

MANTENIMIENTO

RUTINARIO

JESÚS A.  
ÁVILA ESPINOSA  
y colaboradores

Serie AE  
Libro VERDE

1 Edición

4 de enero del 2000

## JESÚS A. ÁVILA ESPINOSA

Ingeniero Mecánico Electricista, egresado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, Diplomado en Administración del Mantenimiento, graduado en Alta Dirección de Empresas Públicas, con experiencia en el área de mantenimiento desde los inicios de su desarrollo profesional, como Jefe de Talleres y Mantenimiento de la Comisión de Fomento Minero. Ha participado como Ingeniero de diseño en la Ford Motor Company, Director General de Aeres Ingeniería, Jefe de Ingeniería de Mantenimiento en ABB Sistemas y Asesor de la Comisión Federal de Electricidad

Como consultor ha tenido a su cargo proyectos tan importantes como la ingeniería electromecánica y arquitectura del Sistema Cutzamala y el Sistema Linares Monterrey, ingeniería de detalle de la Planta de Turboreactores, proyecto de las redes eléctricas de la ciudad Lázaro Cárdenas, instalaciones electromecánicas del Centro de Convenciones de Cancún y una cantidad importante de proyectos de hoteles, plantas de bombeo, redes de alta, baja tensión y alumbrado público, elaboración de especificaciones de obra, equipo de transporte y manejo de materiales, elaboración de manuales de Mantenimiento y Diseño, así como estudios de ingeniería en general. Ha elaborado manuales de Mantenimiento y preparado normas para diferentes equipos e instalaciones.

Gran parte de estas actividades fueron desarrolladas en las empresas de consultoría del Grupo IPESA, del cual fue Director de Ingeniería Electromecánica e Industrial y Director de Finanzas y Administración.

Fue Asesor Técnico del Subsecretario de Industrias Paraestatales y de Transformación de SEMIP, así como Asesor del Director General de Astilleros Unidos, S.A. de C.V. y su Director de Operaciones

Es Director General de Comercial de Alta Tecnología, S.A. de C.V. (CATSA), donde se han diseñado y fabricado sistemas de control y seguridad, realizado trabajos de remediación, descontaminación y restauración de suelos, construcción y rehabilitación de sistemas de alumbrado público, así como se han elaborado las ingenierías de sistemas de tierras para centrales telefónicas, diagnósticos energéticos, de mantenimiento y estudios de factibilidad técnica, económica y financiera, calidad y productividad para Bancos, plantas industriales y de reciclaje de residuos sólidos.

En la docencia, con mas de 39 años de servicio, es profesor de la Facultad de Ingeniería desde el año de 1969 donde ha impartido las materias de Instalaciones Mecánicas, Diseño de Elementos de Máquinas, Gestión de Proyectos y haber obtenido por oposición la cátedra de Instalaciones Electromecánicas, de la cual es titular, decano y Presidente del Colegio respectivo.

Ha escrito mas de 17 libros sobre Mantenimiento, Instalaciones Electromecánicas, Gestión de Proyectos, Ahorro de Energía, Calidad, Alta Dirección y Supervisión y haber sido director de mas de 50 tesis. Es miembro fundador y presidente de la Sociedad Mexicana de Mantenimiento, A.C.

Ha sido conferenciante para la Organización de las Naciones Unidas (OACI), SANAA (Honduras), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), AMIME, AIUME, Bancomer, Banamex, Bolsa Mexicana de Valores, Club Rótario, CICM, CIME, Comisión Federal de Electricidad (CFE), CONAE, COPARMEX, FIDE, Instituto Mexicano de Edificios Inteligentes (IMEI), MICARE, Universidad Autónoma de Ciudad del Carmen, Universidad Ibero Americana, Universidad Lasalle, UPIICSA y las Universidades Tecnológicas de Tula Tepeji, Fidel Velázquez, Querétaro, Puebla y Nezahualcóyotl y en muchas otras empresas e instituciones. Estructuró el Diplomado en Administración del Mantenimiento en la Facultad de Ingeniería y ha sido el Coordinador desde sus inicios en 1983. Ha generado y coordinado cursos tales como Edificios Inteligentes, Calidad e ISO 9000, Instalaciones de Gas, Diagnósticos Energéticos, Evaluación de Medidas de Ahorro de Energía, Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, Supervisión y otros temas.

Ha implantado los Sistemas de Mantenimiento Total e Integral para diferentes empresas e instituciones.

Fundó la Sociedad Mexicana de Mantenimiento, A.C. (SOMMAC) en México, Cancún, Ciudad del Carmen, Monterrey, San Luis Potosí, Mazatlán, Matamoros e Hidalgo. Es su actual presidente.



**MANTENIMIENTO**

**RUTINARIO**

**JESÚS A.  
ÁVILA ESPINOSA  
y colaboradores**

**Serie AE  
Libro VERDE**

**10**  
Edición

4 de enero del 2000

Registro 440605  
Control VMR-09 /10

1ª edición  
2ª edición  
3ª edición  
4ª edición  
5ª edición  
6ª edición  
7ª edición 1993  
8ª edición 1996  
9ª edición 1997  
10 edición 2000

#### **ADVERTENCIA:**

Solicitar al autor ó SOMMAC su aceptación para la difusión didáctica las tablas y figuras y así poder verificar el empleo de sus 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 o de cualquier otro tipo sin permiso previo del autor.

J. Ávila Espinosa

0 - 1

**PRESENTACIÓN 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).

Este libro en su décima edición comprende los temas que se han incluido en el módulo del Diplomado en Administración del Mantenimiento que generé y se ha 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.

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. Arturo López Arce  
Ing. Manuel Guerrero Fernández  
Ing. Flavio Márquez Orozco  
Ing. José Pequeño Garza

Ing. Fernando Carrillo Basurto  
Dr. Victor Manuel Espinosa y de León  
Ing. Sergio González Broca  
Arq. Alfredo Ortiz Sánchez  
Sra. Lilia Velázquez Arcos

Con la aportación de usted, ilustre lector, se continuará integrando este texto y la serie, que refleja los logros del mantenimiento en México.

La integración de estos apuntes ha contado con la eficiente participación de la Ing. Verónica Avila Chavero, quien además de revisar, aportó un tema a este texto. También quiero agradecer la paciencia de la Gerente de la Sociedad Mexicana de Mantenimiento, A.C. , Lic. Graciela Ojeda Guevara, quien ha dado un fuerte impulso a SOMMAC.

04 de enero del 2000.

J. Ávila Espinosa

0 - 2

**ÍNDICE \***

0-1	Presentación del libro		0 - 01
0-2	Índice		0 - 02
0-6	Presentación de temas		0 - 04

Pags. 5

\* Nota: La nomenclatura de los temas corresponde a la clasificación de especialidades de SOMMAC (Libro Gris)

**A1 - JARDINERIA.**

1.1	Proyecto del jardín		1 - 01
1.2	Tipos de árboles y arbustos		1 - 07
1.3	Trasplante		1 - 09
1.4	Plantas para interiores		1 - 11
1.5	Ejecución de trabajos		1 - 15
1.6	Mantenimiento en jardinería urbana		1 - 17
1.7	Clasificación de pastos		1 - 19
1.8	Fertilizantes y fumigación		1 - 21
1.9	Fumigación		1 - 23
1.10	Herramientas		1 - 23
1.11	Equipo complementario		1 - 25

Pags. 28

**C1 - MANTENIMIENTO CIVIL.**

1.1	Tareas		1 - 01
1.2	Fallas		1 - 07
1.3	Cimentación		1 - 09
1.4	Asentamientos		1 - 09
1.5	Fractura		1 - 11
1.6	Humedad		1 - 11
1.7	Mantenimiento Mayor		1 - 13

Pags 13

**C7 - IMPERMEABILIZACION.**

7.1	Evitar		7 - 03
7.2	Desalojar		7 - 05
7.3	Deslizamiento		7 - 05
7.4	Impermeabilizar		7 - 06
7.5	Reporte de impermeabilización		7 - 09

Pags. 9

**M5 - SOLDADURA.**

5.1	Soldadura autógena		5 - 01
5.2	Soldadura de arco		5 - 09
5.3	Soldadura por resistencia		5 - 15

Pags. 19

**M6 - MANTENIMIENTO MECÁNICO.**

6.1	Problemas mecánicos comunes	8 - 01
6.2	Soportería	6 - 05
6.3	Canalizaciones	6 - 09
<b>Pags.</b>		<b>16</b>

**M7 - TORNILLERÍA.**

<b>Pags.</b>	<b>4</b>
--------------	----------

**M8 - VIBRACIONES.**

8.1	Introducción	8 - 01
8.2	Vibración	8 - 01
8.3	Equipo de medición	8 - 10
8.4	Control de la vibración	8 - 11
<b>Pags.</b>		<b>12</b>

**M9 - ADHESIVOS Y SELLADORES**

9.1	Definición	9 - 01
9.2	Requisitos	9 - 03
9.3	Sujetadores de piezas roscadas	9 - 03
9.4	Adhesivos estructurales	9 - 05
9.5	Compuestos retenedores	9 - 08
9.6	Adhesivos instantáneos	9 - 08
9.7	Adhesivos ultravioleta	9 - 09
9.8	Preaplicados	9 - 09
9.9	Glosario de términos	9 - 10
<b>Pags.</b>		<b>11</b>

**R1.1 - CONCEPTOS BÁSICOS DE LA LIMPIEZA.**

1.1.1	Aclaración del concepto "biodegradabilidad"	1.1 - 01
1.1.2	Impacto a la seguridad industrial	1.1 - 03
1.1.3	Regulaciones ambientales y de seguridad	1.1 - 05
1.1.4	Bases teóricas de la limpieza	1.1 - 11
1.1.5	Viscosidad, concentración y densidad	1.1 - 15
1.1.6	Solventes y desengrasantes	1.1 - 16
1.1.7	Solventes de seguridad	1.1 - 18
<b>Pags.</b>		<b>19</b>

**R1.2 - LIMPIEZA**

1.2.1	Generalidades	1.2 - 01
1.2.2	Clasificación de áreas	1.2 - 05
1.2.3	Limpieza total	1.2 - 07
1.2.4	Comisiones mixtas	1.2 - 09
1.2.5	Personal de limpieza	1.2 - 11
1.2.6	Desarrollo de la limpieza	1.2 - 13
1.2.7	Métodos y requerimientos de limpieza	1.2 - 15
1.2.8	Equipos	1.2 - 17
1.2.9	Artículos de aseo	1.2 - 21
1.2.10	Programas de limpieza	1.2 - 21
1.2.11	Supervisión	1.2 - 25
<b>Pags.</b>		<b>25</b>

**R2 - LUBRICACIÓN.**

2.1	Introducción a la lubricación	2 - 01
2.2	Parámetros que afectan a la lubricación	2 - 09
2.3	Características de los lubricantes	2 - 13
2.4	Propiedades de los lubricantes	2 - 15
2.5	Tipos de lubricantes	2 - 17
2.6	Grasas lubricantes	2 - 17
2.7	Elección de un lubricante	2 - 19
2.8	Contaminación	2 - 22
	Pags.	24

**R4 - PLAGAS Y ROEDORES.**

4.1.	Plagas	4 - 01
4.2.	Roedores	4 - 07
4.3.	Otros Animales	4 - 09
4.4.	Desinfección	4 - 10
	Pag.	10

**R5 PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN.**

5.1	Definición	5 - 01
5.2	Principios de la teoría	5 - 01
5.3	Formas de la corrosión	5 - 03
5.4	Corrosión galvánica y uniforme	5 - 05
5.5	Corrosión por erosión	5 - 07
5.6	Corrosión por agrietamiento	5 - 09
5.7	Corrosión por picadura	5 - 11
5.8	Corrosión por exfoliación y disolución selectiva	5 - 11
5.9	Corrosión intergranular o intercristalina	5 - 12
5.10	Corrosión de fractura por tensión	5 - 12
5.11	Química y electroquímica de la corrosión	5 - 15
5.12	Productos de corrosión	5 - 17
5.13	Electroquímica de la corrosión	5 - 17
	Pags.	18

**R7 CÓDIGO DE COLORES.**

7.1	Código d colores	7 - 01
7.2	Hachurados	7 - 01
7.3	Seguridad	7 - 03
7.4	Rótulos	7 - 05
7.5	Letreros y signos	7 - 05
	Pags.	8

**S3 PREVENCIÓN EN SINIESTROS.**

3.1	Revisión periódica de estructuras	3 - -01
3.2	Precauciones en siniestros	3 - 06
3.3	Trabes de concreto	3 - 07
3.4	Columnas de concreto	3 - 08
3.5	Losas de concreto	3 - 08
3.6	Estructuras de acero	3 - 09
3.7	Cimentaciones y hundimientos	3 - 09
3.8	Muros	3 - 10
3.9	Nivelación	3 - 11
	Pags.	12



<b>S5</b>	<b>PINTURA.</b>	
5.1	Definición	5 - 01
5.2	Composición de la pintura	5 - 03
5.3	Pinturas comunes	5 - 03
5.4	Preparación de superficies	5 - 05
5.5	Igualación de colores	5 - 05
5.6	Especificación de pinturas	5 - 07
5.7	Color	5 - 07
5.8	Pintura en superficies metálicas	5 - 19
5.9	Madera	5 - 20
5.10	Mampostería	5 - 21

0 - 3

## PRESENTACIÓN DE TEMAS.

En este libro se tratan las temas básicos del Mantenimiento Rutinario, numerando los capítulos conforme a las claves establecidas por SOMMAC (vr libro Gris).

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.

## Capítulo A1

# JARDINERÍA

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 están en proceso de desarrollo, obteniendo su evolución plena al trasplantarse, siendo ésta normalmente la primera tarea del Mantenimiento, el cual se debe continuar con la debida atención y cuidado de las plantas en:

- Riego
- Poda
- Cortes
- Fertilización
- Erradicación de elementos que deterioran su crecimiento como son:
  - Plagas
  - Pastos o plantas silvestres.

Mantenimiento debe vigilar su desarrollo, procurando que las diferentes tareas se efectúen en forma oportuna, llevando un control de su aplicación.

### 1.1 PROYECTO DEL JARDÍN.

Para proyectar un jardín, se deben conocer los siguientes conceptos:

- Objetivo
  - Funcional
    - Ahorro de energía (sombreados)
    - Cerca
  - Ornamental
- Características del ambiente (sitio)
- Clima.
- Naturaleza del suelo.
- Orientación del área.

Tabla A1.1

**INDUSTRIA.**

<b>Plantas adaptables de follaje perenne</b>	<b>Aplicación</b>
Arbustos	Cortina de 1.5 a 3.0 m de altura Ó Arriate
Azalea, fornio, clavo	Arriate de 0.6 a 1.2 m
Arrayán, trueno dorado o lila	Seto de 0.4 a 1.0 m
Falangio, panalillo, alluve	Seto de 0.1 a 0.2 m
Galvia en variedades	Cubre piso Cubre barda 1.0 a 5.0 m

Tabla A1.2

**ZONAS DE RECREO.**

<b>Plantas adaptables de follaje abundante</b>	<b>Aplicación</b>
Bambú de caña o plumoso	Cortina de 2.0 a 5.0 m de altura
Laurel de la india	Sombra extensa
Jacaranda	Alcanza hasta 10.0 m de altura
Mimosa	
Calistemo, pampadras o papiro egipcio	Arriate de 1.0 a 2.0 m
Rosa - laurel, tulipán, geráneo, azalea	Arriate de 0.5 a 1.0 m

Tabla A1.3

**URBANIZACIÓN Y PARQUES DEPORTIVOS.**

<b>Plantas adaptables de follaje caducifolio preferente</b>	<b>Aplicación</b>
Fresno, liquidámbar, trueno, eucalipto, Jacaranda, mimosa	Separados 1.5 m
Piracanto, trueno dorado o lila boxus de arrayán	Arriate de 0.4 a 1.0 m o seto
Agasania, falangio, pasto festuca, Romero blanco	Cubre pisos de 0.2 m
Bugambilia o galvia	Cubre barda 1.0 a 4.0 m

### 1.1.1 CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO.

Debe considerarse el tipo de construcción y obra donde se tendrá 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 A1.1).

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.

- 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 obscuro.

- Arrayán, trueño 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.

Tabla A1.4

**CASA - HABITACIÓN.**

<b>Plantas y arbustos de follaje perenne y de floración</b>	<b>Aplicación</b>
Ciprés itálico, chamancipariis, araucaria, cedro de Odara, junípero, thuja, camelia, bambú, cedrela	Adaptables a lugares fríos o de media sombra
Hemerocalis, malvón, delfinio, agapando, geranio, hortensia, margaritón, clavel, azucena	Resistente a lugares soleados Floración constante
Peperónea, amaranto, alluve, alternatea, falangio, rocío	Floración y follaje de suave textura y colorido
Piracanto, bugambilia, madreSelva, gloria, clematis	Floración constante Enredaderas y cubre bardas

Tabla A1.5

**TIPOS DE CLIMA.**

<b>Características</b>	<b>Variedad de plantas</b>
Seco	Arbustos, perenfolias, cactáceas
Caluroso ó húmedo	Tropicales, caducifolias, florales y semitropicales.

- **Zonas de recreo** (tabla A1.2)  
Se aplica un tipo de plantas con abundancia de follaje y rápido crecimiento, así como plantas de floración que le prodigan su colorido.
- **Urbanización y Parques Deportivos** (tabla A1.3)  
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 transeúntes 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.
  - 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 A1.4).  
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.

### 1.1.2 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 A1.5)

### 1.1.3 NATURALEZA DEL SUELO.

El suelo se puede clasificar en:

- Barroso Tipo de tierra mas compacto y difícil para que penetre el agua.
- Medio Mas ligero, pero no retiene mucho la humedad.
- Arenoso De partículas grandes, retiene mas agua y produce una evaporación mas rápida.

# FILTRACIÓN EN EL TERRENO. PROCEDIMIENTO

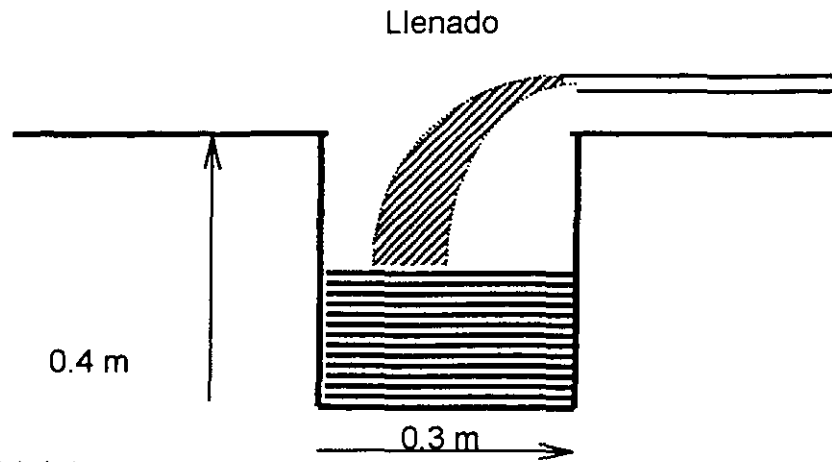


Fig. A1.1.1

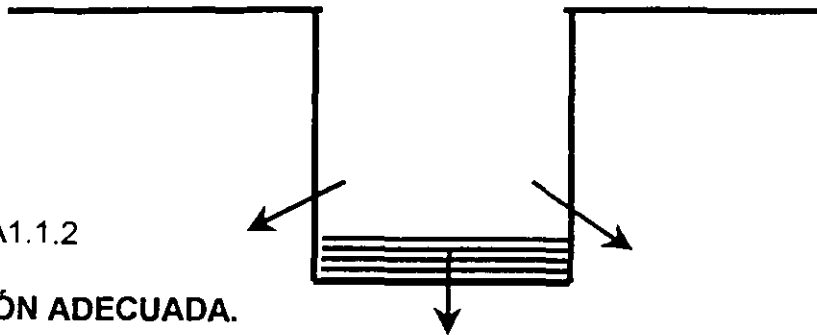


Fig. A1.1.2

**FILTRACIÓN ADECUADA.**

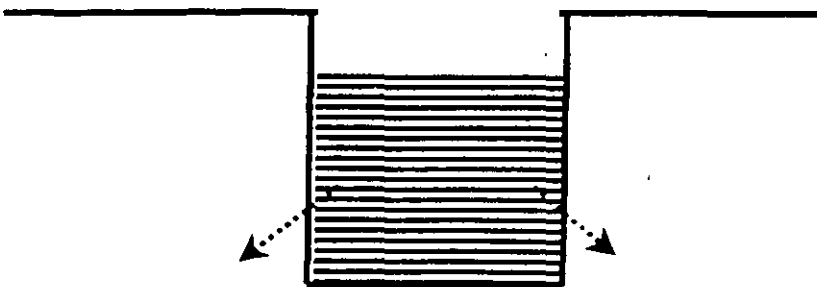


Fig. A1.1.3

**FILTRACIÓN INADECUADA.**



Para conocer la capacidad de filtrado del terreno se procede a: (fig. A1.1)

- Excavar de una cepa de 0.30 x 0.30 x 0.40 m = 36 l
- Llenar de agua indicando su nivel y se deja durante un día.
- Revisar el nivel al día siguiente.
- Análisis de resultados:
  - Absorción total: Buen filtrado y se puede plantar.
  - Estancamiento: Necesario excavar a una profundidad mínima de 20 cm y rellenar con grava o tezontle, adicionada de tierra vegetal e impregnada con fertilizante.

#### 1.1.4 ORIENTACIÓN DEL ÁREA.

- 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.

## 1.2 TIPOS DE ÁRBOLES 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:

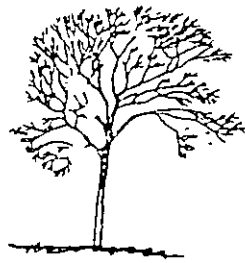
- Árbol de follaje.
- Árbol de flor.
- Árbol de flor y fruto.

Se dividen en:

- Caducifolios, cuando se desprenden anualmente (fig. A1.2.1)
- Perenfolios, cuando su hoja es persistente, algunos originan nueva hoja antes de que caigan las existentes (fig. A1.2.2)

Para identificar un árbol de un arbusto se observa lo siguiente:

- Árbol es el que desarrolla vertical su tronco a grandes alturas, sosteniendo su ramaje o copa (tabla A1.6 y fig. A1.2.3)
- Arbusto, es el que despliega su ramaje desde la base del tronco y su altura no excede de 3.00 m (tabla A1.7 y fig. A1.2.4)



Caducifolios  
Fig. A1.2.1



Perenfolios  
Fig. A1.2.2



Árbol  
Fig. A1.2.3



Arbusto  
Fig. A1.2.4

## 1.3 TRASPLANTE DE ARBOLES ORNAMENTALES Y ARBUSTOS.

El trasplante de árboles y arbustos se realiza por diversas causas que pueden ser:

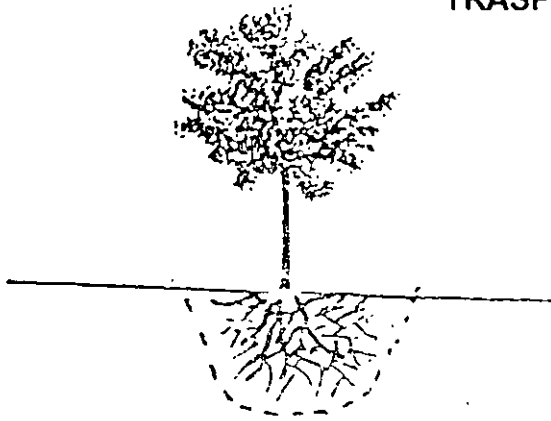
- La ubicación donde se encuentra es perjudicial para su debido desarrollo por el exceso de sombra y falta de luz solar.
- Su desarrollo es excesivo y perjudica las construcciones inmediatas.
- Produce demasiada sombra a los accesos.

### 1.3.1 FORMA DE TRASPLANTAR.

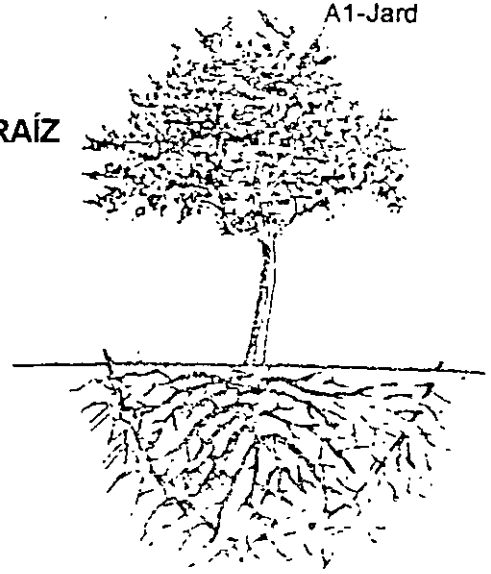
Con objeto de que el trasplante tenga resultados positivos, se deben considerar las siguientes observaciones:

- **Árbol de mínimo desarrollo** (fig. A1.3.1)  
Este tipo de árbol es de fácil trasplante.  
Se hace un corte con la pala a una distancia en la que se estime no existan ya raíces para formar un cepellón, que al levantarlo hasta el fondo contenga las raíces y una parte de tierra alrededor de ellas para protegerlas.
- **Arboles que han logrado mayor desarrollo** (fig. A1.3.2)  
Las raíces se han extendido  
El corte se puede hacer cortando las ramificaciones pequeñas.
- **Arboles de forma piramidal** (fig. A1.3.3)  
La forma de su raíz permite su trasplante con mayor facilidad.
- **Árbol añoso.**  
Cuando se requiere este trasplante, deben tomarse las precauciones debidas, esto es:
  - Hacer un corte de las raíces a distancia, en función al cepellón que se va a formar, dejándolo mínimo una semana para proteger su vitalidad (fig. A1.3.4)
  - 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. A1.3.5)
  - Tratándose de árbol caducifolio, deberán quitarse las hojas por completo, para que su recuperación sea mas efectiva.

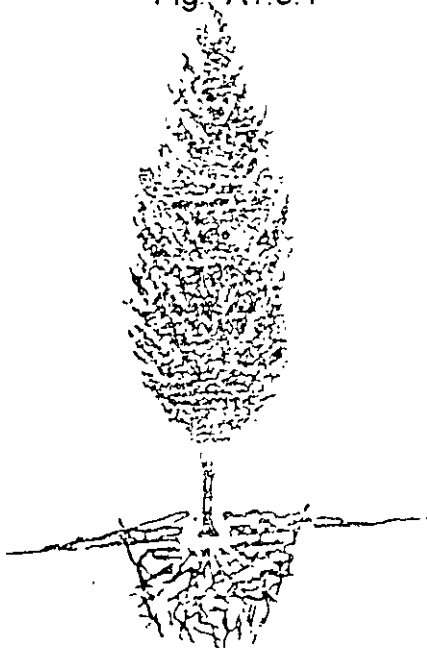
### TRASPLANTES. TIPOS DE RAÍZ



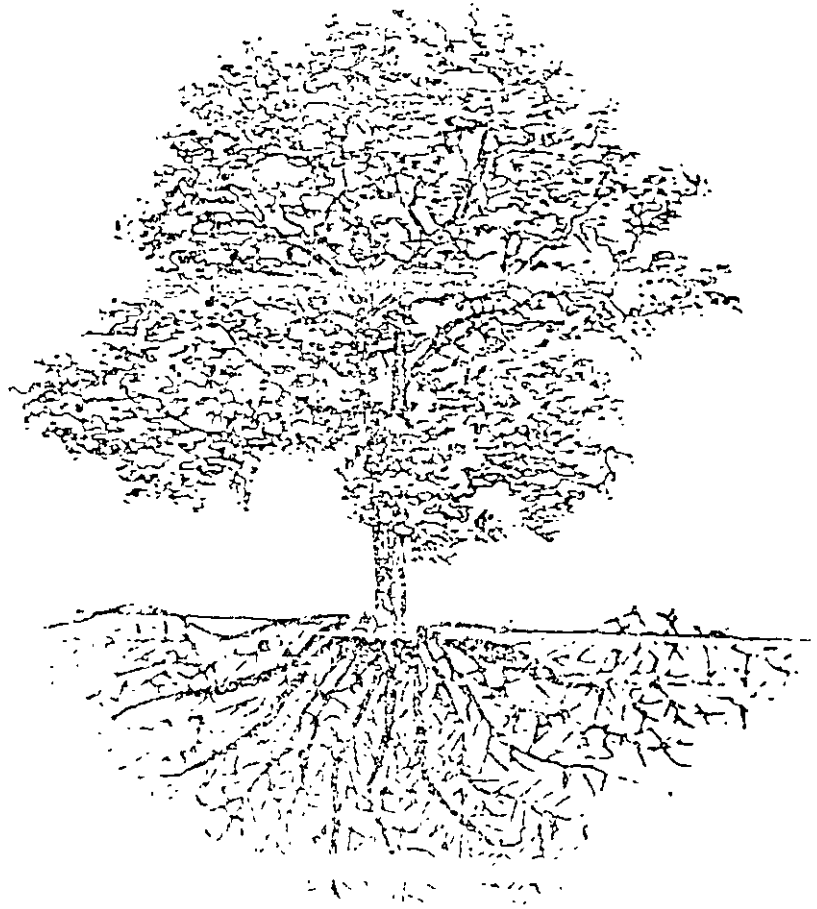
En desarrollo  
Fig. A1.3.1



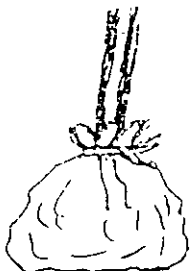
Desarrollados  
Fig. A1.3.2



Raíz piramidal  
Fig. A1.3.3



Raíz extendida  
Fig. A1.3.4



Protección del cepellón  
Fig. A1.3.5

### **1.3.2 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.

### **1.4 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 ésto 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).

