIOS GENERALES.

La soldadura por resistencia tiene por principio la fusión de materiales por medio del efecto calorífico generado por el paso de una corriente alta (miles de amperes) a través de dichos materiales, sin el empleo de ningún material de aporte.

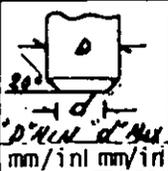
### 3.3.2 TIPOS DE MAQUINAS SOLDADORAS POR RESISTENCIA

Las máquinas soldadoras por resistencia son de los tipos:

- A tope
- Punteadora
- Proyección
- Chisporroteo
- Costura.

T A B L A 3.5

AJUSTES APROXIMADOS PARA SOLDADURA POR PUNTOS EN ACERO DE BAJO CARBON

ESPAESOR DEL MATERIAL mm			FUERZA ENTRE ELECTRODOS (KG)	CICLOS DE SOLDADURA		CORRIENTE DE SOLDADURA AMPERES	 TRASLAPES MINIMO mm	ESPACIO MINIMO ENTRE PUNTOS mm	DIAMETRO ZONA FUSIONADA mm	ESFUERZO MINIMO A TENSION KG	ESPEESOR DEL MATERIAL mm
	60HZ	50HZ									
0.250 0.010	3.3 3/8	3.2 1/6	91	1	3	1,000	9.5	6.3	2.5	59.1	0.250 0.010
0.530 0.021	8.3 3/8	4.8 3/16	136	6	5	6,500	11.1	9.5	3.3	145.5	0.530 0.021
0.790 0.031	9.3 3/8	4.8 3/16	182	8	7	8,000	11.1	12.7	4.0	259.1	0.790 0.031
1.000 0.040	12.7 1/2	6.3 1/4	227	10	8	9,500	12.7	19.0	4.8	418.2	1.000 0.040
1.270 0.050	12.7 1/2	6.3 1/4	295	12	10	10,500	14.3	22.2	5.6	613.6	1.270 0.050
1.600 0.062	12.7 1/2	6.3 1/4	364	14	12	12,000	15.9	25.4	6.4	840.9	1.600 0.062
1.980 0.078	15.9 5/8	7.9 5/16	500	17	14	14,000	17.5	31.8	7.9	1,227.0	1.980 0.078
2.400 0.094	15.9 5/8	7.9 5/16	591	20	17	15,500	19.1	38.1	7.9	1,568.0	2.400 0.094
2.770 0.109	15.9 5/8	7.9 3/8	727	25	21	17,500	20.6	41.3	8.1	1,886.0	2.770 0.109
3.200 0.125	22.2 7/8	9.3 3/8	818	26	22	19,000	22.2	44.5	8.1	2,273.0	3.200 0.125

NOTAS :

1. Acero SAE 1010
2. El material debe estar libre de óxido, escoria, grasa o aceite
3. Datos para un máximo de 4 piezas del espesor indicado
4. Material de los electrodos clase 2, conductividad 75%, dureza Rockwell B-75.

Las soldadoras a tope se emplean para unir materiales como soleras y alambres y, pueden ser de operación:

- Manual
- Automática (potencia de 2.5 kVA a 500 kVA).

Se pueden accionar por medio de:

- . Aire comprimido
- . Motor eléctrico
- . Sistema hidráulica.

Las punteadoras y soldadoras de proyección se emplean para unir láminas de materiales como son: hierro dulce, aceros, aluminio, latón, bronce, cobre y níquel.

Las punteadoras pueden ser de acción manual, mecánica o neumática; la gama usual de potencias va desde 5 kVA hasta 800 kVA (anexo se dan tablas de calibraciones y ajustes para lámina de acero de bajo carbón).

Las soldadoras por chisporroteo se emplean para unir soleras, alambres y contornos de forma especial a tope.

El proceso de soldadura se inicia con un arqueo, para uniformizar las superficies y lograr la temperatura de fusión de los materiales, logrado esto se someten las piezas a una forja brusca para que queden unidos.

La característica principal de este proceso es la de mantener la misma resistencia y característica metalográfica del material base en la unión de soldadura.

Este tipo de equipos pueden ser manuales, operados por motor eléctrico o de operación hidráulica y la gama usual de potencia va de 20 kVA hasta 500 kVA. La aplicación mas común con estas máquinas es la soldadura de rines de bicicleta y automóviles.

Las máquinas de costura usan el principio de las punteadoras en forma continua, esto es generan una sucesión de puntos a lo largo de láminas de materiales de hierro, aceros, aluminio, latón, bronce, cobre o níquel; la gama normal de potencias van de 50 kVA hasta 400 kVA.

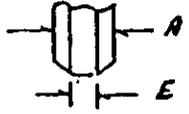
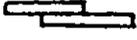
Las aplicaciones comunes para estas máquinas se tienen en la soldadura de tanques de gasolina, tambores de 50 a 200 litros y calentadores domésticos; el accionamiento de estas soldadoras por lo general es solo automático con operación neumática.

### 3.3.3 AJUSTES Y CALIBRACIONES

Para punteadoras y máquinas de costura, se cuenta con tablas que marcan los parámetros recomendables a considerar con objeto de lograr soldaduras óptimas desde el punto de vista de resistencia mecánica y consumo económico de energía eléctrica.

T A B L A 3.6

AJUSTES APROXIMADOS PARA SOLDADURA CON COSTURA EN ACERO DE BAJO CARBON

ESPESOR DEL MATERIAL			FUERZA ENTRE DISCOS (KG)	CICLOS DE SOLDADURA		CICLOS DE ENFRIAMIENTO		VELOCIDAD LINEAL DEL MATERIAL m/min	NUMERO DE SOLDADURAS		CORRIENTE DE SOLDADURA AMPERES	 TRASLAPE MINIMO mm	ESPESOR DEL MATERIAL
	"A" MIN	"E" MAX		60HZ	50HZ	60HZ	50HZ		CADA 5cm	POR in.			
	mm	mm/in											
0.250	9.5	4.8											0.250
0.010	3/8	3/16	182	2	2	1	1	2.03	30	15	8,000	10.0	0.010
0.530	3.5	4.8											0.530
0.021	3/8	3/16	250	2	2	2	1	1.91	24	12	11,000	11.0	0.021
0.780	12.7	6.3											0.780
0.031	1/2	1/4	318	3	3	2	1	1.83	20	10	13,000	13.0	0.031
1.000	12.7	6.3											1.000
0.040	1/2	1/4	409	3	3	3	2	1.70	18	9	15,000	13.0	0.040
1.270	12.7	7.9											1.270
0.050	1/2	5/16	477	4	3	3	2	1.65	16	8	16,500	14.0	0.050
1.600	12.7	7.9											1.600
0.062	1/2	5/16	545	4	3	4	3	1.60	14	7	17,500	16.0	0.062
1.980	15.9	9.3											1.980
0.078	5/8	3/8	682	6	5	5	4	1.40	12	6	19,000	18.0	0.078
2.400	15.9	11.1											2.400
0.089	5/8	7/16	773	7	6	6	5	1.27	11	5.5	20,000	19.0	0.089
2.770	19.0	12.7											2.770
0.109	3/4	1/2	886	9	8	6	5	1.22	10	5	21,000	20.0	0.109
3.200	19.0	12.7											3.200
0.125	3/4	1/2	1,000	11	9	7	6	1.11	9	4.5	22,000	22.0	0.125

NOTAS:

1. Material SAE-1010
2. El material debe estar libre de óxido, escoria, grasa o aceite.
3. Datos para un máximo de 7 piezas del espesor indicado
4. Material de los discos. Clase 2, Conductividad 75%, dureza Rockwell B-75.

Dada la variedad de piezas soldadas con máquinas a tope y chisporroteo, las calibraciones necesarias para estos equipos generalmente se buscan según la aplicación específica (se anexan tablas de ajustes y calibraciones).

#### 3.3.4 MATERIALES SOLDABLES EN SOLDADURAS POR RESISTENCIA

Los materiales soldables en soldadura por resistencia deben ser compatibles; una forma práctica para determinar esto es que después de hacer una prueba de soldadura y desprenderla, la huella que dejó la soldadura no presente huecos internos, lo que significa que no hubo generación de gases y la soldadura es sólida; como prueba definitiva para determinar si una soldadura es correcta se debe medir la fuerza a la tensión al momento de la ruptura, (se anexa tabla de soldabilidad entre varios materiales).

#### 3.3.5 SELECCION DEL TIPO Y FORMA DE ELECTRODO.

Según el material a soldar se debe escoger el tipo de electrodo, como ejemplo para hierro dulce y aceros los electrodos generalmente son de Cobre-Cromo, para materiales como aluminio y cobre se pueden emplear electrodos de Elcaloy o Tungsteno.

La forma del electrodo se puede adaptar al tipo de contorno de las piezas a soldar, existiendo en el mercado una variedad muy extensa de formas de electrodos.

#### 3.3.6 PREPARACION DEL MATERIAL SEGUN EL TIPO DE SOLDADURA.

Cuando se sueldan hierros dulces y aceros la única preparación requerida es la de que el material se halle libre de escoria u óxidos en sus superficies. Tratándose de metales no ferrosos, como aluminio y cobre, es necesario someter a dichos materiales a un proceso de decapado con el fin de eliminar el óxido superficial; este proceso puede hacerse por medios mecánicos o químicos.

#### 3.3.7 CONDICIONES DE SEGURIDAD PARA EL OPERADOR

Los operadores de soldadoras por resistencia deberán tener como elementos para su seguridad personal:

- Guantes
- Peto
- Gorra
- Careta transparente.

Como conclusión se puede mencionar que generalmente este tipo de máquinas son empleadas mas en operaciones de producción que en las de mantenimiento, siendo usual para mantenimiento el empleo de punteadoras hasta de 30 kVA y soldadoras a tope para sierra cinta de 2.5 kVA.

ALCANCES DE SEVERIDAD DE LA VIBRACION		EVALUACION SEGUN LA CLASE DE MAQUINA			
ALCANCE NIVEL	LIMITES DE VELOCIDAD EFICAZ EN mm/seg.	CLASE I	CLASE II	CLASE III	CLASE IV
0.28					
0.45	0.28	BUENO			
0.71	0.45		BUENO		
1.12	0.71			BUENO	
1.80	1.12	PERMI- TIDO			BUENO
2.80	1.80		PERMI- TIDO		
4.50	2.80	JUSTO TOLERA		PERMI- TIDO	
7.10	4.50		JUSTO TOLERA		PERMI- TIDO
11.2	7.10			JUSTO TOLERA	
18.0	11.2	NO PERMI- TIDO			JUSTO TOLERA
28.0	18.0		NO PERMI- TIDO		
45.0	28.0			NO PERMI- TIDO	NO PERMI- TIDO
71.0	45.0				PERMI- TIDO

F.Márquez Orozco

## CAPITULO 4

**MANTENIMIENTO PREDICTIVO POR  
VIBRACION.****4.1 INTRODUCCION**

La vibración en la maquinaria, es la respuesta a una fuerza excitadora y esta respuesta está determinada por las características de:

- Fuerza excitadora
- Maquinaria.

Esto conduce a pensar que si las características de la fuerza excitadora no varían o varían muy poco, los cambios en la vibración de la maquinaria están indicando que algunas características de la maquinaria están cambiando, por ejemplo el balance dinámico, la alineación, la holgura, la soltura mecánica, la rigidez, etc.

Esta información nos conduce a definir el estado de "salud" de la maquinaria y aún mas, permite incluso identificar cual es la causa o causas específicas de la vibración, sin necesidad de desarmar la maquinaria.

También se puede determinar la importancia de cada una de las causas, pronosticando además su tendencia, si se tienen datos periódicos.

Una de las principales ventajas que tiene esta tecnología, es que se pueden medir o detectar vibraciones mucho antes de que puedan causar problemas, porque su sensibilidad es muy elevada.

**4.2 VIBRACION**

Las principales características de la vibración son:

La VIBRACION es un fenómeno dinámico

La VIBRACION es un fenómeno ciclico

La VIBRACION es la respuesta a una fuerza excitadora.

Quando se trata de una maquinaria, la vibración solo se concibe como un movimiento. Este movimiento se repite con respecto a una posición y solo aparece cuando la maquinaria está en operación, que es cuando se generan fuerzas excitadoras.

AMPLITUD

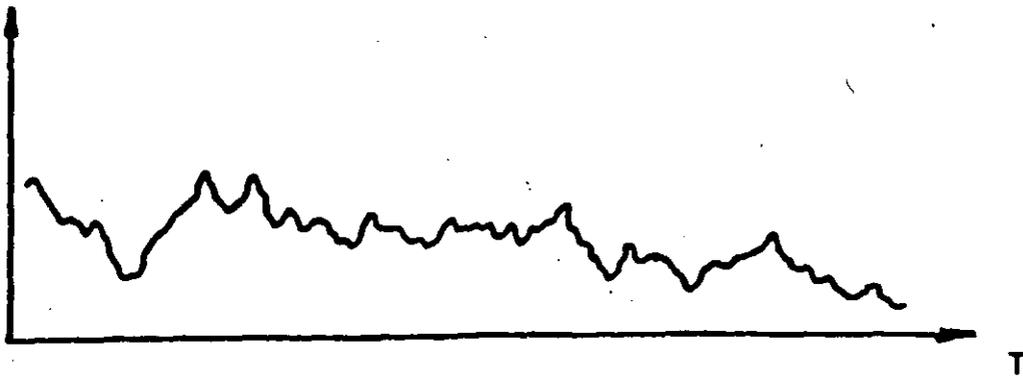


FIG. 4.1 SENAL DE VIBRACION SIN FILTRAR

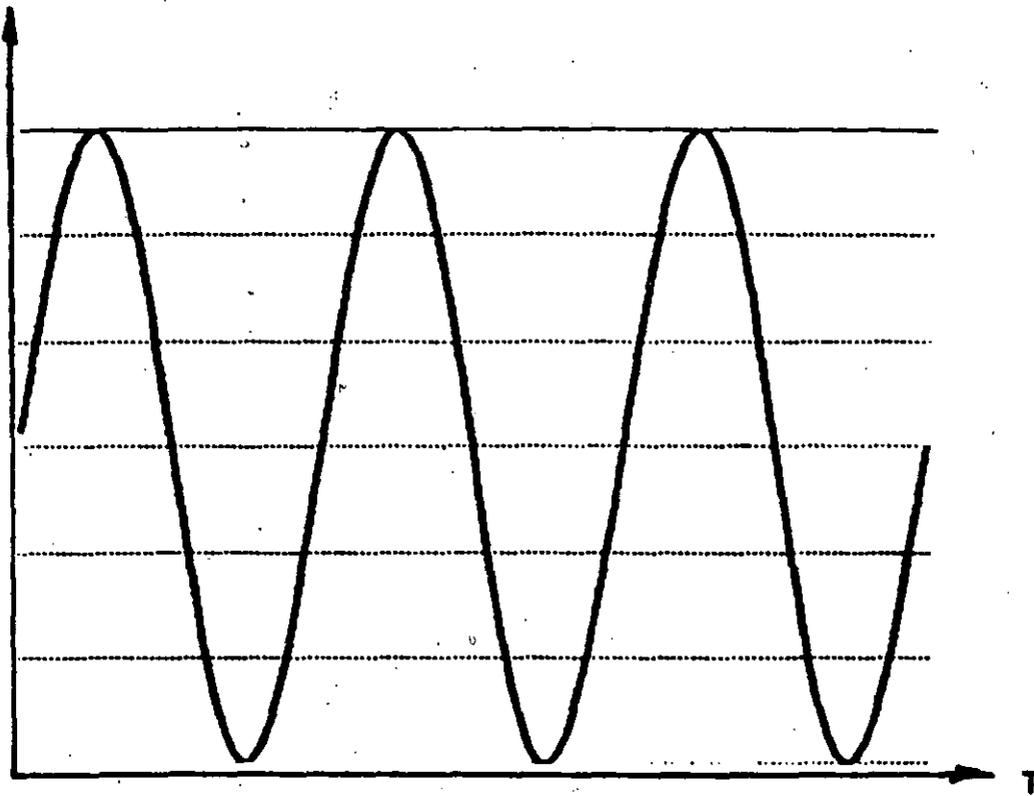


FIG.4.2 SENAL DE VIBRACION FILTRADA Y AMPLIFICADA

#### 4.2.1 REPRESENTACION GRAFICA.

En la pantalla de un osciloscopio puede apreciarse perfectamente la representación gráfica de la vibración de una máquina en operación.

Lo que se distingue generalmente es una señal muy compleja, que es la suma de muchas vibraciones (cada una de ellas es la respuesta a una fuerza excitadora).

Al separar una de ellas de todas las demás, es muy probable que la señal tenga la forma de una senoide o una cosenoide.

El poder ver en pantalla esta representación permite cuantificar y valorar, de acuerdo a ciertas referencias o patrones, esta vibración.

En la fig. 4.1 se representa una señal compleja y en la fig. 4.2 la de una senoide, vistas en la pantalla del osciloscopio.

Lo que se puede cuantificar en esta señal es:

- **AMPLITUD:**

Es la distancia en la dirección del eje Y y se puede medir como: amplitud pico, amplitud pico-pico, amplitud media, amplitud rms, amplitud promedio, amplitud global, etc.

- **PERIODO:**

Es una magnitud medida en el eje de tiempo y que se define como el tiempo que tarda en completarse un ciclo.

- **FRECUENCIA:**

Se calcula una vez conocido el período y es la cantidad de ciclos por unidad de tiempo.

En la tecnología de vibraciones de maquinaria, es común medir la amplitud de la vibración en desplazamiento, en velocidad, en aceleración, dependiendo del objetivo y el tipo de maquinaria.

Desplazamiento, indica la distancia recorrida por algún punto de la maquinaria con respecto a una referencia.

Velocidad de la vibración, se refiere a que ese mismo punto en cada diferente posición, tiene también diferente velocidad y al hablar de aceleración de la vibración, ocurre exactamente lo mismo.

En la fig. 4.3 se presentan tres senoides, la de desplazamiento, la de velocidad y la de aceleración.

M4-04

AMPLITUD

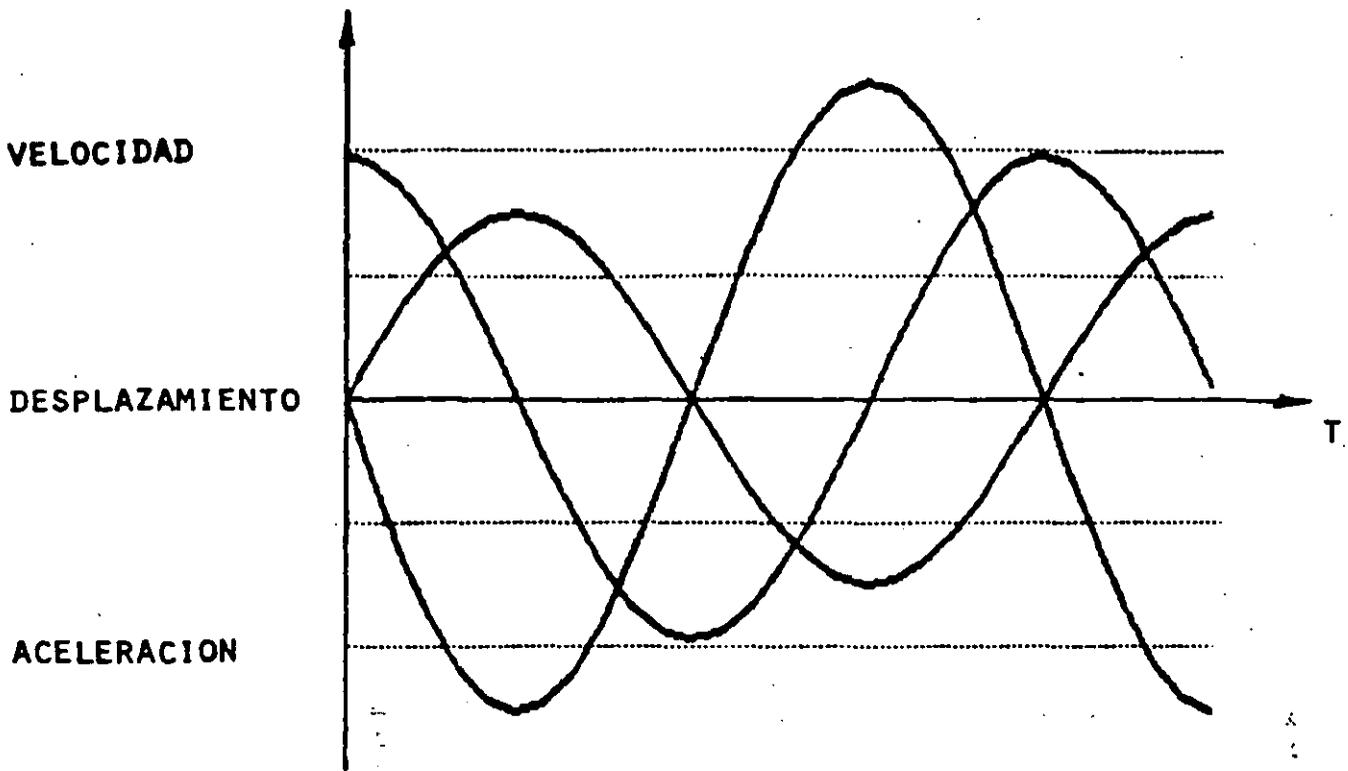


FIG. 4.3 RELACION ENTRE AMPLITUDES DE VIBRACION EN DESPLAZAMIENTOS, VELOCIDAD Y ACELERACION. SE OBSERVA QUE CUANDO EL DESPLAZAMIENTO ES MAXIMO, LA VELOCIDAD ES CERO Y LA ACELERACION TAMBIEN ES MAXIMA, PERO DE SIGNO OPUESTO.

#### 4.2.2 REPRESENTACION ANALITICA

La representación gráfica es extremadamente útil en la tecnología de vibraciones de maquinaria, porque permite observar todo el conjunto en forma integral. Sin embargo, es indispensable el manejo analítico de la vibración para obtener información que queda oculta en la forma gráfica.

Una vibración elemental se representa analíticamente como:

$$A = A_0 \text{ sen } (wt + \alpha) \quad \text{-----(1)}$$

donde:

A      amplitud en el tiempo t  
 A<sub>0</sub>    amplitud máxima  
 w      frecuencia angular en radianes por unidad de tiempo  
 t      tiempo  
 α      ángulo (radianes).

El ángulo puede ser de atraso o adelanto de la vibración con respecto a una referencia en el tiempo y se le conoce como ángulo de fase.

Una vibración compleja se representaría analíticamente como la suma de varias vibraciones, cada una con diferente amplitud, frecuencia y ángulo de atraso o adelanto.

$$A = A_0 \text{ sen}(w_0 t + \alpha_0) + A_1 \text{ sen}(w_1 t + \alpha_1) + \dots + A_n \text{ sen}(w_n t + \alpha_n) \quad \text{-----(2)}$$

En la tecnología de vibraciones de maquinaria, es mas práctico manejar la frecuencia en ciclos por unidad de tiempo que en radianes.

$$f = w / 2\pi \quad \text{-----(3)}$$

donde;

f      es la frecuencia en ciclos por unidad de tiempo  
 w      es la frecuencia angular

También es mas práctico manejar la frecuencia que el período:

$$f = 1/T \quad \text{-----(4)}$$

donde:

f      es la frecuencia en ciclos por unidad de tiempo  
 T      es el tiempo que tarda en completarse un ciclo

RELACION DE  
DESPLAZAMIENTO

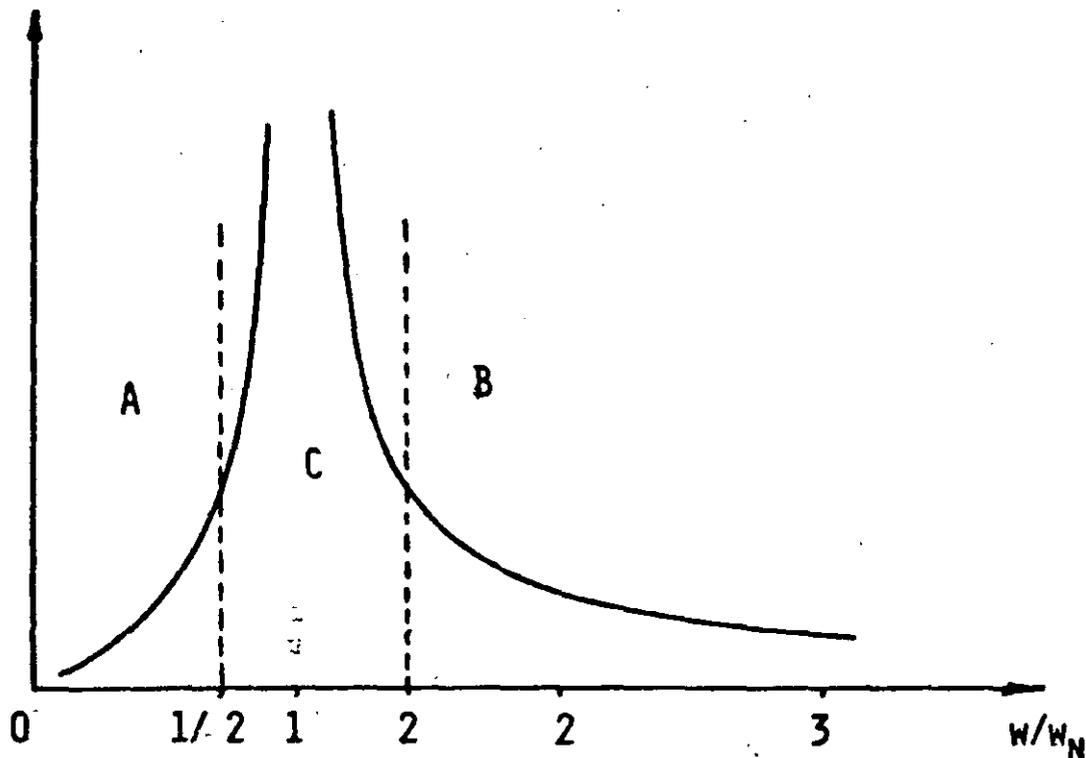


FIG. 4.4 DIAGRAMA DE RESONANCIA, SIN AMORTIGUACION  
LA MAQUINARIA DISEÑADA PARA TRABAJAR EN LA ZONA A  
(SU FRECUENCIA DE OPERACION ES MENOR DE 1/ 2 DE SU  
FRECUENCIA NATURAL) SE CONSIDERA "RIGIDA" Y LA  
QUE TRABAJA EN LA ZONA B (SU FRECUENCIA DE OPERA-  
CION ES MAYOR DE 2, SU FRECUENCIA NATURAL) SE CON-  
SIDERA "FLEXIBLE" . SE RECOMIENDA QUE LA MAQUINARIA  
NO TRABAJE EN LA ZONA C, DONDE SE MANIFIESTA EL  
FENOMENO DE RESONANCIA.

La amplitud en desplazamiento se expresa como:

$$X = X_0 \text{ sen } (wt + \alpha) \quad \text{-----}(5)$$

donde:

- X representa el desplazamiento en unidades de longitud en el instante t
- X<sub>0</sub> es el desplazamiento máximo

Para la misma vibración, la amplitud en velocidad se obtiene por medio de la derivada del desplazamiento con respecto al tiempo:

$$v = \frac{\delta}{\delta t} x = x_0 \cos (wt = \alpha)$$

y la amplitud en aceleración como:

$$a = \frac{\delta}{\delta t} v = -x_0 \text{ sen } (wt = \alpha)$$

#### 4.2.3 TIPO DE VIBRACION.

##### - Vibración libre:

Se dice que un sistema masa-resorte vibra libremente cuando se aplica una sola vez una fuerza excitadora y se permite que el sistema vibre sin interferencia de otras fuerzas.

##### - Vibración forzada:

En la vibración forzada, la fuerza o las fuerzas excitadoras actúan en forma cíclica.

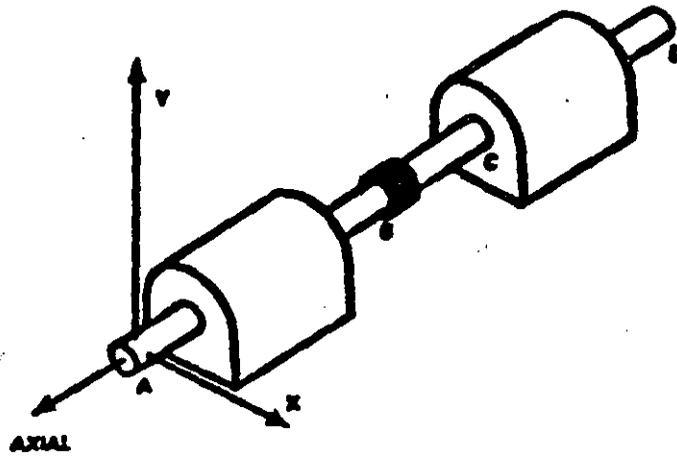
En la introducción se dijo que una vibración está determinada por las características de la fuerza excitadora y de la propia maquinaria, por ejemplo la frecuencia de la vibración depende de la frecuencia de la fuerza excitadora, lo que es una pista muy importante para determinar cual o cuales son las causas mas importantes de una vibración.

Aunque en términos generales la vibración de la maquinaria se puede considerar "forzada", el estudio de la vibración "libre" define un concepto de capital importancia en la tecnología de vibraciones mecánicas; la frecuencia natural.

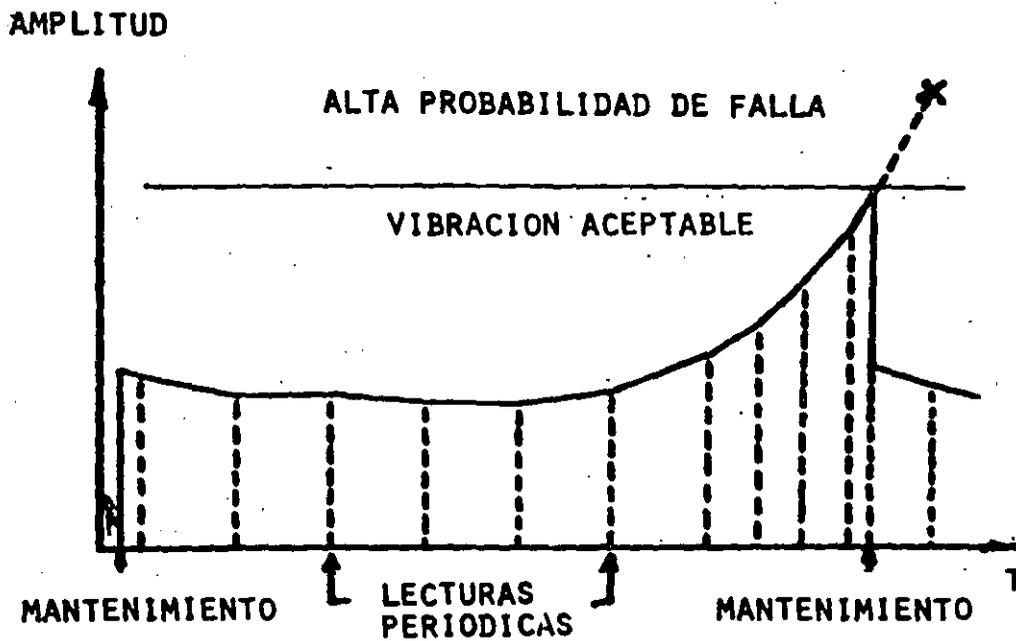
##### - Frecuencia natural:

Es aquella con la cual vibraría un sistema masa-resorte, cuando se le permite vibrar libremente ó en términos mas prácticos la frecuencia natural de una máquina ó un elemento de una máquina es aquella con la cual vibraría cuando \*se le permite vibrar libremente.

Esta característica de cada máquina o de un elemento de máquina está definida por:



**FIG. 4.5 SENTIDOS DE MEDICION EN MAQUINARIA DE EJES HORIZONTALES**



**FIG. 4.6 GRAFICA DE TENDENCIA DE LA VIBRACION CUANDO LA VIBRACION SE ACERCA AL LIMITE ACEPTABLE ES CONVENIENTE PROGRAMAR EL MANTENIMIENTO**

$$f_n = \frac{1}{2\pi} (k/m)^{1/2} \quad \text{----- (8)}$$

donde:

$f_n$  es la frecuencia natural en ciclos por segundo  
 $k$  es la rigidez en kg/m  
 $m$  es la masa en kg s/m<sup>2</sup>

Cuando una máquina opera a una velocidad angular que coincide con su frecuencia natural, se presenta el fenómeno de la:

"resonancia",

que puede tener resultados catastróficos si no esta previsto.

En general la maquinaria se puede clasificar en dos grandes grupos:

- Rígida. Opera a menor frecuencia que la natural.
- Flexible. Opera a mayor frecuencia que la natural.

Comúnmente la maquinaria "rígida" es muy pesada y opera a velocidades bajas, mientras que la maquinaria "flexible" es relativamente ligera y opera a altas velocidades, siendo su potencia específica muy alta, como por ejemplo las turbinas de gas.

#### 4.2.4 VIBRACION LATERAL Y TORSIONAL

Independientemente de que usualmente la vibración de la maquinaria es la resultante de muchas vibraciones, también existen vibraciones en todas las direcciones posibles, pero para simplificar y tener una muestra completa y suficiente, se acostumbra medir la vibración en las direcciones axial y sus dos ortogonales. A estas vibraciones se les conoce como laterales.

La vibración torsional que se refiere a la variación de la torsión en máquinas con alto par, con alta velocidad angular y/o con largos ejes de transmisión, se mide y analiza en un grupo de maquinaria mas restringido, en donde es vital su control.

En la mayor parte de la maquinaria industrial no es necesario medir ni controlar la vibración torsional.

#### 4.3 EQUIPO DE MEDICION

El equipo de medición de vibraciones en maquinaria abarca desde los vibrómetros ó acelerómetros de masas mas elementales hasta los sistemas controlados por computadora.

La mayoría de ellos están compuestos por:

- Elemento sensible al desplazamiento, velocidad o aceleración de la vibración, conocido como CAPTADOR.

- Instrumento mediante el cual se puede desplegar la magnitud del parámetro medido, en distintos tipos de unidades, en forma analógica o digital.

Normalmente se conectan mediante cables, aunque algunas veces están colocados en el mismo receptáculo.

#### 4.3.1 EQUIPO DE MEDICION DE AMPLITUD

Los equipos mas sencillos y ligeros miden la amplitud del desplazamiento y de la velocidad de la vibración.

#### 4.3.2 EQUIPO DE ANALISIS DE VIBRACIONES.

La principal característica de estos instrumentos, es que permiten buscar las vibraciones componentes de la vibración global, es decir separar cada componente (analizar).

Mediante estos instrumentos, se puede medir tanto la amplitud como la frecuencia de la vibración y tienen la capacidad de poder "sintonizar" cualquier frecuencia dentro de un cierto rango y medir así la amplitud correspondiente.

#### 4.3.3 EQUIPO DE MEDICION DE AMPLITUD, FRECUENCIA Y ANGULO DE FASE

Estos instrumentos agregan la posibilidad de medir la velocidad de rotación y el ángulo de fase (en atraso o adelanto) con respecto a una referencia angular.

Se utilizan principalmente para balanceo dinámico de maquinaria en campo.

#### 4.3.4 EQUIPO DE ANALISIS DE VIBRACIONES EN TIEMPO REAL

Estos instrumentos poseen enormes capacidades de análisis, gran variedad de funciones y pueden enlazarse con sistemas de cómputo.

#### 4.3.5 COLECTORES, ANALIZADORES DE VIBRACION

Actualmente se tienen disponibles en el mercado, pequeños instrumentos con baterías, con microprocesador integrado, capaces de capturar enormes volúmenes de información de vibraciones, evitando su registro a mano y cada vez mas tienen la capacidad de convertirse en analizadores en tiempo real o simulado.

Todos ellos tienen interfase para computadoras y gran variedad de programas (software) para el manejo de la información, elaborar reportes efectuar análisis, etc.

Adicionalmente se tiene la posibilidad de la transmisión de los datos por teléfono o radio.

#### 4.4 CONTROL DE LA VIBRACION.

Por principio la vibración en la maquinaria, ni es indeseable, ni es posible evitarla, a no ser que se suspenda la operación de la maquinaria.

Controlar la vibración en la maquinaria, consiste en mantenerla dentro de ciertos límites:

- Recomendados por el fabricante,
- Establecidos por normas internacionales o locales,
- Requeridos por control de calidad y/o
- Determinados por la experiencia.

El control de la vibración (efecto) se puede lograr mediante el control de las fuerzas de excitación (causas) manteniéndolas dentro de valores aceptables, o evitando que la vibración se transmita, con aisladores de vibración.

Controlar las fuerzas excitadoras significa mantener en condiciones adecuadas de operación la maquinaria (MANTENIMIENTO) y también controlar las condiciones de operación, como velocidad de rotación, carga, temperaturas, etc.

##### 4.4.1 MEDICION Y REGISTRO DE VIBRACIONES LATERALES

El primer paso para controlar la vibración, es la medición y registro, en formatos adecuados, de la vibración en sus tres sentidos ortogonales que en la mayoría de la maquinaria (de ejes horizontales) son axial, horizontal y vertical.

Antes de medir la vibración, se seleccionan los parámetros más significativos, dependiendo del tipo de máquina y sus características de operación; por ejemplo para una máquina podría ser más conveniente medir la amplitud del desplazamiento del eje, en cambio para otra máquina podría ser más adecuado medir la amplitud de la velocidad o de la aceleración, etc.

Es indispensable definir para la medición:

- Periodicidad de la toma de lecturas,
- Marcar los puntos exactos de colocación de los captadores.

##### 4.4.2 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Con los datos registrados periódicamente se pueden elaborar gráficas de tendencia de la vibración y así fácilmente pronosticar el momento en que la vibración podría alcanzar los límites establecidos previamente.

En este caso se efectúan estudios más detallados para determinar las causas más importantes de la vibración, con objeto de hacer los preparativos para la reparación, así que cuando se haga ésta, se vaya directamente a la causa sin perder tiempo.

Entre las principales ventajas de esto, se tiene:

- Tiempo reducido de reparación,
- Costo menor de reparación,
- Imprevistos controlados al mínimo,
- Tensión (stress) mínima del grupo de trabajo, etc.

Una vez terminada la reparación, se confirma el buen estado de la maquinaria, por medición de la vibración.

Mientras la vibración se mantenga en niveles por abajo de los límites se tendrá:

- Operación suave y silenciosa,
- Vida útil de la maquinaria mayor (prolongada),
- Tiempo muertos disminuídos
- Ahorro en el consumo de energía,
- Fiabilidad mayor, educción de la probabailidad de falla,
- Menor número de paros forzosos y accidentes.

## CAPITULO 1

**PROTECCION CONTRA LA CORROSION.\*****1.1 DEFINICION DE LA CORROSION.**

La corrosión puede definirse como:

- Destrucción o deterioro de un material como consecuencia de su reacción con el medio ambiente en el que se encuentra.
- Destrucción de los materiales por medio de otras circunstancias aparte de los esfuerzos mecánicos.

Estas definiciones son muy generales, ya que en ellas se incluyen materiales como las cerámicas, plásticos, hules, elastómeros y otros materiales no metálicos, como por ejemplo, el deterioro de las pinturas y el hule por efecto de la luz solar a agentes químicos.

- El inverso de la metalurgia extractiva (fig. 1.1).

En este libro se va a enfatizar el aspecto de la corrosión restringida a los materiales metálicos y que en términos técnicos simplificados la corrosión es:

- Destrucción de un metal por reacción electroquímica entre éste y el medio ambiente que lo rodea. .