Asimismo 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.

#### **1.4.1 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

Tabla A1.6

**TIPOS DE ÁRBOL.**

<b>Nombre</b>	<b>Característica</b>
Fresno fig. 1.4.1 Liquidámbar Trueno Casuarina Laurel de la india Eucalipto Sauce Álamo plateado Chopo	Resistente. Altura hasta de 5.0 m en condiciones Apropiado para plantaciones masivas, reforestaciones, urbanismo. Solamente produce follaje y es caducifolio.
Magnolio Jacaranda fig. A1.4.2 Mimosa Tulipán africano Colorín Camelia	Resistente. Altura hasta de 5.0 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, es caducifolio.
Ciruelo Manzano fig. A1.4.3 Durazno Naranja Limonero	Su aplicación en jardinería es primordialmente ornamental por su floración, pues en las ciudades no es fácil su fruto.

Tabla 1.7

**TIPOS DE ARBUSTO.**

<b>Nombre</b>	<b>Característica</b>
Ciprés itálico fig. A1.4.4	Alcanza alturas hasta 10 m su desarrollo es lento, pero su belleza se aprecia desde sus inicios.
Chamanciparis Cedrela Thuja fig. A1.4.5 Cedro	Su altura no sobrepasa a 4.00 m, la fronda es extensa y se desarrolla lentamente
Araucaria Cedro de Odara fig. A1.4.6 Oyamel	Por la finura de su follaje es fácil modelar figuras ornamentales. Esta variedad tiene su ramaje horizontal necesita de gran espacio para su lucimiento

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.

#### **1.4.2 LIMPIEZA.**

Para su limpieza, se procurará un lienzo húmedo, al que se le impregnará 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 más benéfico para las plantas.

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:

- Limpieza con brocha. Es muy apropiada para las plantas pequeñas que tienen las hojas delicadas. (fig. A1.5)
- Aspersor manual. Se utiliza cuando se trata de helechos o espárragos, cuidando de sostener la hoja para evitar que se quiebre. (fig. A1.6)

#### **1.4.3 CACTÁCEAS.**

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 más 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.



Fresno  
Fig. A1.4.1

Jacaranda  
Fig. A1.4.2

Manzano  
Fig. A1.4.3



Ciprés itálico  
Fig. A1.4.4



Cedrela  
Fig. A1.4.5



Cedro de Odara  
Fig. A1.4.6



Su mantenimiento consiste en:

- Colocación. Deberá tener una cama de tezontle en gravilla en proporción del 75%.
- Facilitar su drenado y ventilación. El suministro de tierra vegetal (25%) deberá contener un compuesto de hoja de encino para este fin.
- Regar como mínimo cada 15 días, en función de la estación del año y la precipitación pluvial.
- Vigilar que no se presente alguna plaga y en su caso, combatirla inmediatamente.
- 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.

## 1.5 EJECUCIÓN DE TRABAJOS.

Las actividades para realizar la jardinería deben ser:

- Preparar el terreno limpiándolo de basura, cascajo, piedras o raíces profundas.
- Conocer la humedad del subsuelo previa excavación.
- Identificar las instalaciones y obras que pudieran existir bajo el subsuelo mediante:
  - . Planos
  - . Señalamientos (por ejemplo cintas de plástica naranja para indicar cables de alta tensión directamente enterrados)
- Requerimientos de material de relleno en proporción a lo indicado en la tabla 1.8
- Instalaciones complementarias de ornato (iluminación, fuentes).
- Mobiliario de jardín

### LIMPIEZA CON BROCHA.

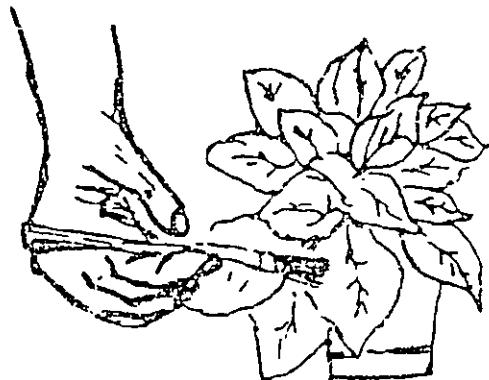


Fig. A1.5

### LIMPIEZA CON ASPERSOR.

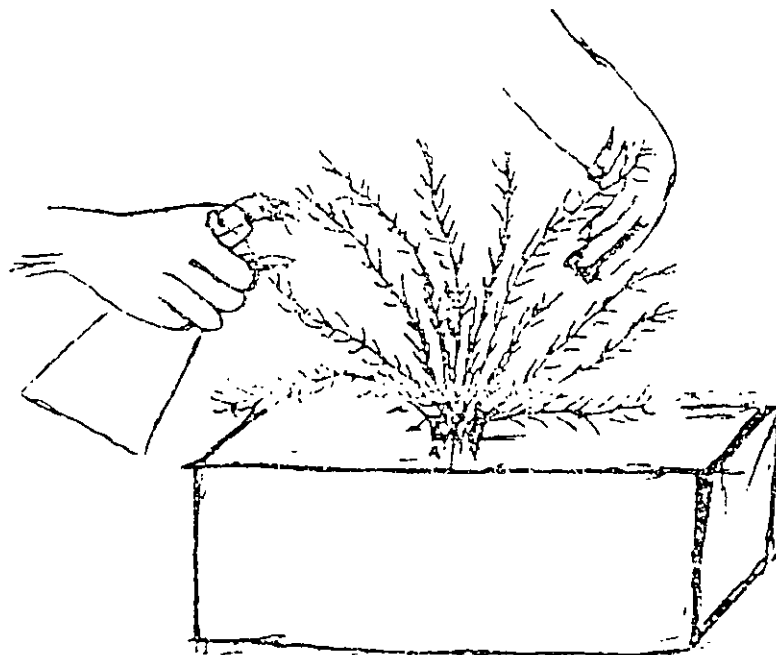


Fig. A1.6

## 1.6 MANTENIMIENTO EN JARDINERÍA 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
- 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 transeúntes.
- Arbolado uniforme, se protege generalmente con seto que no sobrepase una altura de 0.60 a 0.80 m
- Seto de trueno o pircanto, es un sistema de jardinería conformada, que se logra haciendo los cortes necesarios para conservar la forma o figura que se estile
- 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
- El mantenimiento constante, evita problemas y realza su belleza
- 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. A1.7)  
Debe hacerse un corte uniforme, dejando libres los cables de energía

- Las ramas que crecen lateralmente dañan seriamente las construcciones.

Tabla A1.8

**PLANTACIÓN EN EXTERIORES.**

<b>Tipo de plantación</b>	<b>Material de relleno</b>
Césped normal (para campos deportivos son diferentes especificaciones)	Tierra lama en tendido de 0.1 a 0.2 m.
Colocación de plantas	Tierra vegetal preparada en cepa de 0.2 a 0.4 m
Árboles de 1.5 m a 5.0 m	Tierra lama, adicionada con fertilizantes (tipo triple 17) y tierra vegetal preparada en cepa de 0.6 a 0.9 m.

## 1.7 CLASIFICACIÓN DE PASTOS.

En la variedad de pastos ó césped de ornato se encuentran pastos para terreno seco, húmedo o sombreado; en la tabla 1.9 se indican los mas comunes.

Las mezclas de pastos se aplican para obtener mejores resultados; en la tabla 1.10 se indican las características de las 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 oscuro 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.

### 1.7.1 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.

### 1.7.2 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 1.10 con su solución.

**PROBLEMA CON LAS REDES DE ALUMBRADO PÚBLICO,  
ALTA Y BAJA TENSIÓN Y TELÉFONOS.**

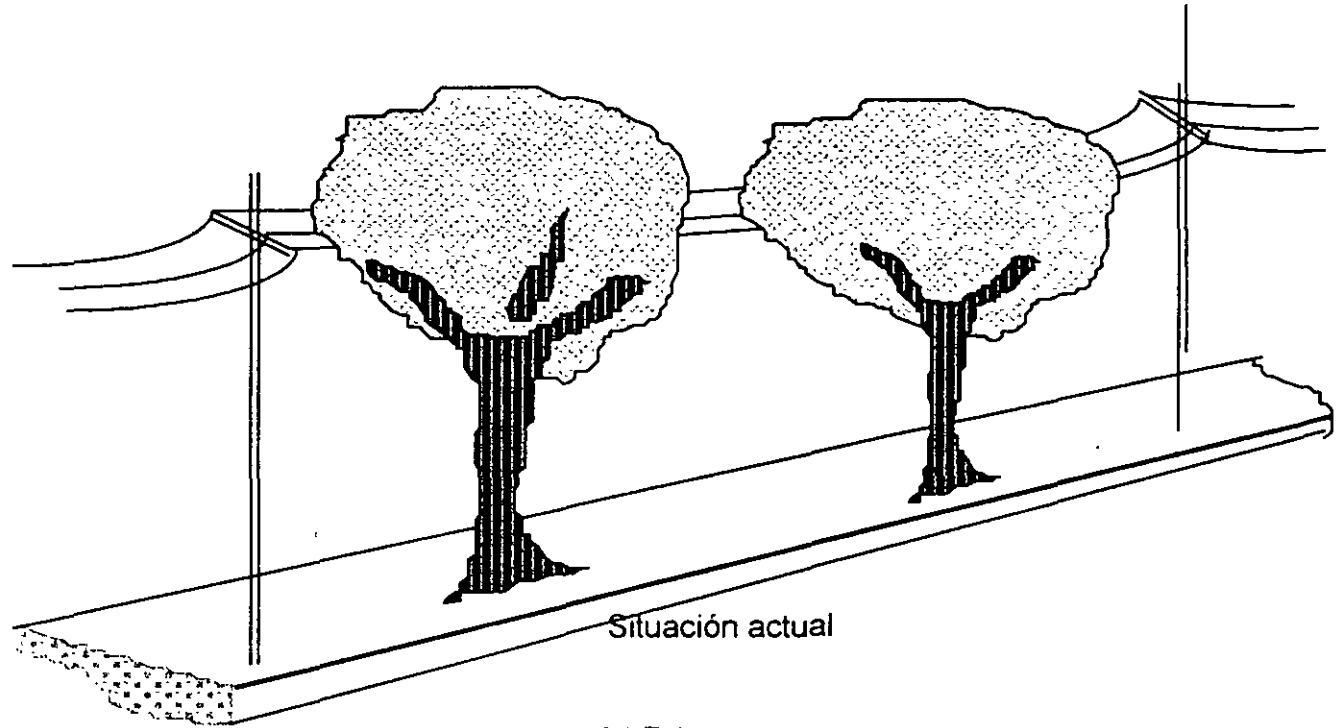
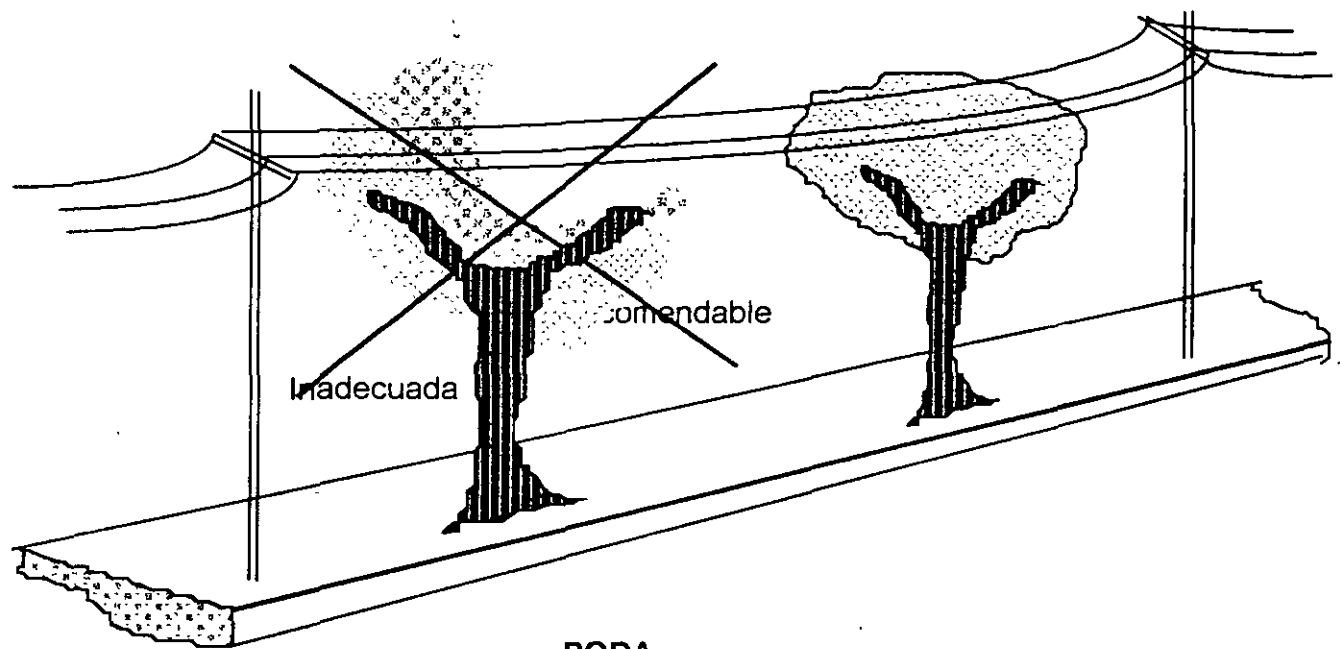


Fig. A1.7.1



**PODA**

Fig. A1.7.2

## 1.8 FERTILIZACIÓN Y FUMIGACIÓN.

Se realiza cuando menos dos veces al año, la primera en el mes de enero y la segunda de junio a julio.

Frecuentemente aparecen en el mercado nuevos (?) productos, básicamente con la misma mezcla y que solo difieren en las proporciones y presentación del producto.

La fórmula básica de éstos es la siguiente:

- Sulfato de amonio            25 %            (aprox. 20.5 % de nitrógeno)
- Nitrato de potasio        25 %
- Fosfato de cal            50 %
- Proporción                3 g / l de agua    10 g / m<sup>2</sup>

### 1.8.1 INSTRUCCIONES PARA SU USO.

Aplicar uniformemente y regar abundantemente con agua después de cada aplicación.

#### Pasto:

- Cucharadas soperas      5 c / m<sup>2</sup>

#### Arbustos, plantas y flores en macetas

- Cucharadas chicas        1 c / hasta        5 l de capacidad
- Cucharadas soperas      1 c / de        5 a 10 l de capacidad
- Combinar con triple 17    de        + 10 l de capacidad

#### Arbustos, plantas y flores en jardines

- Complementa al triple 17

### 1.8.2 PRECIO.

Sulfato de amonio:

El costo es de \$ 7.50 / kg (\$ 0.80 USd / kg)

Tabla A1.9

PROBLEMA		SOLUCIÓN		
Tipo de semilla	Rendimiento de 1 kg	Germinación (días)	Característica terreno	Resistencia tránsito
Bermuda	40 a 50 m <sup>2</sup>	30 a 35	soleado	Alta
Inglés perenne	25 a 30 m <sup>2</sup>	10 a 15	soleado	Baja
Ray grass	35 a 40 m <sup>2</sup>	20 a 30	media sombra	Alta
Trébol	40 a 45 m <sup>2</sup>	15 a 20	sol o sombra	Alta

Tabla A1.10

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%



## 1.9 FUMIGACIÓN.

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 enredaderas.
- Con pastillas expansivas que se entierran en el suelo para exterminar animales, tusas o ratas.

La vigilancia deberá ser constante e independiente de la aplicación bianual; si aparece alguna plaga deberá aplicarse el producto a requerir inmediatamente.

## 1.10 HERRAMIENTAS.

- Palas:
  - carbonera (fig. 1.8.1)
  - de cuchara (fig. 1.8.2)
  - derecha (fig. 1.8.3)
  - de diferentes características para trabajos pequeños o macetas.
  - Rastrillo (fig. 1.8.4)
- Azadón:
  - de pico (fig. 1.8.5)
  - recto. (fig. 1.8.6)
- Bieldo (fig. 1.8.7)
- Tijeras:
  - Para podar de mango largo para
    - ramas delgadas altas. (fig. 1.8.8)
  - Para podar de mango corto para:
    - setos, hojas, ramas cortas y delinear el pasto (fig. 1.8.9)
    - De mano para corte de ramas cortas y gruesas (rosales principalmente) (fig. 1.8.10)
- Segueta para corte de ramaje o troncos delgados (fig. 1.8.11)
- Serrucho para corte de troncos gruesos o ramajes fuertes (fig. 1.8.12)
- Palas para trabajos menores y macetas (fig. 1.8.13)
- Escoba metálica para barrer hojas en el pasto (fig. 1.8.14)

Tabla A1.11

<b>Problema</b>	<b>Solución</b>
Deficiencia orgánica.	Aplicación de una capa de tierra lama con impregnación de fertilizante.
Enfermedad por insectos, larvas que afectan las raíces comúnmente la gallina ciega.	Aplicación de fungicida líquido, con rociador
Hierba que absorbe la sustancia nutriente.	Desyerbe a mano o aplicación de herbecido especial
Falta de luz solar, que la intercepta la sombra de las copas de los árboles.	Replantación de plantas mínima de media

## 1.11 EQUIPO COMPLEMENTARIO

Se requiere de equipo indispensable como:

- Podadora de pasto manual o de motor (fig. A1.9.1)
- Distribuidor de abono.
- Perfilador de estos (eléctrico)
- Pulverizador manual
- Espolvoreador de motor
- Orilladora de pasto
- Mangueras
- Aspersores
- Carretillas.

Tabla A1.12

**RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA.**

<b>Trabajo a ejecutar</b>	<b>Hombre día</b>
Corte de pasto con máquina	300 m <sup>2</sup>
Riego y barrido	1200 m <sup>2</sup>
Poda de árboles altura promedio de 4.0 m del suelo por pieza (incluye recoger ramas y hojas)	10%
Plantación de plantas de ornato (bote de 3 litros) (incluye acarreos)	100 pzas. / jornada
Relleno de tierra lama, emparejado y rastrillado	6.0 m <sup>3</sup>

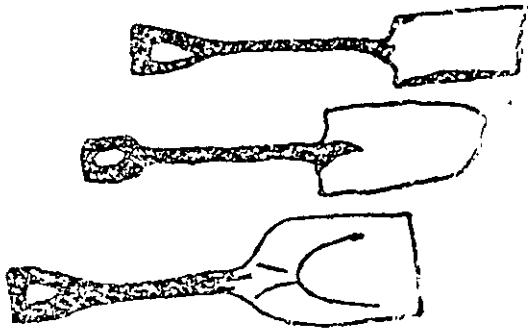
Tabla 1.13

**FRECUENCIA DEL SISTEMA.**

<b>Trabajo a ejecutar</b>	<b>Periodo</b>
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

### HERRAMIENTAS.

#### Palas:

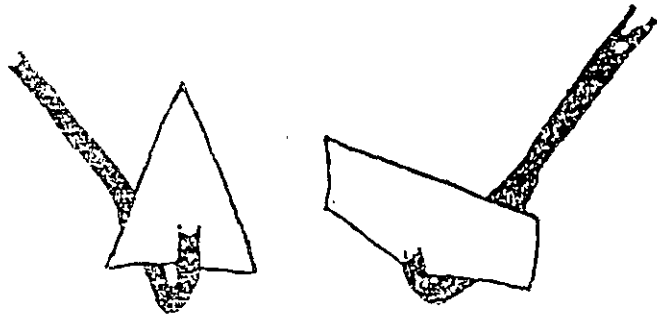


carbonera Fig. A1.8.1 de cuchara Fig. A1.8.2 derecha Fig. A1.8.3

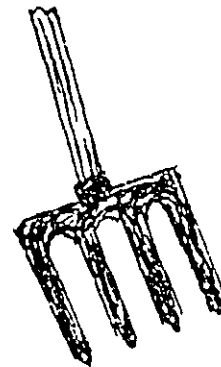


Rastrillo Fig. A1.8.4

#### Azadón:

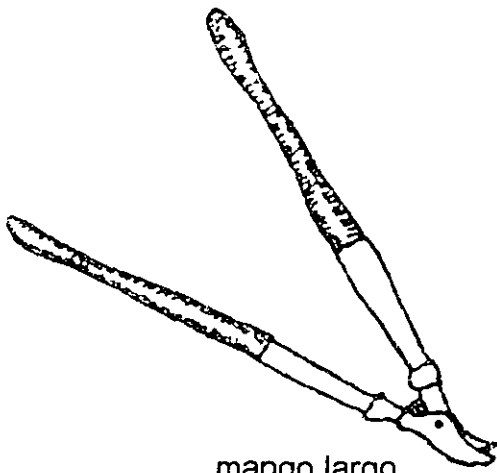


de pico Fig. A1.8.5 recto Fig. A1.8.6

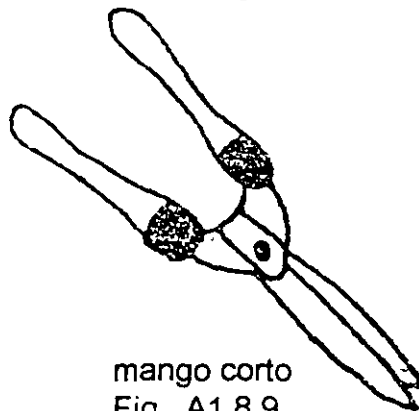


Bieldo Fig. A1.8.7

#### Tijeras:



mango largo Fig. A1.8.8

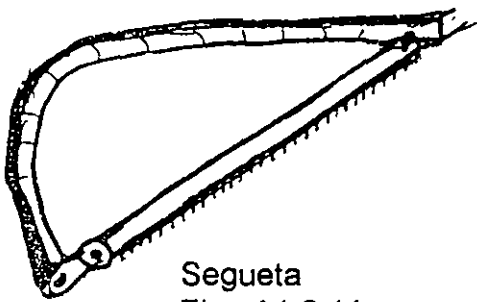


mango corto Fig. A1.8.9

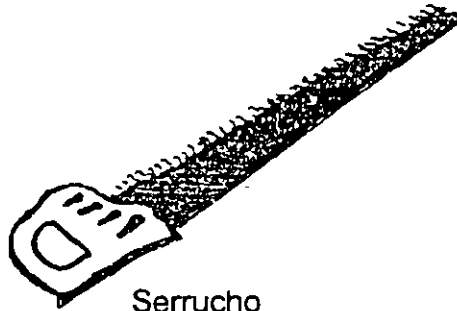


De mano Fig. A1.8.10

### HERRAMIENTAS.



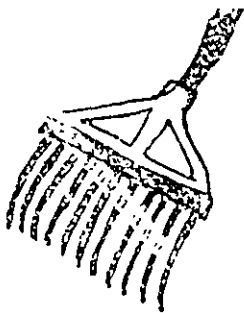
Segueta  
Fig. A1.8.11



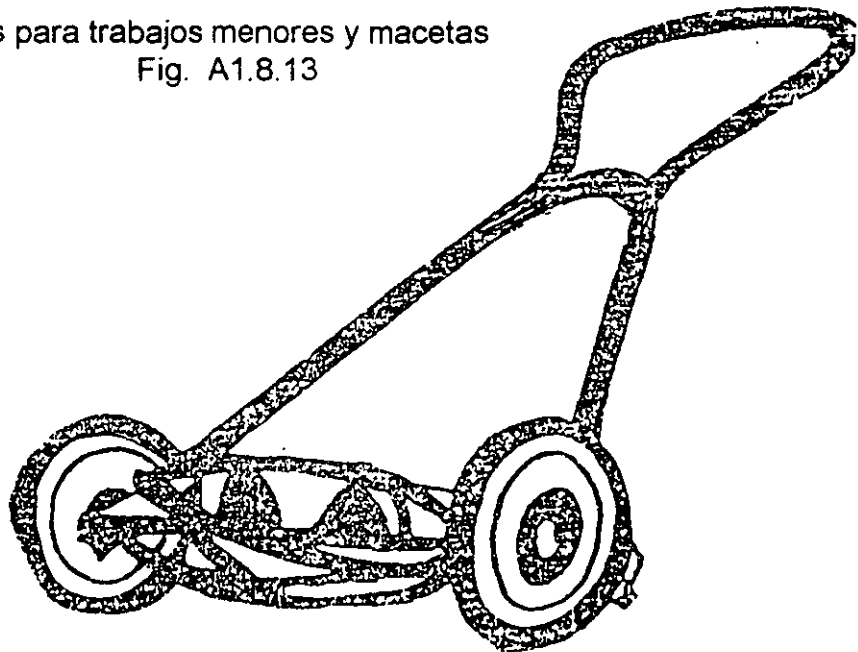
Serrucho  
Fig. A1.8.12



Palas para trabajos menores y macetas  
Fig. A1.8.13



Escoba metálica  
Fig. A1.8.14



Podadora  
Fig. A1.9

## Capítulo C1

**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 C1.1), 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 C1.2)
- Impermeabilización

Tabla C1.1

## ACTIVIDADES DE INGENIERÍA.

- 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 C1.2

## FRECUENCIA PROMEDIO DE REPINTADO.

PINTURA	FRECUENCIA
Vinílicas	anual
Acracias	anual
Látex	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 reemplaza la herrería (puertas y ventanas), vidrios y acabados (fachadismo).

**¡Cuidado!** no acepte que se oculten los elementos estructurales que pueden ser el elemento fundamental de detección de cualquier falla.

También se tienen remodelaciones por conveniencia de mercado.

### 1.1.3 REPARACIÓN.

Desafortunadamente la reparación 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 (título 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 INSPECCIÓN.

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)

Tabla C1.3

**INSPECCIÓN.**

- CIMENTACIÓN.
- ESTRUCTURAS
- COLUMNAS
- TRABES
- MUROS
- AZOTEAS
- HERRERÍA
  - . Puertas
  - . Ventana
  - . Escaleras

Tabla C1.4

**FORMA DE INSPECCIÓN ESTRUCTURAL.**

Visual  
(recorrido)

Calas en la cimentación

Nivelación  
(con niveles diferenciales)

Testigos

Instrumentación

Debe efectuarse una inspección anual, considerando los conceptos enlistados en la tabla C1.3. 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 C1.4), adicional a los correspondientes en las áreas de Arquitectura e Instalaciones.

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 en el Mantenimiento.

### **1.1.5 MODIFICACIÓN.**

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
  - . Control
    - Avances
    - Estimaciones
- Ingeniería:

Tabla C1.5

**ELIMINACIÓN DE HUMEDAD EN MUROS.****Alternativa 1: REMOCIÓN 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°), diámetro 16 mm y en tresbolillo.
3. Proceder a colocar el aplanado o enyesado.

**NOTA:**

Pueden aplicarse las diferentes alternativas en forma combinada.

## **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.
- Estos errores pueden ser por:
  - Diseño
  - Construcción:
    - Mano de Obra
    - Materiales
    - Procedimientos

### **1.2.2 MODIFICACIÓN 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, por lo que es necesario demostrar oportunamente la importancia de esta actividad.

Así se crean condiciones inseguras.

### **1.2.4 SINIESTROS.**

Estos se producen a causa de la presencia de:

- Explosión
- Incendio
- Sismo
- Exceso de lluvias (se reblandecen las Obras).

Tabla C1.6

Reporte: \_\_\_\_\_ Elaboró: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Empresa: \_\_\_\_\_  
 Domicilio: \_\_\_\_\_  
 Elaboró: \_\_\_\_\_  
 Datos generales: \_\_\_\_\_

Terreno: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>  
 Construcción \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup> Niveles: \_\_\_\_\_  
 Edificio A \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup> \_\_\_\_\_  
 B \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup> \_\_\_\_\_  
 C \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup> \_\_\_\_\_

**INSPECCIÓN INTEGRAL DE MANTENIMIENTO**

Clave (#)	Concepto	Cuantifica		Estado general:			Observaciones
		(u)	(#)	Bueno	Regular	Malo	
<b>1</b>	<b>ARREGLO DE CONJUNTO</b>						
1.010	Accesos carreteros						
1.020	Accesos peatonales						
1.030	Accesos ferroviarios						
1.040	Andadores						
1.050	Cercas perimetrales						
1.060	Puerta principal						
1.070	Puerta secundaria						
1.080	Cercas perimetrales						
1.090	Andadores y banqueras						
1.100	Caseta de vigilancia						
1.600	Estacionamientos						
1.700	Jardines						
1.710	Omato						
1.720	Fuentes						
1.800	Canchas deportivas						
<b>1.900</b>	<b>Instalaciones</b>						
1.910	Alunbrado						
1.920	Riego						
1.930	Señalización						
1.940							
1.950							

### 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.

Este tipo de problemas se presenta por:

- Afectaciones (construcciones próximas)
- Problemas geológicos e hidrológicos
- Reblandecimiento del terreno

El asentamiento de la cimentación, parcial o total, se detecta generalmente por que producen:

- Cuarteaduras en muros,
- Rotura 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.