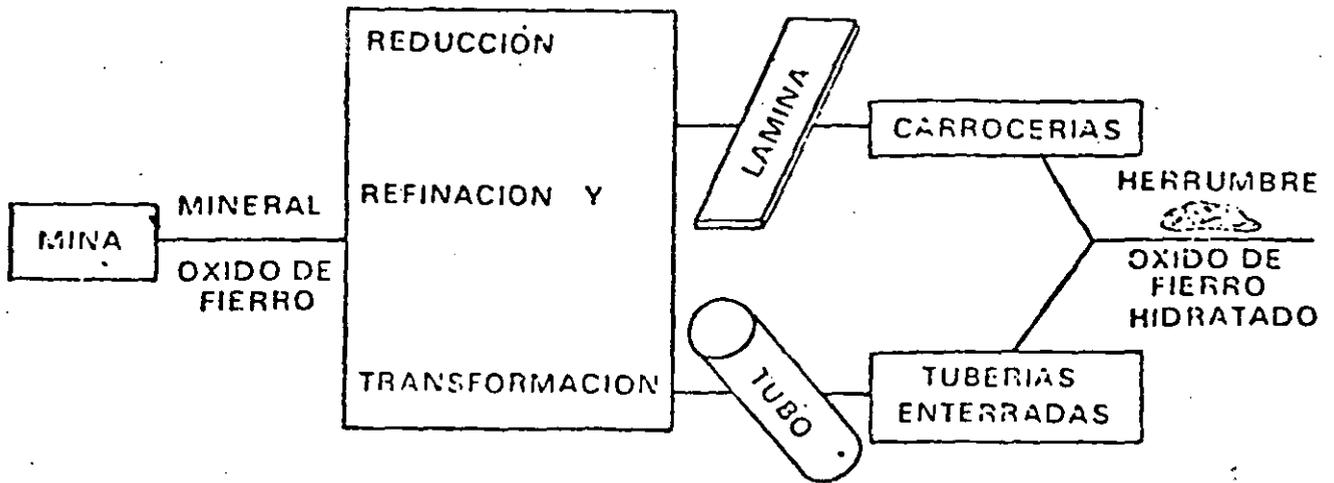
**1.2 PRINCIPIOS DE LA TEORIA DE LA CORROSION METALICA.**

La adecuada selección de un material, depende de muchos factores, dentro de los que se incluye su comportamiento frente al fenómeno de la corrosión (fig. 1.2).

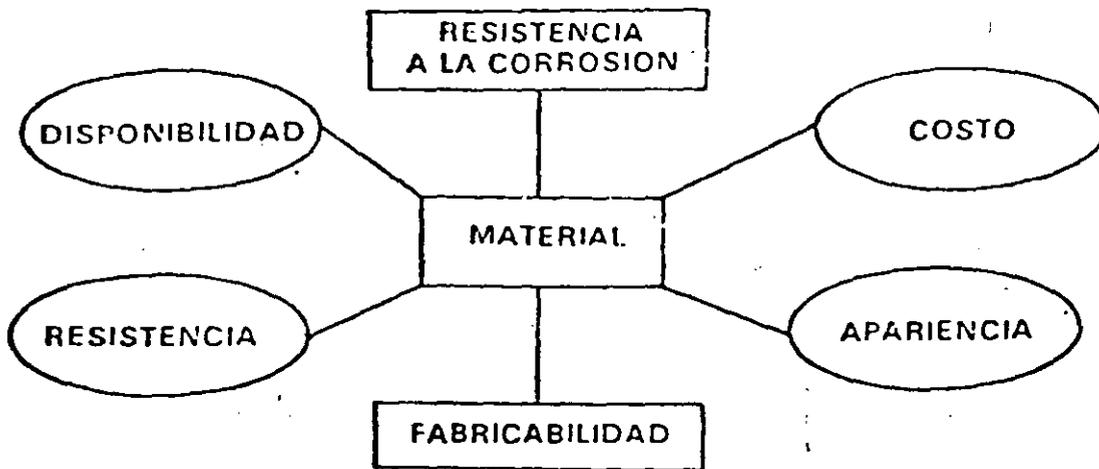
El estudio de la corrosión requiere el conocimiento de varias especialidades como la electricidad, mecánica, termodinámica y la electroquímica.

Del análisis del concepto de la corrosión, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

\* Este capítulo tomó como referencia muy importante los apuntes y conocimientos impartidos por el Ing. Manuel Felipe Guerrero Fernández.



PROCESO DE CORROSION  
FIG. 1.1



FACTORES PARA SELECCION DE MATERIALES

FIG. 1.2

- Para efectos prácticos es casi imposible eliminar la corrosión, para lo cual la ingeniería plantea su control. Para lo cual es necesario considerar el fenómeno corrosivo, desde el inicio del Proyecto.
- El ingeniero debe poder reconocer la corrosión, cómo impedir su severidad, qué herramientas son necesarias, técnicas de inspección, variables de diseño que afectan a la corrosión, selección de materiales y la forma de interpretar y aplicar la información del problema corrosivo, así como saber a quien recurrir.
- Todos los metales y aleaciones son susceptibles de sufrir el fenómeno de la corrosión, no habiendo material de construcción útil para todas las aplicaciones. Por ejemplo, el oro tiene una excelente resistencia a la atmósfera, pero se corroe en contacto con mercurio a temperatura ambiente; el acero no se corroe en contacto con el mercurio, pero se oxida rápidamente cuando se expone a la atmósfera.

### 1.3 FORMAS DE LA CORROSION:

La corrosión se presenta en muchas y muy variadas formas, pero su clasificación generalmente se basa en algunos de las tres siguientes factores:

#### 1.3.1 NATURALEZA DE LA SUBSTANCIA CORROSIVA.

- Húmeda. Se requiere la presencia de un líquido o humedad.
- Seca. Las reacciones se desarrollan cuando se tienen gases a alta temperatura.

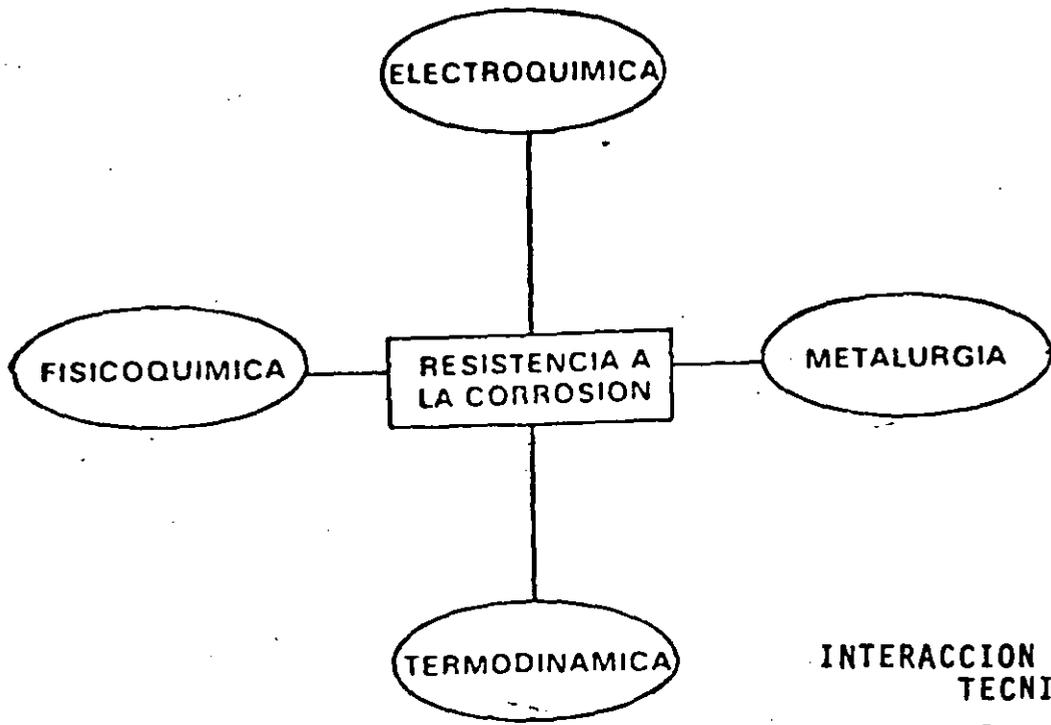
#### 1.3.2 MECANISMOS DE ;A CORROSION.

Es función de las reacciones electroquímicas el proceso de la corrosión.

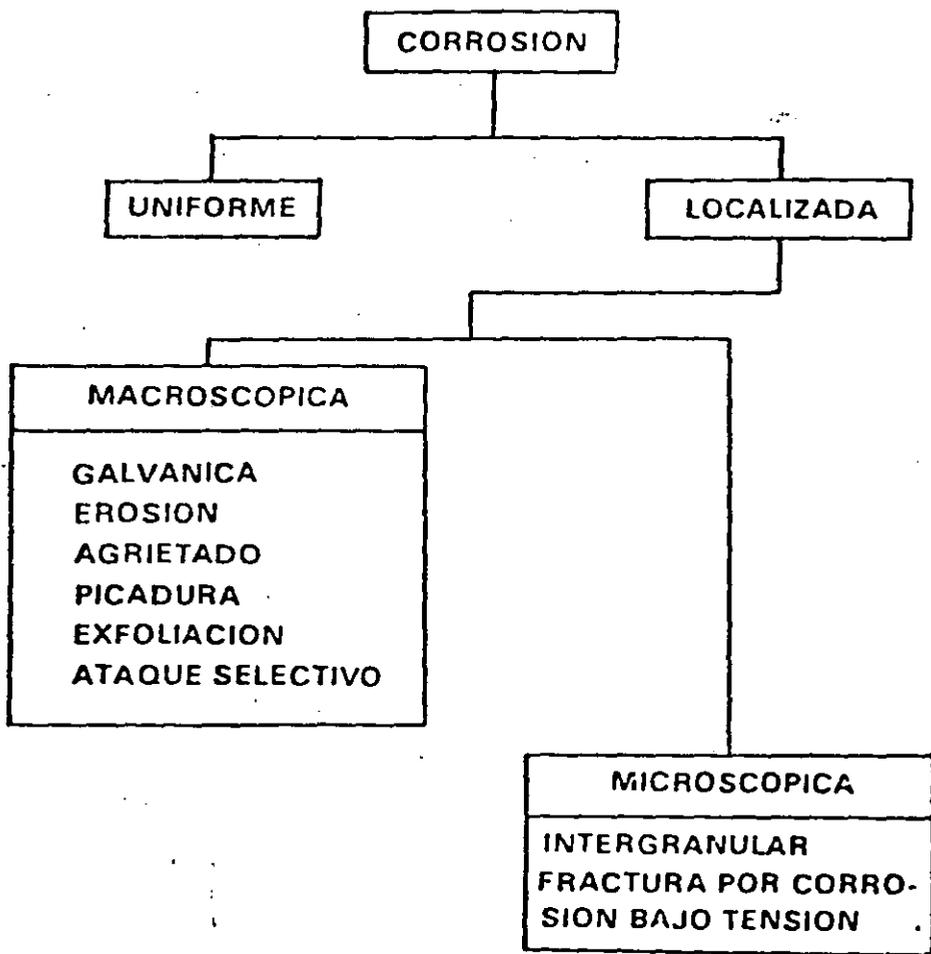
Dependiendo del tamaño de las áreas corroídas la corrosión se clasifica en:

- Uniforme. Cuando el metal se corroe a la misma velocidad en toda su superficie.
- Localizada. Cuando la corrosión solo afecta áreas pequeñas, pudiendo ser:
  - . Ataque macroscópico local.
  - . Ataque microscópico. La cantidad de metal disuelto es mínima y puede conducir a daños considerables antes de que el problema sea visible.

En este libro se trata la corrosión electroquímica, la cual se presenta cuando se crean la celdas.



INTERACCION DE AREAS  
TECNICAS  
FIG. 1.3



CLASIFICACION DE LA CORROSION  
FIG. 1.4



Se tiene una celda cuando se cuenta con:

- Electrodo (par)
- Electrolito
- Circuito

Las celdas que se forman pueden ser de los tipos:

- Galvánica
- Electrolítica
- De concentración

#### 1.4 CORROSION GALVANICA Y UNIFORME.

El ataque uniforme sobre grandes áreas de una superficie metálica es la forma más común de la corrosión y puede ser húmeda o seca, electroquímica o química, siendo necesario seleccionar los materiales de construcción y los métodos de protección, como pintura, para controlarla.

Por otra parte, la corrosión uniforme es la forma más fácil de medir, por lo que las fallas inesperadas pueden ser evitadas simplemente por inspección regular.

Se forma una celda galvánica con:

Electrodos de "dos metales diferentes" en contacto o conectados por medio de un conductor eléctrico (circuito), son expuestos a una solución conductora (electrolito).

Existe una diferencia en potencial eléctrico entre dos metales diferentes, la que sirve como fuerza directriz para el paso de la corriente eléctrica a través del agente corrosivo, de tal forma que el flujo de corriente corroe "uno" de los metales (activo) que forman el par, mientras que el otro metal casi no sufre daño (noble).

La relación de áreas entre los dos metales es muy importante, ya que si la superficie del metal noble es muy grande, comparada con el metal activo, se acelerará la corrosión.

La corrosión galvánica puede ser reconocida por el incremento del ataque junto a la unión de los dos metales; este tipo puede ser controlado por:

- Uso de aislamientos
- Restricción del uso de uniones de diferentes metales, cuando su diferencia de potencial es muy grande en el medio ambiente en el que se encuentran.
- Evitar la presencia de grandes áreas de metal noble con respecto a las de metal activo.

La diferencia de los potenciales naturales puede ser determinada, utilizando como referencia la serie galvánica de los metales y aleaciones que se presentan en la serie de los potenciales tipo (estándar) de óxido de reducción.

## 1.5 CORROSION POR EROSION.

La corrosión por erosión se presenta cuando el movimiento del medio corrosivo sobre la superficie metálica incrementa la velocidad de ataque debido a desgaste mecánico.

La importancia relativa del desgaste mecánico y la corrosión, es a menudo difícil de establecer y varía enormemente de una situación a otra.

El mecanismo de la erosión generalmente se atribuye a la remoción de películas superficiales protectoras, por ejemplo, películas de óxido formadas por el aire, o bien, productos adherentes de la corrosión.

Corrosión por erosión. Generalmente tiene la apariencia de picaduras poco profundas de fondo terso, y el ataque puede presentar también una distribución direccional debido al camino seguido por el agente agresivo cuando se mueve sobre la superficie de metálica.

Esta corrosión por erosión prospera en condiciones de alta velocidad, turbulencia, choque, etc., y frecuentemente se observa en impulsores de bombas, agitadores, en codos y cambios de dirección de tuberías. Los líquidos con suspensión, conteniendo partículas sólidas duras pueden igualmente causar este tipo de problema.

La corrosión por erosión puede ser evitada por cambios de diseño o por selección de materiales mas resistentes.

Corrosión por cavitación y desgaste (fretting) son formas especiales de la corrosión por erosión. La primera es causada por la formación y colapso de burbujas de vapor en la superficie del metal. Las altas presiones producidas por este colapso pueden disolver el metal, remover las películas protectoras, etc.

Corrosión por desgaste (fretting) ocurre cuando las piezas de metal se deslizan una sobre la otra, causando daño mecánico a una o ambas piezas y el deslizamiento es generalmente un resultado de la vibración.

La corrosión se cree que juega uno de los siguientes papeles:

- El calor de la fricción óxida el metal y a continuación el óxido se desgasta ó
- La remoción mecánica de las películas protectoras de óxido o los productos de la corrosión resultantes, dan como resultado la exposición de superficies limpias del metal al medio agresivo, en tal forma que el fenómeno corrosivo se acelera.

Corrosión por deslizamiento se atenúa utilizando materiales de construcción mas duros, empleando lubricación o bien incrementando la fricción hasta un punto tal en que el deslizamiento es imposible.

### 1.6 CORROSION POR AGRIETAMIENTO.

Las condiciones ambientales en una grieta, pueden con el tiempo volverse muy diferentes de las existentes en una superficie limpia y abierta, por lo que un medio ambiente muy agresivo puede desarrollarse y causar corrosión en las grietas.

Las grietas o hendiduras generalmente se encuentran en los empaques, traslapes, tornillos, remaches, etc., y también pueden formarse por depósitos de suciedad, productos de la corrosión y raspaduras en las películas de recubrimiento.

La corrosión por agrietamiento, generalmente se atribuye a los siguientes factores:

- . Cambios de acidez en la grieta o hendidura.
- . Escasez de oxígeno en la grieta.
- . Desarrollo en iones diferentes en la hendidura.
- . Agotamiento de inhibidor en la grieta.

Al igual que todas las formas de corrosión localizada, la corrosión por agrietamiento no ocurre en todas las combinaciones metal-agente corrosivo, y algunos materiales son mas susceptibles para producirlas que otras, como por ejemplo: aquellos que dependen de las películas protectoras de óxido, formadas por el aire para adquirir su resistencia a la corrosión, tal y como sucede con el acero inoxidable y el titanio. Estos materiales pueden ser aleados para mejorar su resistencia y el diseño deberá hacerse de tal manera, que se reduzcan las hendiduras; tratando de mantener las superficies limpias para combatir este tipo de corrosión.

### 1.7 CORROSION POR PICADURA.

La corrosión por picadura se presenta por la formación de orificios en una superficie relativamente inatacada y las picaduras pueden tener varias formas.

La forma de una picadura es a menudo responsable de su propio avance, por las mismas razones mencionadas en la corrosión por agrietamiento, es decir, una picadura puede ser considerada como una grieta o hendidura formada por sí misma.

Para reducir la corrosión por picadura se necesita una superficie limpia y homogénea. Por ejemplo, un metal homogéneo y puro con una superficie muy pulida deberá ser generalmente, mucho mas resistente que una superficie que tenga incrustaciones, defectos o rugosidad.

La corrosión por picadura es un proceso lento que puede llevarse meses y años antes de ser visible, pero que naturalmente, causará fallas inesperadas. El pequeño tamaño de la picadura y las mínimas cantidades de metal que se disuelven al formarla, hacen que la detención de ésta sea muy difícil en las etapas iniciales.

La limpieza de la superficie y la selección de materiales conocidos, resistentes a la formación de picaduras en un medio ambiente determinado, es generalmente el camino mas seguro para evitar este tipo de corrosión.

#### 1.8 CORROSION POR EXFOLIACION Y DISOLUCION SELECTIVA.

La corrosión por exfoliación es una corrosión subsuperficial que comienza sobre una superficie limpia, pero que se esparsa debajo de ella. Difiere de la corrosión por picadura en que el ataque tiene una apariencia laminar.

Capas completas de material son corroídas y el ataque es generalmente reconocido por el aspecto escamoso y en ocasiones ampollado de la superficie.

Al final del ataque, una muestra tiene la apariencia de un mazo de barajas en el cual algunas de las cartas han sido extraídas. Este mecanismo es bien conocido en las aleaciones de aluminio y se combate utilizando aleaciones y tratamientos térmicos.

La corrosión por disolución selectiva se produce al efectuarse la remoción de uno de los elementos de una aleación, siendo el ejemplo mas común la eliminación del zinc en aleaciones de cobre-zinc, conocida con el nombre de deszincificación. Este fenómeno corrosivo produce un metal poroso que tiene propiedades mecánicas muy pobres y obviamente el remedio a este caso es el empleo de aleaciones que no sean susceptibles a este proceso.

#### 1.9 CORROSION INTERGRANULAR O INTERCRISTALINA.

Para entender este tipo de ataque es necesario considerar que cuando un metal fundido se cuela en un molde, su solidificación comenzó con la formación de núcleos al azar, cada uno de los cuales crece en un arreglo atómico regular para formar lo que se conoce con el nombre de granos o cristales.

El arreglo atómico y los espaciamentos entre las capas de los granos, son los mismos en todos los cristales de un metal dado. Sin embargo, debido a la nucleación al azar, los planos de los átomos en las cercanías de los granos no encajan perfectamente bien y el espacio entre ellos recibe el nombre de límite de grano. Si se dibuja una línea de 2.5 cm de longitud sobre la superficie de una aleación, ésta deberá cruzar aproximadamente 1000 límites de grano.

Los límites de grano son a veces atacados preferentemente por un agente corrosivo y el ataque se relaciona con la segregación de elementos específicos o por la formación de un compuesto en el límite.

Tabla 1.1

**CARACTERISTICAS DE LA CORROSION POR FRACTURA.**

- Para que esta corrosión exista, se requiere un esfuerzo de tensión.
- Las fracturas se presentan quebradizas en forma macroscópica, mientras que las fallas mecánicas de la misma aleación, en ausencia de un agente corrosivo específico, generalmente presentan ductibilidad.
- La corrosión por esfuerzos depende de las condiciones metalúrgicas de la aleación.
- Algunos medios ambientes específicos, generalmente causan fractura en una aleación dada. El mismo medio ambiente no causa fracturas en otras aleaciones.
- La corrosión por esfuerzo puede ocurrir en medios ambientes considerados no agresivos para una aleación dada, por ejemplo la velocidad de corrosión uniforme es baja hasta que se presenta una fractura.
- Largos períodos de tiempo, a menudo años, pueden pasar antes de que las fracturas sean visibles, pero entonces al presentarse, se propagan rápidamente con el resultado de una falla inesperada.
- La corrosión por esfuerzo, no está completamente entendida en la mayoría de los casos. Sin embargo, en la actualidad se dispone de muchos datos para ayudar al ingeniero a evitar este problema.

**NOTA:**

Es necesario reconocer, las diferentes formas en las que se presenta la corrosión, para así tomar las medidas pertinentes que permitan establecer los métodos correctivos para atenuarla, los cuales son mejor comprendidos si se conoce la teoría de la corrosión.

La corrosión generalmente ocurre, por que el agente corrosivo ataca preferentemente el límite de grano o una zona adyacente a él, que ha perdido un elemento necesario para tener una resistencia a la corrosión adecuada.

En un caso severo de corrosión intercrystalina, granos enteros se desprenden debido a la deterioración completa de sus límites, en cuyo caso, la superficie aparecerá rugosa a la vista y se sentirá rasposo, debido a la pérdida de los granos.

El fenómeno del límite de grano que causa la corrosión de este tipo, es un subproducto de un tratamiento térmico como la soldadura o el relevado de esfuerzos y puede ser corregido por otro tipo de tratamiento o el uso de una aleación modificada.

#### 1.10 CORROSION DE FRACTURA POR TENSION.

La acción conjunta de un esfuerzo de tensión y un medio ambiente corrosivo, dará como resultados en algunos casos, la fractura de una aleación metálica.

La mayoría de las aleaciones son susceptibles a este ataque, pero, afortunadamente el número de combinaciones aleación-corrosivo que causan este problema, son relativamente pocas. Sin embargo, hasta la fecha, este es uno de los problemas metalúrgicos más serios.

Los esfuerzos que causan las fracturas provienen de trabajos en frío, soldadura, tratamientos térmicos, o bien, pueden ser aplicados en forma externa durante la operación del equipo.

Las fracturas pueden seguir caminos intercrystalinos o transcrystalinos, que a menudo presentan una tendencia a la ramificación.

Algunas de las características de la corrosión de fractura por tensión, son las indicadas en la tabla 1.1.

Para combatir la corrosión de fracturas por tensión, es necesario realizar el relevado de esfuerzo o seleccionar un material más resistente.

El término de fragilización por hidrógeno se confunde frecuentemente con la corrosión de fractura por tensión, debido a que el hidrógeno desempeña una función en algunos casos de ésta y para distinguir la fragilización por hidrógeno de la corrosión de fractura por tensión, es conveniente juzgar los siguientes conceptos:

- La fractura debido al hidrógeno introducido en el metal sin corrosión de éste, por ejemplo, en la protección catódica, no es definitivamente corrosión de fractura por tensión.

- La fractura debido al hidrógeno producida por una alta velocidad de corrosión uniforme, como en el decajado, tampoco es corrosión de fractura por tensión porque no se necesita tener un esfuerzo mientras el hidrógeno se produce y la fractura se presenta posteriormente cuando la tensión es aplicada después de la reacción corrosiva con liberación de hidrógeno.
- Cuando el hidrógeno se produce por corrosión local en una fractura o picadura sobre el metal sometido a esfuerzos de tensión y resulta una propagación en la fractura, entonces sí se considera que la corrosión pertenece al tipo de corrosión por fractura por tensión.

La corrosión por fatiga, es una forma especial del tipo de corrosión de fractura por tensión y se presenta en ausencia de medios corrosivos, debido a esfuerzos cíclicos repetidos. Estas fallas son muy comunes en fracturas sometidas a vibración continua.

La corrosión por fatiga, se incrementa naturalmente con la presencia de un medio agresivo, de tal forma que el esfuerzo necesario para producir la corrosión por fatiga, se reduce en algunas ocasiones hasta la mitad del necesario, para producir la falla en aire seco.

Los métodos para evitar la corrosión por fatiga, necesitan prevenir la fractura producida por ésta desde el principio, ya que es muy difícil detener la propagación de las fracturas, una vez que se inician.

## 1.11 QUIMICA Y ELECTROQUIMICA DE LA CORROSION.

La corrosión como una reacción química.

Para poder comprender el fenómeno corrosivo como el resultado de la reacción química, es necesario disponer de algunos principios elementales de química, los cuales se enunciarán breve mente a continuación.

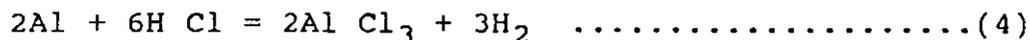
### 1.11.1 CORROSION EN ACIDOS.

Una de las formas de obtener hidrógeno en el laboratorio en colocar un pedazo de zinc metálico dentro de un vaso conteniendo un ácido diluido, tal como el clorhídrico o el sulfúrico.

Al depositarse el zinc en la solución ácida, el zinc se ataca rápidamente desprendiéndose el hidrógeno, tal y como se indica en las reacciones 1 y 2.



Otros metales también son corroídos o disueltos por medio de ácidos, liberando hidrógeno.



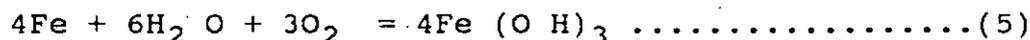
Las reacciones (3) y (4) muestran que el fierro y aluminio también son corroídos por el ácido clorhídrico.

### 1.11.2 CORROSION POR SOLUCIONES NEUTRAS Y ALCALINAS.

La corrosión de los metales también puede presentarse en agua limpia, agua de mar, soluciones salinas y soluciones alcalinas o básicas. En la mayoría de estos sistemas, la corrosión solamente ocurre cuando éstas contienen oxígeno disuelto.

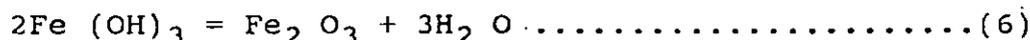
Las soluciones acuosas disuelven rápidamente el oxígeno del aire, siendo éste la fuente de oxígeno requerida en los procesos corrosivos.

La corrosión mas familiar de este tipo, es la oxidación del fierro cuando se expone a una atmósfera húmeda o bien en agua.

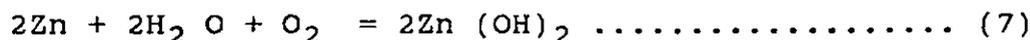


Esta reacción muestra que el fierro se combina con el agua y el oxígeno para dar la sustancia insoluble de color café rojizo que es el hidróxido férrico.

Durante la oxidación en la atmósfera, existe la oportunidad de que el producto de la reacción se seque, por lo que el hidróxido férrico se deshidrata y forma el óxido café rojizo que es tan familiar.



Reacciones ismílares se presentan cuando el zinc se expone al agua o al aire húmedo.

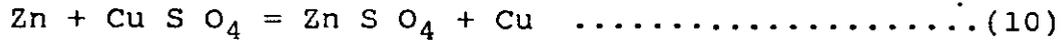
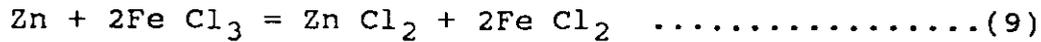


El óxido de zinc resultante es el depósito blanco que se observa en los equipos galvanizados.

### 1.11.3 CORROSION EN OTROS SISTEMAS.

Los metales también pueden ser atacados en soluciones que no contengan oxígeno o ácidos.

Las soluciones típicas para este proceso son aquellas soluciones denominadas oxidantes que contienen sales férricas y compuestos cúpricos, en lo que la corrosión se presenta de acuerdo con las siguientes reacciones:



Es pertinente notar que en la reacción (9), el cloruro férrico cambia a cloruro ferroso, a medida que el zinc se corroe.

En la reacción (10), el zinc reacciona con el sulfato de cobre para formar la sal soluble de sulfato de zinc, obteniéndose además un depósito esponjoso de cobre metálico sobre la superficie del zinc. Por esta razón, las reacciones similares a ésta, reciben el nombre de reacciones de sustitución metálica.

### 1.12 PRODUCTOS DE CORROSION.

El término productos de la corrosión se refiere a las sustancias obtenidas durante las reacciones de corrosión y estas pueden ser:

- Solubles, como en el caso del cloruro de zinc y del sulfato de zinc.
- Insolubles, como en el caso del óxido de fierro o hidróxido de fierro.

La presencia de los productos de la corrosión, es una de las formas por las cuales se detecta ésta, por ejemplo, el óxido.

Sin embargo, es conveniente notar que los productos insolubles de la corrosión, no siempre son visibles, por ejemplo el exponer una pieza del aluminio al aire, se forma una película de óxido casi invisible por que es extraordinariamente delgada, siendo ésta, la razón del uso extensivo del aluminio de la construcción de ventanas, cancelas y molduras automotrices.

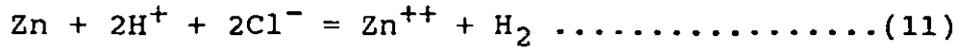
### 1.13 ELECTROQUIMICA DE LA CORROSION.

#### Reacciones electroquímicas

Una reacción electroquímica se define como una reacción química en la cual existe una transferencia de electrones, es decir, es una reacción química que comprende el fenómeno de oxidación y reducción.

Como la corrosión metálica es casi un proceso electroquímico, es muy importante comprender la naturaleza básica de las reacciones electroquímicas.

La definición anterior de reacción electroquímica puede ser mejor comprendida observando en detalle una reacción típica de corrosión, así por ejemplo, la reacción del zinc con el ácido clorhídrico, queda mejor expresada recordando que el ácido clorhídrico y el cloruro de zinc están ionizadas en soluciones acuosas, por lo que podemos escribir:



Cuando la reacción se escribe en esta forma, es obvio que el ión-cloruro no participa en forma directa en la reacción, puesto que el ión-cloruro aparece en ambos miembros de la ecuación y no es alterado por la reacción de corrosión, es decir, la valencia del ión-cloruro permanece sin cambio.

De acuerdo a lo anterior, la ecuación (11) se puede escribir en forma simplificada como:



Esta última ecuación indica que la corrosión del zinc en ácido clorhídrico, consiste simplemente en la reacción entre el zinc y los iones hidrógeno que producen iones-zinc y gas hidrógeno.

## CAPITULO 2

## PITNURAS.

## 2.1 DEFINICION.

La pintura es un tipo de recubrimiento hecho de un material compuesto fluido que al ser aplicado sobre una superficie y curar. forma una película sólida, continua, plástica, adherente y coloreada. Curas la pintura es la transformación de fluido a sólido.

La pintura es una mezcla de la combinación de sus componentes que brindan características particulares de diseño por lo cuál se debe seguir las especificaciones del fabricante y procedimientos de aplicación, así como respetar las proporciones aceptadas de adelgazadores, secadores y/o solventes y evitando substituciones no aprobadas expresamente.

## 2.2 FUNCIONES.

La pintura tiene dos funciones principales que cumplir:

- Protección.
  - . Limpieza.
  - . Higiene.
  - . Seguridad.
  - . Corrosión.
  - . Oxidación.
  - , Adherencias.
  - . Daños mecánicos.
  - . Intemperismo.
  - . Cambios de temperatura.
  - . Humedad.
  - . Rayos ultravioleta.
  - . Agentes químicos.
  - . Filtraciones.
  
- Decoración.
  - . Color
  - . Seguridad.
  - . Confort.
  - . Psicológico.
  - . Acabado.
  - Textura.
  - Brillo.

T A B L A 2.1

NORMAS (STANDARD) PARA PREPARACION DE SUPERFICIES  
STEEL STRUCTURE PAINTING COUNCIL-SURFACE PREPARATION  
EMISION 1961 - SSPC-SP-#-61

<u>NUM.</u>	<u>L I M P I E Z A</u>
1	Por solventes
2	Manual
3	Con herramientas mecánicas
4	Con flama * (oxiacetileno) para corrosión B (ver tabla 9.2)
5	Con abrasivo a presión (ver tabla 9.3) . a metal blanco . cerca de metal blanco
6	Tipo comercial
7	Ráfaga (chorro a baja presión)
8	Química #

# Baños de:  $H_2SO_4$  (5 al 10%) y 60°C (140°F)

- . Agua
- . Acido fosfórico
- . Agua

P. ej.: Aplicada principalmente al final de la línea de fabricación de la tubería.

\* Se aplica principalmente en estructuras.

J. AVILA E.

## 2.3 TIPOS DE PINTURA.

Existe en el mercado una gran variedad de pinturas, las que pueden clasificarse por:

- Función (punto 2.2).
- Sistema.
  - . Primario.  
Adherente que permite la liga entre la superficie base y acabado, es flexible y en los casos requeridos es anticorrosivo, inmune a las bacterias.
  - . Enlace.  
Da compatibilidad entre primario y acabado.
  - . Acabado. Brinda apariencia.
  - . Primario-acabado.
  - . Primario-enlace-acabado.
- Localización.
  - . Intemperie.
  - . Interior.
  - . Sumergida en agua.
- Condiciones ambientales.
  - . Sol.
  - . Viento.
  - . Atmósfera contaminante (smog).
  - . Ambiente salino.
  - . Temperatura.
  - . Vapores y gases.
- Aplicación.
  - . Brocha.
  - . Asperción.
  - . Electrofóresis.
- Composición.

## 2.4 COMPOSICION DE LA PINTURA.

Generalmente una pintura está formada por los dos siguientes componentes básicos:

### 2.4.1 PIGMENTOS.

Este componente de resistencia a la barrera y puede ser:

- Blancos.
  - . Activos.  
Son cubrientes, es decir, tienen poder de recubrimiento.

Dentro de éstos se tienen: carbonato blanco de plomo, óxido de zinc, dióxido de titanio.

- Inertes.  
Su función es contribuir a la durabilidad de la pintura.  
Dentro de éstos se tienen: carbonato de bario, sulfato de bario, carbonato de calcio, silicato de magnesio.

T A B L A 2.2  
GRADOS DE CORROSION  
(STD. SUECO)

- A - Lámina nueva
- B - Lámina nueva (2 meses en clima húmedo, se nota la corrosión pero adherida).
- C - Lámina nueva (1 año en clima húmedo).
- C - Lámina nueva (se desprenden los materiales de corrosión con una rasqueta).

T A B L A 2.3  
TIPOS DE ABRASIVO

- Metálicos
  - . Munición
  - . Granalla
  - . Mixto
- Silicosos
- Agrícolas
  - . Cáscara de nuez
  - . Arroz

T A B L A 2.4  
TIPOS DE TERRENO

Agresivo	0 a 100	cm
Regularmente agresivo	1000 a 2500	cm
Poco agresivo	2500 a 5000	cm
No agresivo	5000 a ---	cm

J. AVILA E.

- Negros:
  - . Carbón.
  - . Hueso.
  - . Grafito.
  - . Asfalto.
- Colores o entonadores.  
Generalmente compuestos químicos orgánicos.
- Metálicos.
  - . Hojuelas de acero inoxidable.
  - . Polvo de aluminio.
  - . Polvo de zinc.
  - . Polvo de cobre.
- Inhibidores (Protección sobre la corrosión).
  - . Cromato de plomo.
  - . Cromato de zinc.
- Cargas. Aditivos para mejorar la resistencia a agentes químicos u otros agentes.
  - . Plásticos.
  - . Materiales sintéticos.

#### 2.4.2 Vehículos.

Son el medio de transporte del vehículo y forman una película al secarse y pueden clasificarse en:

- Sólidos.
  - . Aceites.
- Vegetales (linaza, madera, algodón).
- Animales (pescados).
  - . Barnices (gomas naturales).
  - . Resinas epóxicas. Resistentes a:
    - Medios alcalinos
    - Medios debilmente ácidos
    - Intemperie (humedad superior a 60 % humedad relativa).
  - . Resinas vinílicas.
    - Durables,
    - Resistente a:
      - Intemperie
      - Solventes
      - Medios ácidos
      - Medianamente alcalinos
      - Humedad.
  - . Hule clorinado.
    - Resistente al calor y a la humedad
    - No resistente a los solventes).
  - . Uretanos.
  - . Resinas alquídicas.
    - Resistente a la intemperie hasta 60 % de humedad relativa.
    - No resistente a agentes químicos.
  - . Resinas fenólicas.
    - Resistente a agentes químicos.
    - El tiempo las hace quebradizas y se calenan.
    - En colores claros se amarillentan.

T A B L A    2.5  
PRUEBAS A PINTURAS

- Adhesión
- Espesor
- Rozado
- Resistencia a niebla salina
- Resistencia a condiciones del medio y especiales
- Flexibilidad
- Dureza
- Deterioro bajo luz solar o especial
- Apariencia
  - . Color \*
  - . Brillo

\* Contra muestras y/o escalas Munsell, LAB, XYZ, etc.

NOTA: Las pruebas indicadas se presentan en orden de importancia.

- Volátiles. (facilitan la aplicación de la pintura).
- Adelgazadores (reducen la Viscosidad y ayudan a la penetración).
  - . Thiner.
  - . Aguarras.
- Secadores.  
Son catalizadores (condensación, oxidación y polimerización). (sales, ácidos u óxidos de plomo, cobalto o megnesio).
- Solventes.
  - . Aromáticos (benceno, tolueno, xileno).
  - . Alifáticos.
  - . Acetonas.
  - . Alcoholes.

## 2.5 PINTURAS COMUNES.

- Barniz. Resina y aceite secante, curado por reacción química.
- Laca.  
Polímero sintético termoplástico, forma película por la evaporación de su solvente.
- Esmalte.  
Polímero sintético termofijo, forma película por reacción química.
- Alquidámica.  
Resina de buen secado, dureza y brillo. Resistente a ácidos diluidos.
- Epóxicas.  
Pintura resultante de dos componentes mezclados de gran resistencia al medio ambiente húmedo y salino.
- Vinílica.  
Polímero del cloruro de vinilico (87%) y acetato de vinilico (13%) que se pigmenta y modifica con plastificantes estabilizadores.
- Alquitrán de hulla. Esmalte para protección contra la corrosión.

Pemex publica para protección contra la corrosión la tabla D. 05 de Sistemas por tipo de exposición para los primarios, enlaces y acabados.

## 2.6 PREPARACION DE SUPERFICIES.

Para obtener resultados adecuados al pintar se requiere preparar la superficie, que consisten en:

- Limpieza.  
Eliminar todos los materiales extraños que no formen parte de la superficie a preparar, tales como: escoria de soldadura, óxidos, herrumbre, polvo, grasas y pintura. En la tabla 9.1 se presenta una clasificación de métodos de limpieza para superficies metálicas.

- Patrón de anclaje.  
Proporciona una superficie rugosa en función del tipo de recubrimiento a emplear.