## INSPECCIÓN INTEGRAL DE MANTENIMIENTO

Clave (#)	Concepto	Cuantifica		Estado general:			Observaciones
		(u)	(#)	Bueno	Regular	Malo	
<b>2</b>	<b>OBRA CIVIL</b>						
2.010	Cimentación						
2.020	Cimentación general						
2.030	Contratraves						
2.040	Zapatas						
2.050	Nivelación						
2 100	Muros de contención						
2.200	Rellenos						
<b>2.200</b>	<b>Estructura</b>						
2.201	Verticalidad						
2.202	Horizontalidad de la base						
2.203	Columnas						
2.204	Trabes						
2.205	Juntas de construcción						
<b>2.300</b>	<b>Pisos</b>						
2.310	Losas de sótano						
<b>2.400</b>	<b>Muros</b>						
2.410	Muros exteriores						
2.420	Muros interiores						
<b>2.500</b>	<b>Techos</b>						
2.510	Pendientes						
2.520	Impermeabilización						
2.530	Tragaluces						
2.600	Escaleras						
2.700	Elevador						



- 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 la 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.

## 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:

## INSPECCIÓN INTEGRAL DE MANTENIMIENTO

Clave (#)	Concepto	Cuantifica		Estado general:			Observaciones
		(u)	(#)	Bueno	Regular	Malo	
<b>3</b>	<b>ARQUITECTURA</b>						
<b>3.100</b>	<b>Pisos</b>						
3.101	Cemento						
3.102	Mosaico						
3.103	Granito						
3.104	Terrazo						
3.105	Mármol						
3.106	Cerámica						
3.107	Adoquín						
3.108	Loseta vinílica						
3.109	Linoleum						
3.111	Zoclos						
3.120	Sardineles						
3.130	Cintas antiderrapantes						
3.140	Tapas						
3.150	Protecciones						
<b>3.200</b>	<b>Muros</b>						
3.201	Cemento						
3.202	Yeso						
3.203	Tapiz						
<b>3.300</b>	<b>Techos</b>						
3.310	Cemento						
3.320	Yeso						
3.330	Tapiz						
3.340	Plafón						
<b>3.400</b>	<b>Herrería</b>						
3.410	Puertas						
3.420	Ventanas						
3.430	Barandales						
3.440	Rejas						
<b>3.500</b>	<b>Carpintería</b>						
3.510	Puertas						
3.520	Ventanas						
3.530	Barandales						
3.540	Rejas						
3.550	Canceles						
3.560	Lambrines						

- 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 la tabla C1.5, sí no se puede atacar fácilmente.

El empleo de "catsitas" (ver publicidad de CATSA) es un sílicoaluminato que sustituye a los agregados, con la característica de ser higroscópico, que elimina el salitre.

## 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.

## INSPECCIÓN INTEGRAL DE MANTENIMIENTO

Clave (#)	Concepto	Cuantifica		Estado general:			Observaciones
		(u)	(#)	Bueno	Regular	Malo	
3.600	Varios						
3.610	Cerrajería						
3.620	Vidriería						
3.630	Cortinas						
3.640	Alfombras						
3.650	Protecciones						
3.660	Letreros						
3.670	Señalamiento						
3.680							
3.690							

## Capítulo C7

**IMPERMEABILIZACIÓN.**

El agua por humedad, filtraciones o goteras puede destruir los bienes de la empresa, por lo que habrá de estudiarse y analizar las posibilidades que se presenten estas condiciones, determinando la forma de evitarla a través de las tareas del Mantenimiento.

Se requiere determinar el origen de estas molestias, provocadas fundamentalmente por:

- Lluvia.
- Características del suelo (nivel freático, salitre).
- Instalaciones con fugas.

Deben tenerse en cuenta en el estudio del agua adicionalmente los fenómenos de:

- Capilaridad
- Condensación
- Flujo del agua.

Bajo estas condiciones de paso del agua provoca:

- Corrosión en los equipos e instalaciones.  
Deterioro en las obras civiles, deteriorando las estructuras y reblandeciendo los suelos y cimentaciones.
- Deterioro en las obras arquitectónicas, sobre cualquier acabado, al que manchan, lo desprenden, lo llenan de moho, además de la molestia del goteo y la destrucción del recubrimiento y posiblemente su base.
- Insalubridad al proliferar vegetales, animales y microbios.

En general el ataque a estos problemas se les identifica como impermeabilización, aunque ésta no sea la forma de resolver el problema, ya que no es el único sistema empleado. En general, se tienen los siguientes procedimientos:

- Evitar
  - . Cubrir
  - . Desviar
- Desalojar
- Deslizar
  - . Superficies lisas
  - . Pendientes en las superficies
- Impermeabilizar.

La selección del sistema para evitar el deterioro por el agua es fundamental para obtener los mejores resultados en costo, tiempo y calidad.

### IMPERMEABILIZACIÓN

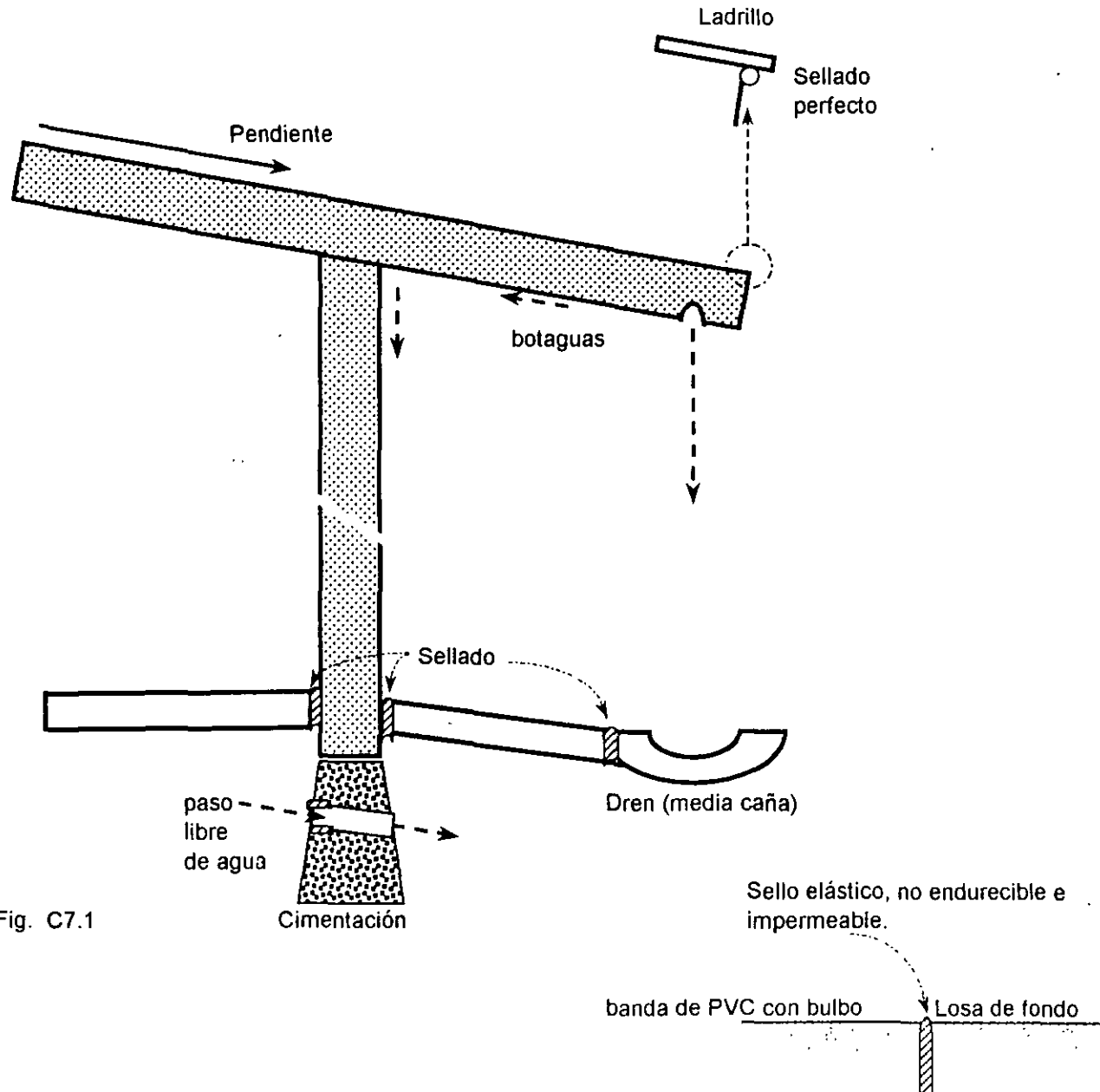


Fig. C7.1

## 7.1 EVITAR.

La mejor y mas simple forma de protección contra el paso indeseable del agua es evitar éste, sin embargo no siempre esto es posible.

La forma de buscar esta solución es:

- Cubrir los bif del contacto con el agua.
- Desviar el paso del agua para que no entre en contacto con los bif.
- Reubicar los bif de la empresa fuera de los efectos del agua.

Las dos últimas opciones deben estar muy presentes fundamentalmente en los efectos del agua en el suelo, con terrenos muy permeables y niveles freáticos muy altos, o bien en terrenos impermeables en los cuales se tengan cauces a través del inmueble.

### 7.1.1 CUBRIR.

Si se logra tener una cubierta que impida en forma total y efectiva el paso del agua, se resuelve el problema.

Cubrir es colocar un elemento (lámina, teja u otro material) o una capa de material no totalmente adherido a la superficie para no permitir la impregnación, saturación y paso del agua.

Hay muchos productos para realizar este trabajo, pero por lo general son delicados 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. Esta observación es también muy válida en impermeabilización.

### 7.1.2 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 selección del material (sin poros que retengan el agua) y su adecuada colocación.

# IMPERMEABILIZACIÓN

Reparación de muros húmedos  
Fig. C7.3

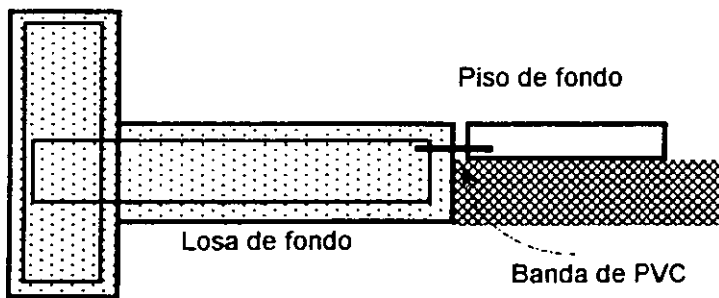
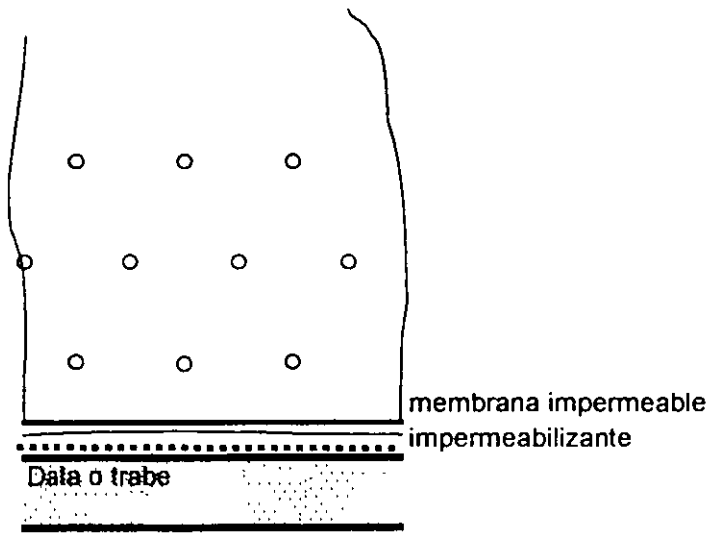
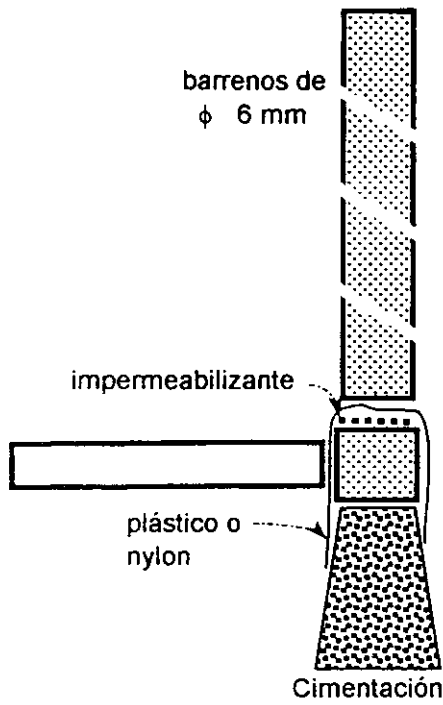


Fig. C7.4

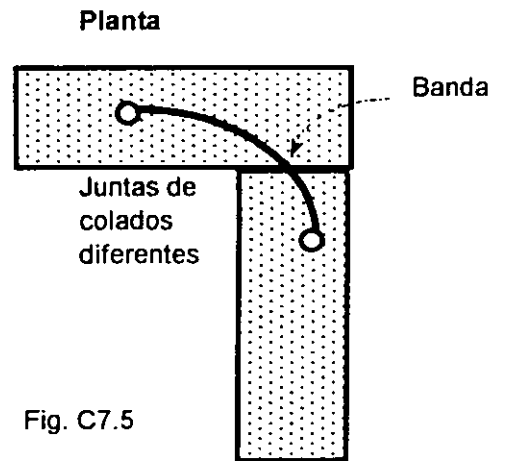


Fig. C7.5



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, para que sea la nueva vía de conducción del agua.

No siempre se utilizan canales o tuberías, pues en ocasiones se proveen 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. En este caso el desvío se logra por un paso difícil al agua, para obligarla a su caída como vía mas fácil (ver fig. C7.1 y C7.2).

## **7.2 DESALOJAR.**

El Sistema simple de desalojar lo más 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.

En los techados de grandes almacenes, centros comerciales, industrias y otros es fundamental como medida de Mantenimiento Preventivo, revisar periódicamente las coladeras y bajantes de aguas pluviales. Esta tarea es imprescindible antes de la época de lluvias y después del otoño (posible acumulación de hojas de árboles), para asegurar que no habrá acumulación de agua en el techado que representaría un sobrepeso muy importante, pudiendo incluso originar el desplome del techado.

## **7.3 DESLIZAMIENTO.**

Como punto de partida se debe considerar desde el proyecto que el mejor impermeabilizante es la pendiente de los techos por deslizamiento, ya que entre mas rápido se dé salida al agua por escurrimiento, menor probabilidad de filtración se tendrá. Este sistema es el procedimiento más antiguo y sencillo para evitar su acumulación sobre una superficie.

El deslizamiento del agua (rodada) es un procedimiento simple de desalojo por gravedad.

## 7.4 IMPERMEABILIZA.

Desde el proyecto se debe especificar la forma de llevar a cabo la impermeabilización:

- Determinando las pendientes para el desalojo del agua
- Previendo las charolas para evitar las filtraciones laterales
- Especificando la aplicación de los aditivos integrales a concretos o morteros para que impidan las filtraciones.

En este sistema se tiene que adherir a la superficie a impermeabilizar un producto que no permita el paso del agua, haciendo a la superficie protegida también impermeable y repelente al agua o humedad.

En los sistemas para impermeabilizar se debe analizar:

- Facilidad de aplicación
- Inversión (costo del producto y de su aplicación)
- Garantía del sistema (vida y efectividad).
- Mantenimiento.

Se deben establecer perfectamente las especificaciones, indicando:

- Operación  
Comportamiento esperado del impermeabilizante.
- Precauciones, limitantes y criterios para su aplicación.  
Procedimiento de aplicación
- Referir preferentemente a las instrucciones del fabricante.

Es absurdo emitir especificaciones estableciendo los materiales que debe contener el impermeabilizante, su preparación y procedimientos de aplicación, conceptos responsabilidad el fabricante.

En general, la preparación previa de las superficies donde se aplicará el impermeabilizante son:

- Limpieza
- Seca  
Para evitar que la humedad produzca vapor y se pierda la adherencia de la capa inmediatamente.

Hay muchos productos para realizar este trabajo, pero por lo general son delicados pues si se maltratan se tiene el riesgo de que se rompan y pase agua, no dejándola salir ni escurrir y ésta se filtrará tarde o temprano.

### 7.4.1 Impermeabilizante en caliente.

Los impermeabilizantes en caliente generalmente no son recomendables, por ser materiales sólidos que al derretirse por la acción del calor perderán sus propiedades plásticas y al enfriarse se cristalizarán y nuevamente serán sólidos, no permitirá expansiones, se "acodrilará" en un tiempo muy reducido, desprendiéndose de la superficie que pretendía impermeabilizar, permitiendo el paso del agua por las grietas que se forman.

#### - Chapopote.

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 riesgo de tener un accidente de consecuencias.

Al colocarse caliente, se tiene mayor expansión, y al enfriarse contraerá, dejando débil las zonas de poco adherencia.

Si se sobrecalienta el chapopote (300°C) al enfriarse cristaliza y expuesta la superficie a los cambios de temperatura, se agrieta y acodrila, quedando desprotegida la superficie.

La única ventaja del chapopote es su bajo costo (barato), pero habrá que recordar que frecuentemente lo barato cuesta caro.

#### - Jabón.

En forma doméstica aún se conserva la forma de impermeabilizar mediante una mezcla en caliente de jabón (lo más corriente posible) con alumbre.

### 7.4.2 Impermeabilizante en frío.

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.

Estos productos vienen en forma de pasta solvente al agua mientras empiezan a solidificarse.

Se recomienda el terminado con una pasta reflectora, de preferencia blanca y grano de mármol y arena. Admite refraguarse con agua para elaborar el primario.

Tabla C7.1

**REPORTE DE IMPERMEABILIZACIÓN.**

Nombre del inmueble: \_\_\_\_\_ Ident. \_\_\_\_\_  
 Domicilio: \_\_\_\_\_  
 Ciudad y estado: \_\_\_\_\_

1 Construcción:									
#	Materiales	Pendiente (%)		Recubrimiento		Estado			
		Máx.	min.	Bien	Mal	Bien	Nal		
2 Filtraciones de agua pluvial					General		Localizada		
Localización					Magnitud	Deterioro	Magnitud	Deterioro	
3 Azoteas									
#	Área (m²)	Materiales	Pendiente (%)		Relleno		Bajadas #	Limpieza	
			Max	min	SI	No		SI	No
4 Rellenos									
#	Área (m²)	Materiales	Pendiente (%)		Relleno		Bajadas #	Limpieza	
			Max	min	SI	No		SI	No

Estos impermeabilizantes tiene ventajas como:

- No presentan riesgos su manejo
- Admite refuerzos (fibra de vidrio, poliester, polietileno, cartón o asfálticos), de fácil aplicación y gran duración.
- Se aplica en cualquier superficie y en cualquier ángulo. Fraguado no le afecta la inmersión total en agua.
- No es flamable.

### **7.4.3 Otros impermeabilizantes.**

Entre estos se tienen los formados por tiras de zinc, aluminio o cobre, soldadas entre si, formando una capa hermética al paso de agua o aire, de alta confiabilidad.

Sus desventajas son:

- Son de 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.

No es recomendable un impermeabilizante de capa delgada, 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 poliester o polietileno), que forman una protección de gran elasticidad. Tienen gran adherencia ya que es una pasta cremosa, que penetra en todas las zonas, no solidifica ni pierde su elasticidad, son de gran duración y todavía se puede lograr una mayor protección, acabándose con grano de mármol y pasta de pintura reflectora que evita el paso de los rayos ultravioleta.

También son recomendables los tipos integrales sellados que forman una capa hermética impermeable de gran resistencia, fabricados con hules, metales, laminados al soldarse entre si queda la capa de una sola pieza.

## **7.5 REPORTE DE IMPERMEABILIZACIÓN.**

En la tabla C7.1 se presenta un formato para elaborar un reporte del estado de la impermeabilización en una empresa. En el concepto de observaciones se deberá de asentar las precauciones a tomar para mejorar la impermeabilización, el mantenimiento correctivo y la gravedad de la situación, indicando efectos de riesgo a los bif y al personal, en caso de no llevarse a efecto.

## CAPITULO 5

# SOLDADURA.

### 5.1 SOLDADURA AUTÓGENA

#### 5.1.1 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.

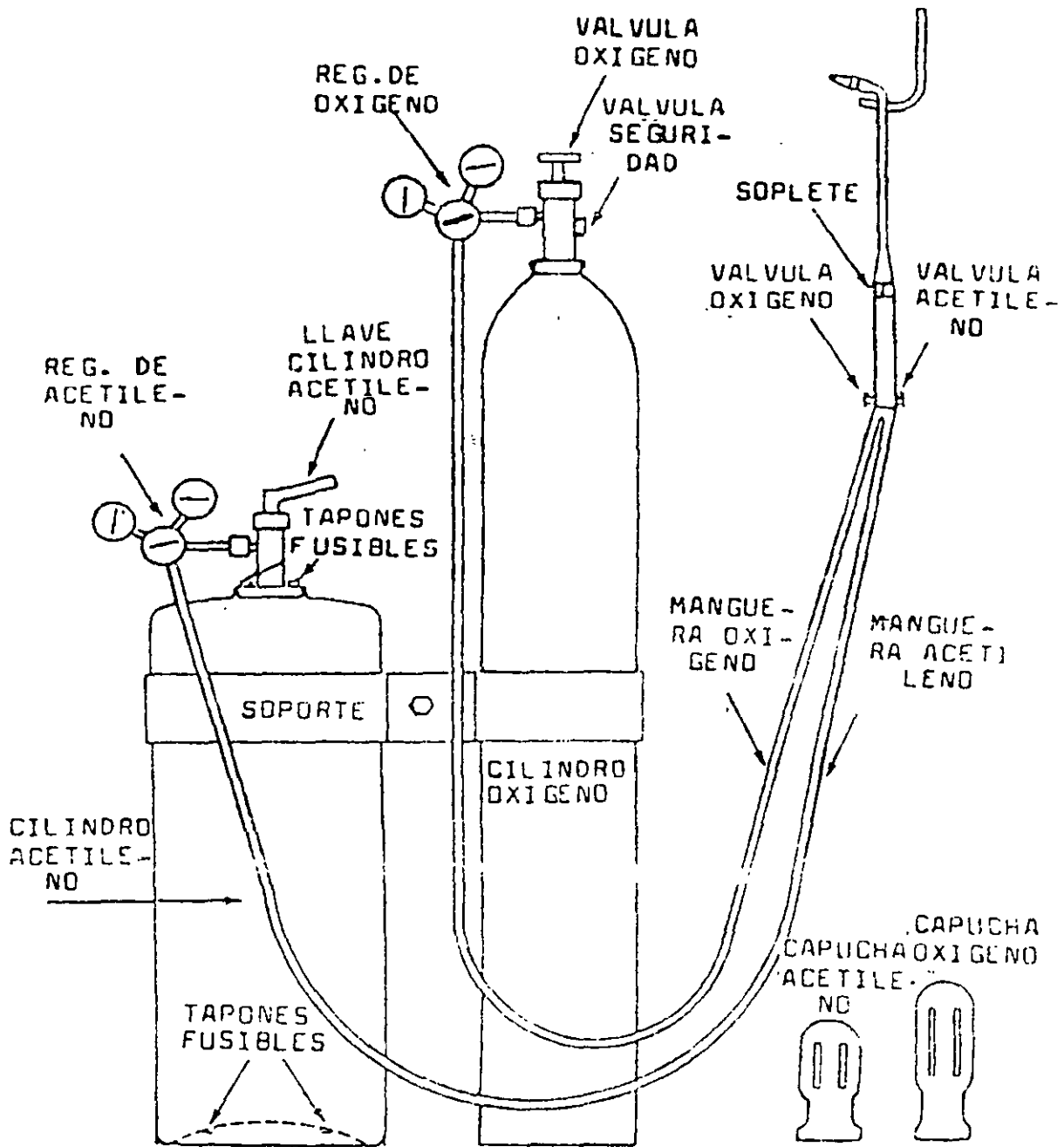
Los equipos usuales en mantenimiento con soldadura autógena son los que emplean la combinación de los gases oxígeno y acetileno. La flama que produce la combustión de estos gases puede ser de tres tipos

- 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.

#### 5.1.2 SELECCIÓN 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 - ACETILÉNICA.

Fig 5.1

### 5.1.3 SELECCIÓN DEL TIPO DE FLAMA (según 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

### 5.1.4 SELECCIÓN 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.

### 5.1.5 EQUIPO NORMALMENTE UTILIZADO.

El equipo de autógena normalmente utilizado (fig 5 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)

### 5.1.6 CONDICIONES DE SEGURIDAD PARA EL OPERADOR.

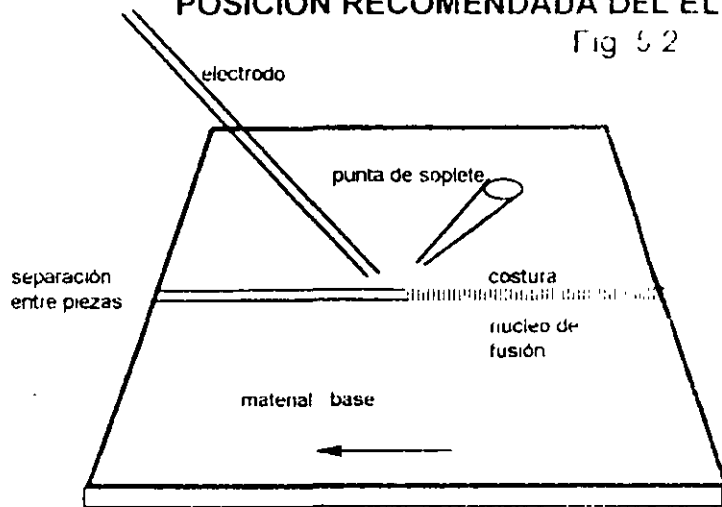
Como equipo de seguridad se recomienda el empleo de

- Gafas con cristales sombra # 5 a 7
- Guantes
- Gorra
- Mangas
- Peto

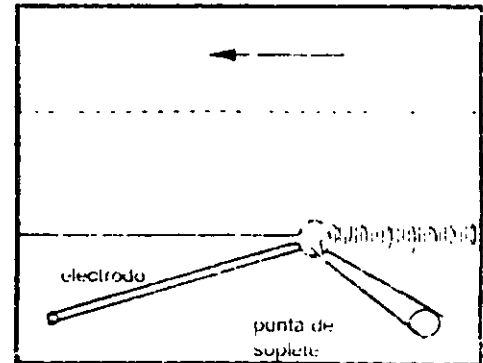
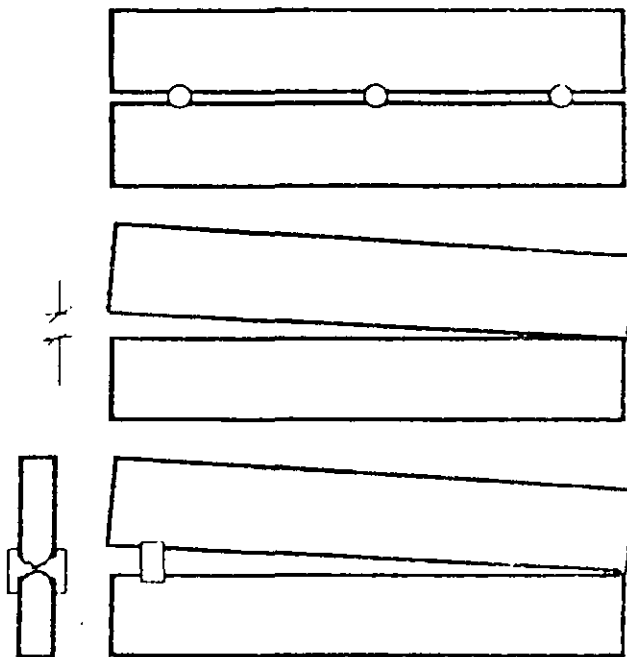
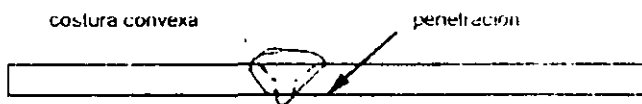


POSICIÓN RECOMENDADA DEL ELECTRODO Y SOPLETE

Fig 5.2

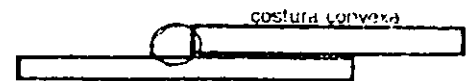
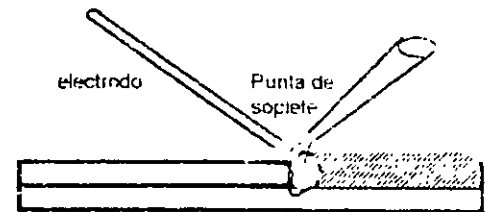


A TOPE



TRASLAPADA

(notese la colocación del electrodo y soplete con respecto al material base)



fusión

fusión completa

Fig 5.3

Métodos para posicionar piezas:

- Con separadores
- Separación calculando contracción
- Con separador especial

### 5.1.7 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.

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
- . Zigzag
- . 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 5.1)

Encendido del soplete Por seguridad se recomienda

- . Primero abrir la válvula del acetileno con  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{1}{2}$  vuelta.
- . Después abrir la válvula 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 válvulas del maneral.

### SOLDADURAS AUTÓGENAS MAS COMUNES.

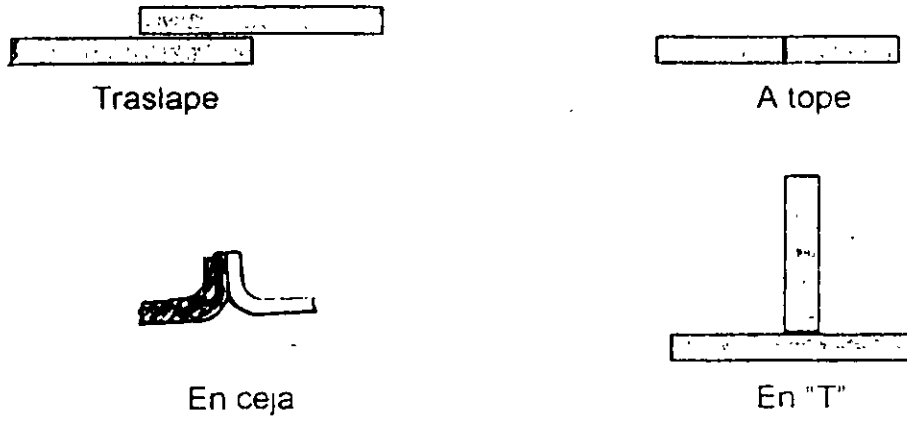


Fig. 5 4

### PENETRACIÓN EN SOLDADURAS

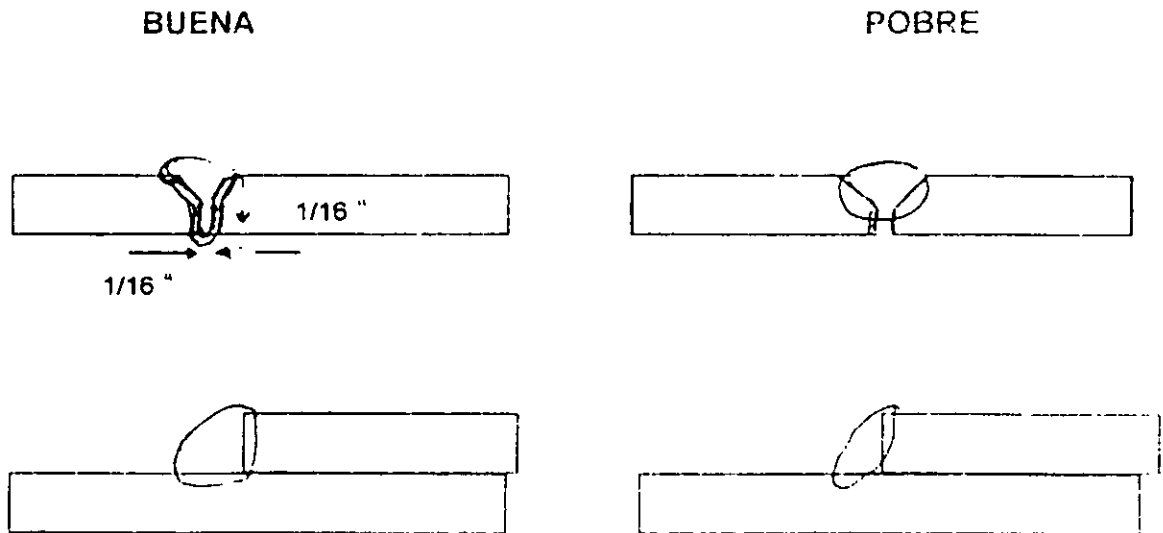


Fig 5 5

Los tipos y nombres de soldaduras autógenas más comunes se indican en la fig. 5.4. En la fig. 5.5 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 5.2.

Para la práctica adecuada de soldadura autógena, además de conocer los aspectos de operación y manejo del equipo, hay una parte sumamente importante:

- 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.

#### 5.1.8 CONCLUSIÓN.

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.

Tabla 5.1

**RECOMENDACIONES PARA SOLDADURA CON AUTÓGENA.**

ESPESOR DE MATERIAL		DIAMETRO ELECTRODO				Número de Boquilla	Presión (kg/cm <sup>2</sup> )		
(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)		Oxígeno a	Acetileno	
1/16	1.6	1/16	1.6	3/32	2.4	56	0.6	1.4	0.35
1/8	3.2	3/32	2.4	1/8	3.2	53	0.8	1.6	0.35
1/4	6.4	5/32	4.0	3/16	4.8	48	0.9	1.8	0.35

Tabla 5.2

**TEMPERATURAS DE FUSIÓN DE MATERIALES.**

MATERIAL	Temperatura (°C)	MATERIAL	Temperatura (°C)
Aluminio	660	Plomo	325
Latón	890	Acero (1020)	1,540
Bronce	900	Soldadura 50/50	215
Acero fundido (fundición gris)	1,200	Estaño	230
		Zinc	420

## 5.2 SOLDADURA DE ARCO.

### 5.2.1 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.

### 5.2.2 TIPOS DE SOLDADORAS DE ARCO Y SUS CARACTERÍSTICAS.

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

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.

Tabla 5 3

**SOLDADURAS DE ARCO DE CD.**

ESPESOR DE MATERIAL						DIAMETRO ELECTRODO		CORRIENTE SOLDADURA		
(in)		(mm)				(in)	(mm)	(A)		
1/16	a	1/8	0 0	a	0 0	3/32	0 0	50	a	90
1/8	a	1/4	0.0	a	0 0	1/8	0 0	90	a	140
1/4	a	3/8	0 0	a	0 0	5/32	0 0	120	a	180
3/8	a	1/2	0.0	a	0 0	3/16	0.0	150	a	230
1/2	a	3/4	0.0	a	0 0	7/32	0 0	190	a	240
3/4	a	1	0.0	a	0.0	1/4	0 0	200	a	300

Tabla 5 4

**SOLDADURAS DE ARCO DE CA.**

ESPESOR DE MATERIAL						DIAMETRO ELECTRODO		CORRIENTE SOLDADURA		
(in)		(mm)				(in)	(mm)	(A)		
		1/16			0.0	1/16	0 0	20	a	40
		3/32		a	0 0	3/32	0.0	30	a	80
1/8	a	1/4	0 0	a	0 0	1/8	0 0	50	a	120
1/8	a	1/4	0 0	a	0 0	5/32	0 0	75	a	170
1/4	a	3/16	0 0	a	0 0	3/16	0 0	100	a	210
1/4	a	3/16	0 0	a	0 0	7/32	0 0	120	a	250
1/4	a	5/16	0.0	a	0 0	1/4	0 0	160	a	330
5/16	a	3/8	0 0	a	0 0	5/16	0 0	200	a	420

- 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

### 5.2.3 SELECCIÓN 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 5.3 y 5.4.

### 5.2.4 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"

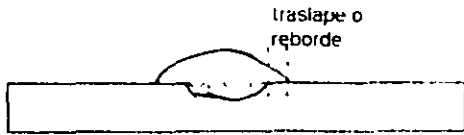
\* La aplicación de estos tipos de soldadura se puede hacer en forma sencilla o doble.

En todos estos tipos de soldaduras es muy importante que el ángulo de inclinación de los biselados 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.

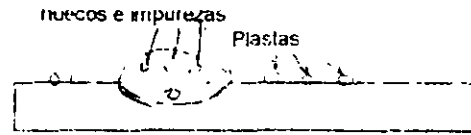
Es necesario tener en cuenta que en la soldadura de un material grueso con uno delgado, la selección de electrodo y corrientes deberá hacerse de acuerdo a las calibraciones y ajustes del material delgado.



### INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA DE ARCO.



Desplazamiento lento del arco de soldadura



Arco muy retirado y movimiento del electrodo muy rápido



Calor insuficiente para la fusión adecuada arco demasiado cercano



Buena penetración sin traslape (reborde)

Fig 5 6

Es conveniente tener en mente que el tipo de forma de preparación y soldadura esta 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.

### 5.2.5 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.

### 5.2.6 CONDICIONES DE SEGURIDAD PARA EL OPERADOR

Para la seguridad del operador se debe prever que cuente con:

- 1 Gorra
- 2 Guantes
- 3 Mangas
- 4 Peto
- 5 Careta con vidrio sombra No 12  
La careta es una de las partes mas importantes para la seguridad del operador para proteger su vista, pues el arco natural que se genera durante la soldadura es muy intenso
- 6 Polainas. En algunos procesos productivos se puede llegar a esta necesidad.

### 5.2.7 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"
  - . Zigzag

Para la posición del electrodo, respecto al material a soldar, se debe mantener un **Ángulo de:**

- 30 a 45° soldaduras tipo planas.
- 20° soldaduras horizontales; movimiento del electrodo mas cómodo de izquierda a derecha en forma de zigzag.
- 20° soldaduras verticales, con formas de avance:
  - . Arriba hacia abajo con movimientos de zigzag
  - . Abajo hacia arriba con movimientos en forma de grecas cuadradas
- 20° soldaduras tipo sobre la cabeza con movimientos de zigzag.

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 5.6 aspectos de buenas y malas soldaduras.

## **5.3 SOLDADURA POR RESISTENCIA**

### **5.3.1 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.

### **5.3.2 TIPOS DE MAQUINAS SOLDADORAS POR RESISTENCIA**

Las máquinas soldadoras por resistencia son de los tipos:

- A tope
- Punteadora
- Proyección
- Chisporroteo
- Costura.

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 arqueado, 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.

Tabla 5.5

## SOLDADURA POR PUNTOS EN ACERO DE BAJO CARBÓN. AJUSTES APROXIMADOS.

Espesor del material mm (in)	D		Fuerza entre electrodos (kg)	Ciclos de soldadura (Hz)		Corriente de soldadura (A)	Traslape mínimo (mm)	Espacio mínimo entre puntos (mm)	Diámetro zona fusionada (mm)	Esfuerzo mínimo a tensión (kg)
	D' min mm (in)	d' max mm (in)		60	50					
0.254 (0.010)	9.5 3/8	3.2 1/8	91	4	3	4,000	9.5	6.3	2.5	59.1
0.533 (0.021)	9.5 3/8	4.8 3/16	136	6	5	6,500	11.1	9.5	3.3	145.5
0.787 (0.031)	9.5 3/8	4.8 3/16	182	8	7	8,000	11.1	12.7	4.0	259.1
1.016 (0.040)	12.7 1/2	6.3 1/4	227	10	8	9,500	12.7	19.0	4.8	418.2
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
1.575 (0.062)	12.7 1/2	6.3 1/4	364	14	12	12,000	15.9	25.4	6.4	840.9
1.981 (0.078)	15.9 5/8	7.9 5/16	500	17	14	14,000	17.5	31.8	7.4	1,227.0
2.388 (0.094)	15.9 5/8	7.9 5/16	591	20	17	15,500	19.1	38.1	7.9	1,568.0
2.769 (0.109)	15.9 5/8	9.5 3/8	727	25	21	17,500	20.6	41.3	8.1	1,886.0
3.175 (0.125)	22.2 7/8	9.5 3/8	818	26	22	19,000	22.2	44.5	8.4	2,273.0

**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.

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 más 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.

### **5.3.3 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.

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).

### **5.3.4 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)

### **5.3.5 SELECCIÓN 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 no puede adaptarse al tipo de contorno de las piezas a soldar existiendo en el mercado una variedad muy extensa de formas de electrodos.

Tabla 5.6

**SOLDADURA CON COSTURA EN ACERO DE BAJO CARBÓN.  
AJUSTES APROXIMADOS.**

Espesor del material mm (in)			Fuerza entre discos (kg)	Ciclos de soldadura (Hz)		Ciclos de enfriamiento (Hz)		Velocidad lineal de material (m/min)	Número de soldaduras cada 5 cm por in		Corriente de soldadura (A)	Traslape mínimo (mm)
	"A" min	"E" max		60	50	60	50		5 cm	in		
	mm (in)	mm (in)										
0 254 (0 010)	9.5 3/8	4.8 3/16	182	2	2	1	1	2 03	30	15	8,000	10 0
0 533 (0 021)	9.5 3/8	4.8 3/16	250	2	2	2	1	1 91	24	12	11,000	11 0
0 787 (0 031)	12.7 1/2	6.3 1/4	318	3	3	2	1	1 83	20	10	13,000	13 0
1 016 (0 040)	12.7 1/2	6.3 1/4	409	3	3	3	2	1 70	18	9	15,000	13 0
1 270 (0 050)	12.7 1/2	7.9 5/16	477	4	3	3	2	1 65	16	8	16,500	14 0
1 575 (0 062)	12.7 1/2	7.9 5/16	545	4	3	4	3	1.60	14	7	17,500	16 0
1 981 (0 078)	15.9 5/8	9.5 3/8	682	6	5	5	4	1 40	12	6	19,000	18 0
2 388 (0 094)	15.9 5/8	11.1 7/16	773	7	6	6	5	1 27	11	5.5	20,000	19 0
2 769 (0 109)	19.1 3/4	12.7 1/2	886	9	8	6	5	1 22	10	5	21,000	20 0
3 175 (0 125)	19.1 3/4	7/16 12.7	1,000	11	9	7	6	1 14	9	4.5	22,000	22 0

**Notas:**

- 1 Acero 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.

### **5.3.6 PREPARACIÓN DEL MATERIAL SEGÚN 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.

### **5.3.7 CONDICIONES DE SEGURIDAD PARA EL OPERADOR**

Los operadores de soldadoras por resistencia deberán tener como elementos para su seguridad personal:

- . Careta transparente.
- . Gorra
- . Guantes
- . Peto

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.



## CAPITULO 6

# MANTENIMIENTO MECÁNICO. \*

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.

### 6.1 PROBLEMAS MECÁNICOS COMUNES.

Algunas observaciones sobre las causas de problemas que frecuentemente se observan se relacionan en la tabla 6.1

Los problemas mecánicos que se presentan más comúnmente (suficientes para explicar más del 90%), con los cuales se enfrenta el Mantenedor en su labor diaria, con piezas y ensambles que causan trastornos, tienen como orígenes más usuales algunos de los siguientes.

#### 6.1.1 DESGASTE.

Usualmente existe un "desgaste prematuro" originado por condiciones anormales de trabajo, tales como: juego, fricción excesiva, excentricidades, desalineamiento, vibración.

#### 6.1.2 FATIGA.

Frecuentemente 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.

\* Este capítulo tiene como referencia importante los conceptos de Rubén Ávila Espinosa.

Tabla 6.1

**PROBLEMAS MECÁNICOS 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 zafó o desarmó.	
Sospechoso 1:	<b>(casi único)</b> 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 6.2

**PARÁMETROS PARA LA SELECCIÓN DE SOPORTERÍA.**

- **Condiciones de operación.**
  - . Presión
  - . Temperatura
  - . Vibraciones
  - . Servicio
    - Continuo
    - Intermitente.
    - Ocasional.
  - Disponibilidad de espacio
- **Medio ambiente.**
  - . Corrosividad.
  - . Temperatura
- Requerimientos de mantenimiento
- Ruta de la canalización
- . Tipo de construcción (materiales)

### 6.1.3 ROTURA.

Frecuentemente se encuentra que las piezas de acero comercial fueron sometidas a esfuerzos por arriba de su capacidad. Cuando no pasa ésto, se encuentra usualmente que tanto en el caso de piezas troqueladas como maquinadas, los radios eran insuficientes, ya sea por diseño, dobléz, maquinado; ésto causó concentración de esfuerzos por arriba de los límites previstos.

### 6.1.4 DESARMADO.

En este concepto se incluyen al aflojamiento, traqueteo, daños, etc. en los ensambles. La causa más frecuente del problema es el haber dado un par (torque) inadecuado en los pernos.

### 6.1.5 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.

### 6.1.6 BITÁCORA.

Las causas anotadas serían suficientes para explicar más del 90% de los problemas a los que se enfrenta el Mantenente en su trabajo con bif, ensambles y partes.

Todas las causas hubieran sido fácilmente eliminadas si se hubiera tenido el mínimo de calidad de trabajo en sus fuentes de origen, pero el Mantenente poco puede hacer por la calidad de los materiales cuando salen de su lugar de fabricación.

Pero sí es mucho lo que puede y debe hacer el Mantenente al recibo o puesta en operación de ellos, revisando a su criterio, los puntos débiles que son causantes de los problemas mencionados y hacerse asesorar por profesionales sobre aquellos que observe sospechosos o que sean críticos por su operación o seguridad.

Tabla 6.3

### ENEMIGOS DE LA SOPORTERÍAS.

- Los que opinan que los soportes en las instalaciones:
  - . No deben verse y/o
  - . "Se ven mal".
- Pintores embadurnadores:  
Cuando pintan, lo hacen sobre superficies atacadas por la corrosión y aplican la pintura sin criterio sobre todas las superficies.
- Desidia, abandono y falta de inspección.  
Esto puede ocasionar no detectar: aflojamientos, pérdidas de flexibilidad o grado de libertad, desmoronamientos del muro.
- Corrosión.
  - . Siempre presente en mayor o menor grado
  - . Agentes atmosféricos.
- Tarzanes (personas que usan los soportes para columpiarse).
- Piñateros (personas que usan los soportes como perchas para colgar todo, hasta piñatas en época de navidad).

Tabla 6.4

### VERIFICACIÓN DE LA SOPORTERÍA.

- Estado del muro o elemento estructural sobre el que se sujeta el soporte.
- Integridad.
- Reapretar tornillería al par adecuado.
- Repintar en caso necesario.
- Revisar (previa limpieza):
  - . Corrosión.
  - . Soldaduras.

## 6.2 SOPORTERÍA.

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 los cálculos de elementos, se requiere conocimiento, experiencia y habilidad para darle a los soportes la adecuada combinación de rigidez y flexibilidad, en función de los parámetros para su selección (tabla 6.2).

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 sean:

- Económicos (no forzosamente barato)
- Estabilidad, no pierda sus propiedades físico - mecánicas por cargas dinámicas, vibraciones o cualquier otro agente del medio, tal como: ataque corrosivo, sonido, viento, agentes envanecedores, temperatura, humedad, resequedad, etc.
- Fácilmente sujetos, no se desprenda o afloje.
- Flexibles y con los grados de libertad requeridos.
- Tenga una tolerancia para sobrecapacidad, en tamaño y peso.
- Vida aceptable, mayor que la de los elementos que soporta

Para el mantenimiento la soportería reviste importancia relevante:

- Los elementos deben ser mantenidos en buen estado a través de su 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.

Los enemigos de la soportería se indican en la tabla 6.3

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 lista de verificación (checable) de la tabla 6.4 para la evaluación de la soportería.

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

Tabla 6.5

**SEPARACIÓN ENTRE SOPORTES.**

D		SEPARACIÓN	D		SEPARACIÓN
mm	in	mm	mm	in	mm
10	3/8	1 400	127	5	4 750
13	1/2	1 500	152	6	5 200
19	3/4	1 800	203	8	5 800
25	1	2 150	254	10	6 300
32	1 1/4	2 500	305	12	6 750
38	1 1/2	2 750	356	14	7 200
51	2	3 000	406	16	7 600
64	2 1/2	3 350	457	18	8 000
76	3	3 650	508	20	8 250
102	4	4 250	610	24	9 000

Tabla 6.6

**SEPARACIÓN ENTRE TUBERÍAS \***

D		ESPACIO	D		ESPACIO
mm	in	mm	mm	in	mm
10	3/8	115	127	5	300
13	1/2	120	152	6	350
19	3/4	127	203	8	400
25	1	135	254	10	450
32	1 1/4	142	305	12	500
38	1 1/2	148	356	14	540
51	2	160	406	16	80
64	2 1/2	203	457	18	615
76	3	216	508	20	640
102	4	254	610	24	700

\* Espacio requerido por tubería.

Una decisión 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 planta resultan por lo menos 50 % a 75 % más baratos; en contrapartida, los de patente tienen las siguientes ventajas: disponibilidad, diseños probados, cumplimiento de las normas y reglamentos. La decisión final depende de la experiencia y de la actitud del manteniendo hacia la economía de los bienes de la empresa.

Los soportes se sujetan por medio de clavos, pernos balazo, pernos pasantes, tanques, etc. El manteniendo, mecánico o civil, tiene que conocer bien las ventajas y limitaciones de cada sistema, por ejemplo: estar conscientes que la "carga segura" de trabajo es del orden del 25% de la de diseño.

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.

### 6.2.1 SEPARACIÓN ENTRE SOPORTES.

La separación entre los soportes de tuberías depende del diámetro de las mismas (tabla 6.5)

Se deben prever los espacios requeridos para el mantenimiento entre tuberías, tanto en sección horizontal como en vertical.

### 6.2.2 MONTAJE DE LOS SOPORTES.

Los soportes para tuberías y canalizaciones deben adecuarse al tipo de instalación:

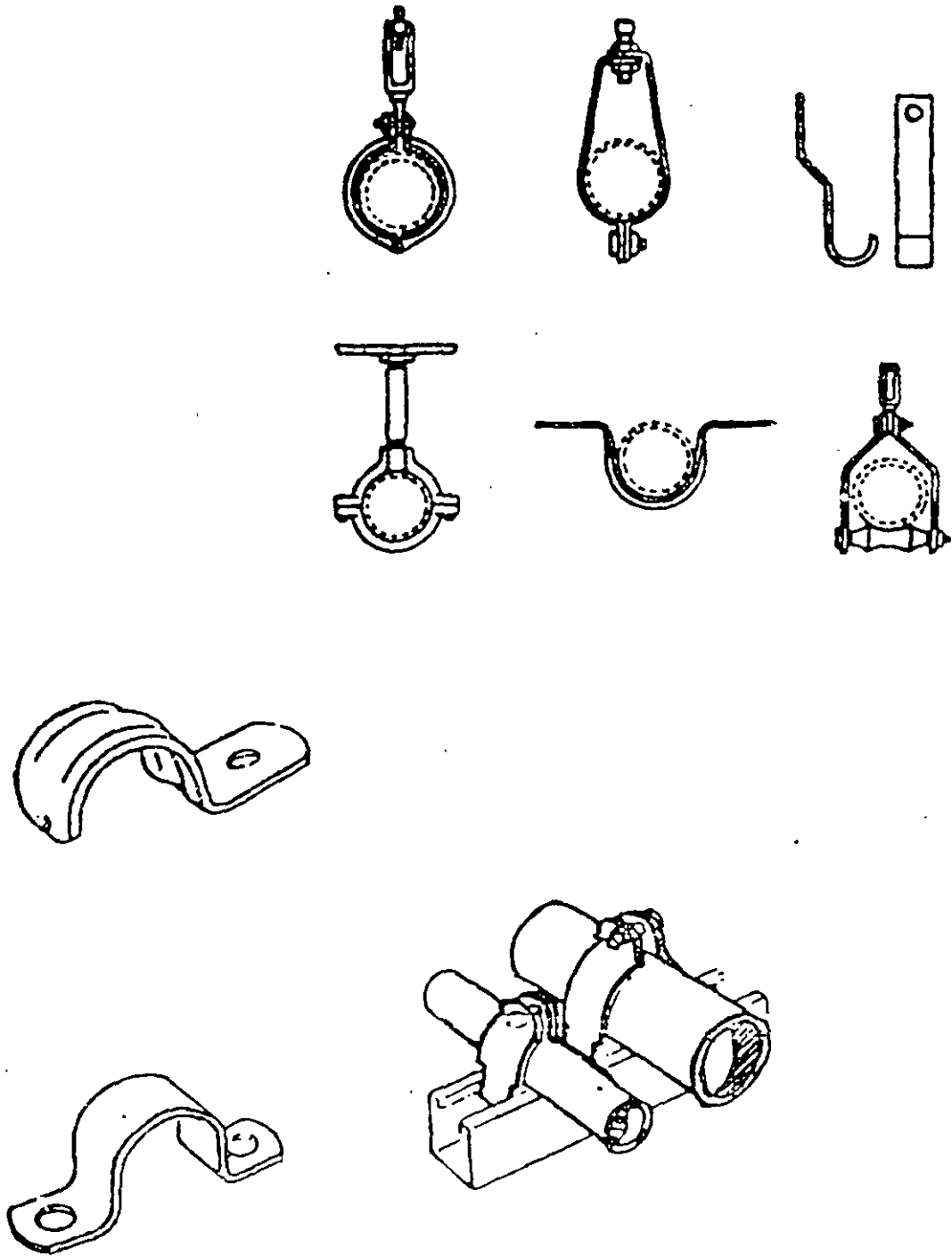
- Instalaciones ligeras.
  - Soportes para instalaciones en edificios.
  - Instalaciones pesadas.
    - Soportes normalmente para instalaciones industriales.

Los soportes para canalizaciones en edificios generalmente se instalan en pasillos de instalaciones, entre losa y plafón o en ductos.

Las tuberías horizontales que se instalan visibles se soportan en:

- Abrazaderas tipo uña, si la instalación va adosada al muro (fig. 6.1)
- Colgadores tipo trapecio, si son varios tubos sujetos al techo (fig. 6.2)

En general en las tuberías con longitud de 6.10 m (20 ft), se recomienda instalar tres (3) sujetadores por tramo. En las tuberías con longitud de 3.05 m (10 ft), se recomienda instalar tres (3) sujetadores por tramo, por lo que los sujetadores quedarían aproximadamente a cada 1.5 m.



DIFERENTES TIPOS DE SOPORTES.



### 6.3 CANALIZACIONES.

Las canalizaciones de las redes de distribución de las diferentes instalaciones requieren para su sujeción de una soportería que permita su instalación, operación y adecuado mantenimiento

La sujeción al muro o al techo se efectúa normalmente con perno de balazo o taquete de expansión, selección que deberá definirse en función del peso de la canalización, incluyendo el peso de elementos canalizado. Se recomienda tener presente la opción del empleo de tornillería pasante (atraviesa el muro) por su mayor seguridad.

#### 6.3.1 JUNTAS DE EXPANSIÓN Y FLEXIBLES.

Cuando las tuberías tienen grandes desarrollos o conducen fluidos con variaciones de temperatura (altas o bajas), se presentan deformaciones, mismas que causan esfuerzos adicionales en las tuberías

Para evitar dichos esfuerzos es necesario proyectar las instalaciones con dispositivos que absorban estas deformaciones, estos dispositivos pueden ser:

- Compensadores de expansión
- Juntas de expansión y dilatación.
- Juntas flexibles.
  - . Omegas.
  - . Mangueras metálicas corrugadas

El alargamiento de las tuberías a temperaturas hasta de 800 °C se determina por:

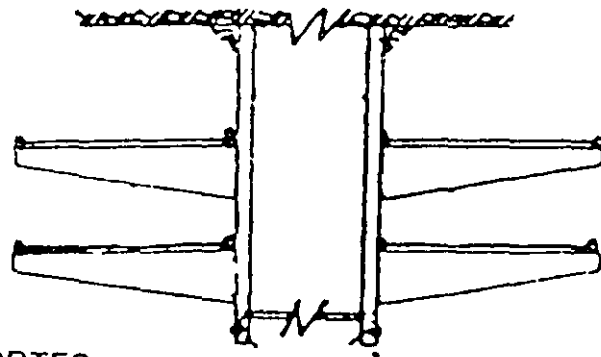
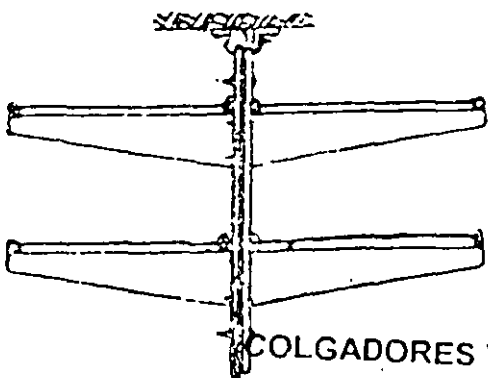
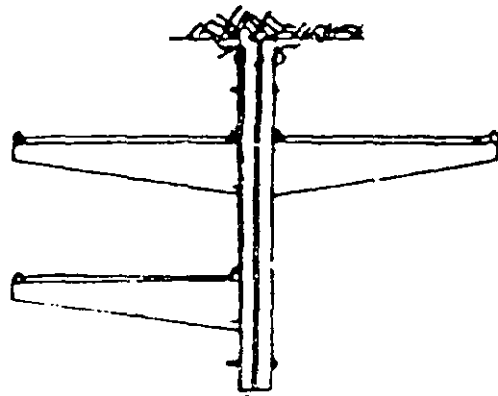
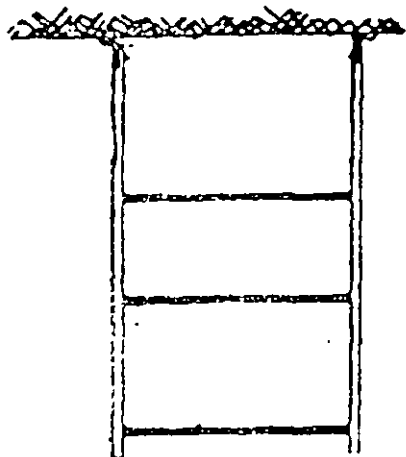
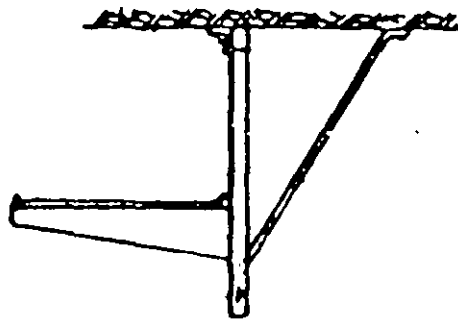
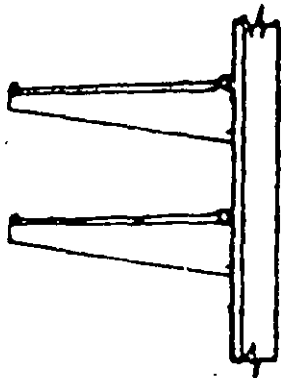
$$L_t = L_o ( 1 + a ( 0.008 T ) + b ( 0.0018 T^2 ) )$$

Donde:

- $L_t$  = Longitud de la tubería a la temperatura "T".
- $L_o$  = Longitud de la tubería a "T" °C
- T = Temperatura de operación (en °C)
- a y b = Constantes

Material	a	b
Acero	0.0062	0.00163
Cobre	0.0093	0.00175
Fierro negro	0.0065	0.00162

En las juntas constructivas de los edificios o estructuras se requiere en las instalaciones del montaje de una junta flexible para no transmitir a ellas los esfuerzos provocados durante un sismo por oscilación diferencial o bien por los asentamientos de los edificios



COLGADORES Y SOPORTES.