Una vez preparada la superficie, deben recubrirse en un tiempo no mayor de 4 h.

## 2.7 IGUALACION DE COLORES.

Dentro de las actividades del mantenimiento es necesario parchar y/o repintar una superficie, en la cual se deseen conservar iguales características y color. Para conservar un color de pintura se aconseja:

- Aplicar la misma pintura original. Es inconveniente de este criterio es la frecuente diferencia de color entre la pintura vieja y la nueva.
- Igualar los colores de pintura previamente a su aplicación para lo cual deben prepararse muestras conforme a los siguientes criterios referidos a la superficie por pintar:
  - Superficies similares.
  - Agudeza visual del inspector.
  - Contrastes semejantes.
  - Iluminación natural y/o artificial parecida.

Al conservar las características entre la pintura original y la utilizada en el mantenimiento, representa:

- Facilidad en el control de inventarios.
- Menor volumen de inventarios.
- Conocimiento del material.
- Experiencia en su aplicación.
- Compatibilidad entre pintura vieja y nueva.
- Igual color.

Los dos últimos conceptos no siempre son ciertos debido a que por envejecimiento de la pintura se hayan producido cambio en las características y alteración del color.

## 2.8 ESPECIFICACION DE PINTURAS.

Erróneamente Ingeniería de la Planta especifica el tipo de pintura en términos de su composición, número de manos por aplicar y espesor de la pintura. Debe especificarse en base a los parámetros de su función y el comportamiento esperado.

Para asegurar que el comportamiento de una pintura sea el que se requiere para la función, es necesario llevar a cabo pruebas, en cuyo caso se deberán indicar las pruebas (con sus clasificaciones) que deberán pasar una pintura "ya aplicada". Desde luego que se deben mencionar las normas, grados, clasificaciones, muestras, probetas (de laboratorio o piezas reales), criterios de evaluación, etc.

En la tabla 2.5 se mencionan algunos de las pruebas más significativas que considera en Ing. Rubén Avila que se deben hacer a las pinturas ya aplicadas.

## 2.9 COLOR.

### 2.9.1 PSICOLOGIA DEL COLOR.

- Incremento de la eficiencia.
- Seguridad de las empresas.

Tomando como base que los colores ejercen sobre todas las personas una influencia psicológica, pudiendo variar en estos las reacciones pero con efectos prácticamente comunes, el estudio de los colores se requiere para determinar como utilizarlos con fines específicos.

El trabajo y el estudio dependen del uso eficiente de la vista, donde la contribución de los colores es esencial: la vista se enfoca por períodos variables en la máquina, o en la mesa de trabajo con un movimiento natural de los ojos dentro de un campo limitado alrededor del objeto observado, e incluso conviene mover los ojos en un campo más extenso para evitar su fatiga. El uso de los colores adecuados en estos campos, limitando y extenso, influye en las personas afectando su confort, y por lo tanto, la eficiencia y seguridad en la producción.

### PARAMETROS PARA LA DECORACION.

- Orientación.  
En México, el norte y este son fríos.
- Temperatura.
- Función del local para caer el ambiente.
- Moda para reflejar actualidad y/o autenticidad.
- Gusto personal que brinda la comodidad.

El objetivo primordial de la dinámica del color es proporcionar alegría, descanso y buena voluntad que se traducirán en:

- Reducción de rotación de personal.
- Incremento de la eficiencia del trabajo.
- Mejorar calidad de la producción.
- Mayor asistencia al trabajo.
- Reducción de accidentes.

Las partes críticas o de operación de una máquina deben pintarse con un color que llamen rápidamente la atención del ojo (color focal) un color que resulte un fuerte contraste con las partes estacionarias o no críticas de la máquina; puesto que se enfoca la atención del operario en el lugar exacto a donde debe concentrarse, capta la vista y reduce la distracción innecesaria que generalmente ocurre cuando la máquina está pintada con un color monótono (gris maquinaria).

Así como la parte crítica de una máquina debe resaltar, las partes estacionarias deberán retroceder permaneciendo en un segundo término.

Con el color "gris maquinaria" tan comunmente usado, se logra ésto, hasta cierto punto, pero tiene el inconveniente de ser un color deprimente y desalentador.

Un color que retrocede es el verde, ideal para el cuerpo estructural de las máquinas, pues permite que descansen el ojo humano y no es un color deprimente. En el caso de las industrias de productos alimenticios es recomendable el color blanco para dar la apariencia real de limpieza e higiene.

Al seleccionar el color focal es importante que se establezca un contraste preciso con la parte estacionaria de la máquina, pero que también contraste claramente con el material que se está fabricando. Por ejemplo, será un error usar el color "gris claro" y focal si el material que se está trabajando es aluminio o acero inoxidable.

#### 2.9.2 ORIGEN Y EFECTOS DEL COLOR.

El color se origina con la luz, la luz es el segmento visible del espectro electromagnético (tabla 9.6) ondas visibles de energía radiante, capaces de estimular el mecanismo visual y del cerebro humano para producir la sensación de calor.

Isac Newton, trabajando con el telescopio, pasó un rayo de luz del día a través de un prisma de cristal en un cuarto oscuro, y observó que aquél rayo de luz se descomponía en una serie de colores.

La cantidad y el color es el resultado de las proporciones variables de ondas de luz reflejadas o absorbidas por la superficie. Tales características de reflexión o absorción son determinadas por la calidad de la superficie o propiedades de su material. Cuando todas las ondas son reflejadas por igual, vemos blanco, y cuando las ondas son totalmente absorbidas por una superficie, vemos el efecto como negro.

En resumen:

- Un cuerpo crece cuando es de un color fuerte rodeado con un fondo de color claro, en el caso extremo blanco.
- Un cuerpo se reduce cuando está rodeado con un fondo de un color más oscuro, en el caso extremo, negro.
- Un cuerpo se disimula, retrocede o achica, cuando se rodea con un fondo con color relacionado o ligado.
- Un cuerpo se enfatiza cuando se rodea con un fondo de un color contrastante.

## PROPORCIÓN DEL COLOR.

- Los colores brillantes avanzan, enfatizan o crecen.
- Los colores claros, retroceden, disimulan o achican.

## COMBINACIONES:

- Monocromía es usar un solo color en diferentes tonos, intensidades y valores.
- Relación es aplicar colores ligados o vecinos.
- Contraste, es utilizar colores opuestos, procurando que uno de ellos domine.

Los colores neutros naturales normalmente no alteran la combinación.

### 2.9.3 RELACION DEL COLOR.

Se puede establecer que a mayor contraste de color menos luz se requiere. Un ejemplo demostrativo es colocar un hilo negro sobre fondo negro y por otro lado un hilo blanco sobre fondo negro, la relación de luz requerida para distinguir ambos hilos puede ser del orden de 1000 a 1.

Es necesario considerar la posibilidad de la reflexión de las superficies que reciben mayor iluminación natural (los muros y techos blancos) tienden a reducir la visibilidad en aquellos casos donde el campo visual es brillante y en el área donde el personal debe concentrarse es oscuro; esta visibilidad puede reducirse hasta en un 25% aún cuando el nivel de iluminación sea superior en un 10%. La reducción de visibilidad fue originada por la luz reflejada contrayendo la pupila del ojo al tratar de distinguir los materiales oscuros sobre las máquinas también oscuras.

No se recomienda utilizar el color blanco en exceso por que de no ser ayudado por colores cálidos y alegres es depresivo. El color verde es el más adecuado para el descanso, bajo cualquier tipo de iluminación. Los colores que más fácilmente pueden ser identificados con los distintos tipos de iluminación son el amarillo y el anaranjado.

### 2.9.4 PROPIEDADES FÍSICAS DEL COLOR.

Todos los colores tienen ciertas cualidades y características básicas, las cuales son:

- Matiz. Es la propiedad por la cual se diferencia un color de otro, es decir, el color que domina en una mezcla.
- Valor. Es la calidad de luz y sombra contenida, como el rojo oscuro y el claro, es decir, el grado de iluminicidad.

T A B L A 2.6

CODIGO DE COLORES

COLOR	APLICACION	ORIGEN Y CARACTERISTICA
• Azul	Agua potable	Cielo y mar
• Rojo	Protección contra incendio	Fuego
• Rojo óxido	Estructuras interiores	Limpieza fácil
• Amarillo	Gas	Muy visible
	Equipo en movimiento	
• Amarillo con negro	Partes inmóviles que obstaculizan la circulación	Alto contraste y muy visible
• Blanco	Líneas de vapor - aceite	Por su reflexión
• Negro	Bases de maquinaria	Contrastante y profundo
• Naranja	Aire comprimido	
• Crema	Tolvas y plataformas de carga	Destaca los productos
• Verde oscuro	Ductos y controles eléctricos	
	Seguridad y auxilio médico	
• Verde claro	Paredes y maquinaria	Incita al descanso(zonas frías)
• Azul claro	Paredes y maquinaria	Incita al descanso(zonas cálidas)
• Aluminio	Hornos y calderas	Ser refractario
• Aluminio brillante	Estructuras exteriores	Anticorrosivo Facilita la limpieza.

- Intensidad. Es la cualidad que denota si un color es fuerte o débil, o sea el grado de viveza o pureza de un color por sí mismo.

Las pruebas hechas en el laboratorio y la experiencia práctica han demostrado que existe energía en el color, la cual afecta a salud, la felicidad y la seguridad. La utilización científica de energía del color, se le llama Dinámica del Color.

La energía del color afecta al comportamiento humano por la sensación que produce. La energía del color puede crear una atmósfera de bienestar, estimular e inspirar, así como deprimir, cansar o irritar.

El color puede ser usado para modificar la apariencia del tamaño y la distancia de los objetos puede ayudar a visualizar claramente o verlos con menor precisión. También puede hacer que los objetos parezcan cambiar de peso.

El color puede hacer que el individuo se sinta con más calor, o bien con más frescura, de aquí que los colores pueden ser clasificados como cálidos o fríos, bajo un punto de vista psicológico.

Es importante observar en este aspecto que los colores cuyas ondas son más próximas al calor, son los colores cálidos, y las más lejanas a las vibraciones del calor son los colores fríos.

El rojo es el color más caliente y denota fuego, sangre o el amanecer. El color azul es el más frío de todos los colores y sugiere hielo, nieve y la amplitud del cielo.

La sensación de mezcla de color se clasifica en:

- Mezcla aditiva u óptica. Es la sensación a la mezcla de luces de color.
- Mezcla subtractiva. Es la sensación que deja en el ojo humano los pigmentos de color.

Algunos colores son afectados por el calor, el cual debe ser tomado en cuenta cuando se aplique en tanques a la intemperie, exteriores o fábricas y locales similares, donde la resistencia al calor es factor importante. Las superficies con colores oscuros expuestas a la luz solar caliente más que aquellas donde se han aplicado el blanco o colores claros.

La combinación de colores más legible para cualquier tipo de iluminación es el negro sobre fondo amarillo y en segundo orden el verde sobre fondo negro. Aunque el negro sobre fondo blanco teóricamente representa el extremo ideal, esta combinación no es satisfactoria por el alto porcentaje de reflexión, el cual afecta la visión perfecta.

# CIRCULO CROMATICO

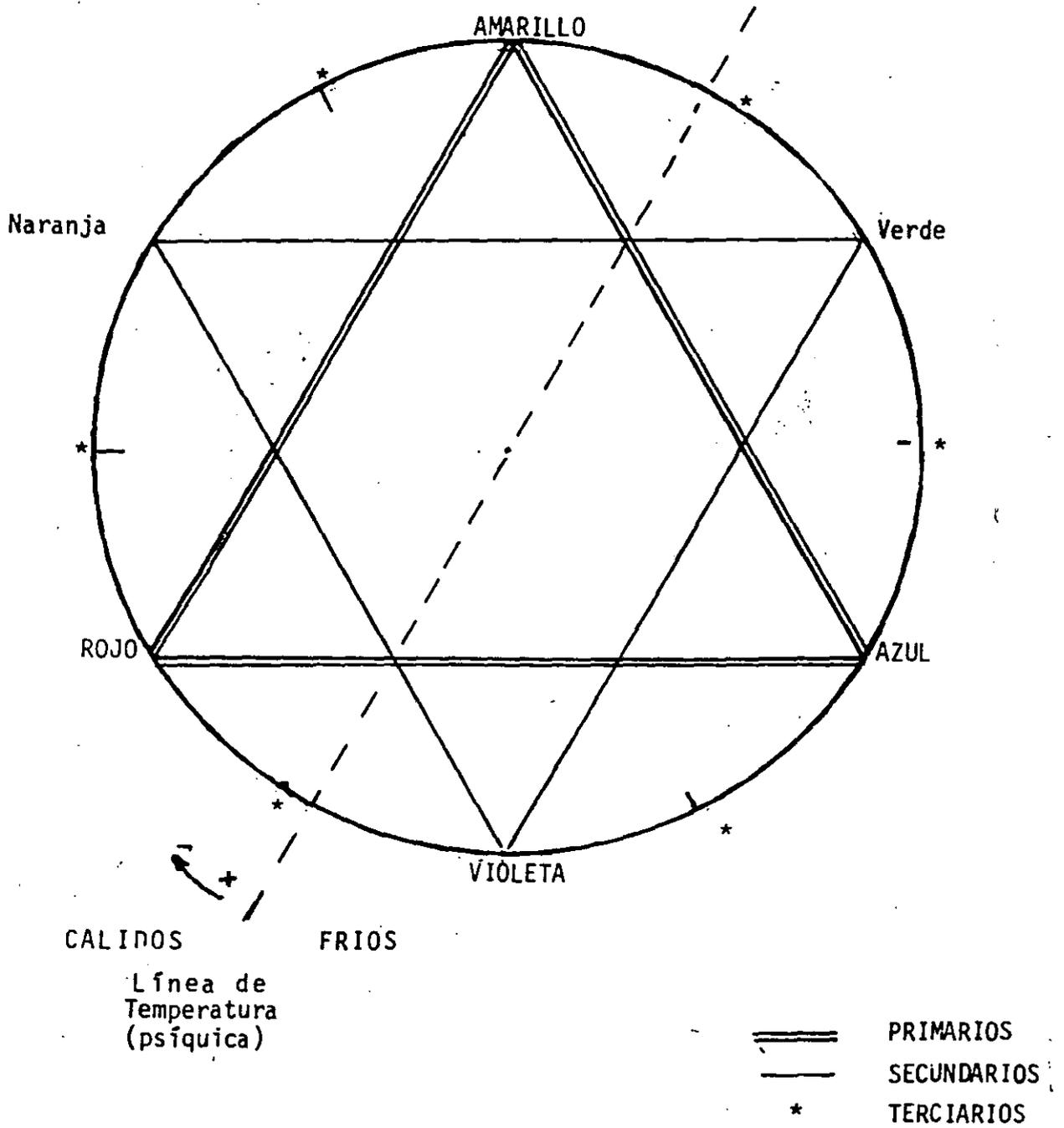


FIG. 2.1

Es natural y descansado el desviar la vista de vez en cuando del trabajo que se está ejecutando, el tener la vista fija sobre un trabajo determinado fatiga los ojos. Se requiere un esfuerzo para ajustar los ojos a la diferente intensidad de la luz y un segundo ajuste al volver los ojos al campo de trabajo.

Las partes importantes de una máquina deberán pintarse de distintos colores, evitando fuertes contrastes procurando encausar la vista de operario a los puntos específicos donde se requiere mayor atención, evitando así la distracción innecesaria de la vista; las paredes deberán pintarse en colores que descansen la vista, evitando al personal efectuar ajustes fatigantes en los ojos.

### 2.9.5 Circulo cromático.

Los colores obtenidos de mezclas, en partes iguales de colores, originan el círculo cromático en sus diferentes grados (ver fig. 2.1.)

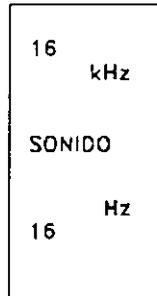
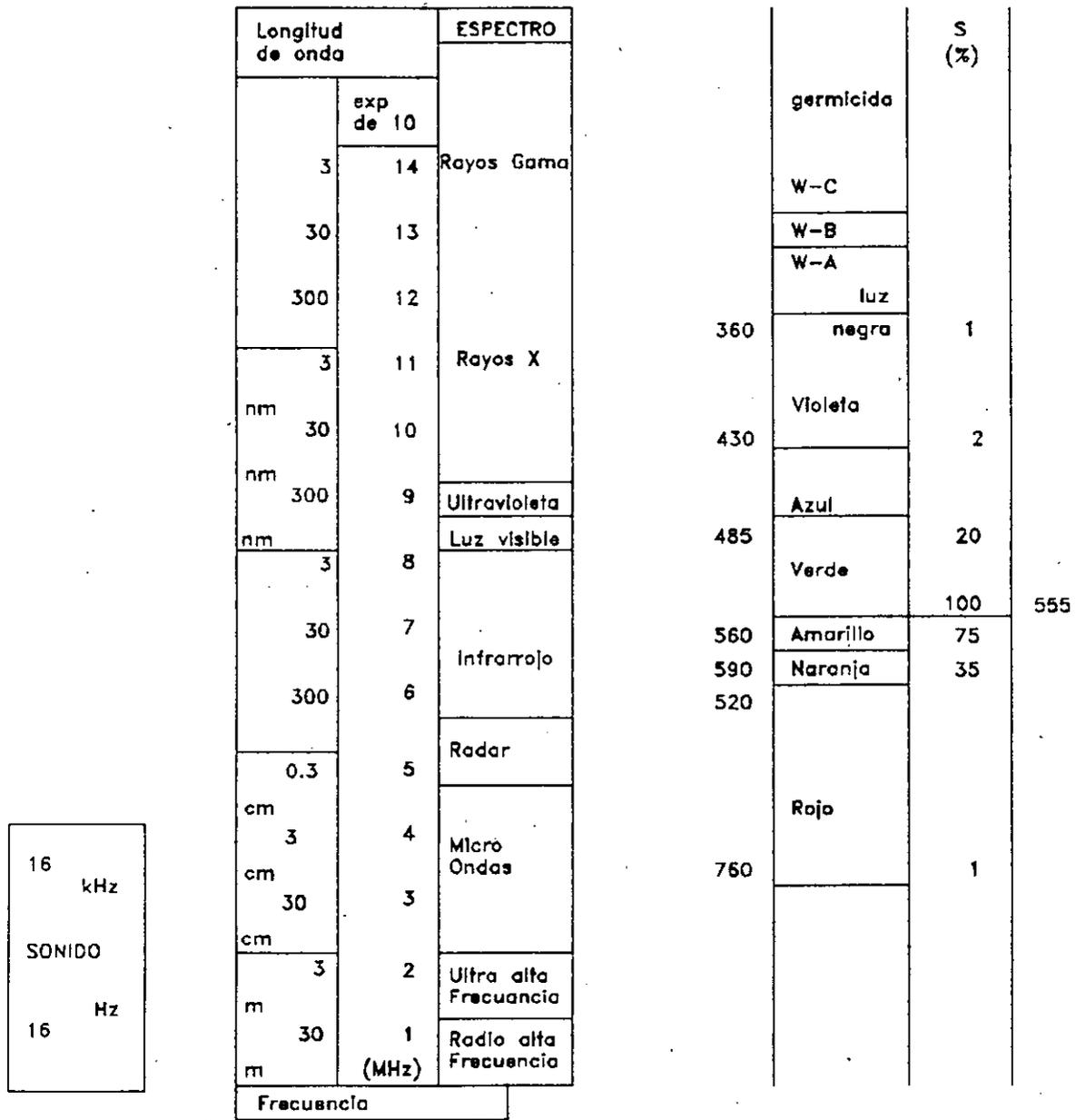
- Colores primarios.  
Son aquellos colores que se consideran puros, con la mezcla de estos colores se obtienen los demás colores.
- Colores secundarios.  
Son aquellos colores obtenidos de la mezcla, en partes iguales, de dos colores primarios.
- Colores terciarios.  
Son los colores obtenidos de la mezcla, en partes iguales, de dos colores contiguos, primario y secundario. El nombre de color resultante es una palabra compuesta con los nombres de los colores que los forman y en el orden primario secundario.
- Colores cuaternarios.  
Estos colores y otros de mayor grado son el resultado de la mezcla de colores contiguos.
- Colores neutronaturales.  
Son aquellos que brinda la naturaleza, por ejemplo: mar, tierra, cielo, madera, piedra, etc.

### MEZCLAS.

- Negro  
Obtenido de la mezcla en partes iguales de los colores primarios o bien la mezcla de todos los colores del círculo cromático.

J. AVILA E.

ESPECTRO ELECTROMAGNETICO



S = sensibilidad relativa del ojo

Fig. 1.1

- Neutros.  
Se tienen dos grupos:  
  . Negro, gris, blanco.  
Mezcla de colores por grado.  
  . Café, beige, marfil.  
Mezcla de colores opuestos del círculo cromático.
- Pastel.  
Es la mezcla de cualquier color del círculo cromático con blanco.
- Pardos.  
Es la mezcla de cualquier color del círculo cromático con negro.
- Ocre.  
Es la mezcla de cualquier color del círculo cromático con café.
- Claros.  
Es la mezcla de cualquier color del círculo cromático con agente adelgazador incoloro.

#### 2.9.6 SENALES DE CIRCULACION.

Se recomienda marcar con claridad todos los pasillos y circulaciones de tránsito de una empresa, pintando éstos con un color contrastante con el resto del piso, o bien pintando rayas anchas de un color vivo (amarillo) delimitando la circulación. De esta forma se indicará al personal que se encuentra en una calle y estará al pendiente de evitar un accidente de tránsito.

Deberá pintarse el equipo móvil (en colores de alta visibilidad advirtiendo a los empleados de su proximidad). Este tipo de colores deberá aplicarse en grúas viajeras y equipo suspenso en alto, y que baja a la altura de los obreros durante su operación.

Los contenedores móviles utilizados para recoger o distribuir materiales, deben ser pintados también con colores que llamen la atención; el interior de los contenedores debe pintarse de un color contrastante con los objetos transportados para facilitar su identificación.

El color que facilita al obrero a identificar y memorizar las señales de protección, y lo alerta y mantiene preparado para cualquier emergencia.

El anaranjado que combina la fuerza e intensidad del color rojo con la alta visibilidad del amarillo, produce el color que atrae más la atención que cualquier otro, por lo cual deberá indicar las partes o áreas peligrosas, como filos cortantes o que presionan, también los interiores de cajas de control plástico y controles de emergencia.

J. Avila E.

T A B L A 2.8

IMPRESION PSICOLOGICA

NIVEL DE ILUMINACION	CALIDO	INTERMEDIO	FRIO
Hasta 500 500 a 1000	Acogedor	Neutro	Frío
1000 a 2000 2000 a 3000	Estimulante	Acogedor	Neutro
3000	No natural	Estimulante	Acogedor

FUENTE: Manual de Philips.

T A B L A 2.9

REFLEXION DE LA LUZ

COLOR	REFLEXION (10%)
Blanco	85 a 92
Marfil	74 a 79
Amarillo	66 a 72
Azul claro	66
Verde claro	62
Gris claro	56

J.AVILA E.



### 2.9.7 Código de colores.

El código de colores tiene como objeto:

- Fácil aplicación de los elementos.
- Brindar seguridad.

Para cumplir el código de colores su objetivo, se requiere:

- Capacitar al personal
- Indicar en tableros los colores con su leyenda e indicando su peligrosidad.

### 2.10 PINTURA EN SUPERFICIES METALICAS.

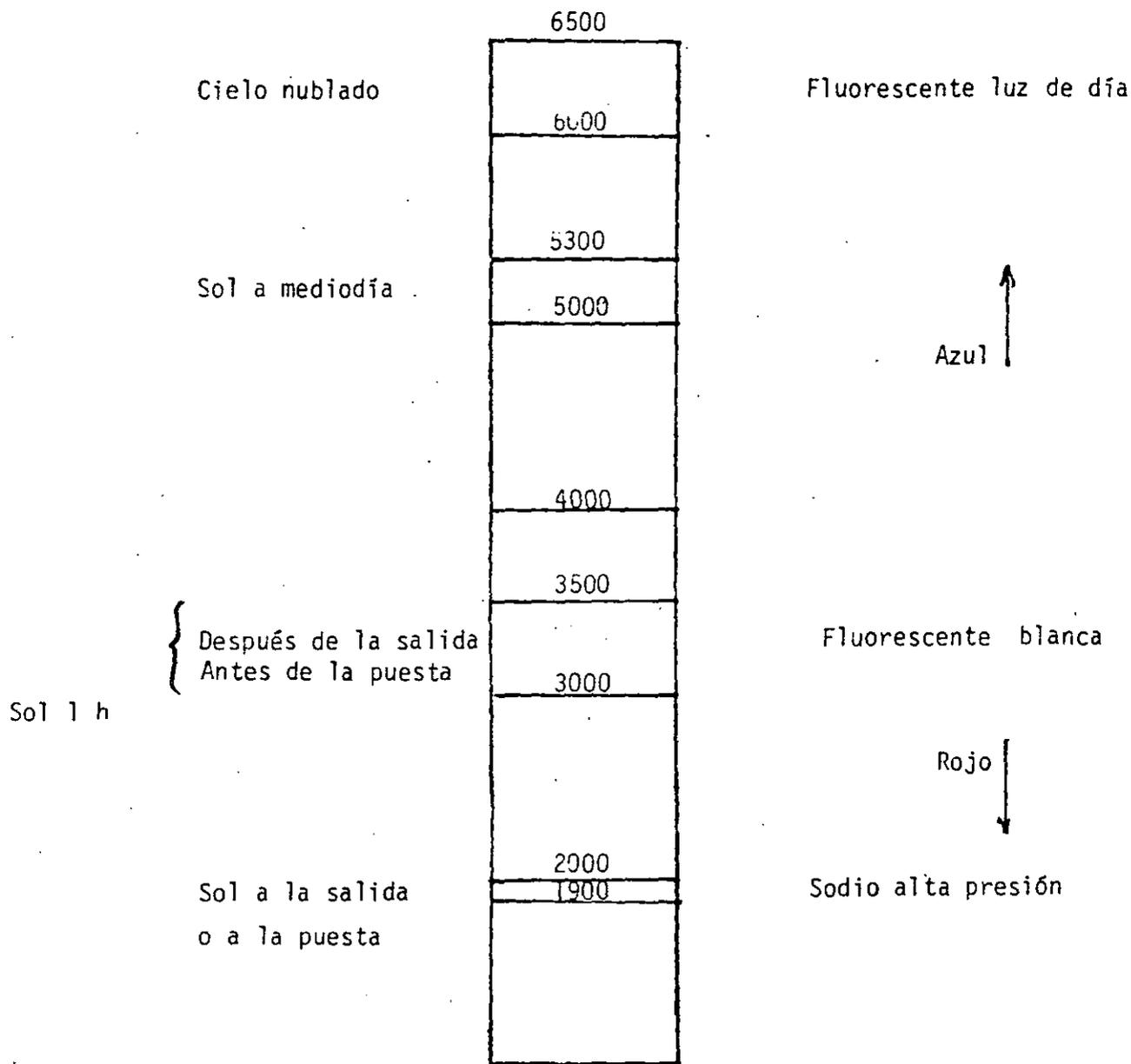
Para pintar una superficie metálica deberá seleccionarse la pintura (punto 2.3) y prepararse la superficie (punto 2.6) conforme al objetivo que se persigue.

La periodicidad de repintado en superficies metálicas es de 5 años: en el caso de galvanizado (cercas, canalones, etc.), puede ser de 10 a 15 años. Algunas observaciones para pintura de partes metálicas son:

- Tubería conduit.  
La tubería conduit de fierro negro tiene una pintura de pésima calidad sin adherencia, lo cual hace que la pintura inicial sea costosa si ésta se realiza adecuadamente, ya que hay que eliminar esa pintura original. La tubería galvanizada no requiere pintura para protección, pero normalmente se requiere para identificación, lo cual para este caso, representa menores costos y mejores resultados el uso de este tipo de tubería.
- Superficies galvanizadas.  
En caso de pintarse por decoración y/o identificación, requiere de la aplicación de un primario para este tipo de recubrimiento.
- Láminas.  
Estas normalmente son pulidas y/o lisas. En este caso debe prepararse la superficie en forma tal que se obtenga adherencia, lo cual se obtiene normalmente mediante fosfatizado.
- Aluminio.  
En este caso el mantenimiento es únicamente limpieza y desengrasada.

J. Avila E.

T A B L A 2.10  
TEMPERATURA DE COLOR



## 2.11 MADERA

En este caso existe una gran variedad de procedimientos y requerimientos para la pintura. Lo anterior nos limita a indicar conceptos muy generales.

- Superficies limpias
- Material seco
- Selle la superficie con un resanador y/o primario.

## 2.12 MAMPOSTERIA

En los edificios la pintura de muros y techos interiores y exteriores es el elemento básico de presentación y limpieza.

En general las pinturas para uso exterior deberán soportar la acción de intemperismo y adicionalmente deben sellar la superficie para evitar el paso de humedad al interior.

En los muros interiores deberá definirse si es conveniente una inversión superior en una pintura de gran durabilidad, lavable, o bien una pintura económica que origina repintar con mayor frecuencia.

En la industria generalmente se tien una práctica común para la pintura de interiores a base de colores verde, azul y crema, combinados de la siguiente forma:

Parte inferior (hasta 2.0 m) como guarda polvo con pintura lavable (esmalte) de color oscuro para reducir reflexion inconveniente al nivel de los ojos de los operarios y adicionalmente disimular la mugre.

Parte superior con pintura más económica (al temple) de color claro para aprovechar la reflexión e incrementar la eficiencia de la iluminación.

Estas dos partes se pint

## CAPITULO 1

**LIMPIEZA.****1.1 GENERALIDADES.**

La limpieza es una tarea del Mantenimiento, cuyo objetivo fundamental es eliminar del medio ambiente las materias nocivas para la SALUD y la SEGURIDAD, adicionalmente a conceptos de confort y bienestar.

La limpieza es la tarea típica del Mantenimiento Rutinario para todas las especialidades, ya sea electrónica o mecánica.

La limpieza constituye un elemento básico en Mantenimiento:

- Correctivo:  
Facilita detectar y corregir las fallas en los equipos e inmuebles.
- Preventivo (en la implantación de sus programas)  
Generalmente este es un requisito que se exige para:
  - . Aplicación de este tipo de programas
  - . Cumplimiento de garantías en trabajos específicos, por ejemplo: impermeabilización, pintura, recubrimientos, electrónica, electricidad, etc.

**1.1.1 SALUD.**

La medida básica para conservar la salud es la **Prevención y contención de enfermedades**, a través de la lucha contra el contagio y la supresión de contaminantes y agentes infecciosos.

Esta medida es esencialmente la misma en un hospital como en los edificios en general e incluso en los hogares; aunque en un hospital es mas trascendente por la disminución de la resistencia a las enfermedades del paciente, lo cual en determinadas circunstancias le deja sujeto a infecciones secundarias.

La finalidad del control sanitario o asepsia es impedir la propagación de la infección respecto a las muchas enfermedades que se transmiten por contacto directo o indirecto.

Algunas infecciones que padece el ser humano son causadas por bacterias, microorganismos capaces de reproducirse rápidamente bajo condiciones favorables. Se encuentran en el suelo, aire, alimentos, piel, etc.

\* Para el desarrollo de este tema se tomó como referencia importante apuntes y conferencias del Arq. Alfredo Ortiz y del Lic. Pedro Palacios.

J. Avila Espinosa

T A B L A 1.1  
ELEMENTOS A LIMPIAR

- BASURA
  - . Pisos
  - . Cestos de basura
  - . Ceniceros
  - . Azoteas
  - . Areas jardinadas
  - . Registros y trincheras
- POLVO Y MANCHAS
  - . Pisos
  - . Muros
  - . Techos
  - . Mobiliario
  - . Ventanas
  - . Persianas
  - . Cortinas
  - . Papelería
  - . Lámparas
  - . Pantallas
  - . Difusores de aire acondicionado
  - . Libros y anaqueles.
- HUELLAS
  - . Pisos
  - . Pasamanos
  - . Cubiertas de muebles
- AGUA
  - . Pisos
- GRASAS, CHICLES Y PEGAMENTOS.
- PULIDO Y BRILLO
  - . Pisos
  - . Muebles
  - . Piezas metálicas
- DETERIORO O DESCOMPOSTURAS

T A B L A 1.2  
OPERACIONES BÁSICAS DE LIMPIEZA

- |           |          |
|-----------|----------|
| . Sacudir | . Fregar |
| . Barrer  | . Sellar |
| . Aspirar | . Lavar  |
| . Trapear |          |

Las acciones de limpieza disminuyen las poblaciones bacterias, aunque no se eliminan; la limpieza es el principal método para atacarlas.

Un desinfectante es cualquier agente químico que se emplea aplicándolo a materias inanimadas, si bien no destruye bacterias en estado de esporas, destruye prácticamente todas las demás.

El personal de Mantenimiento deberá capacitarse en esta especialidad.

Los desinfectantes por sus ingredientes activos, que fundamentalmente se pueden agrupar en:

- Alcoholes
- Cloro
- Fermol
- Yodo
- Amonio cuaternario
- Fenol
- Gases

### 1.1.2 SEGURIDAD.

El objetivo de brindar seguridad en la Empresa es:

- Crear, en los inmuebles en general, un ambiente de confort en el que los empleados y visitantes realicen sus actividades en un clima agradable y de tranquilidad.
- Reducir las posibilidades de riesgo para los trabajadores.
- Evitar, en los equipos, posibles fallas producidas por agentes externos acumulados por falta de limpieza.
- Incrementar la fiabilidad de los equipos, al operar sin entorpecimientos y sin ataque a los elementos que lo conforman.

### 1.2 CLASIFICACION DE AREAS.

Para el desarrollo de la tarea es necesario clasificar las áreas de trabajo en función de su disponibilidad para la participación del personal de limpieza. De esta forma se tienen Zonas:

- Variación de la carga de trabajo durante la jornada (V).
- Constantemente (C) expuestas a un tránsito ininterrumpido a:
  - . Trabajo parcial diario (1 ó 2 turnos)
  - . Jornadas corridas, es decir a toda hora y todos los días.

Por el tipo de demanda del servicio de limpieza, las áreas deben dividirse en:

- Continuo (c) deberán estar atendidas en todo momento.
- Regular (r) se tienen recorridos durante la jornada
- Jornada (j) se limpian una vez antes de iniciar labores

Tabla 1.3

### FACTORES DE FRECUENCIA DE LA LIMPIEZA

- SISTEMA
- Educación del personal
- Función del local
- Tránsito
- Clima
- Características de las superficies.  
Algunas deben barrerse o trapearse a diario, otras varias veces al día y algunas solo semanalmente.

Tabla 1.4

### METODOS DE LIMPIEZA

- Limpieza en seco:
  - . Barrer.
  - . Limpiar con mechudo seco.
  - . Limpiar con aspiradora.
- Limpieza húmeda:
  - . Limpieza con jerga húmeda.
  - . Limpieza con mechudo húmedo.
- Limpieza mojada:
  - . Lavado con cepillo de mango largo y trapo mojado.
  - . Lavado con mechudo.
  - . Tallado con cepillo y enjuague con agua.
  - . Secado con un jalador con jerga.

J.Ávila Espinosa

De esta forma la clasificación de áreas de una Empresa puede ser:

C	\	c
	>	r
V	/	j

Como ejemplos se tienen:

Hospitales	quirófano	Cc
Hoteles	pasillo interior	Vj
Restaurantes y cafeterías		Vc

Normalmente las empresas funcionan 1 ó 2 turnos, preferentemente durante el día, de lunes a sábado, de modo que la limpieza y el mantenimiento en general podrían programarse fuera de estas horas, sin interrupciones en la operación de la Empresa. Sin embargo, esta programación no es fácil efectuar, dado que los trabajadores no les interesa laborar fuera del horario normal.

### 1.3 LIMPIEZA TOTAL.

Es necesario que el personal de todas las categorías, tome conciencia de la importancia de laborar con aseo e higiene y se comporte de modo tal que no genere trabajo adicional innecesario.

De ahí la necesidad de aplicar el concepto de Mantenimiento Total (MT), con la participación integral de todos los trabajadores de una Empresa y la conscientización del público (libro Amarillo).

Cuando los empleados se preocupen por procurarse un ambiente aseado e higiénico, facilitarán en mucho las labores de mantenimiento.

Es muy frecuente encontrar casos en los que los propios empleados son los causantes directos de los deterioros en los inmuebles, por causas tales como:

- Gremiales o sindicales (pintar fachadas con propaganda, pegar anuncios, etc.)
- Ignorancia y falta de educación (arrojan objetos a los inodoros, dibujan en baños, etc.).

En los hospitales los empleados deben ejecutar sus labores con la conciencia de la trascendencia de su trabajo, teniendo siempre presente el control de las infecciones.

El público (personal flotante) influye en forma directa en la limpieza de una zona; en los casos de servicio público la influencia es en forma preponderante y en ellos se deben afinar las medidas generales prolimpieza.

- Recomendaciones mediante avisos.
- Colocación de basureros.

T A B L A 1.5

LAVADO DE CORTINAS

C O N C E P T O S

TELAS NATURALES

TELAS SINTETICAS

LAVADO EN AGUA

- Encoge bastante
- Pierde su calidad
- No secan rápido
- Se desgasta un 40% más rápido.

- No encoge
- Problemas con el planchado.
- Secan rápido
- Desgaste natural

LAVADO EN SECO

- Encoge poco
- Secan rápido
- Limpieza de menor calidad
- Las manchas se fijan
- Se percuden las telas

- No encoge
- Secan rápido
- Menor calidad
- Las manchas se fijan
- Se percuden las telas

NOTA: El costo deberá ser similar pues el trabajo de recoger, entregar y planchar es el mismo; el agua no es recuperable y la nafta sí, pero se gasta más tiempo haciendo dobladillos que se deterioran por el agua.

- Ejemplo.

Es imposible que a cada visitante o cliente se le den instrucciones de aseo, pero se puede influir indirectamente con el ejemplo; una persona no se comporta de igual manera al entrar a un lugar limpio (banco o un moderno supermercado), como en un local sucio (mercado popular o una feria), en el que no le importará tanto el concepto limpieza;

Es mas difícil arrojar basura en un lugar limpio, que en donde impera la basura:

Basura llama basura

Los lugares sucios pueden modificar este calificativo que se les impone tradicionalmente mediante SISTEMA y la educación.

#### 1.4 COMISIONES MIXTAS.

Como requisito legal las empresas deben brindar a sus trabajadores un medio de trabajo adecuado, sancionado mediante la Comisión Mixta de Higiene y Seguridad de la Empresa. Esta Comisión integrada por los trabajadores y los representantes de la Empresa, tiene como objetivo vigilar que se las condiciones de trabajo sean seguras, higiénicas y decorosas.

La Comisión, mediante el levantamiento de actas, anota las peticiones específicas de los empleados a los patrones, para procurar y mantener el nivel de confort y seguridad. Este documento es requerido regularmente por la Secretaría de Trabajo y Previsión Social.

#### 1.5 PERSONAL DE LIMPIEZA.

El trabajador encargado de la limpieza, aseo, debe ser capacitado por personal calificado que:

- Preste atención integral a los problemas de limpieza.
- Productos de limpieza
- Características del material a limpiar
- Higiene, salud y organización de la Empresa.

El aseo debe conocer sus labores, además de estar consciente de la forma en que su trabajo afecta al de otros.