En las instalaciones de combustible, eléctricas o cualquier otra que represente algún riesgo, deberá contemplarse el seccionamiento de la canalización en la junta constructiva, con la precaución de que las partes seccionadas no representen peligro alguno a las personas y al inmueble. En ocasiones se recomienda el conectar enchufes en las juntas constructivas, como elemento de seccionamiento.

Los soportes se recomienda se instalen dos (2) por tramo de canalización, revisando su capacidad para aceptar el peso de ésta, 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 de instalaciones eléctricas
- Canalizaciones para fluidos.

### 6.3.2 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS.

Se clasifican en:

- Tubería conduit.
- Charolas.
- Ducto.
- Electroducto.

En las distribuciones horizontales los conductores de energía eléctrica se deberán instalar en la parte superior de todas las instalaciones, previniendo los posibles escurrimiento y/o fugas de fluidos de otras canalizaciones, de preferencia, las canalizaciones eléctricas deberán de ser instaladas en ductos exclusivos.

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.

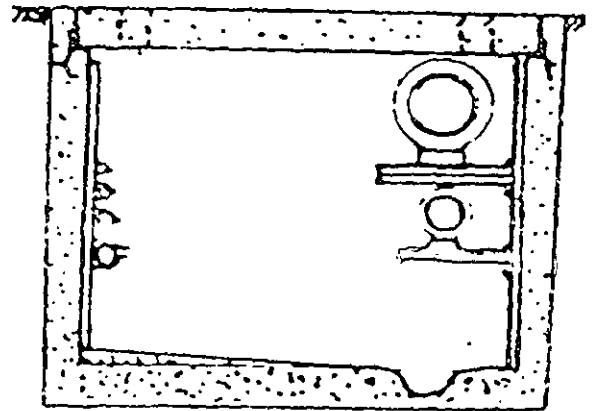
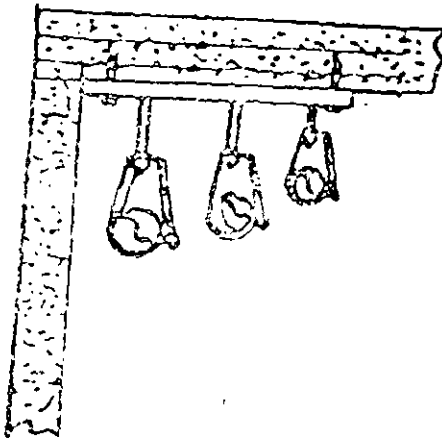
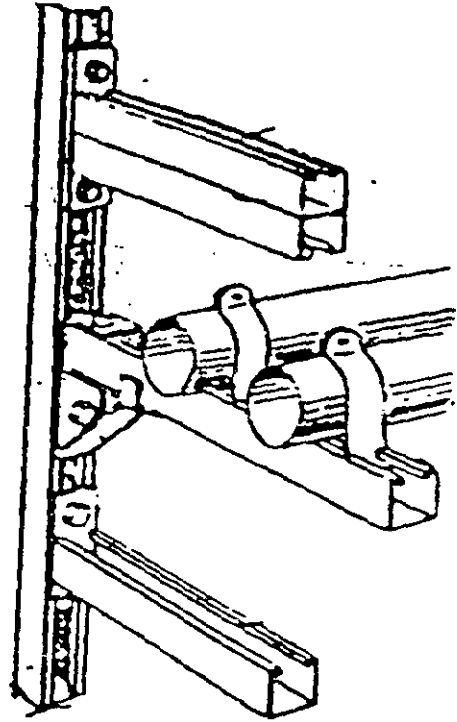
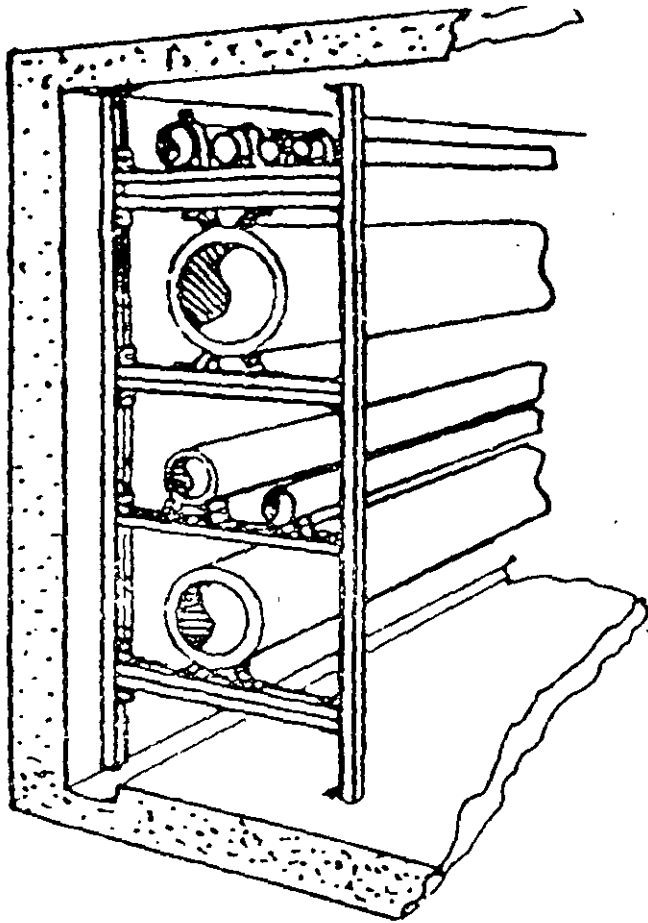
#### - Tubería conduit.

Esta tubería debe ser lo más lisa posible para evitar el daño del aislamiento al hacer el cableado de los conductores.

Las canalizaciones utilizadas para la instalación de conductores eléctricos son:

- Tubería de fierro

Material	Pared	
Negro	Gruesa	PGG (pared gruesa galvanizada)
Galvanizado	Delgada	PDG (pared delgada galvanizada)



EJEMPLOS DE CANALIZACIONES.

Las tuberías de fierro galvanizado en sus dos tipos PGG y PDG pueden instalarse visibles o coladas dentro de las losas. El conduit de fierro negro solo debe emplearse dentro de las losas u oculto, ya que el recubrimiento exterior aplicado en fábrica es de pésima calidad, siendo muy costosa su pintura.

- Tubería plástica

En general puede instalarse en el colado de las losas o enterrada, no es recomendable instalarla visible, ya que es un material que se intemperiza

- PVC
- 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.

- Tubería de asbesto cemento
- Ducto de concreto

- 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

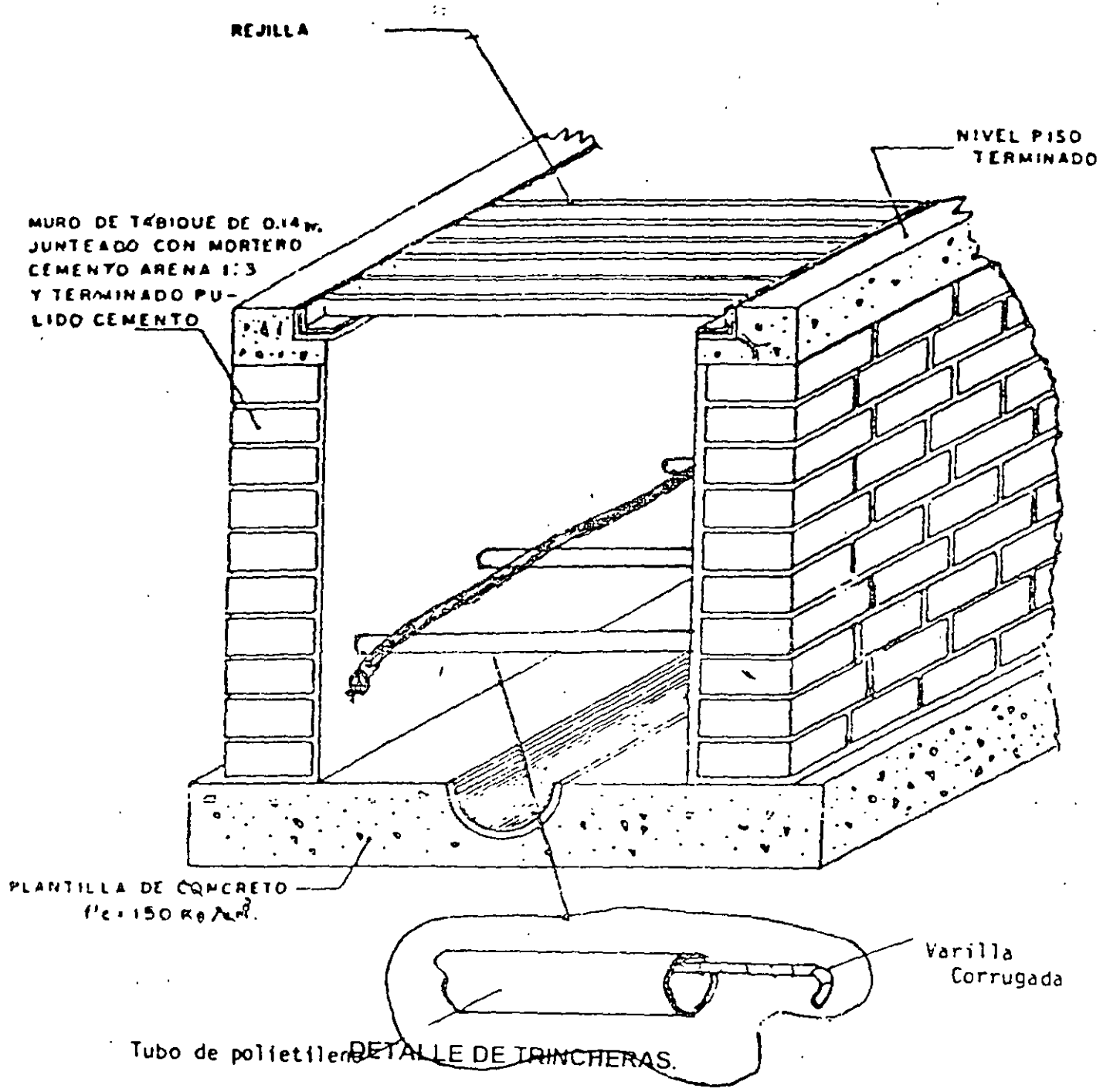
El tamaño comercial de los tramos de charolas mide 3.66 m (12') y se recomienda la instalación de dos (2) soportes por tramo, ménsulas para instalarse en muro o colgadores para soportarse en el techo.

Los conductores se amarran o sujetan a los travesaños de las charolas, utilizando sus perforaciones, tomando la precaución de no dañar su aislamiento empleando cinta plástica de fleje, abrazaderas o cinturones de plástico a distancias no mayores de 3.0 m entre ellos

Los conductores se agrupan por circuitos (3 fases y neutro) procurando una adecuada circulación de aire para obtener una mayor disipación de calor y por tanto una mayor ampacidad.

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; la Norma Oficial Mexicana, Relativa a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica. (NOM - 001 - SEMP), 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 periodo de arranque de motores.

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, en longitudes de 30.5, 60.0 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 con barras de aluminio o cobre, utilizada generalmente en alimentadores principales.

### 6.3.3 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.
- . Vacío

Las canalizaciones más usuales con ductos son:

Aire acondicionado o ventilación.

### 6.3.4 SOPORTERÍA.

Los soportes para tuberías y canalizaciones deben adecuarse al tipo de instalación

- Instalaciones ligeras.
  - . Soportes para instalaciones en edificios.  
Los soportes para canalizaciones en edificios generalmente se instalan en pa-sillos de instalaciones, entre losa y plafón o en ductos.
- Instalaciones pesadas.
  - . Soportes normalmente para instalaciones industriales.

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.

### 6.3.5 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 espa-ciamientos son función del diámetro y de los tipos de unión entre tramos de tubos. Las uniones pueden ser soldadas, acopladas, roscadas o bridadas (tabla 6.5 y 6.6).

$$A = D1 + D2 + 76 \text{ (mm)}$$

$$B = A + X1 + X2$$

D1 D2 diámetros exteriores (incluyendo bridas) X1 X2 espesores de aislamientos.

### 6.3.6 TRINCHERAS.

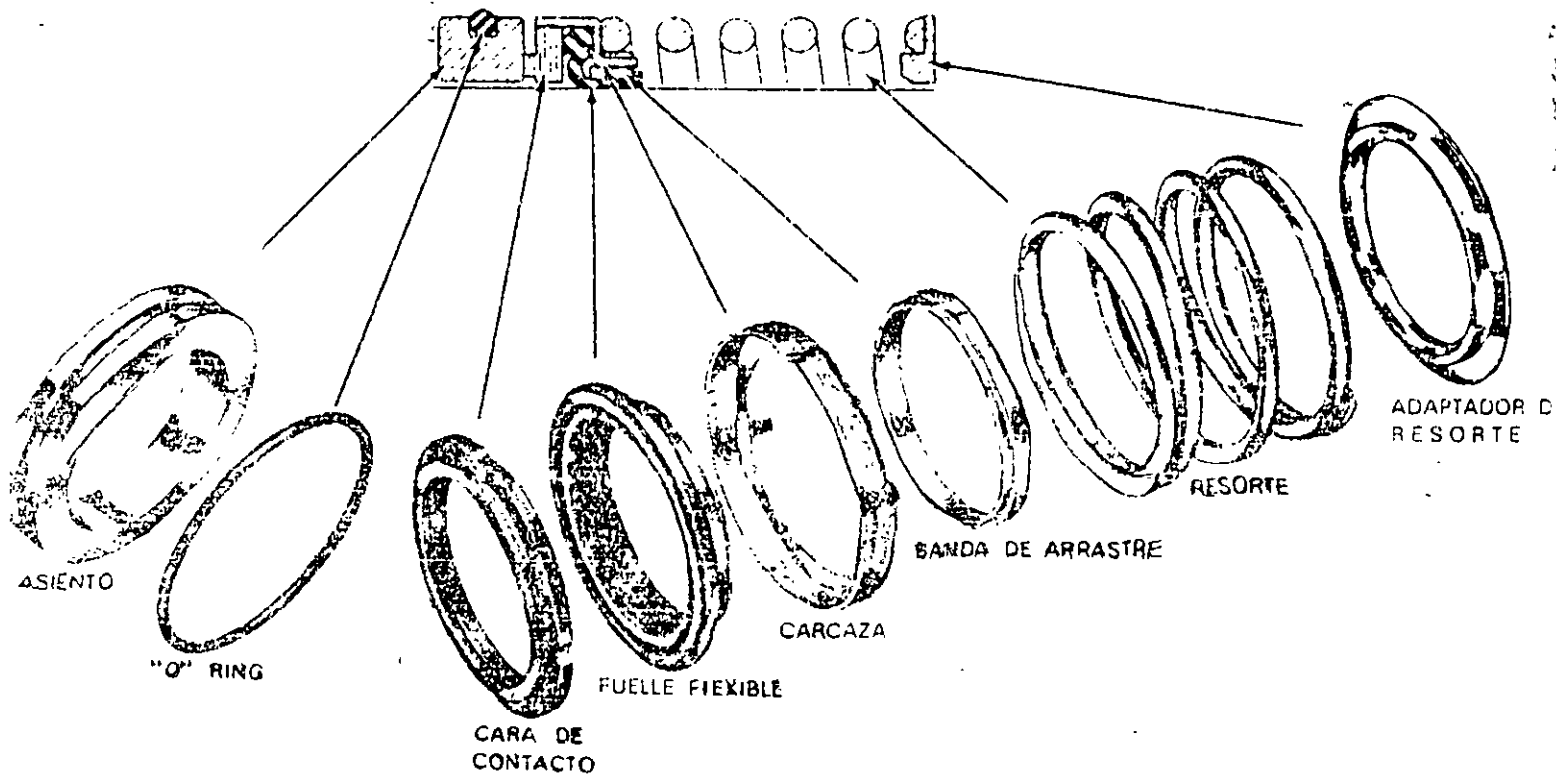
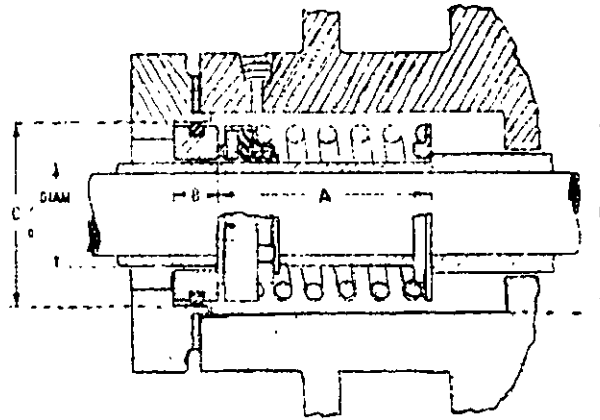
Este tipo de canalización es un registro corrido, es decir un ducto en pisos, con ac-ceso en toda su longitud (fig. 6.4).

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 diseñarse en función de los acabados del piso, su peso (para poder ser manejables), costo y servicio (interior o exterior, carga a so-portar).



### SELLO MECÁNICO



## CAPÍTULO 7

## TORNILLERÍA

La principal causa de quejas en el mantenimiento mecánico se debe a problemas de sujeción y dentro de ellos el más común es el apriete y materiales de la tornillería.

A continuación se anotan 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 barreno 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 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

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 se denomina.

- 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.

Tabla 7 1

**PRECISIÓN DE APRIETE EN TORNILLOS.**

M E T O D O	PRECISIÓN (+/-%)	COSTO RELATIVO
Sensación del operario experimentado	35	1.0
Llave de par	25	1.0 a 1.5
Llave de par, en función de texturas, lubricación y velocidad	15	2.5 a 3.0
Giro controlado	15	3.0
Rondanas indicadoras de carga	10	7.0
Alargamiento del perno	3 a 5	15.0
Calibradores de deformación	1	20.0

Tabla 7.2

**APRIETES**

MATERIAL	TAMAÑO DEL TORNILLO (in) mm				
	(¼) 20	(5/16) 13	(3/8) 16	(1/2) 13	(5/8) 11
Acero					
Aleación de cobre	4	10	15	40	75
Bronce - cobre	3	6	10	25	45
Aluminio	3	6	12	30	60
alta resistencia					

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 paso 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 aplicar un 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 precisiones en el apriete los valores indicados en la tabla 7.1.

Las razones, por las que un tornillo se puede aflojar son muchas, entre otras:

- Cedencia del material del tornillo.
- Cedencia de los materiales que sujeta
- Desgaste.
- Vibración (amplitud, frecuencia, dinámica de ellas, etc.)

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 (SI)

Sistema Inglés

Tiene muchísimo más medidas, ajustes, grado y tipos de cuerdas que el SI No obstante, un análisis detenido del asunto muestra que las ventajas técnicas y de identificación, graduación, etc., de la tornillería métrica, son enormes y que la gran variedad de opciones de cuerdas del Sistema Inglés, es además sofisticada, superflua y casi inútil.

En México 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 europeo ya cada vez tienen más tornillería métrica, y nosotros seguimos usando la Inglesa, no obstante que México fue uno de los primeros países en el mundo en metrificar

## CAPITULO 8

# MANTENIMIENTO PREDICTIVO POR VIBRACIÓN.

## 8.1 INTRODUCCIÓN

La vibración en la maquinaria y equipos (bif en general), es la respuesta a una fuerza excitadora y esta respuesta está determinada por las características de:

- Fuerza excitadora
- Bif.

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 soldadura mecánica, la rigidez, etc.

Esta información 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.

## 8.2 VIBRACIÓN

Las principales características de la vibración son:

- Fenómeno:
  - . Dinámico
  - . Cíclico
- 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.

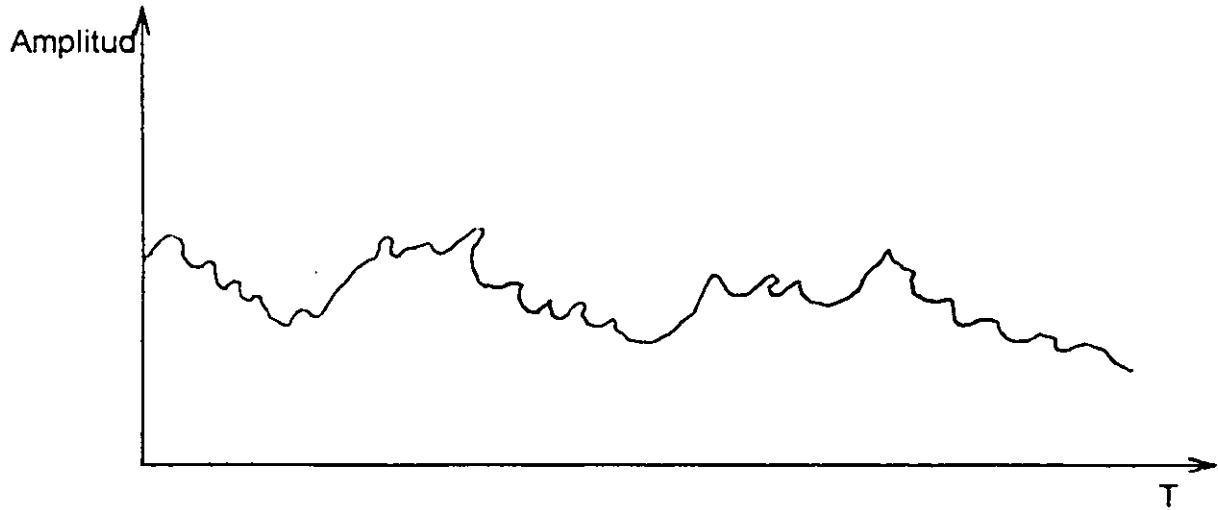


Fig. 8.1

**SEÑAL DE VIBRACIÓN SIN FILTRAR.**

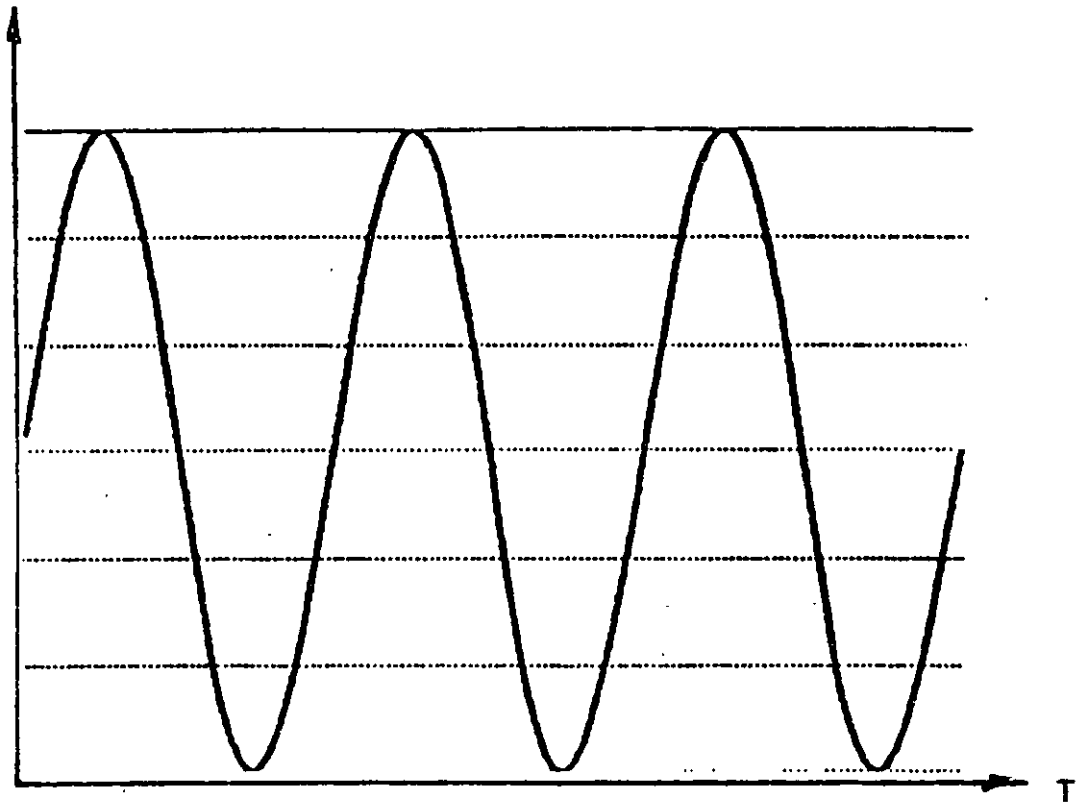


Fig 8.2

**SEÑAL DE VIBRACIÓN FILTRADA Y AMPLIFICADA.**

### 8.2.1 REPRESENTACIÓN GRÁFICA.

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. 8.1 se representa una señal compleja y en la fig. 8.2 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:**

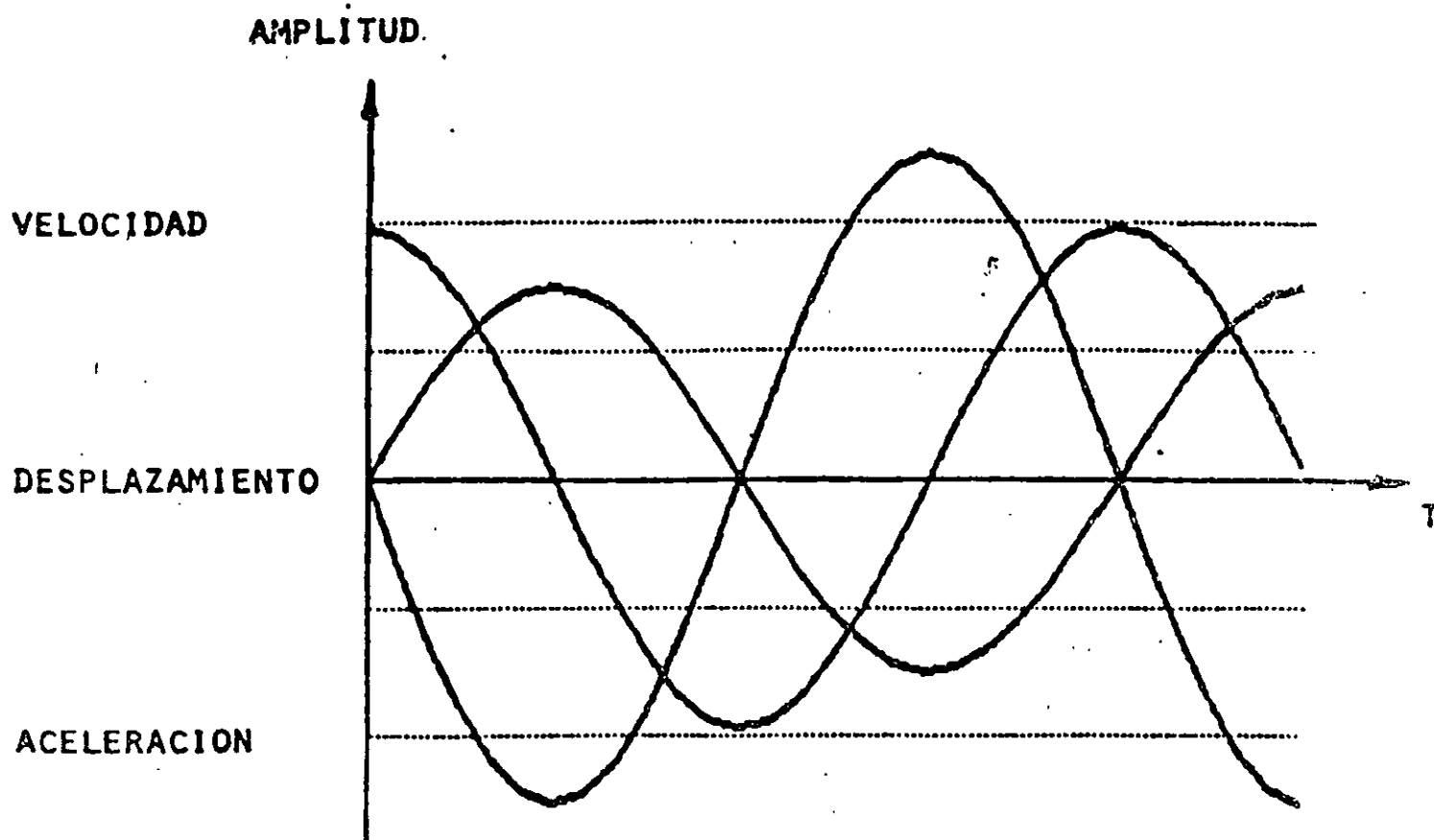
Se calcula una vez conocido el período y es la cantidad de ciclos por unidad de tiempo.

En la tecnología de vibraciones de maquinaria, es común medir la amplitud de la vibración, dependiendo del objetivo y el tipo de maquinaria, como desplazamiento, velocidad o aceleración.

- 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. 8.3 se presentan tres senoides, la de desplazamiento, la de velocidad y la de aceleración.