Los aseo, personal normalmente de escolaridad mínima (primaria) y con salario mínimo, es visto como el trabajador al cual el resto del personal puede girar instrucciones. Por lo tanto, debe determinarse perfectamente sus funciones, áreas de responsabilidad y líneas de autoridad.

Frecuentemente en la Empresa, se emplea a los aseo como personal de apoyo, para realizar otras actividades, por ejemplo: mensajeros, almacenistas, estibadores, porteros, choferes, etc..

CUADRO BASICO DE COTIZACIONES

No.	ARTICULO	UNIDAD	SANIHOGAR	CESCO	P. PUMA	ALQUI	Z.MARVIL	C. DIST.	C. ALVARADO
01	Líquido limpiavidrios	Bot	1 305.00	-----	----	-----	363.00	970.00	-----
.2	Sarricida	Bot.	-----	1 440.00	----	-----	-----	-----	-----
.3	Limpiametales	Pza	-----	-----	----	-----	-----	-----	107.00
.4	Desengrasante	Bot.	-----	1 350.00	----	-----	2 289.50	1 765.00	-----
.5	Limpiatapiz	Bot.	-----	-----	----	-----	-----	1 765.00	-----
.6	Trat. p/mechudos	Bot.	3 165.00	-----	----	-----	2 177.00	4 070.00	-----
02	Aromatizantes								
.1	- Bouquet	Bot	-----	-----	----	-----	-----	-----	-----
.2	- Lavanda	Bot.	4 798.00	-----	----	1 230.80	-----	-----	1 981.00
.3	- Cerezo	Bot.	-----	-----	----	-----	-----	-----	-----
03	Limp. y Desinf.								
.1	- Pino	Bot.	1 147.00	1 260.00	---	1 251.20	1 626.00	1 215.00	560.00
.2	- Limón	Bot.	-----	-----	----	-----	2 114.00	-----	-----
04	Shampoos p/alfombra	Bot.	1 867.00	1 350.00	----	-----	3 658.00	7 599.00	7 469.00
05	Detergentes:								
.1	- En polvo	Kg	-----	-----	----	-----	-----	99.00	99.00
.2	- Polvo ajax	Pza.	34.60	-----	----	26.83	-----	38.00	-----
.3	- Polvo Puma	Kg.	-----	-----	45.00	-----	-----	-----	-----
06	Acido oxálico	Kg.	-----	-----	----	-----	-----	500.00	-----
07	Lavador p/pisos	Bot.	-----	-----	----	-----	-----	1 765.00	-----

S

1.8

Esta tabla es de fecha 831231

Esta acción debe ser el resultado de una adecuada programación, o de otra forma algunas áreas quedarán sin limpieza.

El girar instrucciones de trabajo en substitución del desarrollo de la limpieza debe contemplar el detrimento de ésta y presupone la toma de responsabilidad del mandante de dicha acción.

## 1.6 DESARROLLO DE LA LIMPIEZA.

Por su naturaleza la limpieza puede desarrollarse:

### 1.6.1 INTERNA.

Es el desarrollo de la tarea por el personal de la Empresa, bajo la responsabilidad de Mantenimiento, quien ejercerá el control de sus trabajadores.

Esto tiene la ventaja de contar con personal disponible para cubrir alguna eventualidad y poder cambiar personas y horarios según necesidades. Es decir, no se tiene dependencia de otras empresas.

Las desventajas de este desarrollo son el resultado de sus funciones:

- Capacitar por cuenta de la empresa a sus aseadores
- Contar con los equipos requeridos
- Adquirir y almacenar artículos y utensilios de aseo.
- El ausentismo no se cubre oportunamente
- En algunos casos aumentan la fuerza de los sindicatos.

### 1.6.2 EXTERNA.

El responsable directo del personal es la Empresa contratada, pero los resultados siguen siendo responsabilidad del Jefe de Mantenimiento de la Empresa contratante, por lo que es necesario una supervisión estrecha de las actividades de la contratista, en el cumplimiento de sus funciones en tiempo y calidad; la ventaja que representa este tipo de contratación es la obligación normal de sustituir a su personal faltante oportunamente.

La desventaja frecuente de este desarrollo es la deficiente supervisión de la Empresa, lo que obliga a crear en ésta un puesto o unidad responsable de regular y coordinar las actividades de la compañía contratada.

Aunque se contraten los servicios de limpieza, es necesario que se elaboren los programas de actividades por los responsables de Mantenimiento, con el fin de que la compañía contratada se apegue a las necesidades reales y especiales de la empresa.

EDIFICIO: \_\_\_\_\_

UBICACION: \_\_\_\_\_

A R E A : PLANTA BAJA

## PROGRAMA DE LIMPIEZA

T A B L A 1.5

C O N C E P T O	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	M E T O D O	PERIODICIDAD
- Pisos	2,000		
. Mármol	600	- Barrer - Brillar con franela - Lavado con ac. oxá- lico - Pulido sin desbas- tar	Diario Diario Semanal Anual
. Loseta Vinílica	935	- Barrer - Trapeado mojado - Lavado a máquina con mant. y pulir - Quitar cera, reen- cerar y pulir	Diario Semanal Mensual Anual
. Azulejo	40	- Barrer - Trapeado húmedo - Trapeado mojado	Diario Diario Semanal
. Alfombras	425	- Pasar aspiradora - Lavar	Diario Semestral
- Muros	1,800		
. Tapíz			

## 1.7 METODOS Y REQUERIMIENTOS DE LIMPIEZA.

En la tabla 1.1 se presenta una clasificación general de los elementos principales a limpiar por origen de la suciedad.

Siempre la limpieza deberá comenzar por los pisos, así todo el polvo que se levante se podrá sacudir posteriormente.

La limpieza de pisos puede ser en seco, húmedo o mojado; para determinar el método y los productos de limpieza a utilizar, se consideran los materiales y resistencias de los pisos, teniendo presente que una errónea selección de métodos y productos destruye mas que el uso y el desgaste.

La frecuencia de la limpieza depende de diferentes factores, tales como los que se indican en la tabla 1.3.

La Jefatura de Conservación de Inmuebles y Equipo del IMSS hace las consideraciones enlistadas en al tabla 1.4.

Existen áreas, recubrimientos y objetos que por la naturaleza de sus materiales o por su utilidad necesitan una limpieza especial, tal es el caso de: muebles de piel, alfombras persas, tapetes de Temoaya, pisos de mármol, plantas, instrumental médico, etc..

Para evitar el dañar este tipo de artículos, es recomendable se consulte con los proveedores o fabricantes sobre el método de limpieza idóneo en cada caso.

Los conceptos especiales de limpieza generalmente se contratan en forma externa por los riesgos probables que representan y la conveniencia de conocimientos y experiencia para decidir el método adecuado de limpieza (lavado en seco o lavado en agua, tabla 1.7).

A manera de ejemplo se describe:

### - Limpieza de cortinas:

- . Tipos de tela.
  - . Natural (lana, algodón, etc.)
  - . Sintéticas (polyester, nylon, etc.)
- . Lienzos de confección.

Generalmente los lienzos miden 1.20 m y siempre se estima una altura de 2.30 m.  
Deben cuantificarse para definir el monto de adquisición y el de la limpieza correspondiente, ya que se paga por el número de lienzos.
- . Bastillas.

En caso de encogimiento es necesario saber si se cuenta con tela suficiente para restituir las medidas originales.

T A B L A 1.6  
TIEMPOS APROXIMADOS PARA METODOS DE LIMPIEZA

METODO	AREA (m <sup>2</sup> )	TIEMPO (min)
Barrer	100	11
Trapear húmedo	100	11
Trapear mojado	100	30
Lavado de piso a máquina (16")	100	60
Lavado de piso a mano	20	60
Fregado de piso (cepillo mango largo)	50	60
Encerado de pisos	100	30
Pulido de pisos a máquina	100	17
Lavado con ácido oxálico	100	60
Lavado de alfombras	100	63
Brillar pisos	100	17
Pasar aspiradora	100	25
Sacudir oficinas	100	14
Limpieza de baños	45	60

## 1.8 EQUIPOS.

Para el desarrollo eficiente y económico de la limpieza, es necesario proveerse de equipos auxiliares que simplifiquen el trabajo pesado.

Los equipos deberán especificarse para su adquisición de forma de satisfacer los requerimientos del trabajo; la definición de su capacidad debe ser el resultado de sus funciones, programa de trabajo, experiencia del personal y rendimientos.

Deben respetarse en el uso de los equipos las instrucciones del fabricante sobre su mantenimiento y cuidados.

Es importante observar los siguientes aspectos:

### 1.8.1 INVENTARIO DE EQUIPO.

Es necesario identificar los equipos, relacionando:

- Origen: fecha de compra, proveedor. garantías
- Lugar de asignación
- Encierro
- Reparaciones efectuadas y su costo.

Así se puede determinar cuando deja de ser costeable una reparación, los criterios para adquirir un nuevo equipo de reemplazo o decidir su sustitución (equivalente).

Frecuentemente se fijan valores porcentuales máximos, en función de las características del mercado, planeación de la Empresa y costo de oportunidad. Un criterio simple es justificar el reemplazo cuando el costo de la reparación del equipo rebase el 30 % del valor total.

Debido a la escasez de refacciones y al costo de los equipos nuevos, este margen se podrá ampliar (p.ej.: 65% del valor total)

Se recomienda adquirir el tipo que mejor se adapte a las necesidades de cada área.

### 1.8.2 ENCIERRO.

Los equipos se asignan por zonas específicas y debe procurarse no cambiarla para mantener los inventarios al día.

Si las circunstancias lo permiten se recomienda nombrar encargados de equipos, es decir, una persona que sea responsable de pasar aspiradora, otro que utilice la pulidora, etc.; esto con el fin de proteger éstos, pues es imposible que todo el personal maneje dichos equipos con el mismo cuidado.

T A B L A 1.8  
PROGRAMA DE LIMPIEZA  
(TIEMPO CONSUMIDO)  
(EJEMPLO)

D - DIARIO.

- Barrer			
. Mármol	600 m <sup>2</sup>		
. Loseta	935 m <sup>2</sup>		
. Azulejo	40 m <sup>2</sup>		
	1 575 m <sup>2</sup>	(11 min/100 m <sup>2</sup> ) =	174 min
- Brillar con franela	600 m <sup>2</sup>	(17 min/100 m <sup>2</sup> ) =	102 min
- Aspirar	425 m <sup>2</sup>	(25 min/100 m <sup>2</sup> ) =	107 min
- Trapeado húmedo	40 m <sup>2</sup>	(11 min/100 m <sup>2</sup> ) =	5 min
SUBTOTAL			388 min

S - SEMANAL

- Trapeado			
. Loseta	435 m <sup>2</sup>		
. Azulejo	40 m <sup>2</sup>		
	975 m <sup>2</sup>	(30 min/100 m <sup>2</sup> ) =	293 min
- Lavado con ácido	600 m <sup>2</sup>	(60 min/100 m <sup>2</sup> ) =	360 min
SUBTOTAL			653 min

M - MENSUAL

- Lavado a máquina	935 m <sup>2</sup>	(30 min/100 m <sup>2</sup> ) =	280 min
SUBTOTAL			280 min

B - SEMESTRAL

- Lavado alfombra	435 m <sup>2</sup>	(630 min/100 m <sup>2</sup> ) =	2740 min
SUBTOTAL			2740 min

A - ANUAL

- Pulido de mármol	600 m <sup>2</sup>	(60 min/100 m <sup>2</sup> ) =	3600 min
- Quitar cera	935 m <sup>2</sup>	(30 min/100 m <sup>2</sup> ) =	280 min
- Encerar	435 m <sup>2</sup>	(30 min/100 m <sup>2</sup> ) =	280 min
- Pulir	935 m <sup>2</sup>	(17 min/100 m <sup>2</sup> ) =	159 min
SUBTOTAL			4319 min

### 1.9.1 ALMACENAMIENTO.

La compra de materiales de consumo implica tener un lugar apropiado para almacenarlos ordenadamente para llevar un informe de existencias actualizado, estableciendo máximos y mínimos para cada producto y evitar suspensiones en el servicio por falta de algún artículo.

La selección de los productos de limpieza debe efectuarse en función de sus resultados esperados; así para escoger un desengrasante, es necesario saber si se desea que sea capaz de remover la cera o no.

Se recomienda integrar un cuadro básico de artículos de aseo, agrupándolos (tabla 1.6). En la tabla 1.8 se presenta un cuadro básico de cotizaciones de artículos de aseo, que permite comparar con facilidad artículos de aseo, proveedores y precios.

Para la determinación de los artículos mas apropiados debe considerarse la opinión del aseo, por ser él quien es el responsable directo de los resultados de su labor.

### 1.10 PROGRAMAS DE LIMPIEZA.

Debe tomarse en consideración para la elaboración del Programa de Limpieza (tabla 1.7) que es necesario definir el universo de trabajo por efectuar, lo cual se obtiene mediante un levantamiento de las superficies y materiales por servir.

#### 1.10.1 LEVANTAMIENTO.

Para la elaboración del Programa de Limpieza se debe contar con los planos arquitectónicos y de acabados de la empresa; en caso de no obtener estos planos es necesario elaborar esquemas de los locales con las dimensiones fundamentales para la cuantificación de las áreas y sus acabados (pisos, muros, plafones, lambrines). Se debe utilizar una simbología normalizada.

#### 1.10.2 PROCEDIMIENTOS.

Se calculan las zonas por limpiar como:

- Lineal (m)
- Superficie (m<sup>2</sup>)

Se deben agrupar los conceptos por áreas de:

- Fácil localización, como pueden ser pisos completos, área de producción, oficinas, etc.
- Función similar  
por ejemplo: pasillos, escaleras, baños.

T A B L A 1.9  
PROGRAMA DE LIMPIEZA  
(FUERZA DE TRABAJO)  
(EJEMPLO)

ACTIVIDAD	ACT./AÑO	TIEMPO/ACT. (min)	TOTAL (min)	DIST.
Diaria	22 x 12	388	102 432	
Semanal	52	653	33 956	
Mensual	12	280	3 360	
Semestral	2	2740	5 480	
Anual	1	4319	<u>4 319</u>	
			149 547	
			2 492.5 h	
Total de pisos	10			
Total de horas/edificio			24 924.5 h	
Horas hombre/año 22x12x8			2 112.0 h	
Hombres requeridos			11.8 h	

- Métodos de limpieza adecuados para cada concepto.
- Periodicidad o frecuencia de los métodos de limpieza.

En la tabla 1.6 se presenta un ejemplo de formato para recopilación de información y definición del proceso, base para la elaboración del Programa de Limpieza.

#### 1.10.3 RENDIMIENTOS.

En las tablas 1.9 y 1.10 se dan tiempos aproximados de ejecución para los métodos de limpieza y para mobiliario y accesorios específicos; hay que aclarar que estos tiempos varían en función de los obstáculos, distribución y cantidad de mobiliario, etc.

El responsable de mantenimiento debe de revisar, modificar y complementar estas tablas.

#### 1.10.4 EJEMPLO.

Se considera un edificio de 10 niveles o plantas tipo y se debe calcular la limpieza de los pisos (en la práctica se consideran muros, plafones, ventanas, puertas, mobiliario, etc.

Es común encontrar que dos piso con igual superficie de un edificio requieren de diferente tiempo para limpieza, aún teniendo los mismos acabados y recubrimientos, pero en los que la distribución y cantidad de mobiliario es diferente.

En el Programa, hay que calcular los tiempos necesarios para cada método, agrupándolos por su periodicidad, como se indica en la tabla 1.11; en la tabla 1.12 se calcula la fuerza de trabajo requerida; en la tabla 1.13 se estiman los costos de mano de obra; en la tabla 1.14 se presentan rendimientos de diferentes actividades de limpieza.

#### 1.11 SUPERVISION.

Se recomienda un supervisor por cada 10 empleados.

LA SUPERVISIÓN tiene que vigilar que se desarrolle el trabajo empleando las herramientas necesarias, y obteniendo los resultados esperados en el tiempo establecido.

Hay varios métodos de supervisar:

##### - REPORTE.

El supervisor valorará el trabajo en relación a las quejas recibidas. Esto es engañoso, pues hay personas que de todo se quejan, otras en cambio por su timidez es difícil que lo hagan.

T A B L A 1.10  
PROGRAMA DE LIMPIEZA  
COSTOS  
(EJEMPLO)

	CALCULO	REAL
Hombres requeridos	11.8	12.0 h
Pisos del edificio	10	10
Personal por piso Operación	1.2 H 1 H/piso + 1 H/2 pisos	1.5 H 1 H/piso + 1H/2 pisos
Personal emergente y de rotación	10%	1.5 H
Personal total	16.5 H	17 H.
-----		
	M. N.	U.S. DLS.
Salario mínimo mensual	24 000	120
Indirectos y prestaciones	33%	
- Indirectos y prestaciones	8 000	40
- Costo de salario real	32 000	160
- Costo de trabajo diario (22 días/mes)	145	0.73
- Horario (8 h/día)	13	0.09
-----		
Limpieza total (m <sup>2</sup> )	20 100	
Costo anual (\$/m <sup>2</sup> )	19	0.09
Materiales (5% M. de O.)	1	0.01
Costo total anual * (\$/m <sup>2</sup> )	20	0.10
-----		
Limpieza anual/H	1 183 m <sup>2</sup>	

\* El costo de limpieza debe representar del 5 al 7.5% del costo de mantenimiento.

- USUARIOS.

En este caso se solicita al usuario de las áreas que vierta su opinión del aseo. Como el método anterior puede ser engañoso porque las personas tienen un punto de observación e interpretación distinta, pero si se obtiene un panorama general de los problemas.

- VISITAS DE SUPERVISION.

Este método consiste en recorrer las áreas y vaciar la información a un formato o bitácora, donde se calificará el grado de limpieza. Esto permitirá conocer que tan limpia está una zona, piso o edificio y calculándolo con porcentajes se podrá comparar con otras áreas, pisos o edificios.

TABLA 1.11  
SISTEMA DE LIMPIEZA

BARRIDO

EQUIPO	RENDIMIENTO (m <sup>2</sup> /h)	RELACION	MOTOR (KW)
Escoba	400	1	---
Operador caminando	1200	3	3
Operador sentado	6000	15	6
Alta capacidad	9200	23	15
Trabajo pesado	9200	23	36
Trabajo mayor	12000	30	50

LAVADO

EQUIPO	RENDIMIENTO (m <sup>2</sup> /h)	RELACION	MOTOR (KW)	OPERACION (h)
Trapeado húmedo	200	.25	---	---
Lavado manual	50	1	---	---
Cepillo eléctrico	125	2.5	1	2.5
Operador caminando	2500	50	---	---
Operador sentado	4500	90	---	---
Alta capacidad	6000	120	30	4.0
Trabajo pesado	7200	144	48	6.0

ESCARIIFICADO #

EQUIPO	RENDIMIENTO * (m <sup>2</sup> /h)	RELACION	MOTOR (KW)
Rasqueta	5	1	
Operador caminando	25	5	7.5
Operador sentado	800	160	

# Remover: mugre impregnada; pintura, tierra solidificada y grasa  
\* Ancho longitud. , 10cm x 250m

## CAPITULO 2

## PLAGAS Y ROEDORES

En las plantas industriales, comercios, oficinas y aún en las casas es necesario tener un control sobre la existencia de posibles plagas y roedores.

La presencia de plagas y roedores representa condiciones de trabajo inadecuadas por contaminación, falta de limpieza y/u operación deficiente.

Las principales fuentes y vías de contaminación son:

- Personal con poca educación.
  - . Falta de aseo personal.
  - . Uso inadecuado de las instalaciones sanitarias.
- Operación inadecuada.
  - . Equipo sucio.
  - . Falta de limpieza.
- Lugares de trabajo indeseables.
  - . Falta de ventilación.
  - . Exceso de humedad.
- Alta temperatura.
- Luz pobre.
- Insumos contaminados.
  - . Agua.
  - . Aire.
  - . Materia prima orgánica descomuesta.
- Retiro deficiente de desechos.
  - . Drenaje.
  - . Basura.

Para el control y/o eliminación de las plagas y roedores es necesario primeramente corregir los puntos anteriores y posteriormente iniciar el combate contra las plagas y roedores, quienes ya no contarán con las condiciones de vida propicias (alojamiento y comida) para su estancia y reproducción.

Para iniciar el combate es necesario considerar la siguiente premisa:

"Conoce a tu adversario y valóralo adecuadamente".

Tabla 2.1

## PRECIOS DE FUMIGACION

PLAGA	PRECIO (\$/m2)	PRECIO (m2)
Ratas y ratones	200	60 000
Cucarachas	200	60 000
Ratas ratones y cucarachas	300	105 000

\* Precio para áreas de 1 a 300 m a enero de 1991

Precios vigentes en el primer semestre de 1990.  
( \$3 000/US dls.)

Existe una selección natural en las distintas especies de insectos, dando origen a una resistencia a los insecticidas, por lo cual es necesario:

- . Usar nuevos métodos de combate
- . Empleo de nuevos insecticidas
- . Rotación de los insecticidas

#### - Medios biológicos.

Este procedimiento consiste en reducir o suprimir los insectos nocivos mediante: un medio artificial, autodestrucción y/o introducción y fomento de sus enemigos naturales. Lo anterior se logra mediante:

- . Esterilidad sexual provocada por sustancias químicas diseminadas estratégicamente.
- . Producción de individuos con genes letales
- . Insectos con agentes patógenos a ellos mismos
- . Distribución de elementos hormonales que afecten el desarrollo del insecto.
- . Esterilización sexual de insectos mediante radiación de rayos gamma.
- . Producción de especies que combatan a los insectos nocivos.
- . Mediante agentes infecciosos como bacterias, hongos, virus, protozoarios y nemátodos.
- . Medidas preventivas y cuarentenas. Estas son tendientes a restringir la introducción y distribución de agentes nocivos.

#### - Electrocuición.

Actualmente se utiliza este sistema que consiste de un aparato con una luz violeta, atrayente a los insectos, y una rejilla perimetral energizada que mata a los insectos por descarga eléctrica al pasar por ésta.

### 2.1.1 Moscas

Son del género de insectos dípteros, es decir, insecto con dos alas membranosas y aparato bucal dispuesto a chupar.

La mosca es un insecto molesto y en ocasiones se convierte en un activo propagador de enfermedades tales como la viruela, escarlatina, tuberculosis y tifoidea. La hembra mosquito es transmisora del paludismo, el macho es inofensivo.

La forma más simple de combatir las moscas es eliminar los materiales orgánicos en descomposición y alejarlas del lugar; para esto último es necesario recordar que son muy aficionadas al calor y la luz que las atrae. Cada mosca hembra puede poner del orden de 150 huevecillos por tanda, los cuales en sólo 3 semanas completan su ciclo de nuevo adulto.

### 2.1.2 Pulgas

Estas son insectos chupadores afanípteros (desprovistos de alas). Las pulgas son frecuentemente parásitos de las ratas, siendo así el principal transmisor de la peste. En forma similar el piojo, parásito en el hombre, es el transmisor del tifo.

Conocer al enemigo significa un entendimiento de:

- Ciclo de vida.
- Costumbres.
- Debilidades.
- Principales virtudes.
  - . Habilidad.
  - . Instinto/inteligencia.

Valorar al enemigo adecuadamente representa establecer en forma óptima los elementos necesarios para obtener el triunfo.

Subestimar al enemigo puede representar una derrota o, en el mejor de los casos, un largo y penoso combate que nos debilita y nos obliga a una mayor inversión.

Sobrevalorar asegura el triunfo, pero representa una operación ineficiente y costosa.

## 2.1 PLAGAS.

Una plaga representa un cúmulo nocivo de elementos orgánicos. En general, - en la industria las plagas serán de moscas, pulgas y cucarachas.

Los procedimientos de combatir los insectos son:

- Mecánicos, entre ellos el matamoscas, o simplemente la remoción de material orgánico en aquellos sitios en los cuales exista la posibilidad de reproducción, modificando así las condiciones otrora propicias y exponiendo los huevecillos a la voracidad de las aves y otros insectos.
- Insecticidas.

Dentro de los insecticidas se cuentan los utilizados desde hace 3000 años como: el azufre, arsénico, piretro (obtenido de la crisantema) y otros, - hasta el DDT descubierto en 1939. Los insecticidas se pueden clasificar en:

  - . Vegetales
  - . Compuestos inorgánicos (arseniato de calcio o plomo, fluoruro de sodio cloruro de mercurio o zinc, sulfato de zinc, criolita (fluoruro aluminato de sodio), etc.
  - . Compuestos sintéticos orgánicos. Son compuestos de carbono, principalmente clorados o fosforados.

Otra clasificación de los insecticidas es por su modo de actuar sobre los insectos, como:

- . Contacto (principalmente insecticidas de origen vegetal).
- . Ingestión (compuestos inorgánicos)
- . Aspiración (fumigación)
- . Repelentes
- . Atrayentes

Los insecticidas pueden actuar en una o varias de las formas descritas - como es el caso de los compuestos sintéticos orgánicos.

### 2.1.3 Chinche

Esta es un insecto fétido hemíptero (con dos pares de alas) que se alimenta únicamente de líquidos, gracias a su pico agudo y perforante.

### 2.1.4 Cucarachas.

Es un insecto ortóptero y nocturno, omnívoro y de gran agilidad, a eliminar - por su mal olor, apariencia, daños que ocasiona al roer y ser un transmisor - de enfermedades tales como la tifoidea y disentería.

### 2.1.5 Gérmenes.

En ocasiones es necesario una desinfección del aire por la destrucción de bacterias, lo cual se logra con lámparas germicidas que producen radiaciones ultravioleta con longitud de onda de 250 nm ( $250 \times 10^{-9} \text{m}$ ).

## 2.2 ROEDORES

Estos son animales mamíferos provistos de cuatro grandes y fuertes incisivos que les permite roer fácilmente; su alimentación normal es a base de vegetales, sin embargo las ratas son omnívoras.

Dentro de los roedores están principalmente las ratas y ratones que por su número importante en las ciudades y en sus edificios son legiones a controlar a través de ataques programados y estratégicamente diseñados. Otros roedores son las liebres, conejos, ardillas, castores, tuzas, etc.

Los ratones y ratas ocasionan perjuicios por los daños que originan al roer - todo, produciendo pérdidas considerables al producto terminado, insumos e instalaciones. El otro aspecto que hace indeseable a estos animales es el hecho de ser un importante transmisor de enfermedades como es la peste.

La forma del control y ataque a estos animales es similar a la comentada en los insectos, destacándose adicionalmente:

- Barreras físicas.  
Esto representa el impedir el acceso a los roedores, como es el caso en las amarras de los barcos al impedir el paso a través de ella mediante láminas. Otras formas son el tapar las hendeduras.
- Trampas.  
Un procedimiento empleado muy generalizado en el ataque contra los roedores es mediante ratoneras mortales o simplemente de atrape.
- Gatos.  
El tradicional y clásico medio de ataque utilizando los gatos es cómodo y práctico a nivel doméstico, donde incluso es un animal de compañía y/u ornato. Sin embargo, en las empresas este procedimiento se complica por el problema del control del gato mismo, ya que para esto se requiere la pareja dueño-gato y no siempre es dable, y en el que es indispensable educar al gato para restringir su acceso y/o proximidad a ciertas áreas y/o má-



quinas; un aspecto que facilita el control del gato es su normal "flojera" que lo hace fácilmente localizable.

- Veneno.

En este aspecto se han desarrollado gran cantidad de tipos que han permitido el control y eliminación de las ratas y ratones en guerras importantes. Dentro de los venenos empleados cabe destacar que debe tratarse que los animales no relacionen su muerte con el veneno ingerido, lo cual se ha logrado con veneno de ingestión directa en los cebos o rastreo (adherencia del veneno al animal a su paso y que al asearse lo ingiere), que son anti-coagulantes que originan hemorragias internas matándolos aparentemente por vejez y sin alarmar a los demás animales.

- Ultrasonido.

El oído de los roedores les permite captar sonidos inaudibles para el hombre, base para el uso de aparatos generadores de ondas ultrasónicas que -- afectan a estos animales, ahuyentándolos, caso contrario de la música del flautista de Hamelin (leyenda clásica). Estos aparatos generan sonidos superiores a niveles de 70 db y en un rango de 20 a 30 KHz, cubriendo áreas hasta de 15000 m<sup>2</sup>. Es importante tomar en cuenta que el uso del ultrasonido puede ahuyentar a otros animales e insectos.

Para el control y exterminación de ratas y ratones se requiere una detallada estrategia, su monitoreo y evaluación del combate, incluyéndose dentro de éstos el empleo de modificación de tácticas, necesaria ésta por la astucia, agilidad y adaptabilidad de estos animales. Por ejemplo, el ultrasonido a frecuencia constante pierde su efectividad de combate al acostumbrarse a ésta - las ratas, por lo cual aparatos más sofisticados modifican constantemente y - aleatoriamente las frecuencias, ya que no es suficiente la interrupción del - sistema (encendido y apagado).

En las instalaciones eléctricas, como medida de prevención para la roya, los aislamientos de los conductores deben ser fabricados con materiales de - sabor desagradable para las ratas y ratones.

### 2.3 OTROS ANIMALES.

Adicionalmente al control y exterminio de los insectos y roedores, es importante en mantenimiento tomar las medidas necesarias para la prevención de fallas originadas por otros animales. Las fallas normales y frecuentes que pueden ocasionar otros animales son:

- Robo, operación o rotura de elementos, máquinas y/o productos producida - por el acceso de animales a éstos. Las medidas de prevención es evitar el paso de ellos. Dentro de los animales que originan estos desperfectos está el tlacuache (zarigüeya), comadrejas, liebres y conejos.

- Corto circuitos.

En las instalaciones eléctricas es frecuente que se presente este tipo de fallas al contacto entre componentes a diferente potencial a través del - cuerpo de un animal que se monta sobre éstos. Este caso es frecuente en - las líneas eléctricas desnudas al posarse las aves.



comercial de alta tecnología, s.a.

# M A N T E N I M I E N T O

## I N G E N I E R I A

- ANALISIS DE INGENIERIA
- ASESORIA
- CONSERVACION DE ENERGIA
- CONTROL DE CALIDAD
- DIAGNOSTICO
- MANTENIBILIDAD

## S I S T E M A T I Z A C I O N / C O M P U T A R I Z A C I O N

- ADMINISTRACION
- CONTROL
- MANTENIMIENTO PREVENTIVO

## S U M I N I S T R O , I N S T A L A C I O N Y M O N T A J E

### MATERIAL ELECTRICO

- + CONDUCTORES
- + LAMPARAS
- + ACCESORIOS

### MATERIAL HIDRAULICO Y SANITARIO

### PINTURA

## M A N T E N I M I E N T O A U T O M O T R I Z

## CAPITULO 3

**JARDINERIA**

La jardinería es el arte de combinar plantas, árboles y cubrepisos de acuerdo a sus características naturales, aplicando los elementos y materiales, conforme a las necesidades y resistencia de su ubicación, para su debido desarrollo y cuidado.

En general las plantas que se suministran a las empresas para su colocación se suministran en proceso de desarrollo, obteniendo su evolución plena al trasplantarse, siendo normalmente ésta la primera tarea del Mantenimiento, el cual se debe continuar con la debida atención y cuidado de las plantas en su riego, poda, cortes, fertilización y erradicación de plagas, pastos o plantas silvestres que deterioran su crecimiento.

Mantenimiento debe vigilar su desarrollo, procurando que las diferentes tareas se efectúen en forma oportuna, llevando un control de su aplicación.

**3.1 PROYECTO DEL JARDIN.**

Para proyectar un jardín, se deben conocer los siguientes conceptos:

- Características del ambiente.
- Clima.
- Naturaleza del suelo.
- Orientación del área.

**3.1.1 CARACTERISTICAS DEL MEDIO.**

Se debe considerar el tipo de construcción en que se dispone la jardinería, para seleccionar las características requeridas para las plantas y así definir éstas. A continuación se presentan diferentes tipos de construcción con la jardinería recomendable.

- Industria (tabla 3.1).

Aplica un tipo de jardinería de fácil mantenimiento a base de:

- . Arbustos perennes.
  - . No requieren poda
  - . No tienen cambio de hoja
  - . No producen basura
  - . Apariencia constante.

Se recomienda se coloquen en lugares de media sombra.

T A B L A 3.1  
I N D U S T R I A

Plantas adaptables de follaje perenne	Aplicación
Arbustos	Cortina de 1.50 a 3.00 m de altura o en arriate.
Azalea, fornio, clavo	Arriate de 0.60 a 1.20 m.
Arrayán, trueno dorado o lila	Seto de 0.40 a 1.00 m.
Falangio, panalillo, alluve	Seto de 0.10 a 0.20 m ó cubre-piso.
Galvia en variedades	Cubre-barda de 1.00 a 5.00 m.

T A B L A 3.2  
Z O N A S   D E   R E C R E O

Plantas adaptables de follaje abundante	Aplicación
Bambú de caña o plumoso	Cortina de 2.00 a 5.00 m.
Laurel de la India Jacaranda Mimosa	Para sombra extensa, alcanza hasta 10.00 m de altura.
Calistemo, Pampadras o Papiro egipcio	Arriate de 1.00 a 2.00 m.
Rosa-laurel, tulipán, geráneo, azalea.	Arriate de 0.50 a 1.00 m.

T A B L A 3.3  
U R B A N I Z A C I O N   Y   P A R Q U E S   D E P O R T I V O S

Plantas adaptables de follaje caducifolio preferente	Aplicación
Arbol de: fresno, liquidambar, trueno eucalipto, jacaranda, - mimosa.	Para colocación a 1.50 m de distancia.
Piracanto, trueno dorado o lila boxus de arrayán	Para seto o arriate de 0.40 a 1.00 m.
Agasania, falangio, pasto festuca, romero blanco.	Cubre-pisos de 0.20 m.
Bugambilia y galvia	Cubre-barda de 1.00 a 4.00 m.



- . Azalea, fornio y clavo.
  - . Tipo de plantas muy adaptable
  - . Mantenimiento mínimo (una poda cada seis meses para conservarlo en forma)
  - . Apariencia es constante.
 Se puede colocar tanto en lugares soleados como a media sombra y solo cambia su tono de verdor.
  - . A pleno sol el follaje se mantiene en verde intenso.
  - . A media sombra el follaje se torna verde mas oscuro.
  
- . Arrayán, trueno dorado o lila.
 

Se utilizan perfectamente para setos que pueden servir para reforzar andadores, delinear accesos o en bardas pequeñas. Su altura se puede conservar al tamaño deseado entre 0.40 a 1.00 m de altura.

Mantenimiento mínimo, pues con un corte cada 3 meses es suficiente para conservar su apariencia.

Es resistente al sol pleno, así como se adapta a lugares poco sombreados.
  
- . Falangio, panalillo y alluve.
 

Son variedades mínimas de una altura que no excede de 0.20 m y que se pueden aplicar en remate de setos, arriates o como cubre pisos en lugares poco soleados.
  
- . Galvia.
 

Es una planta guía que sirve de enredadera para cubrir bardas o cerrar alambrados a la altura deseable, pues alcanzan en ocasiones alturas de hasta 6.0 m en buenas condiciones.

Mantenimiento mínimo, solo requiere de observación constante para evitar colonias de plagas a las que es muy propicia.
  
- Zonas de recreo.
 

Se aplica un tipo de plantas con abundancia de follaje y rápido crecimiento, así como plantas de floración que le prodigan su colorido (tabla 3.2).
  
- Urbanización y Parques Deportivos.
 

Se utiliza la variedad de árboles caducifolios porque como están expuestos a la intemperie y el smog, es muy beneficioso el cambio de hoja para la regeneración de los mismos.
  
- . Piracanto y trueno.
 

Son recomendables por ser plantas fuertes, que soportan el smog, el maltrato de los transeuntes y se rehabilitan cuando el riego no ha sido constante.
  
- . Agasania, falangio y cubre pisos.
 

Se recomiendan para lugares poco soleados, como pasos a desnivel, etc.

**T A B L A 3.4**  
**CASA-HABITACION**

Plantas y arbustos de follaje perenne y de floración.	Aplicación
Ciprés itálico, Chamanciparis, Araucaria, Cedro de Odara, Junípero, Thuja, Camelia, Bambú, Cedrela.	Adaptables a lugares fríos o de media sombra.
Hemerocalis, malvón, delfinio, agapando, geráneo, hortensia, margaritón, clavel, azucena.	Resistentes a lugares soleados. De floración constante.
Peperonea, amaranto, alluve, alternatea, falangio, rocío, etc.	De floración y follaje de suave <u>textu</u> ra y colorido.
Piracanto, bugambilia, madre-selva, clematis, gloria.	De floración constante. Enredaderas y cubre-bardas.

**T A B L A 3.5**  
**TIPO DE CLIMA**

Características	Variedad de plantas.
Seco	Arbustos, Perenfolias, Cactáceas.
Caluroso ó Húmedo.	Tropicales, Caducifolias, Florales y Semitropicales.

. Bugambilia y galvia.

Para cubre-bardas y cerrar alambrados. La floración de la bugambilia es muy apreciada y se conserva todo el año.

- Casa-habitación (tabla 3.4).

Para su diseño se pueden hacer combinaciones muy variadas, pues se observa mayor cuidado y aplicación del mantenimiento que le proporcionan sus habitantes, los que demuestran en su mayoría dedicación, logrando verdaderas obras de arte con sus jardines.

### 3.1.2 CLIMA.

Sí el clima es seco o húmedo se procederá a seleccionar las plantas y materiales complementarios que deberán utilizarse. Existe una variedad tan extensa de plantas, arbustos y árboles, que se puede seleccionar fácilmente su aplicación (tabla 3.5).

### 3.1.3 NATURALEZA DEL SUELO.

El suelo se puede clasificar en:

- Suelo barroso, es el tipo de tierra mas compacto y difícil para que penetre el agua.
- Suelo medio, es mas ligero pero no retiene mucho la humedad.
- Suelo arenoso, de partículas grandes, retiene mas agua y produce una evaporación mas rápida.

Para conocer el drenado que tiene un terreno (fig. 3.1), se procede a:

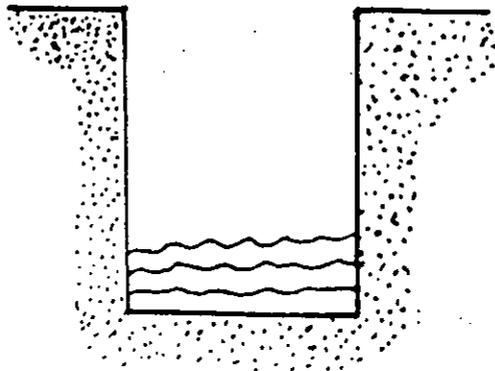
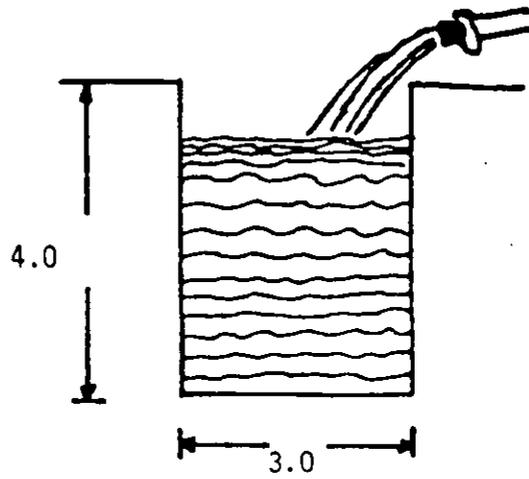
- Excavación de una cepa de 0.30 x 0.30 x 0.40 m.
- Se llena de agua indicando su nivel y se deja durante un día.
- Se ravisa el nivel al día siguiente.
- Análisis de resultados:
  - . Sí la absorción es total, es buen drenaje y se puede plan-tar.
  - . Sí el agua quedó estancada, es necesario excavar a una profundidad de 20 cm mínima y rellenar con grava o tezontle, adicionada de tierra vegetal e impregnada con fertilizante.