**RELACIÓN ENTRE AMPLITUDES EN:  
DESPLAZAMIENTO, VELOCIDAD Y ACELERACIÓN EN LA VIBRACIÓN.**

Fig. 8.3

Se observa que cuando el desplazamiento es máximo la velocidad es cero y la aceleración es máxima, pero de signo opuesto.

### 8.2.2 REPRESENTACIÓN ANALÍTICA

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:

$$A = A_0 \text{ sen } (wt + \alpha) \dots \dots \dots (1)$$

donde:

A = amplitud en el tiempo t

$A_0$  = amplitud máxima

w = frecuencia angular en radianes por unidad de tiempo

t = tiempo

$\alpha$  = 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.

$$A = A_0 \text{ sen } (w_0 t + \alpha_0) + A_1 \text{ sen } (w_1 t + \alpha_1) + \dots + A_n \text{ sen } (w_n t + \alpha_n) \dots \dots (2)$$

En la tecnología de vibraciones de maquinaria, es mas práctico manejar la frecuencia en ciclos por unidad de tiempo que en radianes

$$f = w / 2 \pi \dots \dots \dots (3)$$

donde:

f = frecuencia en ciclos por unidad de tiempo

w = velocidad angular

También es mas práctico manejar la frecuencia que el periodo:

$$f = 1 / T \dots \dots \dots (4)$$

donde:

f = frecuencia en ciclos por unidad de tiempo

T = tiempo que tarda en completarse un ciclo

RELACION DE  
DESPLAZAMIENTO

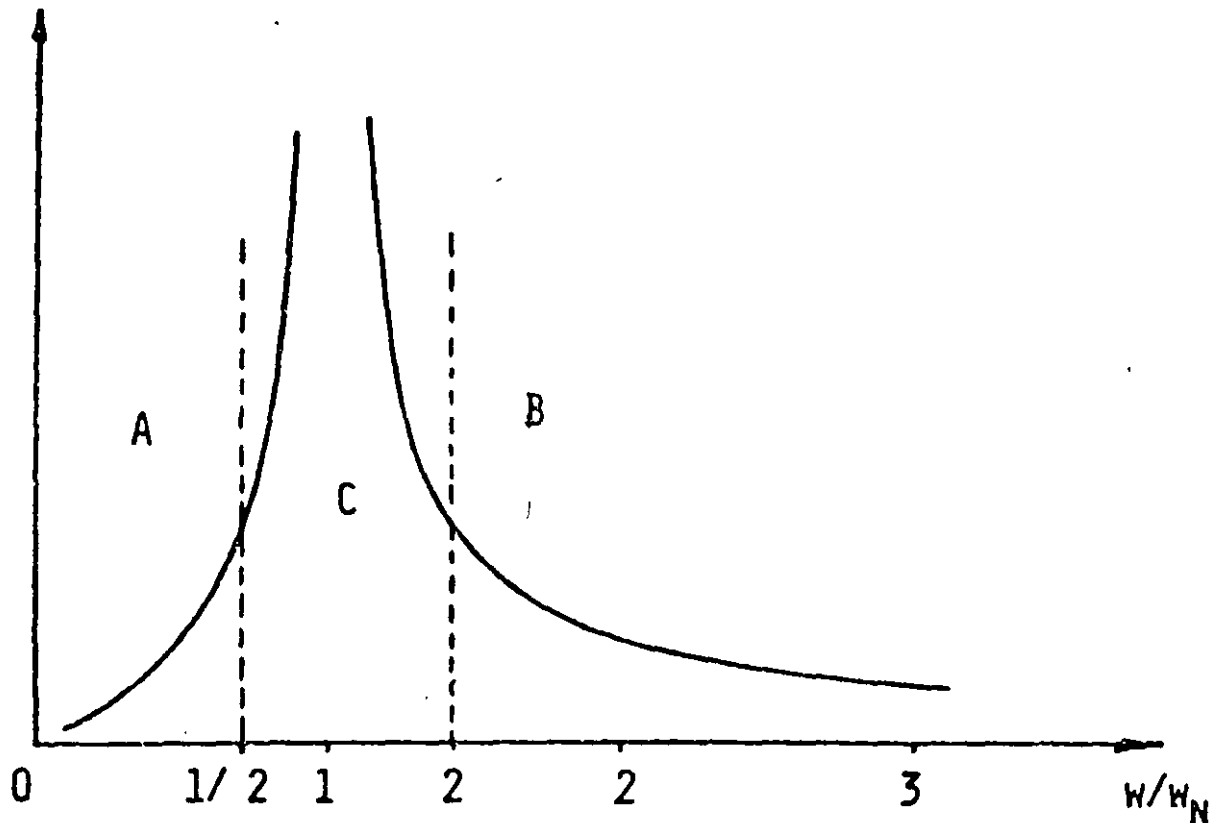


Fig. 8 4

DIAGRAMA DE RESONANCIA, SIN AMORTIGUACIONES.

La maquinaria diseñada para trabajar en la zona:

- "A" (su frecuencia de operación es menor de  $\frac{1}{2}$  de su frecuencia natural) se considera **rígida**
- "B" (su frecuencia de operación es mayor de 2 de su frecuencia natural) se considera **flexible**.
- "C" Se recomienda que la maquinaria no trabaje en esta zona, donde se manifiesta el fenómeno de **resonancia**.

La amplitud en desplazamiento se expresa como

$$X = X_0 \text{ sen } (\omega t + \alpha) \dots \dots \dots (5)$$

donde:

$X$  = desplazamiento en unidades de longitud en el instante  $t$

$X_0$  = desplazamiento máximo

Para la misma vibración, la amplitud en velocidad se obtiene por medio de la derivada del desplazamiento con respecto al tiempo:

$$v = \delta / \delta t x = x_0 \cos (\omega t - \alpha)$$

y la amplitud en aceleración como.

$$a = \delta / \delta t v = -x_0 \text{ sen } (\omega t - \alpha)$$

-t

### 8.2.3 TIPO DE VIBRACIÓN.

– **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.

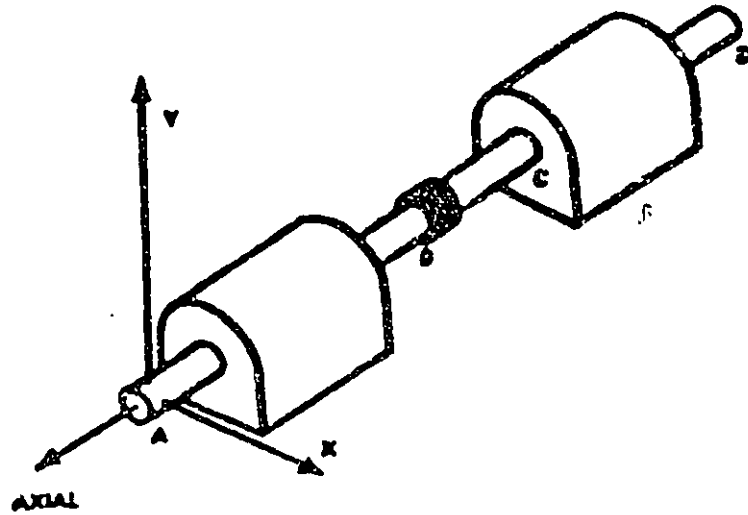


Fig. 8.5

### SENTIDOS DE MEDICIÓN EN MAQUINARIA DE EJES HORIZONTALES.

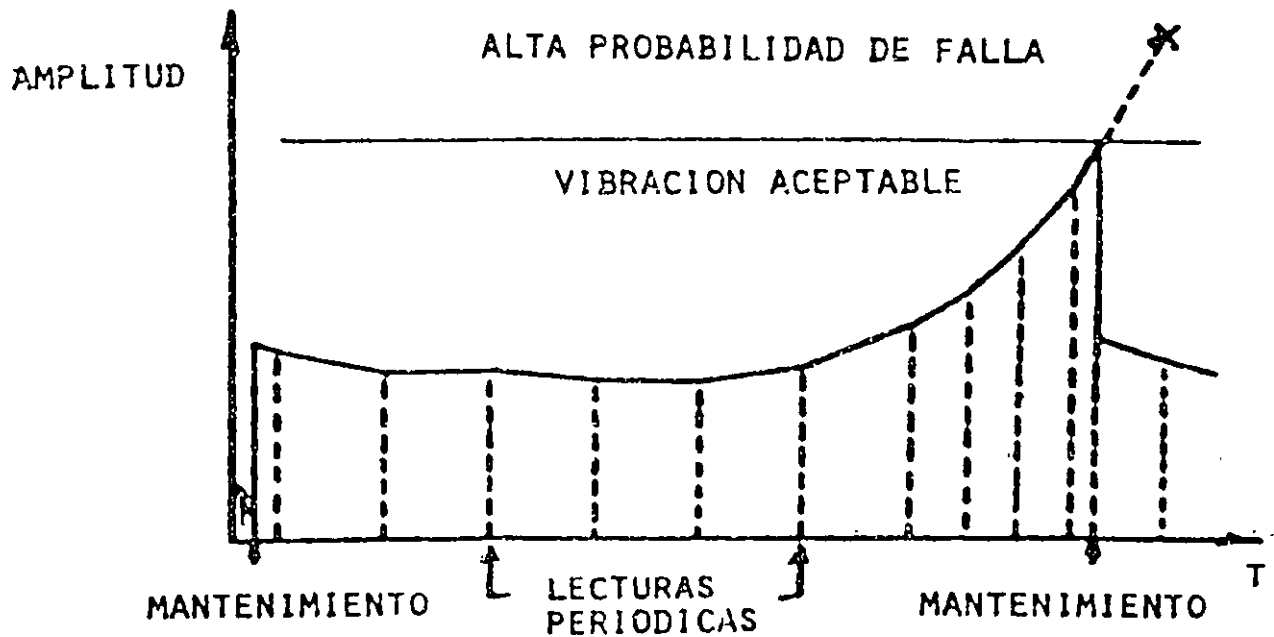


Fig 8.6

### GRÁFICA DE TENDENCIA DE LA VIBRACIÓN.

#### Nota:

Cuando la vibración se acerca al "límite aceptable" es conveniente programar el Mantenimiento.

Esta característica de cada máquina o de un elemento de máquina está definida por.

$$f_n = 1/2 \pi (k / m)^{1/2} \dots \dots \dots (8)$$

donde:

- f<sub>n</sub> = frecuencia natural en ciclos por segundo
- k = rigidez en kg/m
- m = 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.

**8.2.4 VIBRACIÓN 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

P

### **8.3 EQUIPO DE MEDICIÓN.**

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.

#### **8.3.1 MEDICIÓN DE AMPLITUD**

Los equipos mas sencillos y ligeros miden la amplitud del desplazamiento y de la velocidad de la vibración.

#### **8.3.2 ANÁLISIS 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.

#### **8.3.3 MEDICIÓN DE AMPLITUD, FRECUENCIA Y ÁNGULO 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.

#### **8.3.4 ANÁLISIS DE VIBRACIONES EN TIEMPO REAL**

Estos instrumentos poseen enormes capacidades de análisis, gran variedad de funciones y pueden enlazarse con sistemas de cómputo.

### 8.3.5 COLECTORES, ANALIZADORES DE VIBRACIÓN

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.

## 8.4 CONTROL DE LA VIBRACIÓN.

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

### 8.4.1 MEDICIÓN 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 mas significativos, dependiendo del tipo de máquina y sus características de operación; por ejemplo para una máquina podría ser mas conveniente medir la amplitud del desplazamiento del eje, en cambio para otra máquina podría ser mas 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.

#### 8.4.2 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 mas detallados para determinar las causas mas 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

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 disminuidos
- Ahorro en el consumo de energía
- Fiabilidad mayor, reducción de la probabilidad de falla
- Menor número de paros forzosos y accidentes.

## Capítulo M9 \*

**ADHESIVOS Y SELLADORES.**

Los avances tecnológicos han permitido contar actualmente con uniones entre superficies o entre partes con mayor rapidez, fiabilidad y economía. Estas uniones se logran mediante el uso de adhesivos y selladores.

**9.1 DEFINICIÓN.**

Adhesivo es la substancia (reactivos) capaz de conservar unidas dos superficies o partes, mediante una retención superficial, en forma duradera entre substratos que también sean durables.

La mejor junta es aquella que asegure un contacto íntimo entre superficies (por ejemplo metal a metal) del 100%, a diferencia con un ensamble tuerca tornillo, perno collarín, brida, donde el contacto entre superficies es del orden del 25 %.

**Adhesivos instantáneos.** Son aquellos que prácticamente pegan todo con todo y que tienen un tiempo de curado de segundos a unos minutos. Algunos de ellos ofrecen características especiales, como son:

- Alto rendimiento.
- Facilidad de manejo

La justificación de su aplicación se obtiene a través de la reducción en

- Tiempo de ensamble
- Inventarios de sujetadores

Una gota de adhesivo puede eliminar todo tipo de rondanas, tuercas, especiales, insertos, incluso existe la posibilidad de reducir el grado de la tornillería.

- Reclamaciones por garantía

Los adhesivos y selladores de tipo anaeróbico permiten disminuir considerablemente los costos e incrementar los niveles de fiabilidad y calidad.

- Este tema fue desarrollado tomando como referencia la información proporcionada por Loctite.

. Tabla M9.1

**CARACTERÍSTICAS DE UN ADHESIVO IDEAL.**

<p>Económico Curado a temperatura ambiente Fácil de usar Pegue todo con todo Resistente a todo No contenga solventes No requiera mezclarse</p>	<p>Rápido Distribución de esfuerzos adecuada Fácil de remover Permita el uso de mayores holguras  No envejezca en almacén No sea tóxico</p>
--	---

Tabla M9.2

**VENTAJAS CONTRA LOS SUJETADORES ROSCADOS.**

- **Reducción de inventarios.**
- **Control de calidad**  
Los ensambles tendrán IGUAL par (controlado).
- Facilidad de automatización
- Incrementa la productividad, reduce desperdicios.
- Reducción de costos directos.  
Una gota de adhesivo es mas económica que los elementos mecánicos.
- Protege el ensamble contra la corrosión y/o fugas de fluidos..
- Variedad de resistencias (baja, mediana y alta), que permite seleccionar un producto para cada aplicación.
- Ensamble fácilmente desarmable
- Una vez curados estos productos
- Resistencia a la gran mayoría de fluidos industriales, así como a ambientes severos, el ensamble que esta asegurado, mantendrá su par (torque) hasta que se decida desarmar.
- Los adhesivos en general tienen mayor resistencia al corte que los selladores.

## 9.2 REQUISITOS

Deben observarse ciertas reglas para que las uniones sean mas efectivas, como son.

### 9.2.1 LIMPIEZA

Esta tarea es requisito indispensable en el uso de todo adhesivo, sin embargo no se requiere de una limpieza exagerada, como en el caso de sujetadores de piezas roscadas, donde es posible trabajar con la película de aceite empleado para su empaque que los protege de la herrumbre.

Sin embargo, la regla básica general del mantenimiento es  
**"mientras mas limpio, mejor".**

### 9.2.2 CONFIGURACIÓN DE LA UNIÓN

Obviamente, para poder unir se requiere de una superficie de contacto, lo suficientemente amplia para asegurar que las fuerzas de retención puedan actuar.

### 9.2.3 SELECCIÓN ADECUADA DEL ADHESIVO

La selección de los adhesivos debe considerar las características del adhesivo ideal, en función de las condiciones y limitantes donde actuará, sin embargo un solo producto no podrá cumplir con todas las características, por lo que se debe seleccionar aquel que cumpla con los mas importantes y trascendentes.

Debe por lo tanto, identificar los requerimientos de la aplicación y, observar las limitaciones de cada producto, en cuanto a sus parámetros, listados en la tabla M9.3, así como al proceso de producción (tabla M9.4).

## 9.3 SUJETADORES DE PIEZAS ROSCADAS

Los ensambles atornillados tienen una fiabilidad en función del diseño y del par (torque) aplicado acorde con las posibles vibraciones y movimientos.

se deslizan aflojándose, dando lugar a fallas, fugas rupturas, y con éstos rechazos por defectos perdida de producción, de trabajos, etc., mismos que inciden directamente en forma negativa en el costo del producto.

Al utilizar un sujetador de piezas roscadas, se están rellenando los huecos existentes entre las cuerdas, utilizando al ensamble, con el objetivo de:

- Los componentes al vibrar lo hacen a la misma frecuencia.
- Protección contra la corrosión, ya que no hay espacio por donde penetre la humedad.

Tabla M9.3

**REQUERIMIENTOS DE APLICACIÓN.**

- Condiciones ambientales.
- Holguras
- Humedad.  
Resistencia en elementos con contacto regular con agua o sumergidos en ella.
- **Manejabilidad.**  
Generalmente un retenedor de alta resistencia es inversamente proporcional a su manejabilidad (facilidad de armar y desensamblar).
- Método de aplicación.
- Resistencia a los esfuerzos
- Temperatura

Tabla M9.4

**PROCESOS DE PRODUCCIÓN.**

- Economía (usar lo menos posible)
- Productividad (hacer lo mas posibles con el menor esfuerzo)
- Calidad (tener los menos rechazos posibles)
- Método de aplicación.
  - Manual
  - Semiatomizado.
  - Totalmente automatizado.

## 9.4 ADHESIVOS ESTRUCTURALES

Los adhesivos anaeróbicos estructurales, son adhesivos plásticos termofijos, de un solo componente, y con resistencias de buena a excelente, se les utiliza en forma particular para unir en forma permanente:

- Cerámica
- Cristal
- Metales
- Plásticos termofijos

No se recomiendan para la unión de:

- Termoplásticos amorfos  
Ambientes con alta concentración de oxígeno
- Elastómeros

De igual manera que con los sujetadores de piezas roscadas, también se cuenta con un número de productos para hacer una selección adecuada, dependiendo una vez más de la aplicación, deberán observarse estas:

- Temperatura de operación
- Holguras entre los sustratos
- Resistencia deseada

El tiempo que se requiere para lograr un curado, es mucho menor en los sustratos activos.

Una sustancia (aerosol) proporciona una limpieza de los sustratos, al mismo tiempo que condiciona a las superficies para que el adhesivo pueda funcionar en forma adecuada. Es muy importante dejar que el acelerador seque completamente (dos o tres minutos), antes de aplicar el adhesivo

El "sellado" de un sistema, considera generalmente las siguientes posibilidades:

### 9.4.1 Uniones bridadas

La junta preformada (corcho, cartón o algún material similar), se utiliza normalmente en este tipo de uniones.

Se adquieren en el tamaño y espesor a partir de una hoja de empaque, se colocan y aprietan. Representan un alto costo el inventario de todos los diferentes tamaños y materiales o bien el desperdicio que implica el empaque de la hoja.

Estos materiales, sufren de una compresión en su estructura, no son elásticos, ni se adaptan a las variaciones que se presentan debido a vibraciones y expansiones térmicas.

Tabla M9.5

**VENTAJAS DE LAS JUNTAS CON SELLADORES.**

- No se deforman, agrietan o resquebrajan.
- Sellan en forma instantánea
- Se pueden usar para prácticamente todo tipo de fluidos, con excepción hecha de oxígeno; se debe revisar las limitantes en cuanto al claro y la temperatura de operación
- Se pueden remover fácilmente.
- Aseguran un sistema libre de fugas.

Tabla M9.6

**VENTAJAS CON RETENEDORES.**

- Mayor tolerancia en los maquinados
- Mayor resistencia mecánica
- Contacto metal a metal del 100%
- Resistente a todo ambiente
- Sella contra fugas
- Elimina a tornillos de fijación
- Retiene materiales disimiles

Tabla M9.7

**VENTAJAS DE LOS ADHESIVOS INSTANTÁNEOS.**

- Distribuyen las tensiones en forma uniforme.
- No requieren curado por calor
- Permite el uso de tolerancias mayores
- Reducen el peso del ensamble
- Requiere de menor mano de obra,
- Simplifican el diseño de las uniones
- Unen materiales disimiles

"La mejor junta es el carecer de ella, el poder obtener un contacto metal a metal del 100%".

Productos para juntas, se convierten en una delgada película, que cubre tan solo las imperfecciones de la brida, se obtiene así contacto metal a metal que se buscaba con las ventajas adicionales indicadas en la tabla.

Con estas juntas químicas se evita el inventario de juntas preformadas, tanto en diámetro como en materiales, como al curar.

#### **9.4.2 UNIONES ROSCADAS.**

Pueden ser del tipo:

- Aplicado en sitio.
- Preaplicados.

Ninguna de ellas ha sido diseñada específicamente como sellador.

El empleo de la cinta de teflón como sellador en el montaje inicial de tuberías tiene las siguientes desventajas:

- Lubrica la tubería, tanto al ensamblar que al estar sujeto a vibraciones,
- No se tiene ningún control en la cantidad que se aplica
- Se desgarrá fácilmente y contamina a los sistemas, tapando filtros y válvulas
- No pueden efectuarse ajustes, ya que el sello se pierde de inmediato.

La aplicación de pinturas para sellado en las tuberías presenta el problema de su alto contenido de solventes, que al evaporarse dejan los huecos que servirán de camino para las fugas.

#### **9.4.3 SELLADORES.**

Se tienen selladores de un componente, que brinda las siguientes ventajas:

- Aplicación fácil
- Se desarman con cualquier herramienta adecuada.
- Permiten efectuar ajustes.
- No contaminan a su sistema
- Sellan instantáneamente independientemente del tipo de cuerdas que se tenga en el sistema.
- Aseguran una unión libre de fugas.



#### 9.4.4 SELLADO DE MICROPOROSIDADES.

En ocasiones se tienen microporosidades en partes metálicas (uniones roscadas o bridadas) que mediante el uso de selladores:

- Evita el tener que retrabajar las piezas para sellarlas
- Tener que destruir la pieza

#### 9.5 COMPUESTOS RETENEDORES

En el caso de ensambles de piezas cilíndricas, existen varios métodos que se utilizan normalmente como ensambles por:

Interferencia

- . Dilatación térmica
- . Deslizamiento
- . Retenedores.

Los retenedores presentan las ventajas listadas en la tabla M9.6.

El empleo de estos retenedores significa poder abrir las tolerancias en sus ensambles por interferencia, teniendo la seguridad de que la resistencia deseada, no solo será obtenida sino incrementada, que no habrá necesidad de calentar las piezas, ni que exista pérdida de material.

#### 9.6 ADHESIVOS INSTANTÁNEOS

Se les llama de esta forma porque aun sin utilizar activador el tiempo de curado de estos adhesivos son sumamente rápidos (1 a 30 segundos).

Su proceso de curado, se inicia con la presencia de humedad, es por esto que estos adhesivos pegan la piel muy rápidamente. Son de un solo componente, fáciles de usar y de automatizar.

Para obtener resultados óptimos, al utilizar este tipo de adhesivos de debe procurar emplear la cantidad mínimo del mismo, por lo general una gota pequeña puede cubrir una superficie de 5 cm<sup>2</sup> , si se aplica una presión manual sobre los substratos por unos segundos se obtendrá una línea de unión muy delgada, mientras mas delgada sea la unión será mas rápida y mas resistente.

## 9.7 ADHESIVOS ULTRAVIOLETA

Son adhesivos a base de acrílicos, epóxicos o anaeróbicos, pero en su formulación se incluyó un componente conocido como fotoiniciador, que al ser irradiado con una fuente de luz ultravioleta a una longitud de onda determinada, inicia la reacción de curado del adhesivo en segundos.

Estos adhesivos pueden usarse tanto en substratos transparentes como opacos.

Sus principales ventajas son"

- Un solo componente, no se requieren mezclas.
- Muy rápidos de 2 a 60 segundos.
- No tienen solventes.
- Se pueden automatizar.
- No se desperdician como los epóxicos.

## 9.8 PREAPLICADOS

Son productos que se aplican en forma previa al uso de las partes. Solo se utilizan para tornillerías y que proporcionan:

- Sellado
- Retención

Su gran ventaja consiste en que permiten manejar grandes cantidades de tornillería. Se aplica en producción en serie en la que el tornillo ya lleva el producto sellador o sujetador en la cantidad adecuada y precisa en forma de una película seca que solo va a actuar en cuanto haya ausencia de aire, esto es cuando el tornillo ha sido colocado en su lugar respectivo; la vida del producto en la tornillería es del orden de seis meses.

- Reducción del tiempo de ensamble hasta en un 99%.
- Elimina la necesidad de tener que hornear los ensambles.

Substituye:

- Rondanas tipo estrella, utilizando el producto sujetador de piezas roscadas, reduce su costo en 60%.
- Rondana de seguridad, una contratuerca y reducción de la longitud de su perno para evitar aflojamiento por vibración.
- Cinta de teflón en tuberías para agua caliente y filtros a la, generando ahorros del 40% en costo e incrementando la facilidad de manejo.

## 9.9 GLOSARIO DE TÉRMINOS

### **Acelerador:**

Sustancia que se aplica sobre los substratos antes o después de efectuar la unión con adhesivos que disminuyen considerablemente los tiempos de fijación, aunque también pueden llegar a tener efectos adversos en la unión.

### **Anaeróbico** (gr. bios vida, aeros aire)

Vida en ausencia del aire. Se aplica a los adhesivos cuyo mecanismo de curado o endurecimiento, se activa cuando se le priva de aire y se le pone en contacto con metal. El vacío de las botellas de producto permite que el adhesivo permanezca en forma líquida.

### **Área de contacto**

Es la parte de las superficies de los substratos que se ajustan de tal forma que se logre una unión. A mayor área mayor resistencia a los esfuerzos.

### **Cianoacrilato**

Adhesivo instantáneo que prácticamente pega todo con todo, su proceso de curado es activado por medio de humedad; son sumamente resistentes a los esfuerzos por tensión.

### **Curado**

Es el proceso por el cual un adhesivo en estado líquido o pastoso se solidifica. Esta acción puede ser por: reacción química, evaporación de solventes, polimerización o enfriamiento.

### **Holgura**

Es el claro o espacio que existe entre los substratos; es un parámetro importante que se deberá revisar cuidadosamente, tanto en lo relativo a la planicidad como en ensambles cilíndricos, en donde se tiene una holgura anular.

### **Par (torque)**

Es el resultado de aplicar una fuerza o momento sobre una distancia o brazo de palanca, se mide en kilogramo centímetro o libras pie.

### **Resina.**

En forma genérica son resinas de plástico termofijo para adhesivos o selladores anaeróbicos.

### **Solvente**

Es un líquido capaz de disolver a un sólido. La mayoría de los solventes no tienen efecto alguno sobre los adhesivos y selladores anaeróbicos, cuando están ya curados.

**Substrato**

Son las partes que van a ser unidas por medio de un adhesivo.

**Temperatura (limites de)**

Son los extremos inferior y superior que puede resistir un material adhesivo sin que se afecten sus propiedades. En adhesivos en general el limite inferior es de 50°C y el superior de 125°C

**Termofijo**

Plásticos que al calentarse en exceso se carbonizan.

**Termoplásticos.**

Plásticos que al calentarse se licúan y pueden recuperar su condición normal al enfriarse.

**Tixotropia**

Es una falsa alta viscosidad. Tiene la característica en algunos fluidos de presentar una viscosidad alta cuando están en reposo y que al aplicarles un impulso, disminuye su viscosidad recobrandola cuando la fuerza deja de actuarl (ejemplo es la salsa de tomate).

**Viscosidad**

Es la medida de la resistencia para desplazarse sobre una superficie o sobre ellos mismos, se mide normalmente en centipoises y se tiene como referencia el agua con un valor de un centipoise.

## Capítulo R1.1

**FUNDAMENTOS PARA LA LIMPIEZA.**

Cuando se realiza una labor de mantenimiento o limpieza, se puede impactar a la ecología en 3 formas distintas:

- 1 Generando una descarga indeseable a los drenajes (de difícil degradación).
- 2 Generando un residuo cuya disposición deba ser realizada bajo cuidados especiales.
- 3 Generando una emisión al medio ambiente con un impacto negativo (contaminante).

La tabla R1.1 ilustra el marco legal observable en cuanto al impacto ecológico de las actividades de Limpieza y Mantenimiento, así como su concordancia con las regulaciones de Estados Unidos.

En la tabla R1.2 se presenta la relación de algunos términos empleados en la tarea de limpieza.

**1.1 ACLARACIÓN DEL CONCEPTO “BIODEGRADABILIDAD”.**

La Biodegradabilidad es un término sobre usado por los fabricantes de especialidades químicas. El abuso del mismo ha contribuido a desinformar y confundir a los usuarios.

Mucha gente se ha valido de este término en combinación con la infusión de temor a las regulaciones ambientales para la promoción de sus productos.

Para evitar esto ante el usuario de debe:

- Clarificar el panorama.
- Orientarlos en prácticas ecológicamente seguras.

De acuerdo a lo anterior, es importante aclarar este polémico término:

- Biodegradabilidad se refiere a la capacidad de una sustancia/compuesto de desdoblarse en compuestos y elementos simples, los cuales se encuentran en la naturaleza.
- Todo producto orgánico es biodegradable (esto incluye por ejemplo el plástico y la gasolina).

Tabla R1.1.1

## MARCO LEGAL PARA PROTECCIÓN AL AMBIENTE.

### Disposiciones específicas que afecta las labores de limpieza y mantenimiento.

#### 1. Control de descargas.

##### 1.1 Marco general.-

Reglamento para la prevención y control de la contaminación de aguas.

##### 1.2 Determinación y control de contaminantes en las descargas de aguas.

Normas técnicas ecológicas (NTE-CCA)  
(Regulaciones dinámicas para los diversos giros de actividad).

En concordancia con:

CFR	(Code of Federal Regulations)
relativos a la EPA	(Environmental Protection Agency).