### 3.1.4 ORIENTACION DEL AREA.

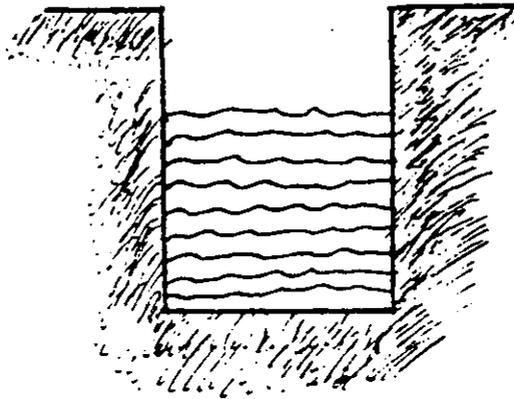
- Orientación norte.  
Puede ser favorable en clima cálidos y nocivo en clima fríos.
- Orientación al oriente y al sur.  
Favorece a los árboles, pastos y plantas de sol.

# FILTRACION EN EL TERRENO

## PROCEDIMIENTO



FILTRACION ADECUADA



FILTRACION INADECUADA

Fig. 3.1

### 3.2 TRASPLANTE DE ARBOLES ORNAMENTALES Y ARBUSTOS.

El trasplante de árboles y arbustos se realiza por diversas causas que pueden ser:

- La ubicación donde se encuentra es perjudicial para su debido desarrollo por el exceso de sombra y falta de luz solar.
- Su desarrollo es excesivo y perjudica las construcciones inmediatas.
- Produce demasiada sombra a los accesos.

#### 3.2.1 FORMA DE TRASPLANTAR.

Con objeto de que el trasplante tenga resultados positivos, se deben considerar las siguientes observaciones:

- Arbol de mínimo desarrollo (fig. 3.2).  
Este tipo de árbol es de fácil trasplante.  
Se hace un corte con la pala a distancia regular, levantando hasta el fondo, a formar un cepellón que contenga las raíces y una parte de tierra fuera para proteger las mismas.
- Arboles que han logrado mayor desarrollo (fig. 3.3) .  
Las raíces se han extendido  
El corte se puede hacer cortando las ramificaciones pequeñas.
- Arboles de forma piramidal (fig. 3.4) .  
La forma de su raíz permite su trasplante con mayor facilidad.
- Arbol añoso.  
Cuando se requiere este trasplante, deben tomarse las precauciones debidas, esto es:
  - . Hacer un corte de las raíces a distancia, en consideración al cepellón que se va a formar, dejándolo mínimo una semana para proteger su vitalidad. (fig. 3.5)
  - . Aplicar un fertilizante (triple 17) diluido en el agua de riego que se suministre, al hacer el corte previo de las raíces.
  - . Proteger el cepellón al hacer la extracción del árbol, envolviéndolo y previniendo que conserve la humedad necesaria hasta su nueva plantación. (fig. 3.6).
  - . Tratándose de árbol caducifolio, deberán quitarse las hojas por completo, para que su recuperación sea mas efectiva.

TRASPLANTE DE ARBOLES

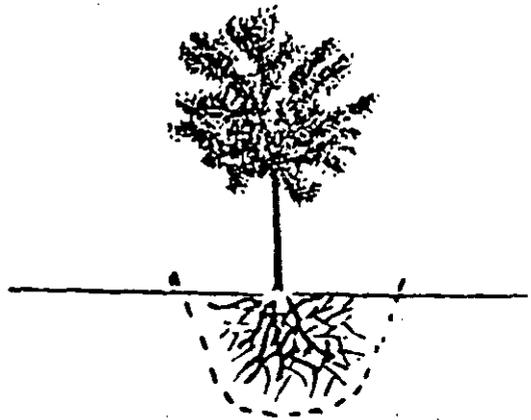


FIG. 3.2

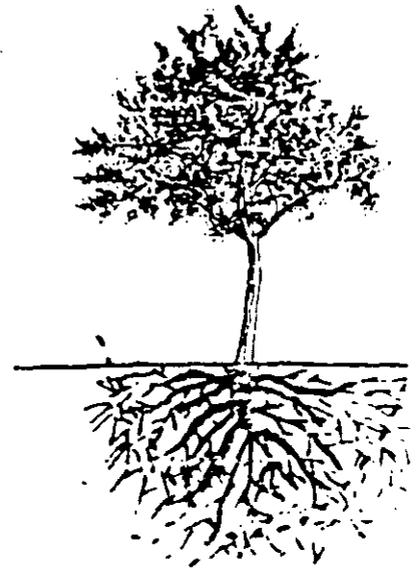
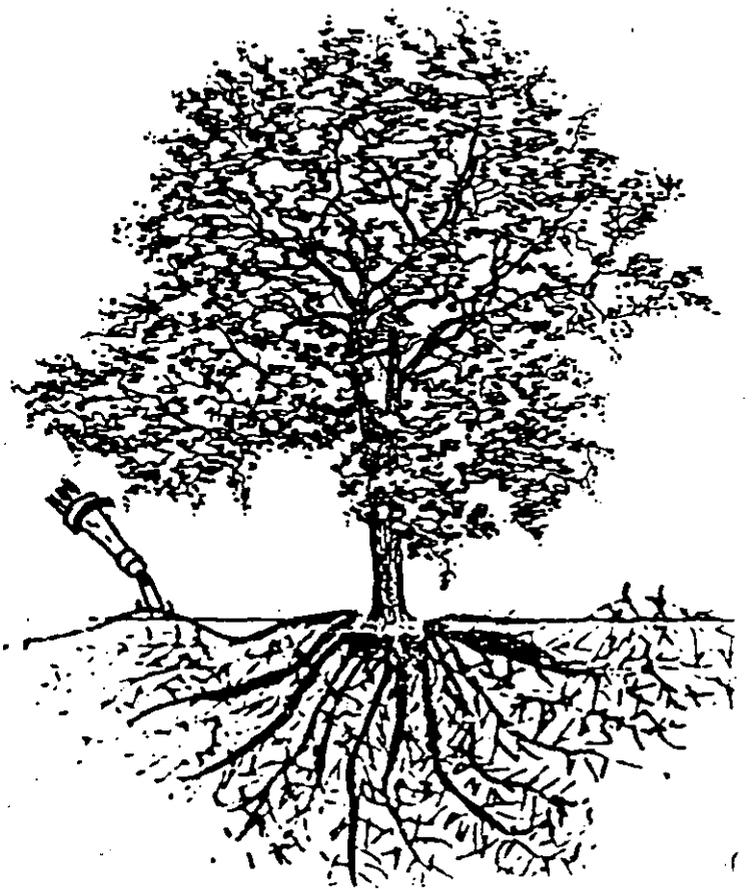


FIG. 3.3



FIG. 3.4



### 3.2.2 CUANDO TRASPLANTAR.

La mejor época para trasplantar es cuando los árboles están en el período de dormancia, al principio de la primavera o en el otoño.

- En la primavera los árboles de hoja caduca deben ser movidos antes de que las yemas empiecen a brotar.
- En el otoño se deben mover solamente cuando ya cambiaron de color las hojas y se desprendieron.

### 3.3 TIPOS DE ARBOLES Y ARBUSTOS.

El árbol es el elemento básico en jardinería para dar armonía al conjunto, equilibrando su sombra y frescura.

Las principales características para su clasificación son las siguientes:

- Arbol de follaje.
- Arbol de flor.
- Arbol de flor y fruto.

Se dividen en:

- Caducifolios, cuando se desprenden anualmente (fig. 3.7.1).
- Perenfolios, cuando su hoja es persistente, algunos originan nueva hoja antes de que caigan las existentes (fig. 3.7.2).

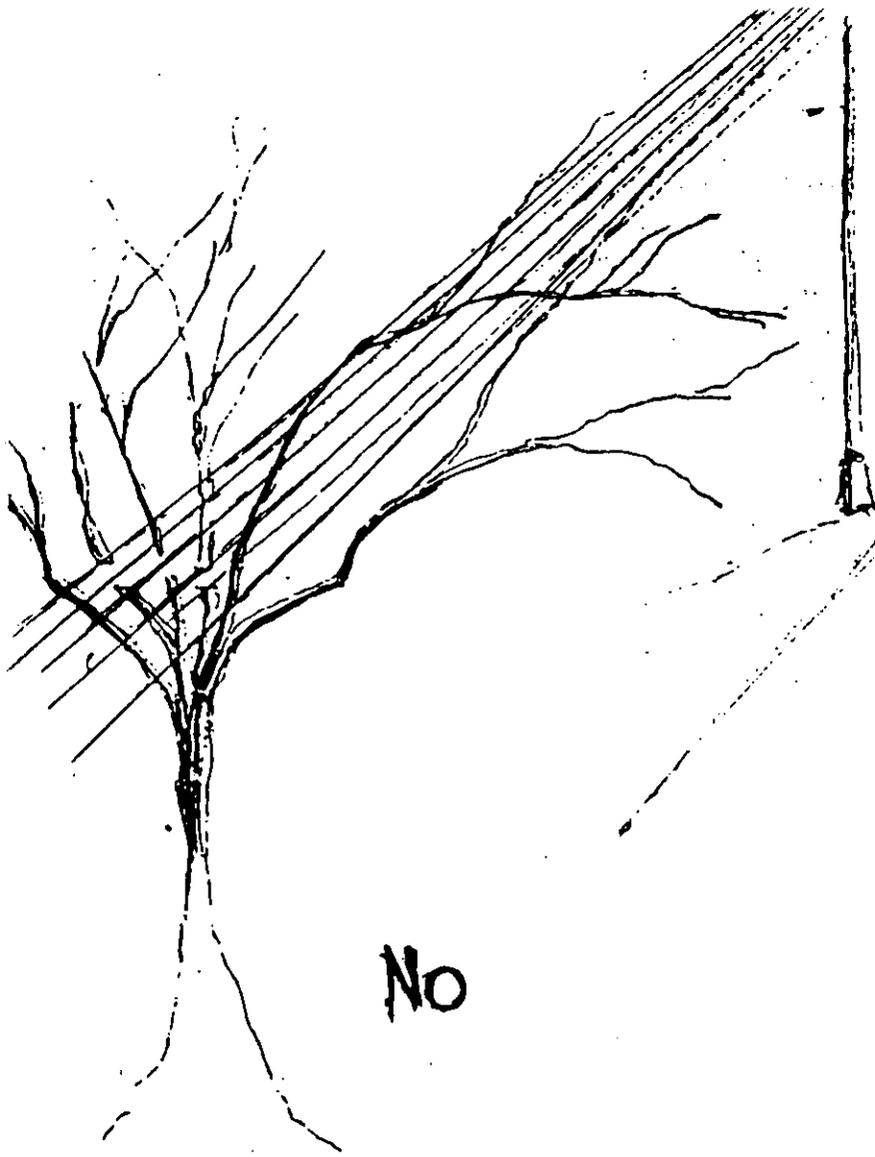
Para identificar un árbol de un arbusto se observa lo siguiente:

- Arbol es el que desarrolla vertical su tronco a grandes alturas, sosteniendo su ramaje o copa (tabla 3.6 y fig. 3.7.3).
- Arbusto, es el que despliega su ramaje desde la base del tronco y su altura no excede de 3.00 m (tabla 3.7 y fig. 3.7.4).

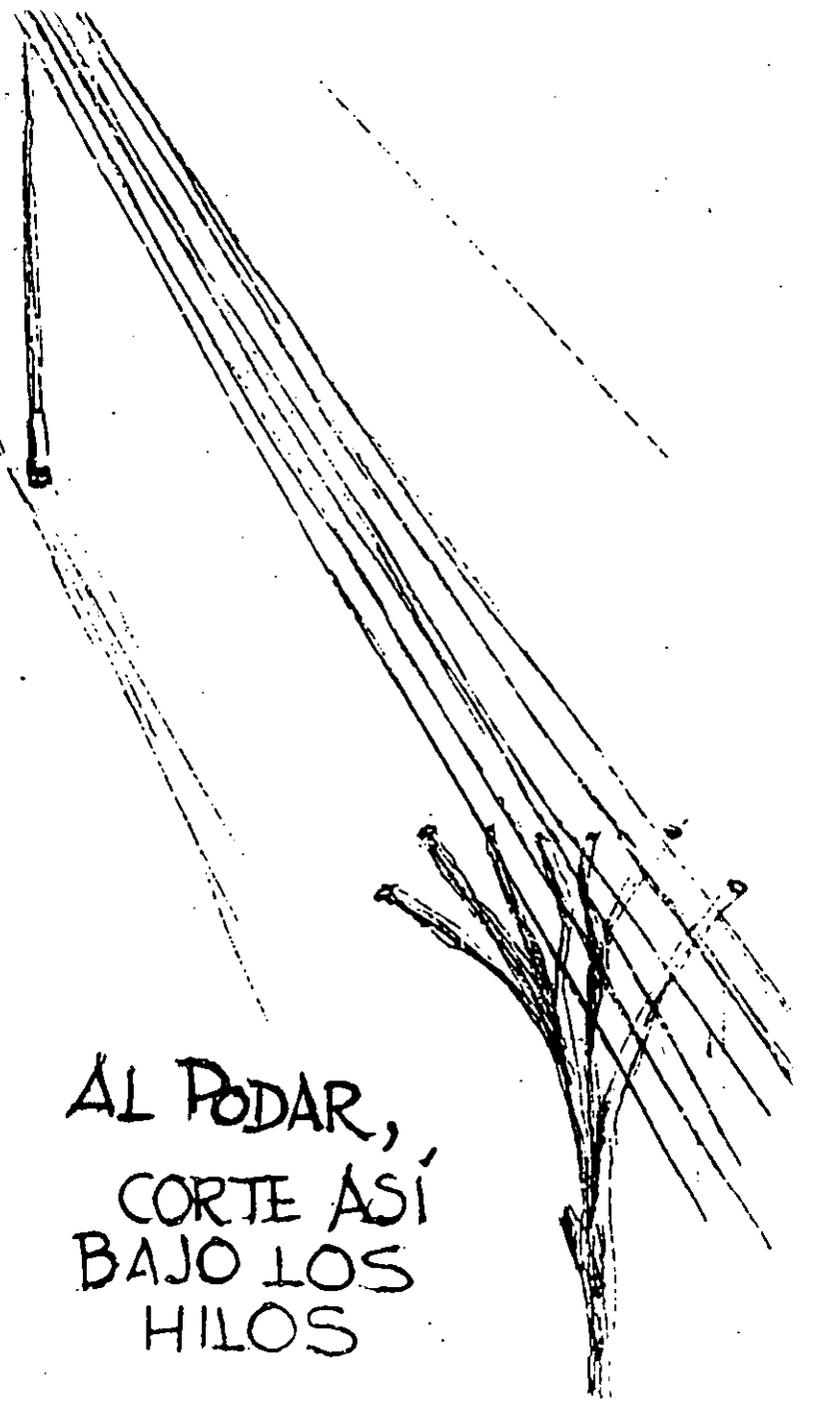
### 3.4 PLANTAS PARA INTERIORES.

Para el mantenimiento de las plantas de interior o semitropicales, es indispensable conocer su procedencia, para proporcionarles la temperatura a la que están acostumbradas a un término medio, de tal forma que se ambienten paulatinamente a su nueva ubicación. Invariablemente deben recibir el calor del sol que se filtra por un vidrio, domo o lámina transparente de color blanco o verde.

En algunas situaciones, por los requerimientos de la ambientación de la localidad, es necesario colocar plantas donde no reciben la luz solar, para esto se deberá tomar la precaución de cambiarlas periódicamente con las plantas que se han colocado a la filtración de los rayos solares (esto es en ventanales o bajo domos).



No



AL PODAR,  
CORTE ASÍ  
BAJO LOS  
HILOS

Asímismo se deberá proteger de corrientes de aire directas, es decir que:

- Sí se abre una puerta la planta no debe estar colocada directamente a que reciba la corriente de aire que se produce
- Sí se abre una ventana al exterior lateralmente, debe cuidarse que la hoja de la ventana al abrirse proteja a la planta.

Para su conservación el riego debe hacerse cuando menos una vez a la semana, aplicando dentro del mismo una dosis de fertilizante, que se proporcione de acuerdo a las instrucciones del producto que se utiliza.

#### 3.4.1 FERTILIZANTES Y FUNGICIDAS.

El mercado de fertilizantes y fungicidas es muy variable; en ocasiones se encuentra una marca a la venta y cuando se solicita por segunda vez el mismo producto, se ha retirado la línea

Al adquirir estos materiales se deben seguir las instrucciones correspondientes.

Para aplicar cualquier fungicida, deberán tomarse las precauciones siguientes:

- No aplicar cuando el lugar esté ocupado por personas (es conveniente hacerlo el día que se designe a la limpieza general, pero definitivamente previéndose que la localidad esté desocupada).
- Tomar la precaución de aplicarlo en una dosis mínima y que su penetración no sea muy fuerte, pues se ha comprobado que afecta a las personas.
- Su aplicación es muy relativa, cuando se tiene un programa de mantenimiento.

#### 3.4.2 LIMPIEZA.

Para su limpieza, se procurará un lienzo húmedo, al que se le impragnará una pequeña dosis de líquido especial para la limpieza de plantas.

Se utiliza un paño totalmente seco y se le proporciona una segunda frotación, con objeto de que quede totalmente seca la planta, pues cuando se aplica el líquido en dosis abundantes o quedan residuos en las hojas, éstas se queman.

La experiencia que se va adquiriendo por la observación que hace la persona dedicada al mantenimiento, es lo mas benéfico, para las plantas.

T A B L A 3.6  
TIPOS DE ARBOL

Nombre	Característica
Fresno *	Resistente, su altura alcanza hasta 5.00 m en buenas condiciones. Muy apropiado para plantaciones masivas, - reforestaciones, urbanismo. Solamente produce follaje y es caducifolio.
Liquidambar	
Trueno	
Casuarina	
Laurel de la India	
Eucalipto	
Sauce	
Alamo plateado	
Chopo	* fig. 3.8
Magnolio	Resistente, su altura alcanza hasta 5.00 m se recomienda en plantación a distancia mínima de 3.00 m y por el desarrollo de sus raíces, en localidades espaciosas que no - afecten banquetas, camellones, bardas o -- construcciones. Produce floración, también es caducifolio.
Jacaranda *	
Mimosa	
Tulipan africano	
Colorin	
Camelia	
	* fig. 3.9
Ciruelo	Su aplicación en jardinería es primordialmente ornamental por su floración, pues en las ciudades no es fácil su fruto.
Manzano *	
Durazno	
Naranja	
Limonero	
	* fig. 3.10

T A B L A 3.7  
TIPOS DE ARBUSTOS

Nombre	Característica
Ciprés itálico *	Alcanza alturas hasta 10 m, su desarrollo es lento, pero su belleza se aprecia desde sus inicios. * fig. 3.11
Chamanciparis	Su altura no sobrepasa a 4.00 m, la fronda es extensa y se desarrolla lentamente. * fig. 3.12
Cedrela	
Thuja	
Cedro	Por la finura de su follaje es fácil modelar figuras ornamentales.
Araucaria	Esta variedad tiene su ramaje horizontal y necesita de gran espacio para su lucimiento. * fig. 3.13
Cedro de Odara *	
Oyamel	

Se trata de organismos naturales que están sujetos a reproducción, crecimiento y descenso, por lo que la persona que esté a cargo de su cuidado debe tener en consideración su evolución y adaptarse a sus necesidades.

- La limpieza con una brocha es muy apropiada para las plantas pequeñas que tienen las hojas delicadas. (fig. 3.14)
- Si se trata de helechos o espárragos, se utiliza un aspersor manual, sosteniendo la hoja para evitar que se quiebre. (fig. 3.15)

### 3.4.3 CACTACEAS.

Esta variedad es muy accesible, puede colocarse en exterior o interior y adaptarse al medio ambiente. Esto es que si se le designa un lugar en exterior, su desarrollo es considerable y las variedades de floración, se revisten de una gran belleza.

Si se proyectan para interiores, cambia un poco el tono verde a mas pálido por la falta de luz solar, pero resiste corrientes de aire, por lo cual se le puede asignar a accesos que reciban luz solar, ya sea directamente o por medio de vidrio o domos.

Su mantenimiento consiste en:

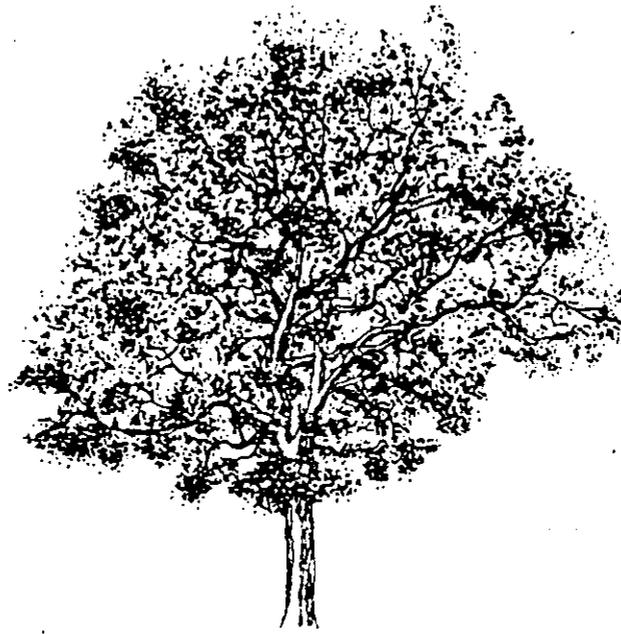
- Su colocación deberá tener una cama de tezontle en gravilla en proporción del 75%.
- El suministro de tierra vegetal (25%) deberá contener un compuesto de hoja de encino para facilitar su drenado y ventilación.
- El riego se hará como mínimo cada 15 días.
- Unicamente se vigilará que no se presente alguna plaga y en su caso, combatirla inmediatamente.
- La revisión frecuente que necesita, es para retirar basura o desechos de alimentos que las personas indolentemente depositan en estos lugares. Pues son muy perjudiciales por que reproducen hormigas, gusanos o alguna otra plaga que afecte a las plantas.
- Debido a que su desarrollo es muy lento, la distribución que se hace originalmente se puede conservar en ocasiones hasta 2 ó 3 años.

### 3.5 EJECUCION DE TRABAJOS.

Debe prepararse la superficie limpiando de basura, piedras o raíces profundas. Previa excavación que se hizo para conocer la humedad del subsuelo, en proporción tenemos los requerimientos de material de relleno indicados en la tabla 3.8.



Fresno  
FIG. 3.8



Jacaranda  
FIG. 3.9



Manzano  
FIG. 3.10



Ciprés itálico  
FIG. 3.11



Cedrela  
FIG. 3.12



Cedro de Odara  
FIG. 3.13

### 3.6 MANTENIMIENTO EN JARDINERIA URBANA.

El mantenimiento de la jardinería de la urbanización es muy importante para conservar los lineamientos que se dispusieron en su ejecución, para lo cual se hacen las observaciones siguientes:

- Seto de arbustos.  
Se conserva un estilo en el corte de los arbustos, tanto en su altura como en su ramaje lateral (fig. 3.16).
- Camellón formado por árboles, plantas mínimas y pasto para delinear su área; la importancia de su conservación es primordial, pues evita que obstruya el paso peatonal en estas zonas que por lo general son muy angostas y pueden provocar accidentes a los transeuntes. (fig. 3.17).
- Arbolado uniforme, se protege generalmente con seto que no sobrepase una altura de 0.60 a 0.80 m (fig. 3.18).
- Seto de trueno o piracanto, es un sistema de jardinería conformada, que se logra haciendo los cortes necesarios a efecto de mantener la forma o figura que se estile (figs. 3.19 y 3.20).
- El desarrollo de un árbol incontrolado, perjudica la banqueta o piso que recubre el área y en algunas ocasiones hasta afectar las bardas de las construcciones inmediatas (fig. 3.21).
- El mantenimiento constante, evita problemas y realza su belleza (fig. 3.22).
- La poda de árboles que están en las banquetas, debe realizarse conforme a las necesidades de las construcciones y observando su ramaje.  
Uno de los problemas mas graves es donde las ramas se entrelazan con los cables de energía eléctrica, generalmente la poda se hace solamente librando los cables sin tomar en consideración la estabilidad del árbol y estética (fig. 3.23).  
  
Debe hacerse un corte uniforme, dejando libres los cables de energía (fig. 3.24).
- Las ramas que crecen lateralmente dañan seriamente las construcciones (fig. 3.25).

### 3.7 CLASIFICACION DE PASTOS.

En la variedad de pastos ó césped de ornato se encuentran pastos para terreno seco, húmedo o sombreado; en la fig. 3.9 se indican los mas comunes.

T A B L A 3.8  
PLANTACION EN EXTERIORES

Tipo de plantación	Material de relleno
Césped normal (para campos deportivos son diferentes especificaciones).	tierra lama en tendido de 0.10 a 0.20 m.
Colocación de plantas	tierra vegetal preparada en cepa de - 0.20 a 0.40 m.
Arboles de 1.50 a 5.00 m.	tierra lama, adicionada con fertilizante (tipo triple 17) y tierra vegetal preparada en cepa de 0.60 a 0.90 m.

Las mezclas de pastos se aplican para mejores resultados; en la tabla 3.10 se indican las características de la mezclas.

Pasto en carpeta es el tipo de pasto cultivado de uso común, que los proveedores entregan en rollo.

Se cultivan generalmente en dos tipos:

- Pasto alfombra tipo Washington Bent.
  - . Soporta el sol intenso.
  - . Es suave al pisar y muy resistente.
  - . Tiene un verdor mas obscuro y uniforme en comparación a la plantación en semilla.
  - . Resiste al salitre y a las plagas.
  - . En invierno se torna amarillento, pero soporta el frío.
- Pasto alfombra tipo Cuernavaca o San Agustín.
  - . Es resistente al trabajo.
  - . Es de hoja ancha y fuerte.
  - . Se sugiere para lugares calurosos.
  - . Es muy sensible al frío.
  - . Tarda en adaptarse al trasplante.

### 3.7.1 RENDIMIENTOS.

- Reacondicionamiento de pasto con aplicación de tierra lama; a fines de otoño a principios de primavera. Deberá hacerse una vez al año.
- Reacondicionamiento de plantas, arbustos y árboles aplicando tierra vegetal y removiendo cada zona. Una vez por año.

### 3.7.2 MANTENIMIENTO.

Para aplicar el mantenimiento adecuado, es necesario conocer los problemas que se presentan y poder corregirlos, al tener conocimiento de estos factores, se podrá definir el sistema en lo sucesivo.

Por ejemplo en una superficie cultivada de pasto, se conservan manchas amarillas indistintamente, cuyo origen pudo ser alguno de los problemas indicados en la tabla 10.11 con su solución.

### 3.8 FERTILIZACION Y FUMIGACION.

Se realiza cuando menos dos veces al año, la primera en el mes de enero y la segunda de junio a julio.

Periódicamente salen al mercado diferentes productos, que en básicamente tienen la misma mezcla y por lo tanto no se puede especificar ningún producto.

LIMPIEZA CON BROCHA



FIG. 3.14

LIMPIEZA CON ASPERSOR

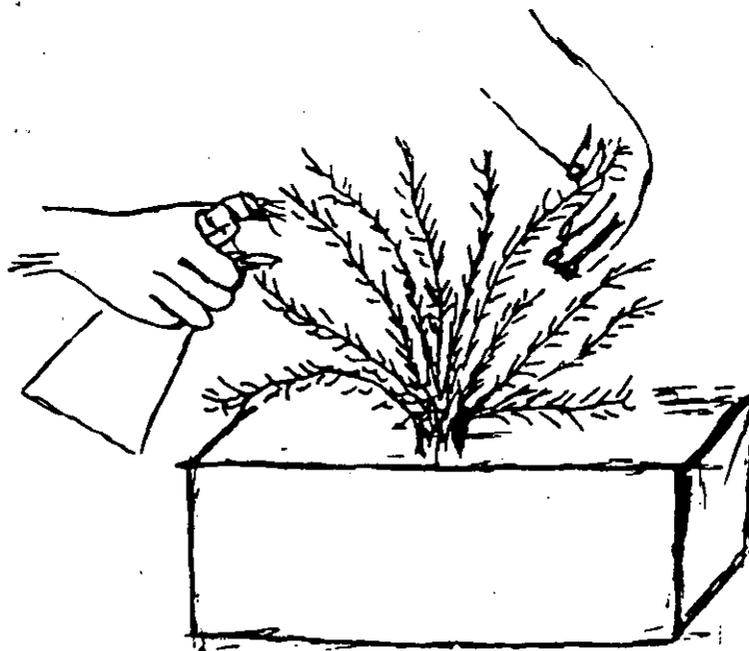


FIG. 3.15

La fórmula básica que debe utilizarse es la siguiente:

Sulfato de amonio	25 %	
Nitrato de potasio	25 %	
Fosfato de cal	50 %	
Proporción	3 g/l de agua	10 g/m <sup>2</sup>

### 3.9 FUMIGACION.

La fumigación deberá realizarse mínimo dos veces al año, en el mismo período, antes de fertilizar (una semana antes).

Se hace en diversas formas:

- En polvo cuando se aplica sobre el follaje.
- Por riego a presión con aparato fumigador en los árboles y enrredaderas.
- Con pastillas expansivas que se entierran en el suelo para exterminar animales, tuzas o ratas.

La vigilancia deberá ser constante e independiente de la aplicación bianual; si aparece alguna plaga deberá aplicarse el producto a requerir inmediatamente.

### 3.10 HERRAMIENTAS.

- Palas:
  - . carbonera
  - . de cuchara,
  - . derecha
  - . de diferentes características para trabajos pequeños o macetas.
- Rastrillo
- Azadón:
  - . de pico
  - . recto.
- Bieldo
- Tijeras:
  - . de podar de mango largo para ramas delgadas altas.
  - . de podar de mango corto para setos, hojas, ramas cortas y delinear el pasto.
  - . de mano para corte de ramas cortas y gruesas (rosales principalmente).
- Segueta para corte de ramaje o troncos delgados.
- Serrucho para corte de troncos gruesos o ramajes fuertes.
- Escoba metálica para barrer hojas en el pasto.

T A B L A 3.9

Tipo de semilla	Rendimiento de 1 K.	Tiempo de germinac. (días)	Característica terreno	Resist. tránsito
Bermuda	40 a 50 m2	30 a 35	soleado	muy resist.
Inglés perenne	25 a 30 m2	10 a 15	soleado	poco resistente
Ray grass	35 a 40 m2	20 a 30	media sombra	fuerte resistencia
Trébol	40 a 45 m2	15 a 20	sol ó sombra *	gran resistencia

T A B L A 3.10

Característica	Mezclas	
Para lugares soleados que tengan poco trabajo **	Inglés perenne	60%
	Ray grass	40%
Para lugares soleados que tengan más trabajo **	Inglés perenne	70%
	Bermuda	30%
Lugares semi-sombreados.	Inglés perenne	50%
	Ray grass	30%
	Trébol	20%

\*\* circulación peatonal.



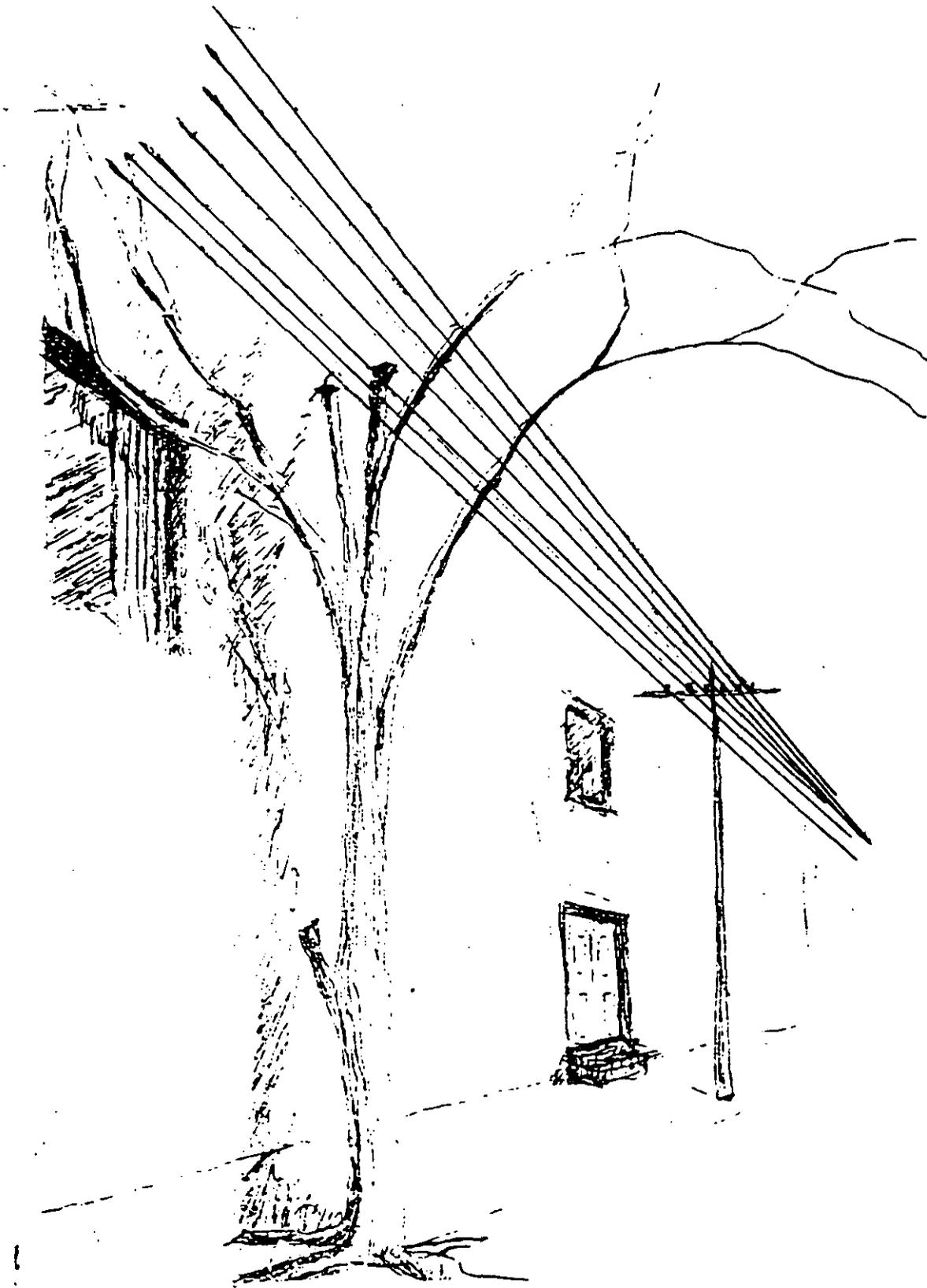
### 3.11 EQUIPO COMPLEMENTARIO.

Se requiere de equipo indispensable como:

- Podadora de pasto manual o de motor.
- Distribuidor de abono.
- Perfilador de setos (eléctrico).
- Pulverizador manual.
- Espolvoreador de motor.
- Orilladora de pasto.
- Mangueras.
- Aspersores.
- Carretillas.

T A B L A 3.11

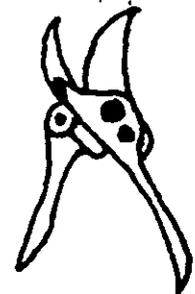
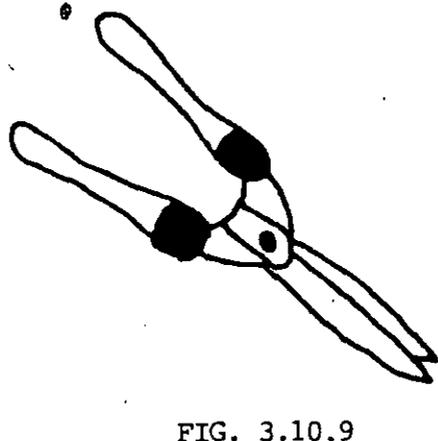
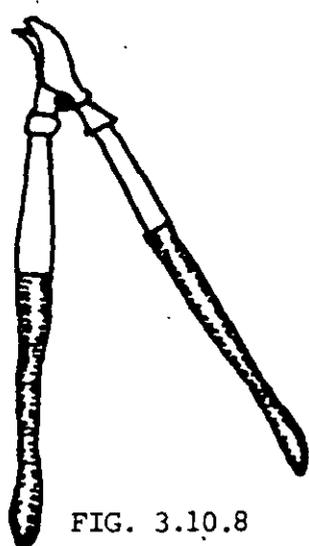
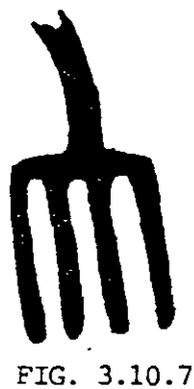
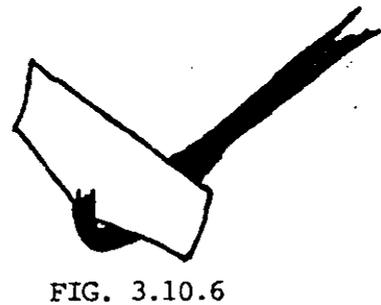
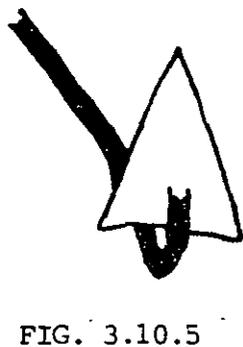
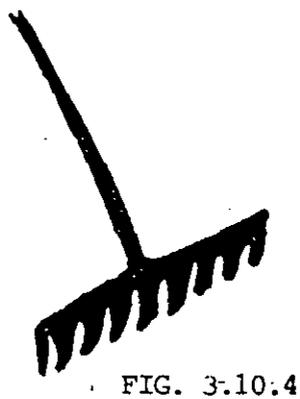
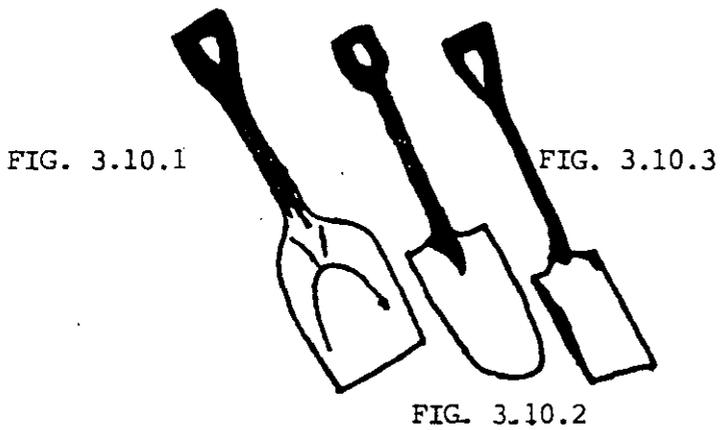
P r o b l e m a	S o l u c i ó n
Deficiencia orgánica.	Aplicación de una capa de tierra la- ma con impregnación de fertilizante.
Enfermedad por insectos, larvas que afectan las - raíces, comunmente la -- gallina ciega.	Aplicación de fungicida líquido, con rociador.
Hierba que absorbe la sustancia nutriente.	Desyerbe a mano o aplicación de her- bicida especial.
Falta de luz solar, que la intercepta la sombra de las copas de los ár- boles.	Replantación de plantas mínimas de - media sombra.



6



Herramientas



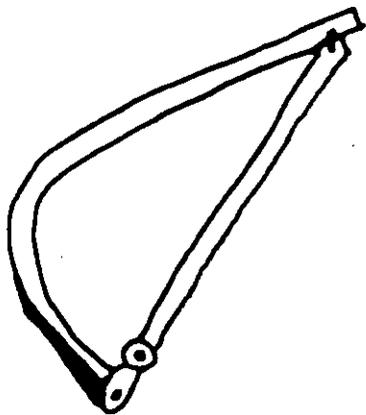


FIG. 3.10.11

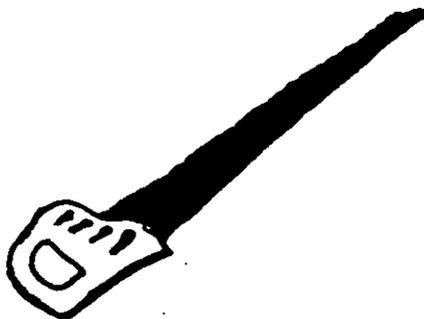


FIG. 3.10.12



FIG. 3.10.13



FIG. 3.10.14

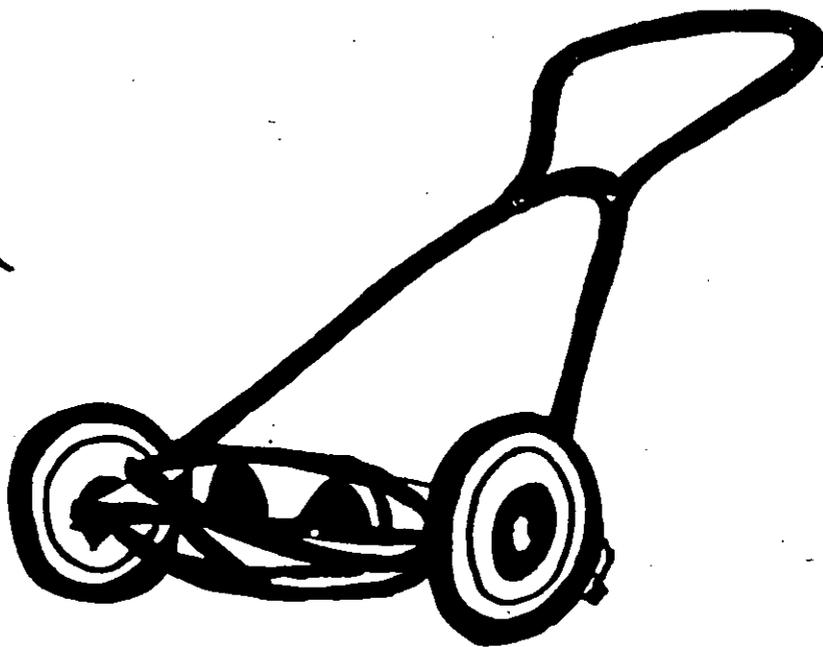


FIG. 3.11.1

T A B L A 3.12  
RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA

Trabajo a ejecutar	Hombre-Día
corte de pasto con máquina	300 m <sup>2</sup>
regado y barrido	1,200 m <sup>2</sup>
poda de árboles (se incluye recoger ramas y hojas) con altura de 4.00 m. promedio.	10% del sueldo por pieza.
plantación de plantas de ornato (bote de 3 lt.) incluyendo acarreos.	100 pzas. por jornada.
relleno de tierra lama, emparejado y rastrillado.	6.00 m <sup>3</sup>

T A B L A 3.13  
FRECUENCIA DEL SISTEMA

Trabajo a ejecutar	P e r í o d o
poda de pasto	cada 15 días
poda de setos	cada 30 días
poda de árboles	cada 90 a 120 días
riego	3 veces por semana
barrido	3 veces por semana



comercial de tecnología, s.a.

# MANTENIMIENTO

## INGENIERIA

- ANALISIS DE INGENIERIA
- ASESORIA
- CONSERVACION DE ENERGIA
- CONTROL DE CALIDAD
- DIAGNOSTICO
- MANTENIBILIDAD

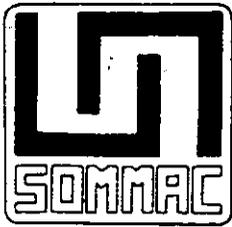
## SISTEMATIZACION / COMPUTARIZACION

- ADMINISTRACION
- CONTROL
- MANTENIMIENTO PREVENTIVO

## SUMINISTRO, INSTALACION Y MONTAJE

- MATERIAL ELECTRICO
  - + CONDUCTORES
  - + LAMPARAS
  - + ACCESORIOS
- MATERIAL HIDRAULICO Y SANITARIO
- PINTURA

## MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ



## **sociedad mexicana de mantenimiento, a.c.**

SAN FRANCISCO No. 65 COL. SN. PEDRO IZTACALCO, 06230 MEXICO, D. F.  
TEL. 5-90-20-58, 5-90-20-68-5-90-21-50

### **SERVICIOS**

#### **CAPACITACION**

##### **- DIPLOMADO DE MANTENIMIENTO:**

División de Educación Continua de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, integrado por:

<b>CURSO</b>	<b>TEXTO</b>
Administración del Mantenimiento	Libro Blanco
Alta Dirección	Amarillo
Mantenimiento Rutinario	Verde
Mantenimiento a Instalaciones	Rojo y Guinda
Ahorro de Energía	Magenta y Morado

- En todos los cursos se tiene como texto común el Libro Gris.
- La duración de cada curso es de 40 h.
- Cada curso es Evaluado en forma independiente mediante una tesina, examen escrito y oral.

- CALIDAD TOTAL
- COMPUTACION APLICADA.
- CONTROL
- DESARROLLO ORGANIZACIONAL
- IDIOMAS PARA EJECUTIVOS
- MANTENIMIENTO
- PLANEACION ESTRATEGICA
- PRODUCTIVIDAD
- RELACIONES HUMANAS

Todos estos cursos podrán ser impartidos directamente en las empresas.

#### **BOLSA DE TRABAJO**

SOMMAC cuenta permanentemente con información de Mantenedores disponibles.

#### **ASESORIA**

SOMMAC podrá integrar el Grupo interdisciplinario con personal experto en las diferentes disciplinas para proporcionar el Servicio Técnico ó Administrativo necesario para cualquier Empresa.

##### **NOTA:**

SOMMAC brinda estos Servicios en cumplimiento de sus objetivos, conservando su criterio de Asociación Civil.



## PROBLEMAS DE TUBERIAS

MOVIMIENTOS

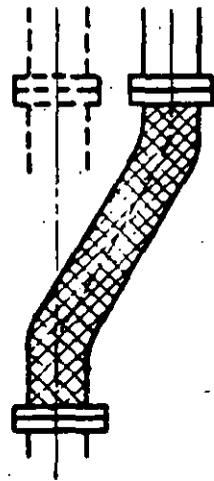
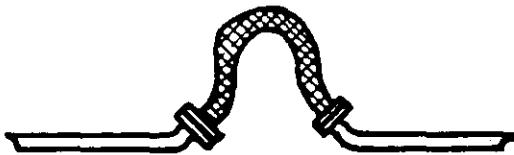
RUPTURAS

VIBRACION

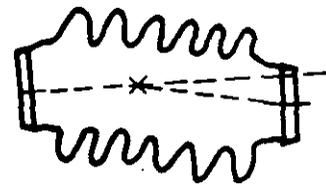
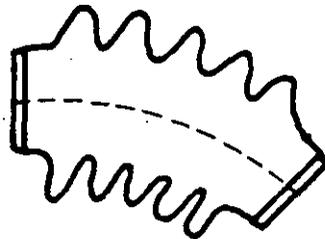
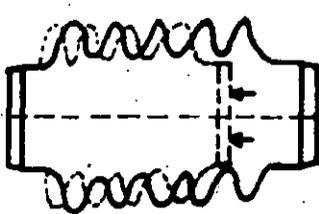
CORROSION

TEMPERATURA

MANGUERAS METALICAS



JUNTAS DE EXPANSION



RESUELVALOS  
CON

**ERI ASESORIAS Y REPRESENTACIONES TECNICAS, S. /**

**AISLAMIENTOS TERMICOS MANGUERA Y SOLDADURA**

**SAN ANTONIO 120**

**MEXICO 18, D.F.**

**TELS: 5-63-58-23  
5-98-18-37**

## CAPITULO 23 \*

**BIBLIOGRAFIA****1. Serie AE/SOMMAC.****1.1 MANTENIMIENTO:**

- Administración del Mantenimiento.  
Libro Blanco. SOMMAC (1984, 1992 - Octava edición).  
Jesús Avila Espinosa
- Alta Dirección.  
Libro Amarillo. SOMMAC (1990, 1992 - Segunda edición).  
Rubén Avila Espinosa
- Capacitación para Pintura.  
Libro Naranja. SOMMAC (1990- Primera edición).  
Rubén Avila Espinosa
- Conceptos Básicos del Mantenimiento.  
Libro Gris. SOMMAC (1983, 1993 - Décima edición).  
Jesús Avila Espinosa
- Glosario de Términos Técnicos.  
Libro Plata. SOMMAC (1993 - Primera Edición)  
Jesús Avila Espinosa.
- Mantenimiento a Instalaciones.  
Libro Rojo. SOMMAC (1984, 1993 - Séptima edición).  
Jesús Avila Espinosa y colaboradores
- Mantenimiento a Instalaciones Especiales.  
Libro Guinda. SOMMAC (1991, 1993 - Segunda edición).  
Jesús Avila Espinosa y colaboradores
- Mantenimiento Rutinario.  
Libro Verde. SOMMAC (1991 - Sexta edición).  
Jesús Avila Espinosa y colaboradores.

**Notas:**

- \* El número de identificación (3) representa el año de actualización de la Bibliografía.  
Profesional: SOMMAC espera tus comentarios respecto a la Bibliografía y desea tus aportaciones adicionales.

## 1.2 AHORRO DE ENERGIA:

- Ahorro de Energía en Motores Eléctricos  
SOMMAC (1991 - Primera edición).  
Pablo Vargas Prudente
- Ahorro de Energía en Sistemas Eléctricos  
Libro Magenta. SOMMAC (1991, 1993 - Segunda edición).  
Jesús Avila Espinosa y colaboradores
- Diagnósticos Energéticos  
Libro Morado. SOMMAC (1991, 1992, 1993 - Tercera edición).  
Rubén Avila Espinosa
- Elementos Básicos para un Diagnósticos Energéticos  
Libro Magenta/B. SOMMAC (1992 - Primera edición).  
Jesús Avila Espinosa y Daniel González P.
- Evaluación de Medidas de Ahorro de Energía  
Libro Violeta. SOMMAC (1991, 1993 - Segunda edición).  
Jesús Avila Espinosa

## 1.3 INGENIERIA:

- Gestión de Proyectos.  
Libro Negro. SOMMAC (1986 - Primera edición).  
Jesús Avila Espinosa
- Programación y Control  
Libro Café/Blanco. SOMMAC (1991 - Primera edición).  
Jorge M. Rodríguez R./J.M.Zamudio R.
- Supervisión.  
Libro Café. SOMMAC (1991 - Primera edición).  
Jesús Avila Espinosa.

## 1.4 INSTALACIONES:

- Edificios Inteligentes  
Libro Indigo. SOMMAC (1993 - Primera edición).  
Jesús Avila Espinosa
- Instalaciones Electromecánicas Básicas. Eléctricas.  
Libro Azul. SOMMAC (1982, 1983, 1986, 1993 - Cuarta edición).  
Jesús Avila Espinosa
- Instalaciones Electromecánicas Básicas. Hidráulicas.  
Libro Azul/B. SOMMAC (1982, 1983, 1986, 1993 - Cuarta edición).  
Jesús Avila Espinosa

- Introducción a los Controladores Lógicos Programables.  
Libro Azul/Indigo. SOMMAC (1993 - Primera edición).  
Jesús Avila Espinosa y colaboradores.
- Nociones sobre Microndas.  
Libro Azul/Verde. SOMMAC (1993 - Primera edición).  
Francisco Ocampo Millán.

#### 1.5 Fuera de Serie:

- Fundamentos del Mantenimiento  
Limusa (1986, 1992 - Primera edición y Reimpresión)  
Rubén Avila Espinosa.
- Organización de talleres de mantenimiento de la CFM.  
Tesis (1968).  
Jesús Avila Espinosa.
- Directrices para Pruebas de Tableros Eléctricos.  
Tesis (1963).  
Rubén Avila Espinosa.
- Temas Selectos de Control de Calidad  
Ford (1967)  
Rubén Avila Espinosa.
- Glosario de Términos de Control de la Calidad  
IMECCA (1979).  
Coautor Rubén Avila Espinosa.
- La Disciplina de la Calidad  
Rubén Avila Espinosa (1982).
- Calidad y Sociedad  
Rubén Avila Espinosa (1983).
- Calidad Total  
TEAM (1992 - Primera Edición)  
J.Manuel Zamudio Rodríguez
- Calidad en la Productividad  
TEAM (1992 - Primera Edición)  
J.Manuel Zamudio Rodríguez

#### 1.6 En preparación:

- Mantenimiento Civil  
Libro Verde/Blanco. SOMMAC (por editar)  
Rubén Avila Espinosa.

- Instalaciones Electromecánicas en Restauraciones.  
Libro Azul/Plata. SOMMAC (por editar)  
Rubén Avila Espinosa.

#### 1.7 Textos de referencia:

- Administración de Mantenimiento Industrial  
E.T. Newbrough  
1 edición 1982.
- Elementos Básicos del Mantenimiento  
Consejo Nacional de la Productividad (1960).
- Introducción al Estudio del Trabajo  
Organización Internacional del Trabajo
- Manual de Mantenimiento  
CECSA (1984 - Octava edición)  
L.C.Morrow.
- Manual de Mantenimiento de Instalaciones Industriales  
Gustavo Gili 1982  
A.Baldin:
- Total Productive Maintenance  
Productivity Press Inc.  
Seiichi Nakajima
- Quality is free  
Mc Graw Hill (1979)  
Philip Crosby

#### NOTA:

Los libros mencionados se recomiendan.  
Sin embargo es importante señalar que existe poca bibliografía, dentro de la cual desafortunadamente se encuentra alguna bastante mala.  
Consulte antes de adquirirla.

#### 2. MANUALES

- Manual de Eficiencia Energética Eléctrica en la Industria.  
Centro para el Ahorro y Desarrollo Energético y Minero, S.A.  
2 tomos. Bilbao 1985.
- Manual de Eficiencia Energética Térmica en la Industria.  
Centro para el Ahorro y Desarrollo Energético y Minero. S.A.  
2 tomos. Bilbao 1985.

### 3. INSTITUCIONES DE REFERENCIA

- Cámara Nacional de Empresas de Consultoría  
Comité de Energéticos.  
Ing. Jesús Avila Espinosa tel. 575-20-92  
Miguel Laurent 70 3 piso  
México, D.F. CP 3100
  
- Comisión Nacional para el Ahorro de Energía CONAE  
Francisco Márquez 160 5 piso tel. 553-90-00  
México, D.F. CP 6140
  
- Fideicomiso de Apoyo al Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico FIDE  
León Tolstoi 22 4o piso tel. 533-17-86  
México, D.F. CP 3100
  
- Instituto Mexicano de Desarrollo Tecnológico  
Miguel Laurent 70 3 piso tel. 559-49-14  
México, D.F. CP 3100
  
- Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico PAESE  
León Tolstoi 22 4o piso tel. 533-17-86  
México, D.F. CP 3100

#### AUTORIDADES:

- Dirección General de Operación Energética  
Dirección de Organización y Normatividad  
Departamento de Permisos  
Francisco Márquez 160 2 piso tel. 553-91-73  
México, D.F. CP 6140

#### SERVICIOS:

- Comercial de Alta Tecnología, S.A. de C.V. (CATSA)  
Pensilvania 55 tel. 523-61-70  
México D.F. CP 3810 fax 590-20-68
  
- Ingeniería y Procesamiento Electrónico, S.A. de C.V. (IPESA)  
Ing. Jesús Avila Espinosa tel. 575-20-92  
San Lorenzo 153-6 piso tel. 575-40-77  
México, D.F. CP 03100 fax 559-38-18
  
- Técnicos en Administración con Micros, S.A. de C.V. (TEAM)  
Ing. José Manuel Zamudio Rodríguez  
Sur 67A-3125-5 tel. 519-41-73  
México, D.F. CP 08200 fax 519-08-84

#### 4. NORMAS:

CCONNIE Comité Consultivo Nacional de Normalización de la  
Industria Eléctrica  
CFE Comisión Federal de Electricidad  
CLF Compañía de Luz y Fuerza  
IMSS Instituto Mexicano del Seguro Social  
Normas de Diseño y Construcción  
LSPEE Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica  
NOM Norma Oficial Mexicana (SECOFI)  
NTIE Normas Técnicas de Instalaciones Eléctricas  
LOP Ley de Obras Públicas

#### 5. INSTITUCIONES INTERNACIONALES.

IEC International Electrotechnical Commission  
IEEE Institute of Electrical and Electronic Engineers  
IES Illuminating Engineers Society  
ISA Instrument Society of America  
NEC National Electrical Code (1990)  
NEMA National Electrical Manufacturers Association  
NFPA National Fire Protection Association  
SAE Society of Automotive Engineers

#### 6. REGLAMENTOS:

- Normas Técnicas de Instalaciones Eléctricas SECOFI  
- Normas Técnicas de RSLPEE SEMIP  
- Reglamentos de Bomberos  
- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal DDF  
- RLSPEE 30 de mayo de 1991 SEMIP  
Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía  
Eléctrica en Materia de Autoabastecimiento  
- Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas SECOFI

## **RUBEN AVILA ESPINOSA**

Ingeniero Mecánico Electricista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México y con Maestría en Arquitectura. Es Corresponsable de Obras en Instalaciones y Perito Eléctrico de Colegio.

En Ford Motor, Co.S.A. (1964-1981) trabajó como Representante de Aseguramiento de Calidad, Supervisor de Diseño de Equipo de Calidad, Supervisor de Maquinado y Ensamble y de Control Numérico, ocupando de 1972 a 1981 las Gerencias de Aseguramiento de Calidad y la de los laboratorios Centrales. En IPESA fué Asesor (1979) en diversos proyectos, entre otros, el del Sistema Cutzamala. Como Subdirector Industrial (1982-1985).

Coordinador de Ingestión de Energía del Gobierno Federal de la Comisión Nacional para el Desarrollo de Energía (1992- la fecha).

Ha presentado diversas ponencias en México y en el extranjero en más de 25 Congresos y Seminarios Nacionales e Internacionales, y Presidente del IX Congreso Nacional de Control de Calidad y Director de Área en 20 de ellos. Fundador y primer Director (1980 y 1981) de la Comisión Permanente de C. Calidad de la Industria Automotriz en el Instituto Mexicano de Control de Calidad IMECCA.

Miembro Fundador y Vicepresidente Técnico desde 1983 de la Sociedad Mexicana de Mantenimiento, A.C. (SOMMAC)

Catedrático Titular de Procesos de Manufactura en la Facultad de Ingeniería de la UNAM desde 1967, además de impartir las materias de Instalaciones Electromecánicas y Calidad. Ha sido Director de más de 50 Tesis Profesionales.

Instructor y Conferenciante en más de 120 cursos sobre temas varios como Gestión, Productividad, Calidad, Energética y Mantenimiento en diferentes foros. Es Instructor Externo Independiente de IMECCA desde enero de 1981.

Autor de "Fundamentos del Mantenimiento" editado por LIMUSA, libros sobre Calidad, Mantenimiento, uno sobre Instalaciones Electromecánicas y Ahorro de Energía editados por SOMMAC; autor del "Glosario de Términos de Control de Calidad" editado por IMECCA; además de múltiples artículos sobre estos temas en revistas especializadas.

Ha participado en más de 90 cursos posprofesionales en campos tales como: Calidad, Administración, Manejo de Personal, APO, Gerenciación, Androgogía, Comunicación, Psicología Industrial, Innovación Tecnológica, Productividad, Gestión de Proyectos, Evaluación de Proyectos, Preinversión, Instalaciones Electromecánicas varias, Equipo de bombeo, Sistemas Eléctricos, Mantenimiento, Control Numérico, Energía, Metalurgia, Exergía, etc.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS.

MANTENIMIENTO RUTINARIO

DEL 24 DE ABRIL AL 11 DE MAYO 1995.

ANEXOS: I

EXPOSITOR:

ARQ. ALFREDO ORTIZ SANCHEZ.

**DU PONT S.A. DE C.V.**  
**DIVISION MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

**PROPOSITO**

**QUE LOS DISTRIBUIDORES DE PINTURAS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL SE REUNAN EN UN CURSO DE ENTRENAMIENTO PARA LA SELECCION, APLICACION Y USOS DE LOS RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS INDUSTRIALES.**

**DE MANERA QUE A SU REGRESO A LOS DIFERENTES CENTROS DE TRABAJO, MEJOREN SUSTANCIALMENTE LA COMERCIALIZACION DE LOS RECUBRIMIENTOS Y PUEDAN PROPORCIONAR LA ASESORIA TECNICA NECESARIA A LOS CLIENTES.**

**PARA QUE SE LOGREN SATISFACER ADECUADAMENTE LAS NECESIDADES DEL MERCADO Y CUMPLA CON LAS EXPECTATIVAS DEL NEGOCIO DE LA DIVISION DE MANTTO. INDUSTRIAL.**

# **DU PONT, S.A. DE C.V.**

## **AGENDA**

- 1.- FUNDAMENTOS DE CORROSION.**
- 2.- RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS.**
  - TIPOS
  - CARACTERISTICAS
  - USOS
- 3.- SISTEMAS DE PINTURA**
  - PREPARACION DE SUPERFICIE
  - PRIMARIOS
  - ENLACES
  - ACABADOS
  - SISTEMAS TIPICOS
- 4.- APLICACION**
  - FACTORES A CONSIDERAR
  - METODOS DE APLICACION
- 5.- INSPECCION DE RECUBRIMIENTOS**
  - INSPECCION ANTES, DURANTE Y DESPUES DE LA APLICACION
  - FALLAS DE LOS RECUBRIMIENTOS
- 6.- CONCEPTO DE OFERTA INTEGRADA**
- 7.- CALCULO DE MATERIALES**
  - EJEMPLO ILUSTRATIVO

**Recubrimientos de Alta Ingeniería**

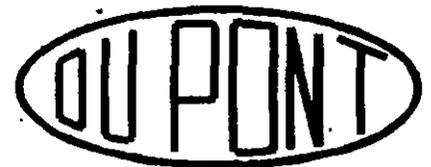


**DU PONT, S.A. DE C.V.**  
**PRODUCTOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

# *Curso de Mantenimiento Industrial*

**HPC**

**Recubrimientos de Alta Ingeniería**



# FUNDAMENTOS DE CORROSION

## CORROSION

*Es el ataque destructivo de un metal por reacción química ó electroquímica con su medio.*



# FUNDAMENTOS DE CORROSION

## TECNICAS PARA EL CONTROL DE LA CORROSION

### BARRERAS FISICAS

#### *Pinturas:*

*Manejan espesores muy bajos y tienen fines estéticos (Vinílicas).*

#### *Recubrimientos:*

*Manejan espesores hasta de 24 milésimas de pulgada. Su finalidad es la de dar protección anticorrosiva a la superficie o sustrato (alquidáticos, epóxicos, poliuretanos, etc.).*

#### *Revestimientos:*

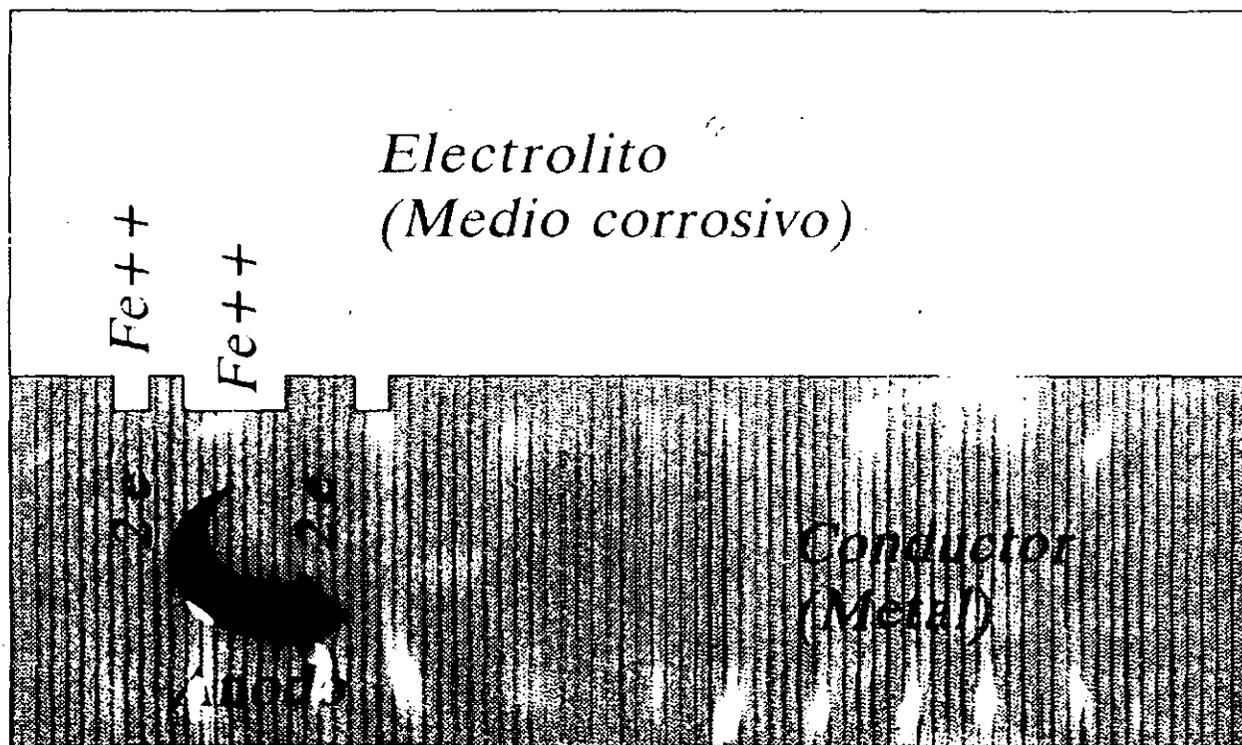
*Altos espesores hasta el orden de pulgadas. Resistencia a medios sumamente corrosivos (Epóxicos y poliuretanos reforzados con fibra de vidrio).*



# FUNDAMENTOS DE CORROSION

## CELIDAS DE CORROSION

*Formación de iones ferrosos ( $Fe^{++}$ )*



# FUNDAMENTOS DE CORROSION

## TIPOS DE CORROSION

*Se clasifica por:*

*a) El medio corrosivo*

- \* Húmedo (Agua, ácidos, hidrocarburos, etc.)*
- \* Seco (Altas temperaturas: Oxígeno)*

*b) Su mecanismo*

- \* Químico*
- \* Electroquímico*

*c) Apariencia del metal corroído*

- \* Uniforme (corrosión generalizada)*
- \* Localizada (corrosión galvánica, por erosión, por agrietamiento, por presión, etc.)*

# FUNDAMENTOS DE CORROSION

## CORROSION GALVANICA

*Se presenta cuando dos metales de distinta naturaleza se encuentran en contacto eléctrico y sometidos a un medio corrosivo electrolítico.*

*El metal que se corroe se le llama metal activo y el que no sufre daño se le denomina metal noble, generándose este fenómeno por la diferencia de potenciales existentes entre los dos metales.*

### METALES DE LA SERIE GALVANICA

*Aumenta la corrosión*



*Magnesio  
Aluminio  
Zinc  
Acero y Fierro  
Plomo, soldadura de Plomo  
Cobre, Bronce*



*Plata, soldadura de Plata  
Grafito, Carbón  
Platino  
Oro*

*Aumenta la protección*

*La más alta posición en la serie galvánica, es la más grande tendencia del metal a corroerse.*

**Recubrimientos de Alta Ingeniería**

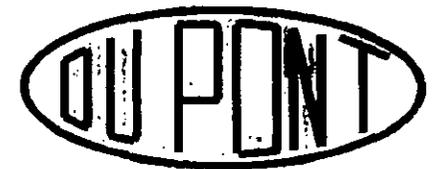


# FUNDAMENTOS DE CORROSION

## EFFECTOS PRODUCIDOS POR LA CORROSION NO CONTROLADA

### Pérdidas Económicas

- \* *Reemplazamiento de equipo.*
- \* *Sobrediseño.*
- \* *Tiempos muertos.*
- \* *Contaminación de los productos.*
- \* *Pérdida de la eficiencia.*
- \* *Pérdida de productos valiosos.*
- \* *Daño al equipo adyacente donde ocurrió la falla.*



# FUNDAMENTOS DE CORROSION

## EFFECTOS PRODUCIDOS POR LA CORROSION NO CONTROLADA

### Daños a la Sociedad

- \* *Seguridad (fallas repentinas: fuego, explosión, desprendimiento de productos tóxicos, colapso).*
- \* *Salud (Contaminación atmosférica).*
- \* *Agotamiento de los recursos naturales (Para producir una tonelada de acero, se requieren 4 toneladas de carbón).*
- \* *Apariencia (Mala imagen de las instalaciones).*



# FUNDAMENTOS DE CORROSION

## TECNICAS PARA EL CONTROL DE LA CORROSION

- \* *Selección del material: Diseño (Resistencia física, disponibilidad en el mercado, costo, apariencia).*
- \* *Sobrediseño: Coeficiente de seguridad.*
- \* *Técnicas electroquímicas: Protección catódica.*
- \* *Alteraciones del medio corrosivo: Inhibidores de corrosión.*
- \* *Barreras físicas: Recubrimientos anticorrosivos.*

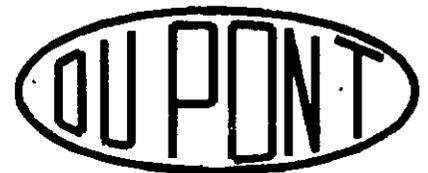


**Recubrimientos de Alta Ingeniería**

# RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

## CARACTERISTICAS FISICAS

- \* *Brillo.*
- \* *Color*
- \* *Sólidos en peso.*
- \* *Sólidos en volúmen.*
- \* *Viscosidad.*
- \* *Cubrimiento.*



# RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

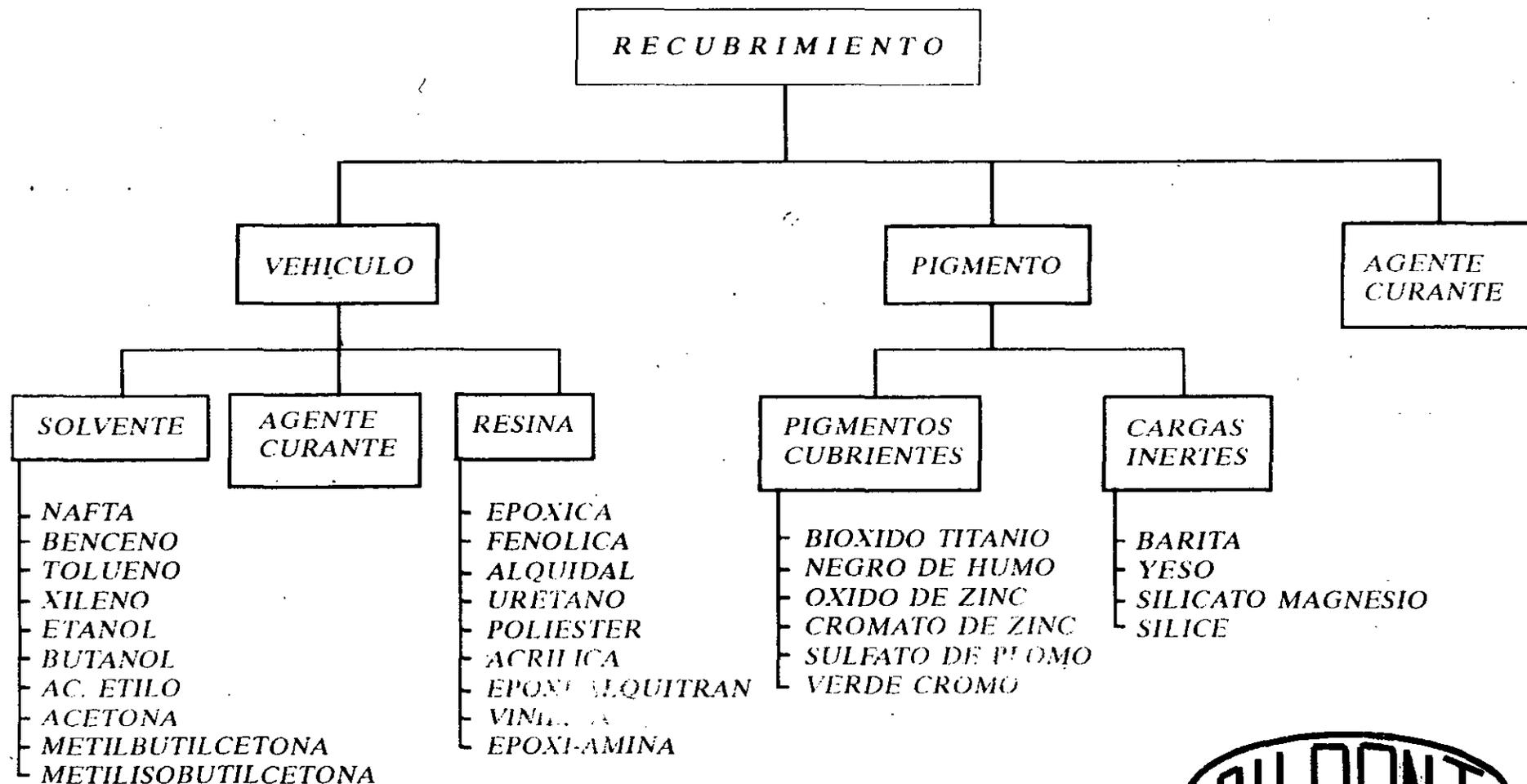
## CARACTERISTICAS GENERALES

- \* Buena resistencia química.
- \* Buena adhesión.
- \* Condiciones de flexibilidad amplias.
- \* Sintéticos.
- \* Polimerizados.
- \* Tiempo corto de secado.



# RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

## COMPOSICION DE UN RECUBRIMIENTO



# RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

## USOS

### PRODUCTOS

*Epóxicos*

*Poliuretanos*

*Alquidálicos*

*Ricos en Zinc*

*Altos Sólidos*

*Alta Temperatura*

*Marinos*

*Transparentes*



### INDUSTRIA

*Refinación*

*Petroquímica*

*Plataformas  
Marinas*

*Alimentos*

*Pulpa y Papel*

*Edificios*

*C.F.E*



15  
**Recubrimientos de Alta Ingeniería**

# RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

## TIPOS DE RECUBRIMIENTOS

a) *Epóxicos.*

b) *Poliuretanos.*

c) *Especiales.*

\* *Inorgánico de Zinc.*

\* *Alta temperatura.*

\* *Marinos.*

\* *Epóxicos altos sólidos.*

\* *Poliuretanos altos sólidos.*

\* *Vinílicos altos sólidos.*



# APLICACION DE RECUBRIMIENTOS

## FACTORES A CONSIDERAR

- \* *Temperatura ambiente.*
- \* *Temperatura de sustrato.*
- \* *Humedad.*
- \* *Velocidad del viento.*
- \* *Tipo de sustrato.*
- \* *Revisión del medio corrosivo.*
- \* *Definir la accesabilidad a las superficies ó estructuras.*
- \* *Determinar restricciones en la preparación de superficie.*
- \* *¿ Cuando fue pintada por última vez?.*
- \* *¿ Qué pintura ó sistema de recubrimientos se aplicó?.*
- \* *¿Cuál es la condición actual de la superficie?.*
- \* *¿Cuándo puede ser pintada?.*
  - a) *Está disponible el equipo para ser pintado?.*
  - b) *Cuales son las limitaciones?.*



# SISTEMAS DE PINTURA

## DEFINICION

*Es el conjunto de elementos que integran la protección de un metal respecto al ambiente, mediante recubrimientos anticorrosivos.*

### COMPONENTES:

- 1.- Preparación de Superficie.*
- 2.- Aplicación de un primario.*
- 3.- Aplicación de un enlace.*
- 4.- Aplicación de un acabado.*



# SISTEMAS DE PINTURA

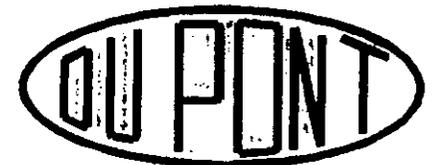
## PREPARACION DE SUPERFICIE

### OBJETIVO:

*Liberar al sustrato de cualquier material contaminante que impida la adherencia con el primario.*

*Esta constituida por:*

- \* Limpieza de la superficie  
Remoción de polvos y grasas.*
- \* Preparación de superficie  
Obtención del perfil de anclaje*



# SISTEMAS DE PINTURA

## TIPOS DE PREPARACION

<i>NORMA</i>	<i>DESCRIPCION</i>
<i>SSPC-SP01</i>	<i>Preparación con solvente</i>
<i>SSPC-SP02</i>	<i>Preparación manual</i>
<i>SSPC-SP03</i>	<i>Preparación mecánica</i>
<i>SSPC-SP04</i>	<i>Preparación con flama</i>
<i>SSPC-SP05</i>	<i>Chorro abrasivo a metal blanco</i>
<i>SSPC-SP06</i>	<i>Chorro abrasivo a metal comercial</i>
<i>SSPC-SP07</i>	<i>Chorro abrasivo a ráfaga</i>
<i>SSPC-SP08</i>	<i>Preparación química</i>
<i>SSPC-SP09</i>	<i>Preparación por agentes atmosféricos</i>
<i>SSPC-SP10</i>	<i>Chorro abrasivo a metal casi blanco</i>

Recubrimientos de Alta Ingeniería



# SISTEMAS DE PINTURA

*Un adecuado sistema de pintura protege las superficies y alarga la vida de los equipos.*

21  
Recubrimientos de Alta Ingeniería

RA-25



# SISTEMAS DE PINTURA

*Balance óptimo: Costo-Beneficio*

*Es directamente proporcional al rendimiento y durabilidad de los recubrimientos que forman el sistema de protección.*



# SISTEMAS DE PINTURA

*El sistema de pintura....."UNA EXCELENTE INVERSION"*

- \* Alarga la vida de los activos fijos.*
- \* Evita reposición de equipos.*
- \* Mayor seguridad en el área de trabajo.*
- \* Evita contaminación de productos.*



# RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

## PRIMARIOS

Es un material que tiene como características principales el adherirse físicamente a un metal u oxidación del mismo y cuyos componentes principales son: óxido de fierro y óxido de zinc, los cuales facilitan la estabilización de la oxidación presente en el metal.



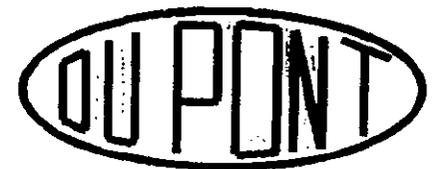
# RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

## TIPOS DE PRIMARIOS

### REGULARES:

*ALQUIDALICOS. Primarios de taller para ambientes de corrosión ligera, aplicable sobre acero. Requiere preparación de superficie SSPC-SP02.*

*CROMATO DE ZINC. Primario para ambientes de corrosión mediana aplicable sobre acero, aluminio, níquel ó cobre. Requiere preparación de superficie SSPC-03 Ó SSPC-SP02.*



# RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

## TIPOS DE PRIMARIOS

### ALTA DURABILIDAD:

*EPOXICOS.* Primarios para ambientes de corrosión alta, aplicados sobre el acero. Requiere preferentemente de una preparación de superficie SSPC-SP06, pero en caso de no ser posible, aplicar la SSPC-SP03 ó SSPC-SP02.