#### 2.- Residuos peligrosos:

Clasificación de residuos peligrosos.

Norma Oficial Mexicana	NOM-PA-CRP-001/93
Normas técnicas ecológicas	(NTE-CRP)

En concordancia con

RCRA	(Resource Conservation and Recovery Act)
y los listados TSCA	(Toxic Substances Control Act)

regulan materiales peligrosos.

#### 3.- Emisiones al Ambiente:

Identificación de compuestos volátiles indeseables.

Existe un proyecto de Norma para regular compuestos volátiles orgánicos basado en la regulación de V.O.C. líder en E.U.A.

L.A. Rule 66/Clean Air Act.

Existe un proyecto en E.U.A. para eliminar depresores de la capa superior de ozono,

SARA	(Superfund Ammendments and Re-Authorization Act)
Title III.	

\* Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

- El ser biodegradable no necesariamente significa ser inofensivo al medio ambiente.
- La facilidad y rapidez de degradación de una sustancia es la característica que determina su "amigabilidad" ambiental.
- Un producto Biodegradable no necesariamente puede ser tirado al drenaje, muchas otras características determinan el manejo que se debe hacer del mismo.

**Usar productos biodegradables no basta**, el usuario deberá buscar los procesos adecuados de manejo y disposición de residuos para acercarse a una práctica ecológicamente segura.

## 1.2 IMPACTO A LA SEGURIDAD INDUSTRIAL.

A continuación se describe el impacto de las labores de mantenimiento, limpieza y sanitización en la seguridad industrial.

La seguridad de los trabajadores es un factor que ha ido cobrando importancia; por un lado las organizaciones han tomado una consciencia de respeto a los derechos y la integridad de su personal, por otro lado dentro del proceso de apertura comercial, México ha encontrado la oposición de Estados Unidos principalmente al encontrar una desventaja competitiva de la laxitud de las regulaciones de seguridad industrial mexicanas.

Ambos factores han contribuido al desarrollo de regulaciones laborales más estrictas en materia de seguridad y salud ocupacional.

Estas regulaciones se encuentran en concordancia con las regulaciones ambientales emanadas principalmente de:

OSHA (Occupational Safety and Health Administration) y de organismos como ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienist) y el NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health).

Nuestra recomendación es el observar las regulaciones siguientes:

- Respecto de la cobertura de información de seguridad.  
NORMA NOM-114-STPS-1994
- Respecto de la toxicidad en el medio ambiente.  
NORMA NOM-010-STPS-1993 en concordancia con los límites permisibles:  
OSHA PEL ACGIH TLV.

Tabla R1.1.2  
1/5

## TÉRMINOS TÉCNICOS EN LAS LABORES DE LIMPIEZA.

- **Abrasivo.**  
Producto que sirve para desgastar mecánicamente una superficie dura (esmalte, acero, concreto). La efectividad de estos materiales está ligada con su capacidad de remover una pequeña parte de la superficie tratada.
- **Acabado de pisos.**  
Mezcla de materiales acrílicos, uretanos o epóxicos, que confieren al piso cualidades de dureza, brillantez, resistencia al tráfico, resistencia al ataque químico, etc.
- **Acidez.**  
Propiedad que tienen las sustancias que presentan valores de pH entre 1 y 6.5. A medida que el valor de pH disminuye, se le considera un ácido más fuerte.
- **Agua dura.**  
Agua que contiene una alta cantidad de sales minerales (más de 400 ppm), principalmente de carbonatos de calcio y de magnesio.
- **Alcalinidad.**  
Propiedad que tienen las sustancias que presentan valores de pH entre 7.5 y 14. A medida que el valor de pH aumenta, se considera una sustancia más alcalina.
- **Alguicida.**  
Se le llama así a la sustancia que tiene la propiedad de matar algas. Relacionado con esto, se conoce como agente alguistático a aquel que previene el crecimiento de algas.
- **Anión.**  
Ion cargado negativamente. Los detergentes aniónicos se hidrolizan en agua y emigran al electrodo positivo correspondiente.
- **Antiséptico.**  
El término antiséptico se aplica a germicidas utilizados en el cuerpo humano.
- **Aromatizante.**  
Producto que tiene la capacidad de perfumar el medio ambiente.



La Norma NOM 114-STPS-1994 regula la información que deberá estar disponible al usuario en un formato conocido como la hoja de seguridad del material M.S.D.S (material safety data Sheet) que le ayuda a evitar riesgos. Además regula la capacitación y disponibilidad de información que deberá existir en el trabajo.

La normatividad en materia de contaminación del ambiente laboral es más compleja y limita cada día más la utilización de ciertas sustancias hasta hoy ampliamente difundidas en tareas de limpieza y mantenimiento.

Un proveedor profesional debe estar en posición de ayudar a sus clientes a cumplir cabalmente las regulaciones de seguridad en el manejo de materiales.

### **1.3 REGLAMENTACIONES AMBIENTALES Y DE SEGURIDAD.**

Dentro de los procedimientos de limpieza y mantenimiento existen algunos que por su importancia (difusión en el medio), así como por su incidencia en riesgos ambientales y de seguridad deberán de ser revisados y reformados.

#### **1.3.1 Grupo 1: LIMPIEZA Y DESENGRASE INDUSTRIAL.**

- Limpieza de trabajo pesado en labores de mantenimiento mecánico y eléctrico.

Estas labores están enfocadas a la eliminación de grasas, lubricantes y contaminantes del proceso y se realizan de dos formas:

- Limpieza in-situ:  
Motores, tableros, equipos, etc. los cuales se limpian enteros o instalados.
- Limpieza de partes:  
Limpieza de componentes desarmados.

- Limpieza dentro de procesos de fabricación.

Estas son limpiezas que sistemáticamente se realizan a partes y componentes dentro de un proceso de fabricación, ejemplos:

- Industria metal mecánica:
  - Preparación de superficies metálicas (previa a pintura o acabado electrolítico).
  - Desengrase, eliminación de aceites de corte, etc.

Tabla R1.1.2  
2/5

## TÉRMINOS TÉCNICOS EN LAS LABORES DE LIMPIEZA.

- **Asepsia.**  
Proceso de eliminación de microorganismos de todo tipo.
- **Bacteria.**  
Microorganismo unicelular que puede ser inofensivo y útil, o bien peligrosos o mortales.
- **Bactericida.**  
Producto que mata o destruye bacterias.
- **Bacteriostático.**  
Producto que previene el crecimiento de las bacterias.
- **Catalizador.**  
Sustancia que influye en la velocidad de una reacción química, sin afectarla químicamente.
- **Coefficiente fenólico.**  
Indicador del poder germicida de la sustancia. Es un comparativo del poder germicida de la sustancia con el poder germicida del fenol.
- **Corrosión.**  
Deterioro o destrucción que sufre un material metálico al estar en contacto con el medio ambiente.
- **Desincrustante.**  
Sustancia que disuelve incrustaciones de óxido y sales minerales.
- **Desinfectante.**  
El término desinfectante se aplica a germicidas utilizados en superficies.
- **Desodorante.**  
Producto que elimina los malos olores.

- Industria electrónica:  
Limpieza del Flux en círculos impresos.
- Impresoras y editoras:  
Eliminación de tintas en rodillos.

Las limpiezas dentro del Grupo 1 se realizan con dos tecnologías químicas básicas:

- Productos base solvente (Disolvente)
- Productos base acuosa (Detergente)

Dentro de los productos base solvente se presentan las necesidades más drásticas de cambio:

La mayoría de los solventes no pueden ir al drenaje y aquellos que sí están permitidos para desecharse, al contaminarse con grasas quedan restringidos.

una muy buena cantidad de solventes ampliamente usados están quedando prohibidos:

- CLOROFLUORURO CARBONADOS así como el 1.1.1. Tricloro Etano:  
Son considerados depresores de la capa superior de ozono.
- SOLVENTES CLORADOS:  
Poseen niveles muy bajos de permisión en el ambiente.  
Su uso obliga a las empresas a monitorear la calidad del ambiente laboral; algunos de los más comunes como el Cloruro de Metileno o el Percloro Etileno están señalados como productos con sospecha de ser carcinógenos.
- HIDROCARBUROS:  
Una buena cantidad de los solventes de este tipo tienen contenidos de Compuestos Volátiles Orgánicos (VOC's) que rebasan los límites permitidos por las regulaciones ecológicas; entre ellos las nafta, el thinner, el xilol, el tolueno, etc.

Considerando estos aspectos, podemos decir que la utilización de solventes en la industria mexicana en un 95% de los casos viola al menos una de las restricciones ecológicas o de seguridad.

Una buena cantidad de limpiezas pudieran realizarse utilizando productos base agua, sin embargo, esto hace los procesos de limpieza más complejos y en ocasiones la efectividad o ciertas condiciones de operación obligan al uso de solventes.

**Limpieza con productos base agua** es una alternativa de solución menos problemática en términos generales que los disolventes; sin embargo no está exenta de restricciones.

Tabla R1.1.2  
3/5

## TÉRMINOS TÉCNICOS EN LAS LABORES DE LIMPIEZA.

- **Detergente.**  
Producto químico que tiene la propiedad de bajar la tensión superficial del agua y le permite formar una emulsión con la suciedad, con el objeto de removerla.
- **Emulsión.**  
Dispersión homogénea de dos líquidos no miscibles entre sí.
- **Estabilidad.**  
Capacidad de un producto para conservar sus propiedades a través de largos períodos bajo condiciones normales.
- **Fungicida.**  
Producto que mata o destruye hongos.
- **Germicida.**  
Sustancia que mata todo tipo de microorganismos incluyendo patógenos.  
Eficiente para eliminar bacterias, hongos y virus.
- **incrustación.**  
Capa de óxido o de sales minerales que forma sobre ciertos cuerpos al estar en contacto con el agua.
- **Incubación.**  
Control de las condiciones de temperatura (37°C) con el propósito de promover el crecimiento de bacterias.
- **Inhibidor.**  
Producto o sustancia cuya función es disminuir o reprimir una reacción generalmente no deseada.
- **Ion.**  
Sustancia cargada positiva o negativamente. Ion positivo se denomina Cation, y el ion negativo se denomina Anión.

Un producto base agua, aún dentro de los considerados biodegradables, pueden acarrear problemas, principalmente al ser desechados ya que:

Cuando están contaminados con grasa, su desecho en drenaje queda limitado.

Ciertos contenidos se encuentran prohibidos por las Normas Técnicas Ecológicas (Serie CCA):

- Fosfatos
- Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)

### **1.3.2 Grupo II: TAREAS DE LAVADO.**

En este grupo se engloban las limpiezas de pisos, lavado de prendas y labores de aseo y desinfección que tienen una fuerte incidencia en el drenaje.

Es necesario en estos productos tener una observancia de contenidos específicos restringidos:

- Fosfatos
- Detergentes aniónicos
- Otros.

Así mismo es bueno revisar los procesos de ensuciamiento, así como los contaminantes a lavar, ya que en muchos casos el problema con los efluentes no lo ocasiona el limpiador, sino el contaminante eliminado.

### **1.3.3 Grupo III: LIMPIEZAS QUÍMICAS Y DESINCRUSTACIONES.**

En este grupo se contemplan los trabajos de desincrustación, desoxidación y descarbonización.

Para la realización de estas labores, la línea de desincrustantes / descarbonizantes deben poseer características de seguridad ambiental suficientes, así como información para minimizar los riesgos al personal.

Cuando se siguen los procedimientos recomendados, se pueden eliminar las consecuencias negativas en desechos. Básicamente:

- Sedimentar sólidos
- Separar grasas
- Neutralizar pH.

Tabla R1.1.2  
4/5

## TÉRMINOS TÉCNICOS EN LAS LABORES DE LIMPIEZA.

- **Jabón.**  
Producto que se forma de la reacción de derivados de grasas animales con sustancias alcalinas, a esta reacción se le denomina Reacción de Saponificación.
- **Limpieza.**  
Es una condición higiénica que requiere de un trabajo para lograr mantenerla ya que no es una condición natural.
- **Material inerte.**  
Materiales añadidos a una fórmula para modificar sus características físicas, pero que no afectan su comportamiento químico.
- **Miscibilidad.**  
Capacidad de formar una solución.
- **Oxidación.**  
Es el aumento de la cantidad de oxígeno en un compuesto o material.
- **Patógeno.**  
Nombre que se le da a los microorganismos que producen enfermedades.
- **pH.**  
Siglas de potencial de hidrógeno, el cual funciona como indicador del grado de acidez o alcalinidad de una sustancia.
- **Punto de flama.**  
Temperatura a la cual los vapores de una sustancia se encenderán o inflamarán.
- **Suciedad.**  
Es cualquier material no deseado que se encuentre en una superficie, esta se clasifica en visible e invisible.  
La visible puede ser todo tipo de grasas, sales, tierra, carbón, etc. y la invisible es todo tipo de microorganismos como bacterias, levaduras, y hongos.

## 1.4 BASES TEÓRICAS DE LA LIMPIEZA.

El punto central de la limpieza radica básicamente en la remoción de la suciedad y de los agentes contaminantes indeseables.

Las especialidades químicas se han desarrollado, partiendo de métodos químicos, para lograr una efectiva remoción, buscando los productos que tengan una acción sobre el contaminante, tomando en cuenta siempre las consideraciones de seguridad para las superficies involucradas.

Químicamente, los métodos de limpieza se pueden clasificar en:

- Detergencia
- Disolvencia y
- Reacción química.

### 1.4.1 Concepto de Detergencia.

Se conoce como detergencia al fenómeno que permite remover la suciedad de una superficie mediante un agente llamado "Detergente", el cual permite al agua formar una emulsión con la grasa que facilita el enjuague y la remoción de la suciedad. El proceso de limpieza de un detergente sucede de la siguiente forma:

- Un detergente tiene la propiedad de aumentar la capacidad de humectación del agua, esto es, le permite penetrar a la suciedad con más facilidad y a su vez, permanecer por más tiempo en la superficie de la mancha.
- Por otra parte, el detergente es un agente tensoactivo, es decir, disminuye la tensión superficial del agua. Esta propiedad está directamente ligada con la facilidad de flujo y penetración del agua en la superficie (mientras más tensión superficial tenga una sustancia, más difícilmente fluye y penetra en una superficie).
- El detergente le da al agua la capacidad de formar espuma (agente espumante) la cual es de gran utilidad para labores de limpieza en las que es deseable trabajar con poca humedad (por ejemplo: limpieza de alfombras y tapicería).
- El detergente está compuesto por partículas llamadas micelas, las cuales poseen extremos con diferente polaridad (uno es afin al agua y otro es afin a la grasa). Estas micelas se adhieren a las partículas de grasa secuestrándolas totalmente, y por su afinidad al agua, se forma una emulsión en la que está contenida la grasa que fue desprendida de la superficie. A este fenómeno se le denomina **acción secuestrante**.
- Una vez que se formó la emulsión de la grasa en el agua, la acción dispersante de un detergente es la que impide que la grasa se vuelva a adherir a la superficie.

Tabla R1.1.2  
5/5

## TÉRMINOS TÉCNICOS EN LAS LABORES DE LIMPIEZA.

- **Tensión superficial.**  
Característica física que consiste en que las moléculas forman una película líquida la cual es relativamente difícil de vencer.
- **Tensoactivo.**  
Se llama así a la sustancia que tiene la propiedad de aumentar o disminuir la tensión superficial.
- **Viscosidad.**  
Propiedad física de las sustancias directamente relacionada con su facilidad o dificultad para fluir.
- **Virucida.**  
Producto que mata o destruye virus.



### 1.4.2 Concepto de disolvencia.

Disolvencia es el fenómeno que consiste básicamente en añadir a la suciedad una sustancia afín que le permita disolverla, a esta sustancia se le conoce con el nombre de Solvente. Los solventes son particularmente efectivos para eliminar suciedad cuya base sea principalmente grasa pesada y mezclas de ésta con otros contaminantes.

### 1.4.3 Concepto de reacción Química.

Fenómeno que consiste en eliminar la suciedad valiéndose de un agente que reacciona químicamente con ésta, formando un producto diferente generalmente de fácil remoción. Estos procesos son muy comunes y se basan en principios químicos de las sustancias y su comportamiento ante la presencia de agentes externos.

La diferencia fundamental de este fenómeno con los de detergencia y disolvencia, es que estos últimos suceden sin afectar la composición química de los elementos presentes (suciedad), mientras que en la reacción química sí se afecta la composición química del contaminante.

Un buen ejemplo de un proceso de limpieza que utiliza el fenómeno de la reacción química es el procedimiento de eliminar incrustaciones en una caldera: Al agregar el desincrustante, éste reacciona químicamente con la incrustación y genera un residuo de fácil remoción.

### 1.4.4 Concepto de productos sinérgicos.

Se conocen como productos sinérgicos a aquellos que dentro de su composición se combinan dos o más mecanismos de limpieza.

Como ejemplos de estos productos tenemos:

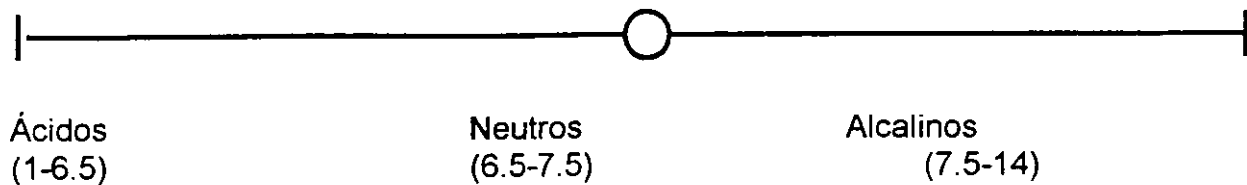
- Detergentes alcalinos: mezclan el mecanismo de detergencia con el de reacción química de una sustancia alcalina.
- Detergentes sarricidas: mezclan el mecanismo de detergencia con el de reacción química de una sustancia ácida.

### 1.4.5 Concepto de pH.

pH son las siglas de Potencial de hidrógeno, que es un indicador del grado de acidez o alcalinidad de una sustancia, o en otras palabras, su capacidad de ceder o captar hidrógeno es una reacción química.

El pH se mide en una escala del 1 al 14, como se ilustra en la tabla R1.3.

Tabla R1.1.3

**CONCEPTO DE pH.**

- **pH de 1 a 6.5:**  
A estas sustancias se les conoce como ácidos. Un ácido es más fuerte en la medida en que el pH es menor. Estos productos son usados en labores de mantenimiento industrial para la remoción de incrustaciones de sales minerales y óxidos.
- **pH de 6.5 a 7.5:**  
Sustancias que se conocen como neutras. Estos productos no son reactivos y se comportan de manera noble con las superficies.
- **pH de 7.5 a 14:**  
Se les conoce como productos alcalinos o básicos. Una sustancia alcalina es más fuerte en la medida que su pH es mayor. Estos productos se usan principalmente en remoción de grasas pesadas y residuos de carbón o carbonizados.

## 1.5 VISCOSIDAD, CONCENTRACIÓN Y DENSIDAD.

Comúnmente, estos conceptos son confundidos entre sí. Es de suma importancia conocer cada uno de ellos:

### 1.5.1 Viscosidad:

Es una propiedad física de los fluidos que nos describe la facilidad o dificultad que tienen para fluir en una superficie (un producto muy viscoso fluye lentamente, y un fluido menos viscoso fluye con más rapidez). La unidad de medición más común de la viscosidad es el centipoise, pero también puede reportarse en "g / cm s", o su equivalente en unidades del sistema inglés "lb / ft s". A simple vista se puede apreciar si un producto es muy viscoso o no lo es, aunque no podamos saber exactamente el valor de su viscosidad, para esto se tiene que recurrir a una medición de laboratorio.

### 1.5.2 Concentración.

Es una relación de la cantidad de ingredientes activos en un volumen total. Se dice que un producto químico es más concentrado en la medida en que se aumenta el porcentaje de ingredientes activos en su fórmula. Es importante saber que no se puede apreciar a simple vista si un producto es más concentrado que otro, para saberlo, se tiene que recurrir a pruebas de laboratorio. Muchas veces esperamos que un producto concentrado sea más viscoso, esto es un error, debido a que esto depende de la naturaleza de la base activa. Si la base activa es de baja viscosidad, no se podrá ver a simple vista si la concentración es alta o no.

### 1.5.3 Densidad.

Propiedad física que mide la cantidad de masa contenida por unidad de volumen. En términos sencillos, se puede decir que la densidad representa "el peso de un líquido". Si comparamos la densidad del agua vs. la del aceite podemos advertir que el agua es más densa que el aceite si vaciamos agua y aceite en un mismo vaso y observamos que el agua que queda abajo mientras el aceite flota arriba. La densidad se mide generalmente en "g / cm<sup>3</sup>", la densidad del agua es 1 g / cm<sup>3</sup>. Es importante saber que la Gravedad Específica es un comparativo de la densidad del producto y la densidad del agua.

$$\text{Gravedad Específica del Producto "A"} = \frac{\text{Densidad del Producto "A"}}{\text{Densidad del Agua}}$$

La Gravedad Específica es adimensional (no tiene unidades).

## 1.6 SOLVENTES Y DESENGRASANTES.

Dentro de las actividades típicas de una industria, el mantenimiento preventivo de los equipos es un factor crítico para asegurar la productividad y la calidad de los productos. La familia de solventes y desengrasantes está diseñada especialmente para satisfacer las necesidades de mantenimiento tanto de equipo eléctrico y mecánico, como de equipo eléctrico y mecánico, como de equipo móvil, tanques de almacenamiento y áreas de trabajo.

Antes de recomendar un sistema de limpieza, es muy importante conocer a profundidad las características de cada uno de estos productos, además de realizar un análisis de las necesidades particulares.

### 1.6.1 Bases teóricas de los solventes y desengrasantes.

Los cinco tipos de productos más utilizados en las labores de limpieza y mantenimiento industrial son:

– **Solventes inflamables y combustibles:**

Ejemplos: Queroseno, gasolina, petróleo, nafta.

Este tipo de solventes es altamente peligroso para usarlo en limpieza y mantenimiento no solo por los riesgos que se corren por ser productos inflamables sino por ser mezclas que en alguno de los casos contienen elementos nocivos, ejemplo de ello es el plomo, azufre e impurezas que se arrastran en la destilación del petróleo.

– **Solventes halogenados no inflamables.**

Ejemplos: Tricloroetano, tricloroetileno, percloroetileno, cloruro de metileno.

Estos productos a pesar de ser no inflamables por ser derivados clorados están desapareciendo del mercado por estar catalogados dentro de los productos carcinógenos. (Se anexa tabla de toxicidad).

– **Soluciones alcalinas:**

Productos que combinan la acción detergente con el poder alcalino, utilizados en labores de limpieza que sean susceptibles al enjuague (labores base agua).

– **Emulsiones limpiadoras:**

Productos que combinan jabones, detergentes o emulsionantes con solventes inflamables. Utilizados para remover grasa pesada en labores como: limpieza de motores de combustión, limpieza de tanques de almacenamiento, limpieza de pisos altamente contaminados de grasa, etc.

– **Solventes de seguridad:**

Mezclas de solventes especialmente diseñadas para labores específicas de limpieza en donde se manipulan las características de: punto de flama, resistencia dieléctrica, velocidad de evaporación, etc.

Las especialidades que conforman la familia de solventes y desengrasantes se pueden dividir para su estudio en 3 grupos:

- Detergentes alcalinos
- Disolventes
- Solventes de seguridad.

– **Detergentes alcalinos.**

Productos que combinan la acción detergente con el poder alcalino, realizando un excelente trabajo de remoción de suciedades persistentes como: grasa apisonada con tierra y/o polvos de proceso, grasas orgánicas, melazas, etc. Recomendados para casi cualquier superficie en donde se puedan aplicar productos en base acuosa y que sea susceptible a enjuague.

El funcionamiento de un detergente alcalino lo podemos esquematizar de la siguiente manera:

- a) El producto al entrar en contacto con la grasa, la penetra con su acción humectante y la comienza a desprender por su acción detergente.
- b) En combinación con la acción detergente, el contenido del material alcalino reacciona con la grasa (ácido graso) formando una sal de ácido graso o jabón (reacción de saponificación). Esta reacción es la misma que se realiza para la elaboración de un jabón, mezclando materiales alcalinos (como sosa o potasa) con ácidos grasos (grasas vegetales o animales).
- c) La combinación de estas reacciones es la que permite una limpieza excelente, creando una solución 100% enjuagable.

– **Disolventes.**

Son productos que tienen la capacidad de disolver la grasa y otros contaminantes especiales.

## 1.7 SOLVENTES DE SEGURIDAD

Los solventes de seguridad son productos clasificados como disolventes que poseen ciertas propiedades que los hacen merecer el título de productos de seguridad o solventes de seguridad.

Para que un producto se pueda considerar como solvente de seguridad, deberá de tener ciertas características que lo identifiquen como tal, a continuación se mencionan en forma detallada.

### 1.7.1 Capacidad de limpieza:

La capacidad de un solvente para quitar la grasa está definida por tres factores básicos:

1. Poder de remoción de grasa.
2. Debe de evaporarse en la medida justa. Si se va a hacer un trabajo de remoción de grasa en algunas piezas mecánicas (limpieza mecánica) la evaporación debe de ser lenta. Por el contrario si se va a hacer un mantenimiento a un motor eléctrico (limpieza eléctrica) su evaporación deberá ser lo más rápida posible.
3. Debe de evaporarse completamente, sin dejar en ningún momento residuos aceitosos y mucho menos residuos conductivos.

### 1.7.2 Nobleza con los materiales.

Al entrar en acción un solvente de seguridad no debe de atacar plásticos ni barnices, los cuales se encuentran presentes en la mayoría de los equipos eléctricos y electrónicos. Para medir su efecto sobre plásticos y barnices se realiza una prueba a los solventes llamada Prueba de Retención Dieléctrica.

### 1.7.3 Resistencia dieléctrica.

Esta es una característica fundamental de un solvente de seguridad, no conducir corriente eléctrica e lo que se busca en un buen solvente de seguridad, ya que en equipos que se ponen a trabajar inmediatamente después de un mantenimiento es vital que el producto usado sea no conductivo.

### 1.7.4 Alto punto de flama.

Se denomina solvente de seguridad a aquel posee un punto de flama superior a los 40°C, esto bajo la norma ASTM D-56 punto de flama en Aparato de simulación TAG.

### **1.7.5 Baja toxicidad:**

Los solventes son productos de alto riesgo para el usuario cuando son usados sin precaución, ya que son irritantes para la piel, ojos y vías respiratorias, sus vapores en ciertas concentraciones representan serios daños para la salud, de ahí la importancia de una buena ventilación. El grado de toxicidad de un producto se mide en función de su permisión en el ambiente, las unidades de medición de límites se dan tanto en partes por millón como en miligramos por metro cúbico.

## Capítulo R1.2

**LIMPIEZA.****2.1 GENERALIDADES.**

La limpieza general es la tarea de Servicio del Mantenimiento, cuyo objetivo fundamental es eliminar del medio ambiente las materias nocivas para la **SALUD** y la **SEGURIDAD (S Y S)**, adicionalmente a conceptos de confort y bienestar.

La limpieza es la tarea básica y clásica del Mantenimiento Rutinario para todas las especialidades, tanto en servicios generales, como en electrónica, eléctrica, mecánica o cualquier otra disciplina.

En la tarea de la limpieza se debe tener presente la premisa fundamental de "échale sal", es decir:

- **Secar**
- **Apretar**
- **Limpieza**

Es inaceptable menospreciar esta tarea, ya que puede representar graves riesgos y sobrecostos a la empresa su inadecuada aplicación.

Debe erradicarse asignar la responsabilidad de esta tarea a una intendencia, generalmente del tipo "3i":

- . improvisada
- . incompetente e
- . inconsciente.

La limpieza como tarea de mantenimiento debe conservarse dentro de esta área y revisar el concepto de contratación externa, para confirmar las ventajas que pudiera tener.

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.



Tabla R1.2.1

**TAREAS BÁSICAS DE LIMPIEZA**

Sacudir  
Barrer  
Aspirar

Trapear  
Lavar  
Fregar

Sellar

Tabla R1.2.2

**ORIGEN Y ELEMENTOS A LIMPIAR****AGUA**

Pisos

**BASURA**

Áreas jardinadas  
Azoteas  
Ceniceros  
Cestos de basura  
Pisos  
Registros y trincheras

**POLVO Y MANCHAS**

Mobiliario  
Muros  
Pisos  
Techos  
Ventanas  
Persianas  
Cortinas  
Lámparas  
Pantallas  
Difusores de aire acondicionado  
Libros y anaqueles  
Papelería

**DETERIORO O DESCOMPOSTURAS****GRASAS, CHICLES Y PEGAMENTOS.**

Mobiliario  
Piezas metálicas  
Pisos

**HUELLAS**

Cubiertas de muebles  
Pasamanos  
Pisos

**PULIDO Y BRILLO**

Mobiliario  
  
Pisos  
Piezas metálicas

### 2.1.1 SALUD.

En las empresas es necesario cuidar la salud de los trabajadores aplicando las medidas básicas de **Prevención y contención de enfermedades**, a través de la lucha contra el contagio y la supresión de contaminantes y agentes infecciosos. A partir de las tareas básicas de limpieza (tabla 1.2.1) es necesario determinar adicionalmente cuales son necesarias.

La limpieza es esencial en todo espacio y tiempo, es decir en cualquier sitio debe ser permanente, con especial atención en aquellas empresas en las que por sus actividades pudieran afectar directamente a los participantes en el proceso o que afecten a terceros.