*ALQUITRAN DE HULLA.* primario resistente a ambientes de corrosión alta, incluyendo la inmersión. Aplicable sobre el acero y requiere de una preparación de superficie con chorro de abrasivo.

*INORGANICO DE ZINC* Primario resistente a la humedad y a ambientes de corrosión alta (cuando es recubierto). Ofrece también protección galvánica, aplicándose sobre acero y requiere forzosamente de una preparación de superficie a metal blanco (SSPC-SP05).



# CORLAR 825

## PRIMARIO EPOXICO CATALIZADO

**ES UN PRIMARIO DE DOS COMPONENTES QUE CONTIENE CROMATO DE ZINC QUE FUNCIONA COMO INHIBIDOR DE CORROSION Y RESINA POLIAMIDICA QUE LO HACE SER UN PRIMARIO FLEXIBLE Y RESISTENTE A AMBIENTES AGRESIVOS DE CORROSION.**

- RECOMENDADO PARA ESTRUCTURAS NUEVAS O PARA EL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS CON PINTURA ENVEJECIDA**
- EXCELENTE RESISTENCIA QUIMICA Y A SOLVENTES**
- EXCELENTE RESISTENCIA AL CONTACTO CON AGUA Y HUMEDAD EXCESIVA**
- BUENA FLEXIBILIDAD**
- FACILIDAD DE APLICACION (BROCHA, RODILLO O PISTOLA)**
- TEMP. MAX. DE SERVICIO: 93°C**
- TIEMPO DE SECADO: 2 HRS AL TACTO Y 4 HRS PARA REPINTAR**
- COMPATIBLE CON DUCO, IMRON , 25P Y CORLAR 823**
- PREPARACION DE SUPERFICIE: LIMPIEZA CON ABRASIVO, MANUAL O MECANICA**
- RENDIMIENTO TEORICO: 15.7 M2/LT A 1 MILS**

Recubrimientos de Alta Ingeniería



## **GANICIN II PRIMARIO INORGANICO DE ZINC**

**GANICIN II ES UN PRIMARIO DE ZINC, CAPAZ DE RESISTIR TEMPERATURAS DE HASTA 360°C. PUEDE SER APLICADO COMO PRIMARIO PROTECTOR EN ESTRUCTURA NUEVA DE INSTALACIONES INDUSTRIALES.**

- PRODUCTO DE DOS COMPONENTES QUE NO REQUIERE TIEMPO DE INDUCCION**
- PREPARACION DE SUPERFICIE: SAND BLAST GRADO BLANCO**
- EXCELENTE RESISTENCIA A AMBIENTES MUY HUMEDOS Y CORROSIVOS**
- EL METODO DE APLICACION ES POR ASPERSION**
- COMPATIBLE CON 612, 80, CORLAR 823, IMRON 326 Y DU PONT 25P**
- BRINDA PROTECCION GALVANICA A LA SUPERFICIE METALICA**
- TIEMPO DE SECADO: AL TACTO 1 HR Y PARA RECUBRIR 12 HRS.**
- RENDIMIENTO TEORICO: 21.3 M2/LT A 1 MIL. EPS**



DU PONT, S.A. DE C.V.  
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

**PRIMARIOS**

- \* *Epóxico. CORLAR Linea 825*
- \* *Inorgánico de Zinc. GANICIN Linea 347*
- \* *Cromato de Zinc. Linea 67-16000*
- \* *Poliuretano. IMRON Linea 62*
- \* *Vinil Epóxico. Linea 802P*
- \* *Epoximástico Altos Sólidos. 25P Linea 525*
- \* *Recubrimientos ricos en zinc*
- \* *Primario Alquitrán de Hulla Linea 823-16500*
- \* *Primario Hule Clorado Linea 360-16005*

19  
Recubrimientos de Alta Ingeniería

CARA-1\*



## **IMRON 62**

### **PRIMARIO DE POLIURETANO**

**ES UN PRIMARIO DE POLIURETANO DE DOS COMPONENTES DE EXCELENTES PROPIEDADES PROTECTORAS. ALARGA LA VIDA DE UN RECUBRIMIENTO FINAL.**

**ES RECOMENDABLE PARA PROTEGER ACERO GALVANIZADO O ALUMINIO. NO ES RECOMENDABLE SOBRE PRIMARIOS ALQUIDALICOS.**

- PRODUCTO DE DOS COMPONENTES.**
- LIBRE DE PLOMO Y CROMATOS.**
- PREPARACION DE SUPERFICIE MANUAL O SAND BLAST.**
- COMPATIBLE CON IMRON 333, IMRON 326, CORLAR Y 25P.**
- EXCELENTE RESISTENCIA A LA HUMEDAD, ACIDOS Y ALCALIS.**
- FACIL APLICACION: BROCHA, RODILLO O PISTOLA.**
- TIEMPO DE SECADO: 4 HORAS.**
- TEMPERATURA MAXIMA DE SERVICIO: 93°C.**
- RENDIMIENTO TEORICO: 19.7 m<sup>2</sup>/lt. A 1 MIL.**



# DU PONT 25 P EPOXIMASTIC ALTOS SOLIDOS

## **TRES RECUBRIMIENTOS EN UNO**

- *Primario*
- *Enlace*
- *Acabado*

## **EXTRAORDINARIA FACILIDAD DE APLICACION**

- *Rápido curado*
- *Vida útil de la mezcla hasta de 8 Hrs.*
- *Bajo contenido de VOC*
- *Libre de Cromatos y Plomo en colores claros*

## **FACILIDAD DE USO RESPECTO A OTROS RECUBRIMIENTOS**

- *No requiere tiempo de inducción*
- *Alto rango de aplicación (3-12 mils. EPS)*
- *Sobre GANICIN ofrece una inmejorable resistencia*
- *Puede recubrirse con IMRON para excelentes acabados*

## **RESUELVE MUCHOS PROBLEMAS DE MANTENIMIENTO DE PINTURA**

- *Reduce costos y tiempos muertos*
- *Resistencia a la humedad, abrasión, ataque químico, salino y de solventes*
- *Fácil de usar y excelente acabado*

Recubrimientos de Alta Ingeniería



**CORLAR 823 - 16500**  
**ALQUITRAN DE HULLA**

- RECUBRIMIENTO DE DOS COMPONENTES A BASE DE RESINAS POLIAMIDICAS**
- RECOMENDADO PARA INMERSION CONTINUA**
- USADO EN EMBARCACIONES (ABAJO DE LA LINEA DE FLOTACION)**
- OPERA PARA EL INTERIOR DE TANQUES DE ACEITE, CLARIFICADORES Y PLATAFORMAS MARINAS**
- COMPATIBLE CON GANICIN II (EN INMERSION) Y CORLAR 825**
- SE REQUIERE DE UNA PREPARACION A BASE DE ABRASIVO A METAL BLANCO**
- EL ESPESOR AL QUE SE APLICA ESTE RECUBRIMIENTO ES DE 16 A 20 MIL S DE ESPESOR DE PELICULA SECA**
- EL TIEMPO DE SECADO ES DE 2 HRS. AL TACTO, 8 HRS. PARA RECUBRIR Y DE 8 A 10 DIAS PARA CURADO TOTAL.**
- SE APLICA CON EQUIPO AIRLESS O ASPERSION**
- LA TEMPERATURA MAXIMA DE SERVICIO ES DE 93°C**
- EL RENDIMIENTO TEORICO ES DE 23 M2/LT A 1 MIL EPS**



# DU PONT 360-16005

## PRIMARIO DE HULE CLORADO

**PRIMARIO A BASE DE RESINAS DE HULE CLORADO Y OTROS PIGMENTOS QUE JUNTOS CONSTITUYEN UN EXCELENTE PRODUCTO UTILIZADO EN UN SISTEMA DE PROTECCION PARA EMBARCACIONES MARINAS, ABAJO DEL PUNTO DE FLOTACION.**

- **RECUBRIMIENTO DE UN SOLO COMPONENTE.**
- **OPERA EN INMERSION DE AGUA SALADA.**
- **GENERALMENTE VA ACOMPAÑADO DE UN ANTIINCRUSTANTE.**
- **PUEDE SER APLICADO SOBRE EL ACERO DIRECTAMENTE.**
- **COMPATIBLE CON GANICIN II Y ALQUITRAN DE HULLA.**
- **SE REQUIERE DE UNA PREPARACION DE SAND BLAST A METAL COMERCIAL PARA OBTENER MEJORES RESULTADOS.**
- **SE PUEDE APLICAR CON: BROCHA, RODILLO O PISTOLA.**
- **LA TEMPERATURA MAXIMA DE SERVICIO ES DE 93°C.**
- **EL RENDIMIENTO TEORICO ES DE 15 m<sup>2</sup>/lt. A 1 MIL.**

**Recubrimientos de Alta Ingeniería**

P-360-5



# RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

## ENLACES

*Son productos de diferentes resinas que los hace compatibles con una amplia gama de recubrimientos. Son aplicados generalmente después de un primario y antes del acabado final.*

*Son tres las razones por las que se aplica un enlace:*

- a) Tener un medio de compatibilidad entre el primario y acabado.*
- b) Engrosar la película del sistema de pintura.*
- c) Reforzar la adherencia entre capas.*



# RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

## ACABADOS

*Es un material que tiene como característica principal proteger al primario del ambiente corrosivo.*

*Son productos sintéticos (compuestos orgánicos) con permeabilidad baja y poco reactivos frente a pH's ácidos ó alcalinos.*

*Tienen propiedades de dureza muy altas comparados con algunos plásticos.*

*Son tersos, brillantes, etc.*



# RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

## TIPOS DE ACABADOS

### REGULARES:

*ALQUIDALICOS.* Acabados de baja resistencia a ambientes de corrosión alta, buen brillo y apariencia general ( productos no catalizados).

### RESISTENTES A LAS ALTAS TEMPERATURAS:

*ALUMINIO ALTA TEMPERATURA.* Acabados de gran resistencia al calor pero de pobre resistencia a ambientes de corrosión alta (producto no catalizado).



# RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

## TIPOS DE ACABADOS

### *ALTA DURABILIDAD:*

*EPOXICOS. Acabados de gran resistencia a ambientes de corrosión alta, buen brillo y apariencia general (productos catalizados) muy resistentes a la humedad.*

*POLIURETANOS. Acabados de gran resistencia a ácidos y alcalis (no a derrames). Excelente brillo y apariencia general (productos catalizados). Resistencia pobre a la humedad excesiva.*

*ANTIVEGETATIVOS. Acabados resistentes a ambientes marinos que rechazan las incrustaciones en el sustrato de materiales orgánicos tales como: algas, moluscos, etc. (productos no catalizados).*



**DU PONT, S.A. DE C.V.**  
**MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

**ACABADOS**

- \* *Alquidálico DUCO (Secado al aire). Linea 80*
- \* *Alquidálico (Horneo). Linea 252*
- \* *Epóxico. CORLAR Lineas 823 EN y AE*
- \* *Poliuretanos. IMRON Lineas 326 y 333*
- \* *Vinílicos Altos Sólidos. Linea 802A*
- \* *Epoximástic Altos Sólidos. 25P Linea 525*
- \* *Aluminio Alta Temperatura. Lineas 80-787 y 612-6211*
- \* *Transparentes. Lineas RK-16092 y RK-16093*
- \* *Alquitrán de Hulla. Linea 823-16500*
- \* *Antivegetativo. Linea 360-16006*



# DUCO 80

## ESMALTE ALQUIDALICO BRILLANTE

**RECUBRIMIENTO DE UN SOLO COMPONENTE DE SECADO AL AIRE CON BUENA FLEXIBILIDAD Y ADHERENCIA RETENCION DE BRILLO Y COLOR.**

**ES AMPLIAMENTE USADO SOBRE ACERO, ALUMINIO, LAMINA GALVANIZADA, MADERA, CEMENTO Y EN GENERAL EN AREAS DONDE HAY AMBIENTES CORROSIVOS LIGEROS.**

- **SE USA COMO ACABADO PARA MAQUINARIA Y EQUIPOS**
- **USADO COMO ACABADO BRILLANTE EN PAREDES, ESTRUCTURAS, TANQUES, TUBERIAS, ETC.**
- **BUENA RESISTENCIA A LA HUMEDAD**
- **APARIENCIA TERSA Y BRILLANTE**
- **REQUIERE LIMPIEZA MECANICA O MANUAL.**
- **COMPATIBLE CON PRIMARIO 67-16000, CORLAR 825 O EPOXIMASTIC 25P**
- **TEMPERATURA MAXIMA DE SERVICIO: 70°C**
- **SECA AL TACTO EN 2-4 HRS. @ 25°C Y 50% HUMEDAD RELATIVA**
- **FACIL APLICACION (BROCHA, RODILLO O PISTOLA)**
- **RENDIMIENTO TEORICO: 8.0 M2/LT A 2 MIL. EPS**



# CORLAR 823

## ACABADO EPOXICO CATALIZADO

**ACABADO DE DOS COMPONENTES, RESISTENTE A LA HUMEDAD Y AMBIENTES CORROSIVOS SEVEROS. PUEDE APLICARSE EN INTERIORES Y EXTERIORES PROPORCIONANDO AÑOS DE VIDA EN LOS AMBIENTES MAS SEVEROS DE ACIDEZ O ALCALINIDAD.**

**ESTE PRODUCTO ES RECOMENDADO PARA RECUBRIR PRIMARIOS TALES COMO DU PONT 25P, CORLAR 825, DU PONT 67, DU PONT 62 Y GANICIN II; O DESPUES DE UN INTERMEDIO PUEDE FUNCIONAR COMO ACABADO FINAL.**

**EL RENDIMIENTO TEORICO CON ALTOS ESPESORES ES: 22.0 M<sup>2</sup>/Lt A 1 MIL. DE ESPESOR DE PELICULA SECA (EPS).**

**EL RENDIMIENTO TEORICO CON ESPESORES NORMALES ES 17 M<sup>2</sup>/LT A 1 MIL. DE ESPESOR DE PELICULA SECA (EPS).**



# IMRON 326

## ESMALTE DE POLIURETANO

**LOS POLIURETANOS SON PRODUCTOS DE DOS COMPONENTES QUE REACCIONAN CON ISOCIANATOS Y CON OTROS COMPONENTES FORMAN UNA PELICULA PLASTICA DE GRAN FLEXIBILIDAD Y ALTA RESISTENCIA A AMBIENTES SEVEROS DE CORROSION.**

- **NO REQUIERE TIEMPO DE INDUCCION**
- **EXCELENTE APARIENCIA, BRILLO Y RETENCION DE COLOR**
- **NO SE AMARILLAN LOS COLORES CLAROS**
- **RESISTENTES AL ATAQUE QUIMICO**
- **TEMPERATURA MAXIMA DE SERVICIO: 93°C**
- **COMPATIBLE CON: GANICIN II, CORLAR 823, IMRON 62 Y DU PONT 25P**
- **NO SE RECOMIENDA SOBRE PRIMARIOS ALQUIDALICOS**
- **TIEMPO DE SECADO: AL TACTO 1 HR Y 16 HRS PARA REPINTAR**
- **FACIL APLICACION (BROCHA, RODILLO O PISTOLA)**
- **PREPARACION DE SUPERFICIE: EL PRIMARIO DEBE ESTAR TOTALMENTE CURADO Y LA SUPERFICIE SECA Y LIBRE DE CONTAMINANTES**
- **RENDIMIENTO TEORICO: 15.0 M2/LT A 1 MIL. EPS**

Recubrimientos de Alta Ingeniería



# IMRON 333

## ESMALTE ALTOS SOLIDOS DE POLIURETANO

*ES UN RECUBRIMIENTO DE ALTOS SOLIDOS QUE TIENE 2.6 LBS/GAL DE CONTENIDO DE SOLVENTES QUE NO REPRESENTA ALTO RIESGO PARA SU APLICACION Y NO CONTAMINA EL AMBIENTE. EL PRODUCTO UNA VEZ CATALIZADO FORMA UNA PELICULA PLASTICA DE GRAN FLEXIBILIDAD Y ALRESISTENCIA A AMBIENTES EXTREMADAMENTE ALTOS DE CORROSION.*

- PRODUCTO DE DOS COMPONENTES.*
- BAJO COSTO EN EL LARGO PLAZO.*
- EXCELENTE APARIENCIA, BRILLO Y RETENCION DE COLOR.*
- EXCELENTE RESISTENCIA A: ACIDOS, HUMEDAD, SALES Y ABRASION.*
- COMPATIBLE CON 25P, GANICIN II E IMRON 62.*
- TEMPERATURA MAXIMA DE SERVICIO 93°C EN SERVICIO CONTINUO Y 148°C EN SERVICIO INTERMITENTE.*
- TIEMPO DE SECADO: 4 HORAS.*
- FACIL APLICACION: BROCHA, RODILLO O PISTOLA.*
- EL PRIMARIO DEBE ESTAR COMPLETAMENTE CURADO Y LIBRE DE GRASAS POLVOS.*
- RENDIMIENTO TEORICO 26 m<sup>2</sup>/lt. A 1 MIL.*



# DU PONT 802A

## ACABADO VINILICO ALTOS SOLIDOS

*ES UN ACABADO VINILICO DE UN SOLO COMPONENTE QUE ES USADO PARA OPERAR EN AMBIENTES DE CORROSION MODERADA.*

*REQUIERE SER APLICADO A UN ESPESOR DE 3 A 6 MILS Y ES COMPATIBLE CON PRIMARIOS TALÉS COMO: GANICIN II, CORLAR, IMRON 62, DU PONT 25P Y DU PONT 67.*

*ESTE RECUBRIMIENTO SE PUEDE APLICAR CON BROCHA, RODILLO O PISTOLA.*

*EL TIEMPO DE SECADO ES DE 30 MIN AL TACTO Y 3 HRS. COMPLETAMENTE SECO.*

*EL RENDIMIENTO TEORICO ES DE 11.0 M<sup>2</sup> / Lt A 1 MILS (EPS)*



# DU PONT 80-787

## ALUMINIO ALTA TEMPERATURA

**RECUBRIMIENTO DE UN SOLO COMPONENTE, A BASE DE ALUMINIO TIPO CUMARONA INDENO PARA RESISTIR ALTAS TEMPERATURAS, YA SEAN CONSTANTES O INTERMITENTES.**

- EXCELENTE RESISTENCIA AL CALOR
- BUENA RESISTENCIA A LA HUMEDAD
- NO REQUIERE DILUCION
- CURA EN 1 HR. A TEMPERATURAS DE 120° A 150°C
- APARIENCIA SEMIBRILLANTE
- RECOMENDADO PARA INTERCAMBIADORES DE CALOR, CALDERAS, CHIMENEAS, LINEAS DE VAPOR, CONDENSADORES, EXT. DE HORNOS
- NO SE RECOMIENDA PARA AMBIENTES DE CORROSION MUY SEVERA
- TEMP. MAX. DE SERVICIO: 100°C APLICACION DIRECTA EN FRIO
- SECA AL TACTO EN 3-5 HRS. @ 25°C Y 50% HUMEDAD RELATIVA
- PREPARACION DE SUPERFICIE: SAND BLAST GRADO METAL COMERCIAL
- FACIL APLICACION (BROCHA, RODILLO O PISTOLA)
- RENDIMIENTO TEORICO: 11.0 M2/LT A 0.8 MIL. EPS



# DU PONT 612

## ALUMINIO ALTA TEMPERATURA

**RECUBRIMIENTO DE UN SOLO COMPONENTE, A BASE DE ALUMINIO Y RESINAS DE SILICON PARA RESISTIR ALTAS TEMPERATURAS, YA SEAN CONSTANTES O INTERMITENTES.**

- **EXCELENTE RESISTENCIA AL CALOR**
- **BUENA RESISTENCIA A LA HUMEDAD**
- **CURADO A TEMPERATURAS DE 200° A 240°C PARA OBTENER UNA MAXIMA FUNCIONALIDAD DEL PRODUCTO**
- **APARIENCIA SEMIBRILLANTE**
- **RECOMENDADO PARA CALDERAS, CHIMENEAS, LINEAS DE VAPOR, TUBERIA Y EQUIPOS SUJETOS A CAMBIOS DE TEMPERATURA**
- **NO SE RECOMIENDA PARA AMBIENTES DE CORROSION MUY SEVERA**
- **TEMP. MAX. DE SERVICIO: 560°C APLICADO DIRECTAMENTE Y 360°C SOBRE GANICIN II**
- **SECA EN 50 MIN. @ 25°C Y 50% DE HUMEDAD RELATIVA**
- **CURA TOTALMENTE EN 1 HR. @ 240°C**
- **PREPARACION DE SUPERFICIE: SAND BLAST GRADO METAL BLANCO**
- **FACIL APLICACION (BROCHA, RODILLO O PISTOLA)**
- **RENDIMIENTO TEORICO: 10.0 M2/LT A 0.8 MILS EPS**



# RECUBRIMIENTOS TRANSPARENTES RK's

***EXISTEN ACTUALMENTE EN EL MERCADO, RESINAS SIN PIGMENTAR QUE FUNCIONAN COMO CAPAS TRANSPARENTES PARA DAR BRILLO Y MEJORAR LA APARIENCIA DE RECUBRIMIENTOS NUEVOS O ENVEJECIDOS.***

***ESTOS RECUBRIMIENTOS ADEMAS DE OFRECER UNA MEJORA EN LA APARIENCIA, CONSTITUYEN UNA PROTECCION ADICIONAL A LOS SUSTRATOS EN CONDICIONES AGRESIVAS DEL MEDIO AMBIENTE.***

***TAMBIEN SON MUY UTILIES PARA RECUBRIR MADERA, PISOS, CONCRETO, PLASTICOS Y UNA GRAN GAMA DE MATERIALES.***



# APLICACION DE RECUBRIMIENTOS

## PARAMETROS A VERIFICAR

### *\*CONDICIONES CLIMATOLOGICAS:*

*a) Humedad relativa menor al 80%.*

### *\* PREPARACION DE SUPERFICIE:*

*a) Tipo de sustrato: Acero, aluminio, concreto, etc.*

*b) Abrasivo a utilizar (arena, escoria, etc.).*

*c) Temperatura del sustrato de 10 a 50°C.*

*d) Perfil de anclaje. (Está en función del espesor del recubrimiento primario, y corresponderá a la tercera parte de dicho espesor).*

### *\*CONTROL DE ESPESORES:*

*a) Espesor de película húmeda.*

*b) Espesor de película seca.*

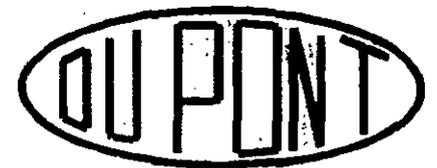
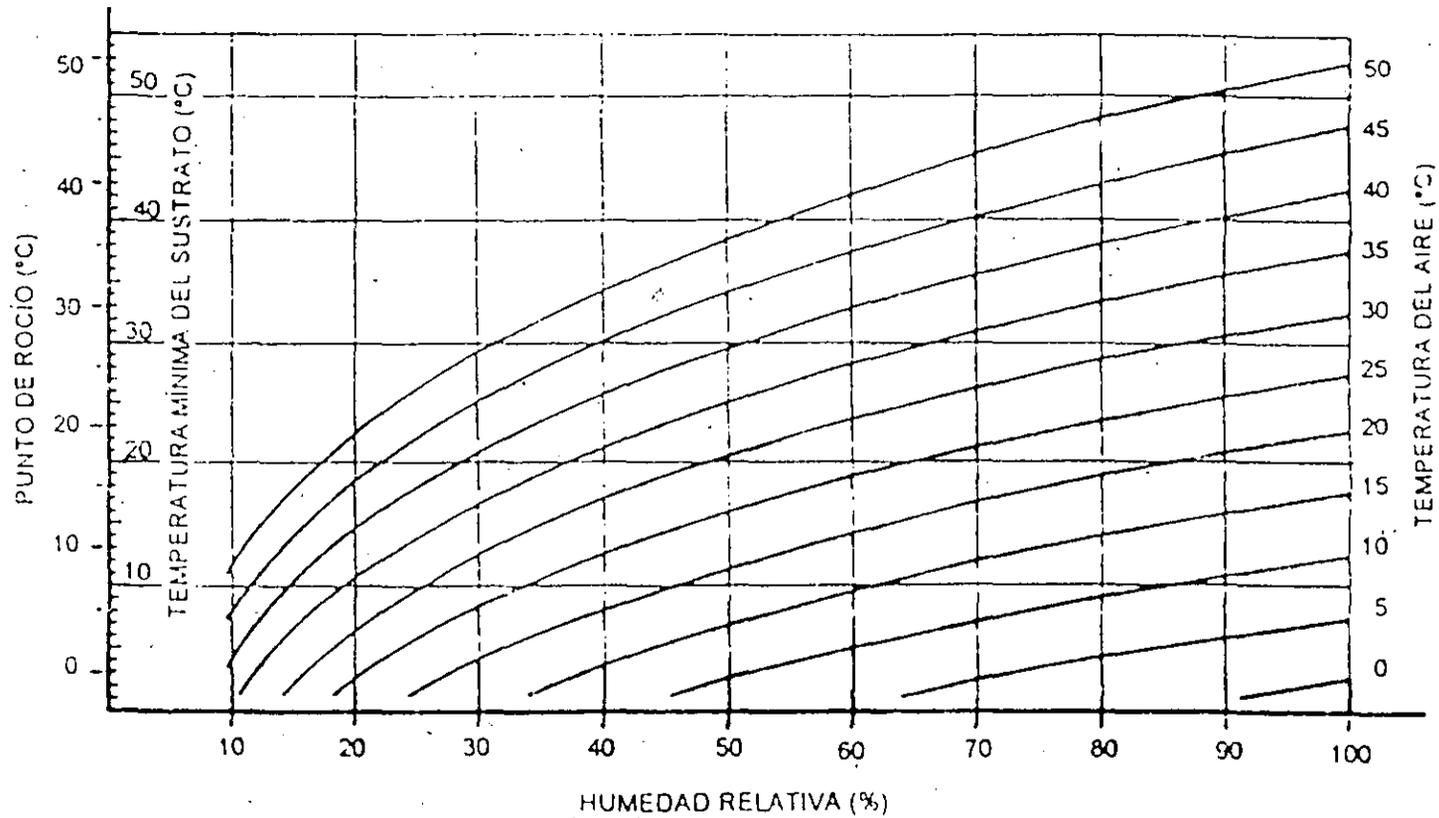


FIGURA 1. RELACIÓN ENTRE LA TEMPERATURA DEL AIRE, HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURA DEL SUSTRATO.



# APLICACION DE RECUBRIMIENTOS

## METODOS DE APLICACION

### BROCHA:

- a) Método lento.
- b) Alto costo.
- c) Irregularidad en el espesor.

### RODILLO:

- a) Adecuado para recubrir grandes áreas
- b) Reduce el andamiaje.
- c) Limitado a superficies planas.

### ASPERSION CON AIRE:

- a) Se puede aplicar productos de alta viscosidad.
- b) La pérdida de material es considerable.
- c) Muy versátil en su aplicación.
- d) Requiere de aire para su aplicación.
- e) Espesores muy uniformes.

### ASPERSION SIN AIRE:

- a) Se utiliza menos adelgazador
- b) Proporciona películas gruesas de pintura.
- c) Logra mayor cubrimiento.
- d) Mejor aplicación en los rincones donde no es fácil llegar con otros métodos.



**RK - 16092**  
**EPOXICO TRANSPARENTE**

- RECUBRIMIENTO DE DOS COMPONENTES**
- RECUBRIMIENTO A BASE DE RESINAS EPOXICAS**
- SE PUEDE UTILIZAR EN PISOS**
- COMPATIBLE CON TODOS LOS ACABADOS**
- SE PUEDE APLICAR CON BROCHA, RODILLO O PISTOLA**
- EL TIEMPO DE SECADO ES DE 4 HRS PARA REPINTAR Y 16 HRS. COMPLETAMENTE SECO**
- LA SUPERFICIE DEBE DE ESTAR LIMPIA, SECA Y LIBRE DE IMPUREZAS.**
- LA TEMPERATURA MAXIMA DE SERVICIO ES DE 93°C**
- EL RENDIMIENTO TEORICO ES DE 19.3 M2/LT A 1 MILS DE EPS**

# DU PONT 360-16005 ANTI-INCRUSTANTE ROJO

**ES UN RECUBRIMIENTO ANTI-INCRUSTANTE-ANTIVEGETATIVO, ELABORADO A BASE DE OXIDO CUPROSO Y OTROS COMPONENTES QUE EVITAN LA FIJACION DE CARACOLES, CONCHAS, MOLUSCOS O CUALQUIER OTRO INCRUSTANTE ORGANICO MARINO EN LOS CASCOS DE EMBARCACIONES DE AGUA DULCE Y SALADA.**

**EL ESPESOR DE ESTE MATERIAL ANTI-INCRUSTANTE VA DESGASTANDOSE CON EL TIEMPO, POR LO QUE PERIODICAMENTE DEBE VERIFICARSE EL ESPESOR Y DECIDIR; SI HACER O NO UNA APLICACION ADICIONAL.**

- **RECUBRIMIENTO DE UN SOLO COMPONENTE.**
- **SE APLICA SOBRE EL PRIMARIO DE HULE CLORADO 360-16005.**
- **NO SE APLICA DIRECTAMENTE SOBRE EL METAL.**
- **LA APLICACION PUEDE SER CON: BROCHA, RODILLO O PISTOLA.**
- **LA TEMPERATURA MAXIMA DE SERVICIO ES DE 50°C.**
- **PARA APLICAR ESTE RECUBRIMIENTO, EL PRIMARIO DEBE DE ESTAR COMPLETAMENTE CURADO Y LA SUPERFICIE LIBRE DE CONTAMINANTES.**
- **EL TIEMPO DE SECADO ES DE 2 HORAS AL TACTO Y 16 HORAS COMPLETAMENTE CURADO.**
- **EL RENDIMIENTO TEORICO ES DE 20 m<sup>2</sup>/lt. A 1 MIL.**

**Recubrimientos de Alta Ingeniería**



## COMPORTAMIENTO DE PRODUCTOS

Factor Comportamiento	Epoximastic 25 P	Vinilico A. Sólidos	Epóxico CORLAR	Poliuretano IMRON	Inorg. Zinc GANICIN	Alquidal DUCO
Retención de brillo en sol	P	P	P	E	---	E
Retención Flexibilidad	MB	E	R	E	S/PROB.	E
Adhesión al acero limpio	E	MB	E	B	E	B
Prep. mínima de sup.	S-B	C-A	S-B	C-A	S-B	C-A
Facilidad de Aplicación	MB	R	B	B	P	E
Resist. al impacto	E	E	E	E	B	E
Resist. a la abrasion	E	B	MB	MB	B	R
Resist. a la temperatura	93 C	70 C	90 C	90 C	350 C	65 C
Resist. a agu	E	E	MB	R	E	P
Resist. acido mineral dil.	E	E	E	MB	---	R
Resistencia Alcalina	E	B	E	MB	B	P
Resistencia Salina	E	MB	MB	MB	P	P
Acidos Oxi-dantes	MB	E	B	B	P	P
Hidrocarb. y alcoholes	E	E	E	MB	E	B
Aromáticos y cetonas	E	P	E	MB	E	P

Claves :      E- Excelente                      P- Pobre                      C-A Cepillo Alambre  
                  MB- Muy Bien                      R- Regular  
                  B- Bien                                      S-B Sand Blast

# INSPECCION DE RECUBRIMIENTOS

## FALLA DE LOS RECUBRIMIENTOS: CAUSAS

- \* *Mala calidad del recubrimiento.*
- \* *Mala aplicación del recubrimiento.*
- \* *Mala preparación de superficie.*
- \* *Espesores inadecuados de película seca.*
- \* *No tener planeado un programa de mantenimiento de pintura.*





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS.

MANTENIMIENTO RUTINARIO .

DEL 24 DE ABRIL AL 11 DE MAYO 1995.

ANEXOS: II

EXPOSITOR:

ARQ. ALFREDO ORTIZ SANCHEZ.

# **DU PONT, S.A. DE C.V.**

## **AGENDA**

- 1.- FUNDAMENTOS DE CORROSION.**
- 2.- RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS.**
  - TIPOS
  - CARACTERISTICAS
  - USOS
- 3.- SISTEMAS DE PINTURA**
  - PREPARACION DE SUPERFICIE
  - PRIMARIOS
  - ENLACES
  - ACABADOS
  - SISTEMAS TIPICOS
- 4.- APLICACION**
  - FACTORES A CONSIDERAR
  - METODOS DE APLICACION
- 5.- INSPECCION DE RECUBRIMIENTOS**
  - INSPECCION ANTES, DURANTE Y DESPUES DE LA APLICACION
  - FALLAS DE LOS RECUBRIMIENTOS
- 6.- CONCEPTO DE OFERTA INTEGRADA**
- 7.- CALCULO DE MATERIALES**
  - EJEMPLO ILUSTRATIVO



ESPECIFICACIONES C.F.E., PEMEX y Contratipo DU PONT

C.F.E.	PEMEX	Descripción	DU PONT
P1	RP-2	Primario Cromato de Zn	67-16000
P10	RP-3	Primario I de Zn poscurado	-- -----
P11	RP-4B	Primario I de Zn autocurante	347
	RP-5A	P. Alq. Hulla Epoxiamina	-- -----
	RP-5B	P. Alq. Hulla Epoxipoliamida	823-16500
	RP-6	P. Epóxico Catalizado	825-8031
	RP-7	P. ó enlace vinil epóxico cat	-- -----
P16	RP-9	P. de Hule Clorado	-- -----*
	RP-261	Primario Epoxi-primer	-- -----
A1	RA-20	Esmalte Alquidálico	80
A2	RA-21	A. Epóxico Catalizado E.N.	823 y VG
A5	RA-22	A. Vinílico A. Sólidos	802 *
	RA-25	A. Vinil Acrilico	-----
A3	RA-26	A. Epóxico Catalizado A.E.	823 y VF
A11	RA-27	A. de Hule Clorado	-- -----
A12	RA-28	A. de Poliuretano	326
A7	RE-31A	Antivegetativo óxido cuproso	-- -----*
A6	RE-31B	Antivegetativo vinílico o.m.	-- -----
	RE-32	Epóxico 100% Sol. p/mareas	-- -----

\* Se cuenta con el Primario de Hule Clorado 360-16005 sobre fabricación especial.

\* La esp. RA-22 disponible sólo en blanco, previa consulta con corresponsalía.

\* Se cuenta con el Antivegetativo 360-16006, previa consulta con corresponsalía.

TABLA 1. TIPOS DE ABRASIVOS Y PERFIL DE ANCLAJE OBTENIDO.

Material Abrasivo		Máximo tamaño de partículas en mm NOM B-231 (US Sieves)	Promedio de la altura del perfil de anclaje en $\mu\text{m}$ (mils) a 686 kPa (7 kg/cm <sup>2</sup> )	Lugar de aplicación	Características
Arena sílica	muy fina	0.2 (80)	25 (1.0)	Fábrica o campo	Seca, silicosa, cuarzosa, no contaminada con sales, aceite, y grasa. Puede usarse arena de mar siempre y cuando esté bien lavada y seca.
	finas	0.4 (40)	38 (1.5)		
	media	1.0 (18)	50 (2.0)		
	gruesa	1.6 (12)	75 (3.0)		
Granalla de acero G	80	0.4 (40)	25 (1.0)	Fábrica o campo en interior de equipos.	Seca, sin óxido, no contaminada con aceite ni grasa.
	50	0.7 (25)	38 (1.5)		
	40	1.0 (18)	50 (2.0)		
	25	1.2 (16)	75 (3.0)		
	16	1.7 (12)	100 (4.0)		
Munición de acero S*	110	0.7 (25)	25 (1.0)	Fábrica o campo en interior de equipos.	Seca, sin óxido, no contaminada con aceite ni grasa.
	170	0.85 (20)	33 (1.5)		
	230	1.0 (18)	50 (2.0)		
	330	1.2 (16)	75 (3.0)		
	390	1.4 (14)	100 (4.0)		
Granalla de óxido de aluminio	100	-	25 (1.0)	Fábrica o campo en interior de equipos.	Seca, no contaminada con aceite ni grasa.
	50	-	38 (1.5)		
	16	-	50 (2.0)		
	6	-	75-100 (3.0-4.0)		
Escoria de fundición de cobre	3060	-	25-38 (1.0-1.5)	Fábrica o campo	Seca, no contaminada con aceite ni grasa.
	2040	-	50 (2.0)		
	1240	-	75-100 (3.0-4.0)		

\* No proporciona un buen perfil de anclaje, por lo que debe ser usada en combinación con granalla de acero para mejores resultados.

# SISTEMAS DE PINTURA

## SISTEMAS TIPICOS

SISTEMA	PREPARACION	RECUBRIMIENTOS
Alquidálico	Manual	67-16000 a 2 mil/80 a 2 mil
Convencional	Mecánica	825 a 3 mil/326 a 2mil
Tres capas	Metal comercial	825 a 3 mil/823 a 4 mil/326 a 2 mil
Medios húmedos	Metal casi blanco	25P a 4 mil/823 ó 25P a 4 mil
Severo	Metal blanco	347 a 3 mil/823AE ó 25P a 4 mil/326 a 2 mil
Inmersión continua	Metal casi blanco	823-16500 a 16 mil ó 25P a 10 mil
Alta temp. c/corrosión	Metal blanco	347 a 3 mil/80-787 ó 612-6211 a 1 mil
Alta temperatura	Metal casi blanco	80-787 ó 612-787 a 1 mil
Pisos	Manual	823 ó 326 ó 25P ó RK a máximo 4 mil
Antihongos	Manual	802A a 4 mll
Marino	Metal casi blanco	823-16500 a 16 mil/360-16005 a 3 mil/360-16006 a 3mil



# INSPECCION DE RECUBRIMIENTOS

## INSPECCION A LA PREPARACION DE SUPERFICIE

*La limpieza y preparación de superficie es la base de cualquier programa de control de la corrosión. Cualquier compromiso realizado con el grado de preparación de superficie es usualmente el compromiso del comportamiento del recubrimiento.*

*La preparación de superficie se define como el tratamiento del metal u otro tipo de material que nos asegura que es posible el contacto íntimo entre la superficie a ser recubierta con el recubrimiento a ser aplicado.*

*El servicio y vida esperada de un sistema de recubrimiento dado es directamente proporcional al grado de preparación de superficie hecho antes de la aplicación.*

5  
**Recubrimientos de Alta Ingeniería**



# INSPECCION DE RECUBRIMIENTOS

## PARAMETROS A CONSIDERAR ANTES DE LA PREPARACION DE SUPERFICIE

*El criterio a ser seguido antes de iniciar la preparación de superficie es en parte como sigue:*

- a) Verificar la humedad relativa.*
- b) Verificar la temperatura del sustrato.*
- c) Verificar la temperatura del punto de rocío.*

*Sí la temperatura de la superficie es menor del punto de rocío más 3°C, no se ejecutarán trabajos.*

*Una vez verificadas dichas condiciones reales, se podrá iniciar la preparación de superficie dentro de los límites especificados.*

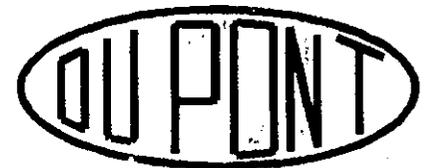


# INSPECCION DE RECUBRIMIENTOS

## INSPECCION ANTES DE LA APLICACION

*Antes de iniciar los trabajos de preparación de superficie, se deben de examinar las superficies con el fin de determinar los contaminantes e imperfecciones superficiales que afectan el desempeño del recubrimiento, algunos de estos son:*

- a) Grasas.*
- b) Polvo y suciedad.*
- c) Oxido.*
- d) Escamas de óxido.*
- e) Recubrimientos envejecidos.*
- f) Imperfecciones de la superficie.*



# INSPECCION DE RECUBRIMIENTOS

## INSPECCION DURANTE LA APLICACION DEL RECUBRIMIENTO

*Después de liberada la preparación de superficie, esta debe ser recubierta dentro de la misma jornada de trabajo, sin exceder de 4 horas ó antes sí se aprecia oxidación ó contaminación.*

*Antes de iniciar el proceso de aplicación, el inspector debe confirmar como MINIMO la siguiente información:*

- a) Se tiene instructivo u hoja técnica del recubrimiento.*
- b) El material que se aplica es el adecuado.*
- c) El recubrimiento está en el rango de vida útil del envase (recomendado por el fabricante).*
- d) Verificar el adecuado acondicionamiento del recubrimiento.  
(adecuada incorporación del recubrimiento, mezcla uniforme, paleta de madera, etc.).*
- e) El material preparado está en el rango de vida útil de la mezcla.*
- f) El recubrimiento se ha adelgazado adecuadamente.*
- g) Equipo de aplicación adecuado.*
- h) Filtrar el recubrimiento a través de manta de cielo o malla equivalente.*



# INSPECCION DE RECUBRIMIENTOS

## REVISION DE EQUIPOS

### **COMPRESOR:**

- \* *Filtro de aire y aceite.*
- \* *Purificador de aire (revisar filtro).*
- \* *Presión de operación (80 lbs/ pl2 mínimo).*
- \* *Shoks en las llantas.*
- \* *Sistema de enfriamiento en buen estado.*
- \* *Regulador del automático.*

### **MANGUERAS:**

- \* *Qué estén en buen estado.*
- \* *Muecas de unión con seguros.*
- \* *Tendido de mangueras en línea recta.*
- \* *Checar presión de aire en cada tramo.*

### **OLLA DE ABRASIVO:**

- \* *Conexiones de entrada y salida de aire.*
- \* *Compresión de las cámaras internas.*
- \* *Conexiones del control remoto.*

### **BOQUILLA DE ABRASIVO:**

- \* *Revisar el desgaste del vénturi.*
- \* *Conexión de la manguera.*

### **OLLA DE PINTURA:**

- \* *Empaques*
- \* *Válvula de seguridad.*
- \* *Conexión del regulador de presión.*
- \* *Manómetro.*



# INSPECCION DE RECUBRIMIENTOS

## INSPECCION DESPUES DE LA APLICACION

### *CONTROL Y SEGUIMIENTO DE OBRA:*

*Parte de la labor del inspector de recubrimientos consiste en llevar registros de las actividades con las que está relacionado y formular informes.*

*Así mismo, deberá llevar una bitácora por cada obra que lleve.*



**FORMATO 2**  
**INFORME DE INSPECCION DE CONDICIONES ATMOSFERICAS**

Obra \_\_\_\_\_ Contrato \_\_\_\_\_  
Concepto \_\_\_\_\_ Mes \_\_\_\_\_

D I A	H O R A   D E L   D I A												
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													
31													

Soleado  amarillo      Nublado  rojo  
 Lluvia  azul      Viento > 30 km/h  café



# FORMATO 4

## INFORME DE INSPECCION DE SISTEMAS DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS

Equipo _____	Pedido _____
Lugar de inspección _____	Proveedor _____
Destino _____	Contratista _____
Sistema de Recubrimientos _____	Fabricante recubrimientos _____
Especificación utilizada _____	

No. de certificado de aceptación de los recubrimientos \_\_\_\_\_  
 calcomanía de la \_\_\_\_\_ a la \_\_\_\_\_ No. de lotes \_\_\_\_\_

### PREPARACION DE SUPERFICIE

Tipo de preparación \_\_\_\_\_  
 % H.R. máxima durante la preparación: \_\_\_\_\_  
 Profundidad de anclaje ( $\mu\text{m}$ ) (\*): \_\_\_\_\_  
 Tiempo transcurrido entre preparación y aplicación (h): \_\_\_\_\_  
 (\*) Sólo cuando la preparación sea con abrasivos a presión

### APLICACION DE RECUBRIMIENTOS

	Primario	Intermedio	Acabado
Designación	_____	_____	_____
Espesor seco promedio ( $\mu\text{m}$ )	_____	_____	_____
% H.R. máxima durante aplicación	_____	_____	_____
Temperatura del sustrato ( $^{\circ}\text{C}$ )	_____	_____	_____
Temperatura del ambiente ( $^{\circ}\text{C}$ )	_____	_____	_____
Velocidad máxima del viento en km/h (**)	_____	_____	_____
Método de aplicación	_____	_____	_____
Solvente utilizado	_____	_____	_____

(\*\*) Sólo cuando se aplique por espersion y a la intemperie.

Fallas detectadas \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Inspeccionó: _____	Revisó: _____
Nombre, firma y fecha	Nombre, firma y fecha



TABLA 2. FALLAS DE RECUBRIMIENTO DURANTE LA APLICACIÓN.

DEFECTO	CAUSA	CORRECCIÓN
ESCURRIMIENTO	Aplicación de una capa muy gruesa, o uso de un disolvente demasiado lento, o temperatura muy fría.	Antes de que seque, cepille el exceso de recubrimiento. Después de que ha secado, prepare la superficie y vuélvase a recubrir.
CÁSCARA DE NARANJA	Recubrimiento muy viscoso, o pistola de aspersión muy cerca del sustrato, evaporación del solvente demasiado rápido, o presión muy baja para la adecuada atomización, o aplicación de películas demasiado delgadas y no nivelan adecuadamente.	Antes de que seque el recubrimiento, eliminarlo con cepillo. Modificar las condiciones de la aspersión. Después de que ha secado, prepare la superficie y vuélvase a recubrir.
SOBROCIADO	Exceso de presión de atomización, o pistola demasiado lejos del sustrato, o uso de solvente de evaporación muy rápida.	Antes de que seque, elimine con cepillo el sobre rociado siguiendo un frotado con solvente. Después de que seque, prepare la superficie y vuélvase a recubrir.
CRÁTERES	Bolsas de aire atrapado en películas húmedas.	Desvanezca el acabado y aplique capas adicionales del recubrimiento.
OJOS DE PESCADO	Aplicación sobre aceite, suciedad, silicón o recubrimiento incompatible.	Prepare la superficie nuevamente, aplique con brocha el primario y posteriormente el acabado.
ARRUGAMIENTO	Demasiado espesor y/o clima muy caluroso. Uso de un solvente no adecuado.	Raspe lo rugoso y aplique una capa delgada de recubrimiento.
PUNTOS DE ALFILER	Aplicación de una capa muy gruesa, pigmento asentado, evaporación excesiva o pequeñas gotas de humedad provenientes de la línea de aire.	Si no ha secado, cepille el recubrimiento y aplique una capa adicional. Si ya secó, aplique una capa adicional.
TELARAÑAS	Evaporación muy rápida del solvente. Es más común en lacas vinílicas y hules clorados.	Use un solvente de menor velocidad de evaporación y aplique cuando la temperatura ambiente baje. Si ya secó, prepare la superficie y vuélvase a recubrir.
RUBORIZACIÓN	Condensación de agua por alta humedad relativa con evaporación rápida o adelgazador desbalanceado en aplicación por aspersión.	Prepare la superficie y vuélvase a recubrir con un retardador adicionado al adelgazador y que la humedad relativa sea menor a 80%.
CRISTALIZADO	Temperatura del sustrato mayor a la que soporta el recubrimiento aplicado.	Quitar el recubrimiento y aplicar uno que resista esa temperatura.



TABLA 3. FALLAS DE RECUBRIMIENTO POR ENVEJECIMIENTO.

DEFECTO	CAUSA	CORRECCIÓN
HERRUMBRE ASTM-D610	Formación de productos de corrosión que trasminan y levantan al recubrimiento.	Preparar la superficie y aplicar un sistema de recubrimientos.
CALEO ASTM-D659	Degradación de la resina del recubrimiento, dejando al pigmento suelto.	Eliminar el polvo suelto y aplicar un recubrimiento que sea resistente al caleo.
CUARTEADURAS ASTM-D660	Flexibilidad del recubrimiento limitado, o capa muy gruesa o aplicado a alta temperatura.	Prepare la superficie eliminando el recubrimiento cuarteado y vuélvase a recubrir.
GRIETAS ASTM-D661	Encogimiento, flexibilidad limitada, espesor muy grueso y/o aplicación a muy altas temperaturas.	Prepare la superficie nuevamente y vuélvase a recubrir.
EROSION ASTM-D662	Daño físico por abrasión.	Repare las partes erosionadas con algún recubrimiento resistente a la abrasión.
AMPOLLAS ASTM-D714	Solvente atrapado, superficie contaminada con sal, aceite o humedad o exceso de corrientes de protección catódica.	Ventilación en áreas encerradas para acelerar la liberación del solvente; adecuada preparación de superficie o potenciales adecuados de protección catódica.
DESPRENDIMIENTO ASTM-D772	Incompatibilidad entre recubrimientos, sustrato con caleo o polvo, contracción del recubrimiento, mala preparación de superficie o por intemperismo.	Prepare la superficie eliminando el recubrimiento desprendido y vuélvase a recubrir.
MOHO	Crecimiento de micro organismos, especialmente en humedad, recubrimientos en sombra, desfigurándolos y degradándolos	Limpie y aplique una capa de acabado.
DECOLORACIÓN	Degradación por la luz ultravioleta o humedad detrás del recubrimiento.	Recubra de nuevo y evite fuentes posibles de humedad.
SANGRADO	Solventes orgánicos en recubrimientos sin secar o asfaltos frescos disuelven material bituminoso y causa que emigre a través del recubrimiento.	Ligese el área afectada y vuélvase a recubrir.
MANCHADO	Lavado prematuro del recubrimiento; uso de limpiadores no aprobados; salpicaduras de solventes o sustancias agresivas.	Ligese el área afectada y vuélvase a recubrir.
CRISTALIZADO	Temperatura del sustrato mayor a la que soporta el recubrimiento aplicado.	Quitar el recubrimiento y aplicar uno que resista esa temperatura.

ITEM	STOCK No.
5 TAB	20-0050
8 TAB	20-0080
10 TAB	20-0100
12 TAB	24120
15 TAB	24150

Essette Pendaflex Corporation

**Boorum & Pease™**

**Omni-Dex™**  
Color Coded Indexing System

TABLE OF CONTENTS SHEET STOCK No. 20-0050

Made in U.S.

--	--	--	--	--

# OFERTA N° 1000

## HIGH PERFORMANCE COATINGS

La oferta de HIGH PERFORMANCE COATINGS está enfocada a satisfacer las necesidades de nuestros Clientes más allá de sus expectativas, buscando a través de ella un mayor apoyo al Cliente y promover nuestras ventas.

Nuestra oferta está constituida por los siguientes conceptos:

- \* *Productos de alta calidad y tecnología de punta.*
- \* *Certificados que garantizan la calidad de los productos.*
- \* *Asesoría y capacitación en el uso de nuestros productos.*
- \* *Consultoría en recubrimientos y especificaciones (C.R.E.).*
- \* *Programa para selección de sistemas de pintura (P.S.S.P.).*
- \* *Centros de Servicio en:*  
*México, D.F., Tijuana, Hermosillo, Monterrey, Guadalajara, Villahermosa y Coahuila de Zaragoza.*
- \* *Centros de Entrenamiento en:*  
*México, D.F., Guadalajara y Monterrey.*
- \* *Servicio de especificaciones a Firmas de Ingeniería (S.F.I.)*
- \* *Información técnica y comercial de los productos*
- \* *Servicios de Ingeniería:*  
*Servicio de Mantenimiento de Pintura (M.P.S.)*  
*Servicio de Mantenimiento de Aislamiento Térmico (T.I.M.S.)*
- \* *Garantía.*



## TENDENCIAS DE LA TECNOLOGIA ACTUAL

**Objetivo Principal : Recubrimientos bajos en VOC (CVO)  
libres de compuestos tóxicos (Pb y Cr)**

**VOC : Grs. de Comp. Orgánicos Volátiles / litro de pintura**

**Pb y Cr : Plomo y Cromo respectivamente**

**Cálculo :**

$$\text{VOC} = (100 - \% \text{ NVW}) * D * 10$$

**VOC : (Grs. de volátiles orgánicos / lt. de recubrimiento)**

**% NVW : Porcentaje de No-Volátiles en peso**

**D : Densidad del recubrimiento (Grs. de pintura / ml. pintura)**

**10 : Factor para convertir resultados a gr/lt.**

## NUEVAS TECNOLOGIAS A BASE DE :

### 1) Recubrimientos Altos Sólidos.

Resinas de Alto Peso Molecular y baja viscosidad.

### 2) Recubrimientos Base Agua.

Resinas solubles en agua (alquidales, epóxicas, vinílicas, acrílicas, etc.).

### 3) Tecnología de solventes reactivos.

Monómeros de bajo peso molecular que reaccionan con la resina.

### 4) Pintura en polvo.

Recubrimiento con cargas electrostáticas que tienden a dirigirse a un objeto aterrizado.

\*\*\* Evidentemente son recubrimientos libres de Pb y Cr \*\*\*

De acuerdo a lo anterior,

¿ Donde se encuentra Du Pont ?

a) Actualmente se tienen los siguientes recubrimientos libres de plomo y cromatos :

- a.1) Primario Orgánico de Zinc
- a.2) Primario Vinil – Epóxico
- a.3) Primario Alquidal.
- a.4) Primario de Poliuretano.
- a.5) Primario Inorgánico de Zinc.
- a.6) Esmaltes pastel en todas las líneas.

b) Se tiene el proyecto de encontrar también un prim. epóxico libre de plomo y cromato sin afectar su funcionalidad con respecto al actual.

c) Se tienen además dos líneas de mantenimiento industrial cuyos productos cumplen con las regulaciones de VOC de E.U. y por ende con las mexicanas (Epoximastic 25 P y Poliuretano 333).

d) Se tiene el proyecto de investigación de resinas alquidales altos sólidos.

e) Se han hecho estudios sobre recubrimientos base agua para primarios y terminados de mantenimiento industrial.

f) Investigación de tecnología en polvo.

# ***SERVICIOS DE INGENIERIA***

## ***NUEVOS SERVICIOS***

---



**PINTURAS**

***DIV. MANTENIMIENTO INDUSTRIAL***



# *QUE SIGNIFICA CRE ?*

---

*Consultoría en  
Recubrimientos y  
Especificaciones*

# ***QUE ES CRE ?***

---

**Es un servicio que busca la venta de pintura de mantenimiento industrial por medio del Distribuidor autorizado, promoviendo la aplicación a través de mano de obra calificada, en donde no es factible, en primera instancia, la implementación de M.P.S.**

---

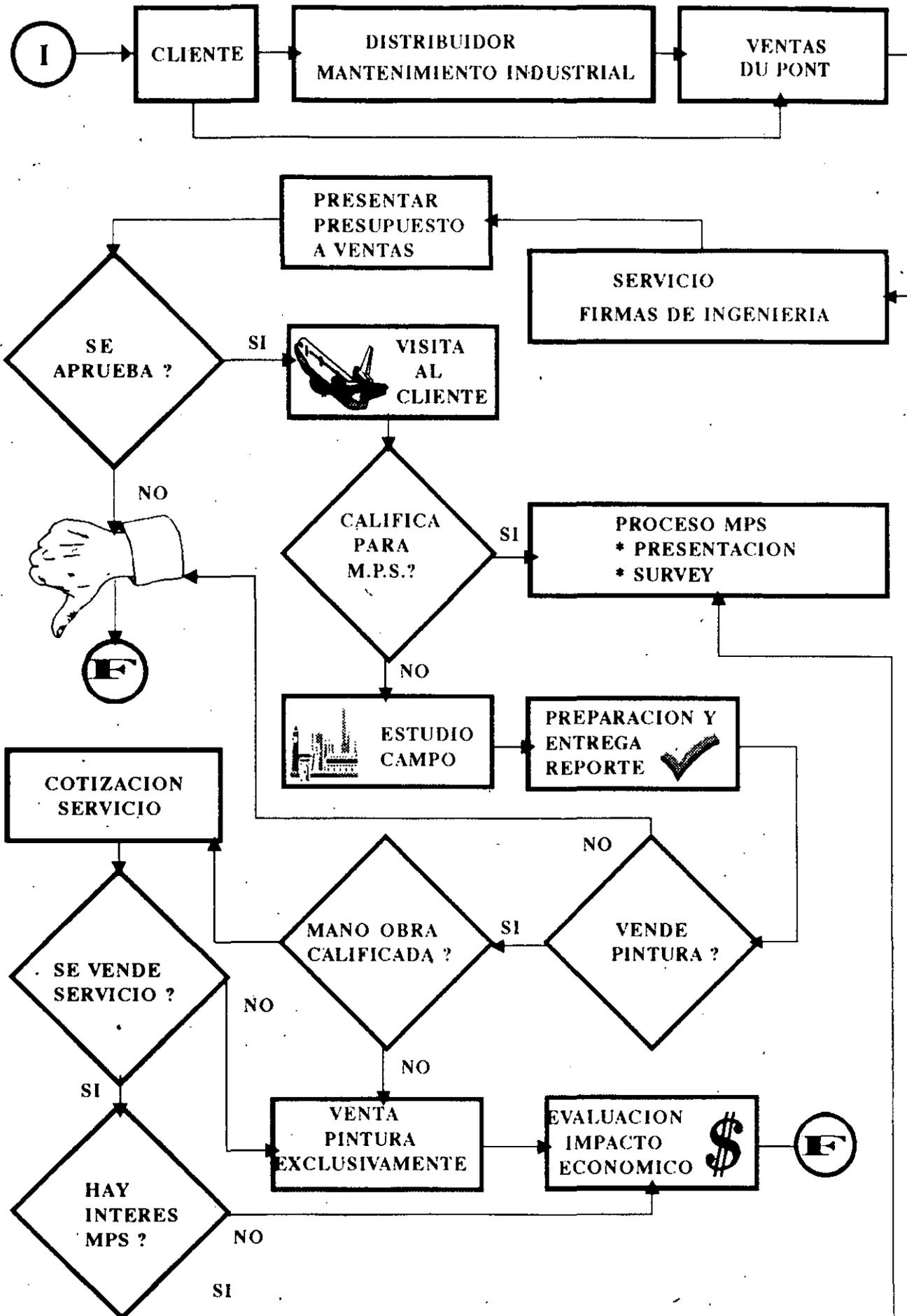
# ***COMO FUNCIONA CRE ?***

---

**Mediante la elaboración de un estudio de corrosión que específica:**

- a) Condición Actual**
- b) Prioridad**
- c) Grado de Corrosión**
- d) Tipo de Recubrimiento**

# PROCEDIMIENTO



# *SERVICIOS DE INGENIERIA*

## *NUEVOS SERVICIOS*

---

*Cree en.....*



**PINTURAS**

*con*



# SISTEMA COMPUTARIZADO DE SELECCION DE PINTURAS MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

## DISEÑO

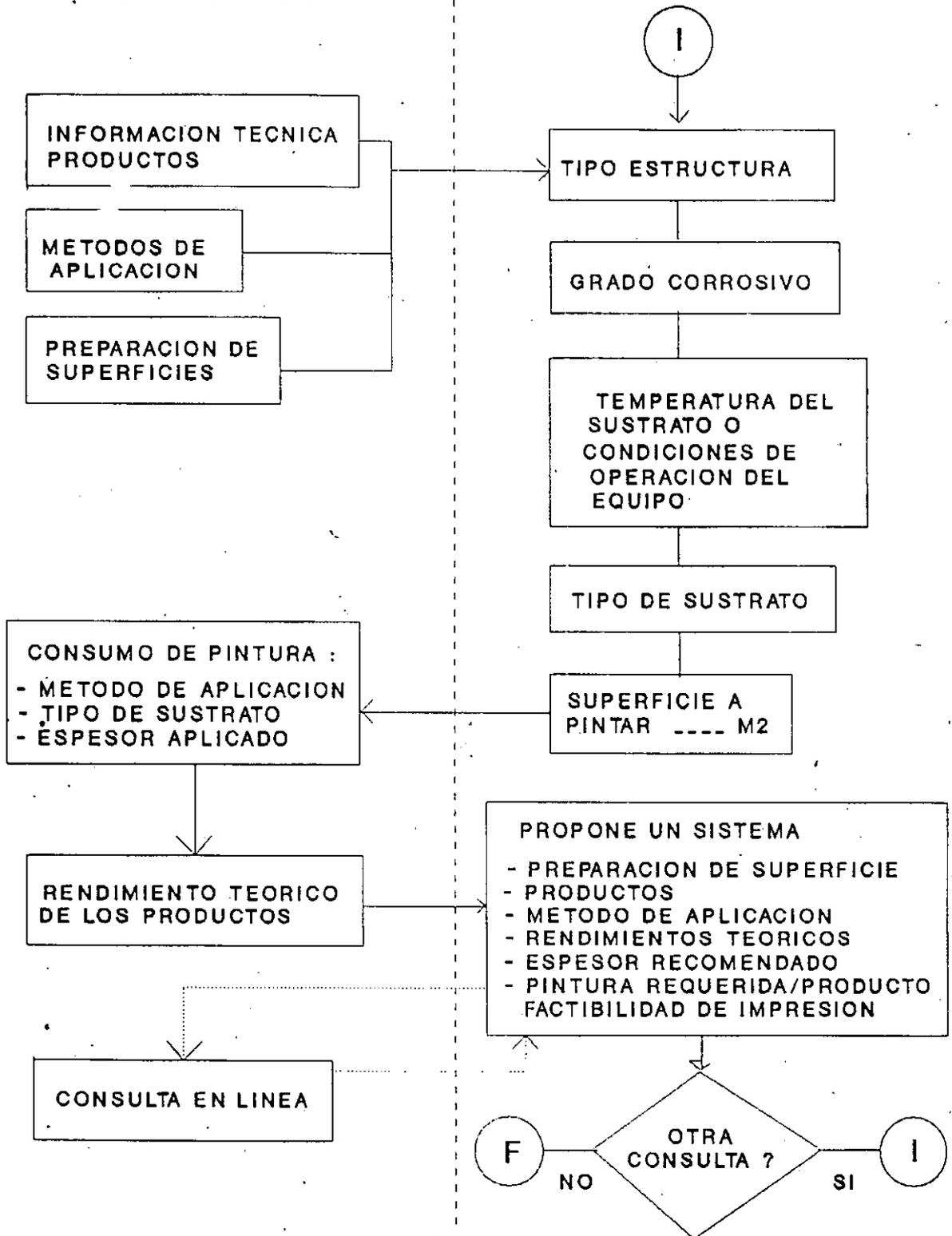
- ESTUDIARON LOS SISTEMAS MAS USUALES.
- LOS REQUERIMIENTOS BASICOS PARA PINTAR (PREP. DE SUPERFICIE, METODO DE APLICACION, ETC.).
- DIF. GRADOS DE CORROSION, TEMP. Y SUSTRATOS.
- REND. PRACTICOS CONSIDERANDO; METODOS DE APLIC., TIPO DE ESTRUCTURA, ESPESOR SUGERIDO Y SOLIDOS EN VOLUMEN.
- FACILIDAD DE USO Y COMPATIBILIDAD.
- FLEXIBILIDAD PARA ACTUALIZARSE.
- PROTECCION CONTRA COPIADO.

# VENTAJAS DEL SISTEMA

- CONSULTA RAPIDA Y PRECISA
- FACILIDAD DE IMPRESION
- CALCULO DE PINTURA
- MEJORA EL SERVICIO AL CLIENTE
- NO DEPENDENCIA " DEL EXPERTO "
- VALOR AGREGADO AL PRODUCTO
- AGILIZA LA TOMA DE DECISIONES
- IMPACTA AL CLIENTE
- OPTIMIZA TIEMPO DE VENTAS
- MEJORA NUESTRA IMAGEN
- LIDERAZGO CONTRA LA COMPETENCIA

# PROGRAMA DEL ADMINISTRADOR

# USUARIO



# *SERVICIOS DE INGENIERIA*

## *NUEVOS SERVICIOS*

---



**PINTURAS**

*DIV. MANTENIMIENTO INDUSTRIAL*



**QUE SIGNIFICA S.F.I. ?**

---

**SERVICIO A**

**FIRMAS DE**

**INGENIERIA**

# EN QUE CONSISTE ?

" Es un servicio mediante el cual, DU PCNT ofrece la asesoría y el soporte tecnológico necesario para que sus clientes obtengan los mejores beneficios posibles mediante la especificación de sistemas óptimos de protección a sus instalaciones".

# COMO FUNCIONA ?

Un especialista de Du Pont es asignado para preparar la especificación de pintura de un proyecto.

Las especificaciones de pintura son establecidas en base a las condiciones de operación de la planta y su situación geográfica.

Entrenamiento en el aseguramiento de calidad.

Servicio completo; desde el diseño hasta la operación de la planta o equipo.

# BENEFICIOS

---

- **Mejoramiento del costo**
- **Productividad**
- **Especificación de sistemas de alta ingeniería**
- **Entrenamiento en el uso de productos Du Pont**
- **Especificaciones Du Pont. Ventaja Comercial**
- **Visión a largo plazo (programa); MPS**

# HERRAMIENTAS DE VENTA

---

## 1. Información técnica / comercial;

- Manual de productos
- Carta técnica de productos
- Carta de color
- Pánel de Sistemas de Pintura
- Carta contratipos Competencia
- Acetatos para Presentación.
- Lista de Precios
- Etc.

2. M P S

3. P S S P

4. C R E

5. S F I

# Herramientas y Soportes

---

- Aprobación proveedor confiable PEMEX, CFE y especific. CFE.
- Aprobación y actualización USDA, FDA y EPA.
- Apoyo con información de SHEA y Servicio de Seguridad
- Preparación pánenes de principales sistemas.
- Actualización/Entrenamiento en tecnologías de vanguardia (Altos Sólidos, Base Agua, etc).
- Conocimiento regulaciones SEDESOL / MSDS y Prog. Industria Responsable
- Cursos de capacitación.
- Interrelación con USA, fomentando su apoyo en este negocio.

QUE SIGNIFICA M P S ?

---

**MAINTENANCE**

**PAINTING**

**SERVICE**

# **MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

---

**QUE ES EL M P S ?**

**ES UN SERVICIO DE MANTENIMIENTO DE PINTURA EN EL CUAL DU PONT ASUME LA TOTAL RESPONSABILIDAD DE PINTAR SU PLANTA, A UN NIVEL ESPECIFICADO DE PROTECCION Y APARIENCIA, DURANTE UN PERIODO DE TIEMPO DETERMINADO A UN PRECIO PREDECIBLE.**

# EN QUE CONSISTE MPS ?

---

**Básicamente consiste en la inspección, preparación y pintado programado de las instalaciones, incluyendo todas las superficies que se encuentren permanentemente expuestas a los efectos degradantes del clima, procesos químicos, atmósferas corrosivas y desgaste natural.**

**Las funciones de planeación, programación, supervisión, monitoreo y seguimiento, que son requeridas para mantener adecuadamente estas superficies, las lleva a cabo MPS en forma eficiente y económica. En esto reside el gran atractivo de este servicio.**

# **BENEFICIOS ADMINISTRATIVOS QUE OFRECE MPS**

---

- 1. Responsabilidad Centralizada.**
- 2. Continuidad.**
- 3. Programa Flexible.**
- 4. Mejora los indices de seguridad.**
- 5. Mejora la apariencia estética.**
- 6. Experiencia técnica en recubrimientos.**

# **BENEFICIOS ADMINISTRATIVOS QUE OFRECE MPS**

---

- 1. Responsabilidad Centralizada.**
- 2. Continuidad.**
- 3. Programa Flexible.**
- 4. Mejora los indices de seguridad.**
- 5. Mejora la apariencia estética.**
- 6. Experiencia técnica en recubrimientos.**



## CALCULO DE PINTURA

### Rendimiento Teórico de un recubrimiento

Rend. Teórico  $\frac{(39.4 \text{ mts} \times \% \text{ sol. en volúmen})}{(100 \times \text{Espesor de película})}$

Este rendimiento está expresado en m<sup>2</sup>/ lt. de mezcla

### PROBLEMA 1

Quiero pintar 130 m<sup>2</sup> de una superficie plana (tanque de acero al carbón) con un sistema 347 / 25P / 326.

¿Cuánto requiero de cada material y cuanto me cuesta a un espesor de 2 mils., 4 mils, y 2 mils. respectivamente con un 10% de desperdicio ?

### DATOS

- Inorgánico de Zinc

Vehículo 347-16001; N\$64.83 / 3 lts.

Polvo 347-16002; N\$160.54 / 5.47 Kg.

Rend. Teórico ; 21.3 m<sup>2</sup>/ lt. de mezcla a 1 mil. Esp. Película Seca (EPS)

La mezcla forma 4 lts.

Cálculo de precio de litro mezcla :

$$\frac{\text{Precio del vehículo} + \text{Precio del polvo}}{4} = \frac{(64.83 + 160.54)}{4} = \text{N\$56.34 /lt}$$

Cantidad de material requerido :

Superficie a pintar X Espesor requerido

Rend. Teórico X (1 - Desperdicio)

$$\frac{130 \times 2}{21.3 \times (1-0.1)} = 13.56 \text{ lt. de mezcla}$$

Costo del Inorgánico de zinc ;

= Cantidad.de material mezcla X Precio

$$= 13.56 \times 56.34 = \text{N}\$763.97$$

### CALCULO DE EPOXIMASTIC DU PONT 25P

Base 525-67633 Gris; N\$1,326.92 / cubeta de 18 lts. = N\$73.72 / lt

Catalizador VF-525 ; N\$246.23 / galón de 4 lts = N\$61.56 / lt

Rendimiento Teórico ; 27.5 m<sup>2</sup>/ lt de mezcla a.1 mil. EPS

Relación de mezcla ; 1 a 1

### Cálculo de precio litro mezcla

$$\frac{73.72 + 61.56}{2} = \text{N}\$67.64 / \text{lt mezcla}$$

### Cantidad de material requerido

$$\frac{130 \times 4}{27.5 \times (1 - 0.1)} = 21.01 \text{ lts. de mezcla}$$

### Costo del 25P

$$21.01 \times 67.64 = \text{N}\$1,421.12$$

### CALCULO DE IMRON 326

Base 326-16300 ; N\$106.89 / gal de 3 lts. = N\$35.63 / lt

Catalizador VG-511 ; N\$36.92 / botella de 0.5 lts = N\$73.84 / lt

Rendimiento Teórico = 15.0 m<sup>2</sup> / lt de mezcla a 1 mil EPS

Relación de mezcla; 4 a 1

Cálculo de litro mezcla

$$\frac{35.63 \cdot X \cdot 4 + 73.84}{5 \text{ lts. mezcla}} = \text{N\$43.27 / lt de mezcla}$$

Cálculo de material requerido

$$\frac{130 \cdot X \cdot 2}{15 \cdot X \cdot (1 - 0.1)} = 19.26 \text{ lts. de mezcla}$$

Costo del Imron 326 requerido

$$19.26 \text{ lts.} \cdot \text{N\$43.27 / lt} = \text{N\$833.38}$$

**PROBLEMA**

Tengo 13 lts. de 326-16300, ¿ Cuánto VG-511 necesito ?

Rel. de mezcla ; 4 a 1

Cantidad de VG-511 = Cantidad de 326 / 4 = 13 / 4 = 3.25 lts.

**PROBLEMA**

Tengo 3.5 lts. de VG-511, ¿ Cuanto necesito de Imron ?

Cantidad de 326 = 3.5 X 4 = 14 Lts.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
CURSOS ABIERTOS  
MANTENIMIENTO RUTINARIO  
DEL 24 DE ABRIL AL 9 DE MAYO DE 1995  
DIRECTORIO DE ASISTENTES

JUAN ROMAN ALATORRE CARNERO  
TLACOPATZIN 487-A  
COL. SANTA ISABEL TOLA  
MEXICO, D.F.  
TEL. 750 18 29

I.Q. ANTONIO AVALOS RAMIREZ  
PROFESOR  
FES ZARAGOZA  
PROF. P. ELIAS CALLE ESQ.  
BATALLON 5 DE MAYO S/N  
COL. EJERCITO DE ORIENTE  
09230 MEXICO, D.F.  
TEL. 623 07 53

GMO. ILDEFONSO BEREA NUÑO  
GTE. DE ING. IND. Y MANTTO.  
EL OSO, S. A. DE C.V.  
AV. POPOCATEPETL 145  
COL. PORTALES  
03300 MEXICO, D.F.  
TEL. 605 06 93

JOSE L. BARRERA BELMAN  
DIRECTOR DE AREA  
D.G.S.U.  
RIO CHURUBUSCO 1155  
COL. ZAPATA VELA  
DEL. IZTACALCO, MEXICO, D.F.

LUCIO CAMARILLO BARRANCO  
COORDINADOR  
CENTRO DE INST. Y REG. SISMICO, AC.  
COL. NARVARTE  
03020 MEXICO, D.F.  
TEL. 687 45 82

JAVIER CAMBRAY CALDERON  
JEFE DE MANTENIMIENTO  
CLUB CASABLANCA SATELITE  
COL. SAN LUCAS TEPETLACALCO  
TLALNEPANTLA, EDO. DE MEXICO  
TEL. 398 07 38

JORGE CORTEZ SEGURA  
JEFE DE SUPERVISION  
CONST ACABADOS E INST., SA. CV.  
AV. PRESIDENTE JUAREZ 186  
COL. LA ESCUELA  
59040 TLALNEPANTLA, EDO. MEX.  
TEL. 362 62 18

J. ANTONIO CRUZ MORENO  
JEFE DE MANTENIMIENTO  
CLUB CASA BLANCA SAN ANGEL  
AV. TOLUCA 720  
COL. OLIVAR DE LOS PADRES  
01780 MEXICO, D.F.  
TEL. 683 48 13

ING. MIGUEL A. GARCIA CONNELLY  
JEFE DEL CENTRO OP. DE INMB.  
BANCO DE MEXICO  
AV. 5 DE MAYO 2  
COL. CENTRO  
DEL. CUAUHTEMOC  
TEL. 237 24 58

ENRIQUE HEREDIA MANTEROLA  
RESIDENTE ADMINISTRATIVO  
DES. INMOB. IMAN, S.A. C.V.  
AV. DE LAS FUENTES 1  
FUENTES DE BELLAVISTA  
TLALNEPANTLA, EDO. DE MEXICO  
TEL. 393 13 50

MARISA LLANES MARTINEZ  
GERENTE  
INTEG. PROG. DE SERV. EMPRES. S.A.  
VIADUCTO M. ALEMAN 22 PISO 6  
COL. NAPOLES  
DEL. B. JUAREZ, MEXICO, D.F.  
TEL. 523 02 57

JOSE FCO. MARTINEZ AGUIRRE  
INSTRUMENTISTA  
JUGOS DEL VALLE, S.A. C.V.  
INSURGENTES 30  
BARRIO TEXCOCOA  
054600 TEPOTZOTLAN, EDO. DE MEX.  
TEL. 876 02 12

ANTONIO MIRANDA GASCA  
JEFE DE MANTENIMIENTO  
CLUB CASABLANCA SANTA MONICA  
BOSQUES DE NAYARIT 71  
COL. JARDINES DE STA. MONICA  
54050 EDO. DE MEXICO  
TEL. 362 05 44

LUIS PLASCENCIA SOTO  
JEFE DE MANTENIMIENTO  
CLUB CASABLANCA LOMAS VERDES  
AV. CRISTOBAL COLON 33  
FRACC. LA RATONERA  
NAUCALPAN, EDO. DE MEXICO  
TEL. 343 40 06

MARCO A. RANGEL MUNGUIA  
JEFE DE UNIDAD  
D.G.S.U.  
RIO CHURUBUSCO 1155  
COL. ZAPATA VELA  
DEL. IZTACALCO, MEX.: D.F.

MARTIN G. RODRIGUEZ RDZ.  
JEFE DE MANTENIMIENTO  
CASA BLANCA  
AV. DE LAS COLONIAS 6  
COL. JARDINES  
54500 ATIZAPAN, EDO. DE MEX.  
TEL. 822 96 90

MA. DE LOURDES SANCHEZ VERA  
COORDINADOR  
DIREC. SERVS. URB. D.D.F.  
RIO CHURUBUSCO 1155  
COL. ZAPATA VELA  
08040 MEXICO, D.F.  
TEL. 657 26 58

ING. MARCO A. OCAMPO SANCHEZ  
SUPERVISOR  
COM. FED. DE ELECTRICIDAD  
RIO MISSISSIPPI 71  
COL. CUAUHEMOC  
DEL. CUAUHEMOC, MEXICO, D.F.  
TEL. 229 44 00 EXT. 3060

JAVIER RAMIREZ SOTO  
SUP. DE MANT. PREVENTIVO  
SMURFIT CARTON Y PAPEL D. MEX. SA.  
KM. 16.5 CARR. AZCAP. TLALNE.  
LOS REYES IZTACALA  
54090 TLANEPANTLA, EDO. DE MEX.  
TEL. 729 23 00

LUIS ALFONSO RDZ. CARREON  
GERENTE DE MANTENIMIENTO  
ORGANIZACION CASABLANCA  
RIO MISSISSIPPI 48  
COL. CUAUHEMOC  
06500 MEXICO, D.F.  
TEL. 208 00 40

J. JULIAN RUIZ CERDA  
JEFE DE MANTENIMIENTO  
ORGANIZACION CASABLANCA  
RIO MISSISSIPPI 48  
COL. CUAUHEMOC  
DEL. CUAUHEMOC, MEX. D.F.  
TEL. 208 00 40

JOSE LUIS SUAREZ A.  
JEFE DE UNIDAD  
D.G.S.U.  
RIO CHURUBUSCO 1155  
COL. ZAPATA VELA  
08040 MEXICO, D.F.  
TEL. 657 26 58

TRICOMAR DEMAC A COA N. 10MT

SILVERIO TENORIO PEREZ  
JEFE DEL. LEGARIA OP. DE INMB.  
BANCO DE MEXICO  
CINCO DE MAYO 2  
COL. CENTRO  
DEL. CUAUHTEMOC, MEX. D.F.  
TEL. 227 83 09

AB. SEM B  
EJECUTIVO DE CUENTA

JUAN MANUEL VERDE NEGRETE  
JEFE DE MANTENIMIENTO  
UNIVERSIDAD PANAMERICANA  
AUGUSTO RODIN 498  
COL. INSURGENTES MIXCOAC  
03920 MEXICO, D.F.  
TEL. 563 26 55

ENRIQUE VALLE VERDUZCO  
EJECUTIVO DE CUENTA  
GRUPO NACIONAL PROVINCIAL  
MIGUEL LAURENT 235 PISO 2  
COL. DEL VALLE  
03100 MEXICO, D.F.  
TEL. 326 49 99 EXT. 4057, 4122

COL. DEL VALLE

JANIL

ODS NTRH