En los hospitales es mayor la trascendencia de aplicar estas medidas básicas debido a la disminución de la resistencia a las enfermedades de los pacientes, lo cual en determinadas circunstancias los deja sujetos a infecciones secundarias.

La finalidad del control sanitario o asepsia (gr. a: sin, sepsia: infección) es evitar la propagación de la infecciones.

Mantenimiento en esta especialidad debe capacitar a su personal y obtener asesoría de especialistas (biólogos, médicos, químicos), no de vendedores de productos, que le permitan identificar los riesgos, necesidades y establecer los procedimientos de aplicación.

Algunas infecciones que padece el ser humano son causadas por bacterias, microorganismos capaces de reproducirse (duplicarse cada 20 minutos) rápidamente bajo condiciones favorables. Las bacterias se encuentran en el suelo, aire, alimentos, piel, etc.

Las acciones de limpieza disminuyen las poblaciones bacterianas, 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 y aunque no destruye las bacterias en estado de esporas, si elimina prácticamente todas las demás.

Los desinfectantes se pueden agrupar por sus ingredientes activos, que en

- Alcoholes
- Amonio cuaternario
- Cloro
- Fenol
- Fermol
- Gases
- Yodo

Tabla R1.2.3

**FACTORES DE FRECUENCIA DE LA LIMPIEZA.**

- **SISTEMA:**
  - . Imagen de la empresa
  - . Educación del personal
  - . Función del local
  - . Tránsito
- Condiciones del área
  - . Actividades
  - . Horario
- Clima
- Características de las superficies.

Tabla R1.2.4

**MÉTODOS 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.

### 2.1.2 SEGURIDAD.

El objetivo de la seguridad es proteger la integridad física de sus trabajadores y los recursos de la empresa, que brindan a éstos, usuarios y visitantes.

- Confort.  
Ambiente agradable para el desarrollo de sus actividades. con confianza y tranquilidad.
- Disponibilidad.  
Evitar en los bifs, posibles fallas producidas por agentes externos acumulados por falta de limpieza.
- Fiabilidad.  
Incrementar la continuidad eficiente de servicio de los bifs, al operar sin entorpecimientos y sin ataque a los elementos que lo conforman.
- Peligrosidad menor.  
Reducir las posibilidades de riesgo.

## 2.2 CLASIFICACIÓN DE ÁREAS.

Para el desarrollo de la tarea es necesario clasificar las áreas de trabajo en función de:

- Elementos a limpiar (tabla 1.2.2)
- Operación de la empresa  
Disponibilidad para la participación del personal de limpieza.
- Frecuencia (tabla 1.2.3)
- Características del proceso de limpieza
  - . Método (tabla 1.2.4)
  - . Duración de la tarea
  - . Equipo
  - . Materiales a emplear

De esta forma se tienen que establecer en la empresa las **Zonas** por:

- Tránsito ininterrumpido a: (I)
  - . Trabajo parcial diario (1 ó 2 turnos)
  - . Jornadas corridas, es decir a toda hora y todos los días
- Variación de la carga de trabajo durante la jornada (V).

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 R1.2.5

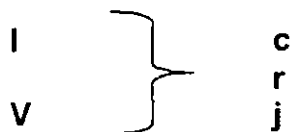
**LAVADO DE CORTINAS**

CONCEPTOS	TELAS NATURALES	TELAS SINTÉTICAS
<b>LAVADO EN AGUA</b>	<p>Encoge bastante</p> <p>Pierde su calidad</p> <p>No secan rápido</p> <p>Desgaste 40% más rápido</p>	<p>No encoge</p> <p>Problemas con el planchado</p> <p>Secan rápido</p> <p>Desgaste natural</p>
<b>LAVADO EN SECO</b>	<p>Encoge poco</p> <p>Secan rápido</p> <p>Limpieza menor calidad</p> <p>Las manchas se fijan</p> <p>Se percuden las telas</p>	<p>No encoge</p> <p>Secan rápido</p> <p>Menor calidad</p> <p>Las manchas se fijan</p> <p>Se percuden las telas</p>

**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.

De esta forma la clasificación de áreas de una Empresa puede ser:



Como ejemplos se tienen:

Hospitales	quirófano	Ic
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.

### 2.3 LIMPIEZA TOTAL.

Es necesario que el personal de todas las categorías, tome consciencia 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 el **involucramiento** 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 trabajadores son los causantes directos de los deterioros en los inmuebles, por causas tales como:

- Sistema faltante.  
(tirar basura y causar deterioros).  
Cuando en el Sistema se reprende, castiga, multa o simplemente se exhibe por ensuciar, se sientan las bases para conscientizar y educar al personal.
- Gremiales o sindicales  
(pintar fachadas con propaganda, pegar anuncios, etc.)
- Ignorancia y falta de educación  
(arrojan objetos a los inodoros, dibujan en baños, etc.).

Tabla R1.2.6

## CUADRO BÁSICO DE COTIZACIONES.

	PRODUCTO	Presenta	Capacidad	Unidad	Precio (\$), (\$ / u)			Observaciones
					Prov. 1	Prov. 2	Prov. 3	
1.0	<b>Líquido</b>							
1.1	Limpia vidrios	botella						
1.2	Sarricida	botella						
1.3	Limpia metales	botella						
1.4	Desengrasante	botella						
1.5	Limpia tapiz	botella						
1.6	Trat. p/mechudos	botella						
1.7								
1.8								
1.9								
1.10								
2.0	<b>Aromatizantes</b>							
2.1	Bouquet	botella						
2.2	Lavanda	botella						
2.3								
2.4								
2.5								
3.0	<b>Limpiador y desinfectante</b>							
3.1	Pino	botella						
3.2	Limon	botella						
3.3								
4.0	<b>Shampoo p / alfombra</b>	botella						
5.0	<b>Detergentes</b>							
5.1	Polvo	bolsa		kg				
5.2	Líquido	botella						
5.3	Biodegradable (espolón)	botella		litro				
6.0	<b>Acido oxálico</b>	bolsa		kg				
7.0	<b>Productos</b>							
7.1	Acido muriático	botella		litro				
7.2	Aguarrás	botella		litro				
7.3	Gasolina	botella		litro				
7.4	Petróleo	botella		litro				
7.5	Thinner	botella		litro				
7.6								
7.7								
7.8								
7.9								
7.10								

En los hospitales los empleados deben ejecutar sus labores con la consciencia 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.  
Basurero. Objeto alrededor del cual se deposita la basura. Definición verdadera, pero desalentadora.  
Este es un complemento conveniente a la implantación de un sistema, pero no imprescindible.
- 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 en los diferentes sitios.
  - En un lugar limpio (por ejemplo: banco o un moderno supermercado) donde se inhibe para ensuciar.
  - En un local sucio (mercado popular o una feria), en el que no le importará tanto el concepto limpieza, porque ya está sucio y no importa ensuciarlo más.

Es más 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 como consecuencia de su implantación.

## 2.4 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 (participa normalmente el responsable de Mantenimiento), tiene como objetivo vigilar que 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.



Tabla R1.2.7

**PROGRAMA DE LIMPIEZA.**  
(Ejemplo)

inmueble: \_\_\_\_\_ Ubicación: \_\_\_\_\_ Área: \_\_\_\_\_

Clave	Zona	Concepto	Superficie (m <sup>2</sup> )	Método	Frecuencia
<b>1.0</b>	<b>Pisos</b>		<b>2,000</b>		
1.1		Mármol	500	Barrer	día
				Brillar con franela	día
				Lavar con ácido oxálico	semana
				Pulir sin desbastar	año
1.2		Loseta Vinílica	1,000	Barrer	día
				Trapear mojado	semana
				Lavar a máquina	mes
				Quitar cera	año
				Encerar y pulir	año
1.3		Azulejo	100	Barrer	día
				Trapear húmedo	día
				Trapear mojado	semana
1.4		Alfombras	400	Aspirar	día
				Lavar	semestre
<b>2.0</b>	<b>Muros</b>		<b>2,500</b>		
		Enyesado			
		Tapiz			
		Madera			
<b>3.0</b>	<b>Techos</b>		<b>2,000</b>		
		Enyesado			
		Tapiz			
		Madera			
<b>4.0</b>	<b>Vidrieras</b>		<b>1,500</b>		

Notas: La clave de frecuencias se presenta en la tabla de cálculo de fuerza de trabajo  
Identificación de los elementos a limpiar, materiales, tareas, superficies y frecuencias.

## 2.5 PERSONAL DE LIMPIEZA.

El trabajador encargado de la limpieza, aseo, debe ser capacitado por personal calificado para determinar:

- Atención integral a los problemas de limpieza.
- Productos de limpieza por emplear
- 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..

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.

Tabla R1 2.8

## RENDIMIENTOS EN LIMPIEZA.

Clave	Método	Aplica	Medio	Tiempo (min / 100 m <sup>2</sup> )	Observaciones
1	Barrer			12	
2	Trapear húmedo			12	
3	Trapear mojado			30	
4	Lavar	piso	manual	60	
5	Lavar	piso	a máquina	300	40 cm (16) in
6	Fregar	piso	cepillo	120	mango largo
7	Encerar	piso		30	
8	Pulir	piso	a máquina	18	
9	Lavar		ácido oxálico	60	
10	Lavar	alfombra		70	
11	Brillar	piso		18	
12	Aspirar			25	
13	Sacudir	oficinas		15	
14	Limpiar	baños		120	
15	Quitar cera	piso		30	

## **2.6 DESARROLLO DE LA LIMPIEZA.**

Por su naturaleza la limpieza puede desarrollarse en forma:

### **2.6.1 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:

- Adquirir y almacenar artículos y utensilios de aseo.
- Ausentismo no cubierto oportunamente
- Capacitación de los aseadores r por cuenta de la empresa.
- Equiparse conforme a los requerimientos
- Sindicalismo mas fuerte, en algunos casos.

El apoyo del personal de limpieza para el desarrollo del mantenimiento en otras tareas, respetando el contrato correspondiente.

### **2.6.2 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 tareas 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 y el supuesto mayor profesionalismo, experiencia y equipamiento para el mejor desempeño de las labores..

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.

Tabla R1.2.9

## TRABAJO DE LIMPIEZA.

Frec.	TAREA	Material	Área (m <sup>2</sup> )	Rendimiento min / 100 m <sup>2</sup>	Tiempo min	Observaciones
<b>D</b>	<b>DIARIO</b>				<b>394.0</b>	
	Barrer					
		Mármol	500			
		Loseta	1,000			
		Azulejo	100			
			1,600	12	192.0	
	Brillar con franela		500	18	90.0	
	Aspirar	Alfombra	400	25	100.0	
	Trapeado húmedo		100	12	12.0	
<b>S</b>	<b>SEMANAL</b>				<b>666.0</b>	
	Trapeado					
		Loseta	1,000			
		Azulejo	100			
			1,100	12	306.0	
	Lavado con ácido		500	120	360.0	
	Subtotal					
<b>M</b>	<b>MENSUAL</b>				<b>294.0</b>	
	Lavado a máquina		1,000	300	294.0	
<b>B</b>	<b>SEMESTRAL</b>				<b>2,678.0</b>	
	Lavado alfombra		400	70	2,678.0	
<b>A</b>	<b>ANUAL</b>				<b>1,115.0</b>	
	Pulido de mármol		500	18	360.0	
	Quitar cera		1,000	30	294.0	
	Encerar		1,000	30	294.0	
	Pulir		1,000	18	167.0	

Frecuencia	Clave	Hombres #	Tiempo total (h / año)
Día	1	0.81	2,378
Semana	2	0.28	599
Mes	3	0.25	59
Semestre	6	0.01	89
Año	9	0.01	19
Total		1.36	3,144

## 2.7 MÉTODOS Y REQUERIMIENTOS DE LIMPIEZA.

En la tabla 1.2.1 se establecen las tareas básicas de limpieza y en la tabla 1.2.2 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 más que el uso y el desgaste.

La frecuencia de la limpieza depende de diferentes factores, tales como los que se indican en la tabla 1.2.3; el IMSS hace las consideraciones listadas en la tabla 1.2.4.

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.

A manera de ejemplo se describe:

- Limpieza de cortinas (tabla 1.2.5):

- Tipos de tela.
  - Natural (lana, algodón, etc.)
  - Sintéticas (poliester, 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.

Se deben relacionar los precios de los elementos requeridos para la limpieza como se propone en la tabla 1.2.6. 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 R1.2.10

**ARTÍCULOS DE ASEO.**

Cepillo

Ceras

Desinfectante

Desodorantes

Escobas

Fibras

Limpiadores

Jaladores

Jabones

Mechudos

Papel (rollos)

Selladores

Telas (trapos)

Toallas

## 2.8 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:

### 2.8.1 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.

### 2.8.2 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.



Tabla R1.2.11

**PROGRAMA DE LIMPIEZA.**

Clave	Frecuencia	Símbolo	Actividad anual			Tiempo (min / u)	Tiempo Total	
			#	*			(min)	(h)
1	Diario	D	22	12	250	394	98,500	1,642
2	Tercer día	E	11	12	120		0	0
3	Semanal	S			52	666	34,632	577
4	Quincenal	Q			100		0	0
5	Mensual	M			12	294	3,528	59
6	Bimestral	B			6		0	0
7	Trimestral	T			4		0	0
8	Semestral	F			2	2678	5,356	89
9	Anual	A			1	1115	1,115	19
0	Correctivo	C					0	0
<b>TOTAL</b>							<b>143,131</b>	<b>2,386</b>
	<b>Plantas</b>	<b>Dificultad</b>	<b># piso</b>	<b>Hombres</b>	<b>min</b>	<b>horas</b>		
T	"Tipo"	1	13	15.51	1,860,703	31,012		
B	Planta baja	1.5	1	1.79	214,697	3,578		
A	Azotea	0.2	1	0.24	28,626	477		
			15	17.53	2,104,026	35,067		

Tiempo disponible del personal *			
horas / día	día / mes	mes / año	horas / año
h / d	d / m	m / a	h / a
8	22	12	2,000

\* Tiempos estimados

### 2.8.3 REVISIÓN.

Periódicamente se programará una revisión de equipos donde se proporcionará un mantenimiento menor, incluyendo engrase y ajuste, con el fin de evaluar el estado real de los mismos.

### 2.8.4 ASPIRADORAS.

No son recomendables los modelos domésticos por su bajo poder de succión, se sugiere utilizar un modelo industrial o semi industrial.

- Rendimiento máximo para una aspiradora 600 m<sup>2</sup>  
o en forma ininterrumpida 4 h/día.

Cada vez que se utilicen, se limpiarán los cepillos, mangueras y depósitos para basura con el fin de no reducir la vida útil de éstas.

### 2.8.5 PULIDORAS.

Las pulidoras en general son funcionales, versátiles, por su uso para limpiar, pulir, encerar, brillar, sellar y lavar, en función de los aditamentos que se utilicen.

La pulidora y sus aditamentos se deben limpiar cada vez que sean utilizados.

En el mercado se tienen diferentes modelos, la mayoría funciona a través de engranes, otras utilizan bandas; también hay variación en cuanto al peso propio de los equipos, funciones y capacidad.

- Rendimiento máximo 4 500 m<sup>2</sup> / jor.

El rendimiento máximo varía en función al mobiliario existente.

### 2.8.6 OTROS EQUIPOS.

Para trabajos específicos se pueden adquirir desbastadoras, tanques para lavar alfombras, hidro jet, etc.

Tabla R1.2.12

**RESULTADOS**

Clave	Concepto	Personal (#)	
		Cálculo	Real
1	Requerido	17.53	18
2	Por piso	1.17	1
2.1	Adicional 20%	3.51	3
3	Emergente y de rotación 20%	4.21	5
4	Total	25.25	26
5	Pisos del edificio	15	15

Clave	Concepto	Factor	Precio	
			(\$)	(\$USd)
1	Salario mínimo mensual		1,200	120
2	Factores			
2.1	Salario integrado	40%	480	
2.2	Indirectos	60%	1,008	
3	Sueldo real		2,688	269
4	Costo diario	22 d/mes	122	12
5	Costo horario	8 h/d	15	1.5
6	Paridad		10	1

Clave	Concepto	Personal (#)	
		Cálculo	Real
1	Limpieza total	m <sup>2</sup>	30,000
2	Mano de Obra MO	\$/m <sup>2</sup> año	27.96
3	Materiales	5% MO	1.40
4	Costo total anual		29.35
5	Limpieza anual	m <sup>2</sup> / H	1,153.85

## **2.9 ARTÍCULOS DE ASEO.**

Los utensilios y artículos para el aseo se compran, almacenan y distribuyen en forma regular en las tiendas de autoservicio; conviene tratarlos como materiales de consumo en general (tabla 1.2.10) En la tabla 1.2.6 se presenta una relación simplificada de éstos.

El responsable de la limpieza debe estar actualizado en los precios y los nuevos productos en el mercado y constantemente hacer pruebas, con el fin de simplificar el trabajo y abatir los costos.

### **2.9.1 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. En la tabla 1.2.6 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 aseoador, por ser él quien es el responsable directo de los resultados de su labor.

## **2.10 PROGRAMAS DE LIMPIEZA.**

Debe tomarse en consideración para la elaboración del Programa de Limpieza (tabla 1.2.7) 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.

Tabla R1.2.13

**RENDIMIENTOS DE LIMPIEZA  
MOBILIARIO Y ACCESORIOS.**

#	Artículo	Especificaciones	Tiempo (s)
1	Archivero		20
2	Arenero		60
3	Cabina del elevador		180
4	Calculadora		10
5	Cenicero		10
6	Cesto		10
7	Cuadros medianos		15
8	Escritorio grande		45
9	Escritorio mediano		45
10	Escritorio pequeño		35
11	Espejo	150 x 60 cm	20
12	Excusado		180
13	Extinguidor		15
14	Lámpara de mesa		35
15	Lavamanos		120
16	Librero		25
17	Máquina de escribir	tapada	5
18	Mesa	grande	60
19	Mesa	pequeña	30
20	Puerta		45
21	Reloj de pared		20
22	Silla	grande	60
23	Silla	mediana	45
24	Silla	secretarial	30
25	Teléfono		10

### 2.10.2 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.
- Métodos de limpieza adecuados para cada concepto.
- Periodicidad o frecuencia de los métodos de limpieza.

En la tabla 1.2.6 se presenta un ejemplo de formato para recopilación de información y definición del proceso, base para la elaboración del Programa de Limpieza.

### 2.10.3 RENDIMIENTOS.

Los tiempos de ejecución para diferentes métodos de limpieza aplicados y tipos de mobiliario y accesorios deben estimarse conscientes de variarán en función de los obstáculos, distribución de áreas, cantidad y tipo de mobiliario, etc.; en las (tablas 1.2.9 y 1.2.13), se proponen algunos rendimientos específicos.

El responsable de Mantenimiento debe de revisar, modificar y complementar estos valores.

### 2.10.4 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.

El Programa de Limpieza comprende el cálculo de:

- Tiempos necesarios para cada método, agrupándolos por su periodicidad (tabla 1.2.8)
- Fuerza de trabajo requerida (tabla 1.2.11)
- Costos de mano de obra (tabla 1.2.12)
- Rendimientos de diferentes actividades de limpieza (tabla 1.2.14)

Tabla R1.2.14

**SISTEMA DE LIMPIEZA.****BARRIDO**

<b>EQUIPO</b>	<b>RENDIMIENTO</b> (m <sup>2</sup> /h)	<b>RELACIÓN</b>	<b>MOTOR</b> (kW)
Escoba	400	1	-
Operador caminando	1 200	3	3
Operador sentado	6 000	15	6
Alta capacidad	9 200	23	15
Trabajo pesado	9 200	23	36
Trabajo mayor	12 000	30	50

**LAVADO**

<b>EQUIPO</b>	<b>RENDIMIENTO</b> (m <sup>2</sup> /h)	<b>RELACIÓN</b>	<b>MOTOR</b> (kW)	<b>OPERACIÓN</b> (h)
Trapear húmedo	200	0.25	-	-
Lavado manual	50	1	-	-
Cepillo eléctrico	125	2.5	1	2.5
Operador caminando	2 500	50	-	-
Operador sentado	4 500	90	-	-
Alta capacidad	6 000	120	30	4.0
Trabajo pesado	7 200	144	48	6.0

**ESCARIFICADO #**

<b>EQUIPO</b>	<b>RENDIMIENTO *</b> (m <sup>2</sup> /h)	<b>RELACIÓN</b>	<b>MOTOR</b> (kW)
Rasqueta	5	1	-
Operador caminando	25	5	7.5
Operador sentado	800	160	-

# Remover: mugre impregnada, pintura, tierra solidificada y grasa

\* Ancho longitud. 10 cm x 250 m

## 2.11 SUPERVISIÓN.

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:

– **REPORTES.**

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.

– **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 SUPERVISIÓN.**

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.



## CAPÍTULO R2

# LUBRICACIÓN.

### 2.1 INTRODUCCIÓN.

El contacto entre superficies ocasiona fricción al existir un movimiento relativo entre ellas. Esta fricción origina pérdidas por:

- Calor generado en las partes
  - Reducción de la vida de las partes.
  - Reblandecimiento de las partes.
  - Dilatación, que puede trabar el mecanismo
- Demanda adicional de energía para mantener el movimiento entre las partes.
- Desgaste
- Ruido.
- Vibraciones

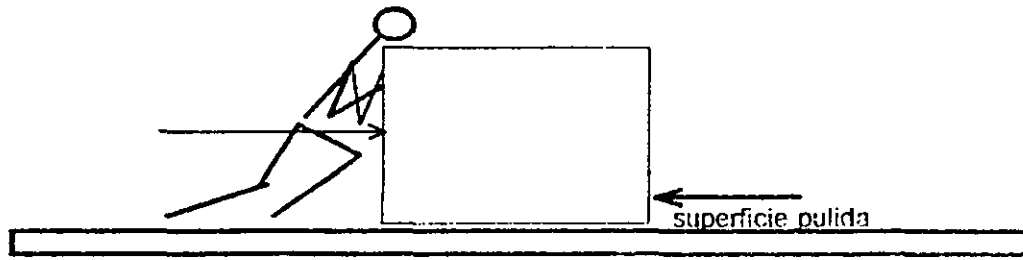
La forma de reducir la fricción entre las superficies en contacto puede ser mediante.

- **Deslizamiento:**  
Puliendo las superficies para minimizar las obstrucciones de los elementos en contacto (fig. 2.1)
- **Rodamiento:**  
Reduciendo el área de contacto entre las superficies (fig. 2.2).
- **Lubricación:**  
Interponiendo entre las superficies un elemento fluido (fig. 2.3).
- **Desgaste controlado (tribología):**  
Aplicación de un material suave en una de las partes.  
Este proceso es fundamental bajo la siguiente premisa:  
**ingeniería y naturaleza en armonía**

Esto representa que no es conveniente oponerse al fenómeno de la fricción y aceptar el desgaste sobre el elemento de:

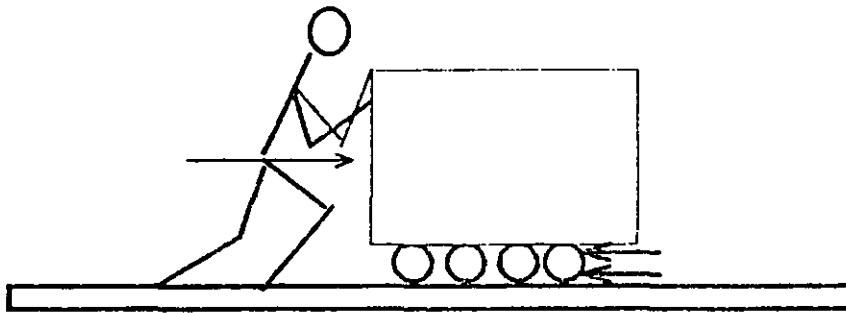
- función menos importante.
- mayor accesibilidad
- menor costo

\* Este capítulo tomó como referencia los apuntes y comentarios del Ing. José Pequeño Garza, con información técnica de Mobiloil.



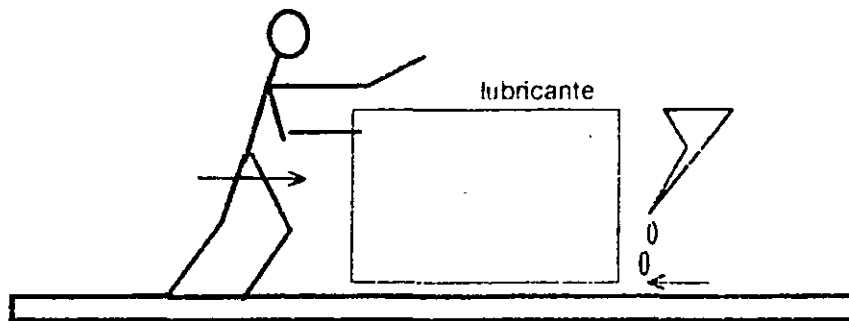
Deslizamiento

Fig. 2.1



Rodamiento

Fig. 2.2



Lubricación

Fig. 2.3

De esta forma se tienen cojinetes con metal suave ( babbit ) que se desgastará, sin deterioro notable en la flecha ( material mas duro )

Cualquiera de estos cuatro procedimientos pueden aplicarse en forma independiente o mediante su combinación, por ejemplo en:

- . Rodamientos (baleros), en los que se aplican los tres primeros procedimientos.
- . Cojinetes de chumaceras donde se aplican lubricación, deslizamiento y desgaste controlado.

**Tribología es la ciencia que estudia el desgaste.** Debe ser aplicada por los mantenientes en toda su extensión, siendo la fricción un fenómeno que origina el desgaste, contempla la lubricación como forma de su reducción. Existen otras disciplinas por estudiar dentro de la tribología, como son entre otras lubricación, protección, ataque a la corrosión, pintura, recubrimientos.

Se trata en este capítulo la lubricación, tarea de servicio del mantenimiento, que permite a las instalaciones mecánicas operar con fricción mínima.

Para lubricar se requiere de fluidos con propiedades tales que reduzcan la fricción, entre las que hay que destacar la viscosidad.

Ésta es la propiedad de interacción entre la moléculas de un fluido que presenta una resistencia a las fuerzas cortantes, la cual habrá que minimizar con fluidos lubricantes, es decir de viscosidad acorde con la función. Así la fuerza requerida para mover una superficie sobre otra con un fluido entre ellas, tendrá un gradiente de velocidades directamente proporcional a las áreas e inversamente proporcional a la distancia entre ellas (fig. 2 4).

La lubricación y los lubricantes, son tan importantes que han originado la formación de diferentes sociedades técnicas para su estudio, análisis, investigación y normalización, como son las que se enlistan en la tabla 2 2

En los bif habrá que identificar los elementos que requieren lubricación (ejemplificados fig. 2 5), que son básicamente los equipos, maquinaria y herramientas, en los que habrá que distinguir los elementos enumerados en la tabla 2.3

Es importante también identificar cuales son los elementos a los que no habrá que lubricar, como pueden ser aquellos que funcionan por fricción, como puede ser los embragues y frenos

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.

$$F = AV / Y \quad (1)$$

$$t = F / A = \mu \, dv / dy \quad (2)$$

Donde:

F = fuerza

A = área de las superficies

V = velocidad

Y = distancia entre superficies

t = esfuerzo cortante

dv / dy = gradiente

$\mu$  = viscosidad dinámica

$\nu$  = viscosidad cinemática

$\rho$  = densidad

$$\nu = \mu / \rho \quad (\text{m}^2 / \text{s})$$

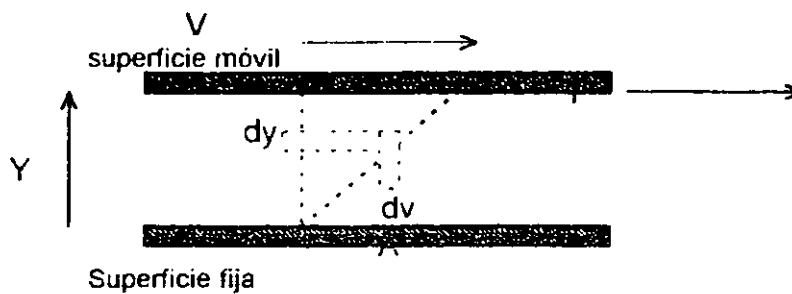


Fig. 2.4

Tabla 2 1

### UNIDADES DE LA VISCOSIDAD.

$$1 \text{ poise} = \text{dinas s} / \text{cm}^2 \quad 98.1 \text{ poise} = 1 \text{ kg r s} / \text{m}^2 \quad 478.7 \text{ poise} = \text{lbr s} / \text{ft}^2$$

Conversión de SSU al sistema cgs:

SSU 15.5 °C	VISCOSIDAD $\mu$ poises	$\nu$ stokes
$t \leq 100$	$(0.00226t - 1.95 / t) \times \rho$	$(.00226t - 1.95 / t)$
$t > 100$	$(0.00220t - 1.35 / t) \times \rho$	$(.00220t - 1.35 / t)$

### 2.1.1 FRICCIÓN FLUIDA.

La lubricación es la sustitución 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 o dinámica.**

- **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

La fricción fluida será función principalmente de la viscosidad del lubricante empleado. Esta propiedad es la que le da **cuerpo** al fluido.

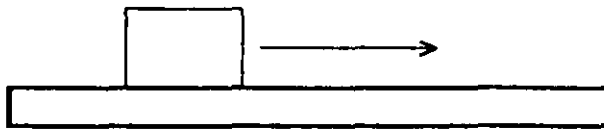
La viscosidad es la resistencia a fluir. De esta forma los lubricantes ligeros fluyen más rápidamente que los pesados

Existen diferentes unidades para medir la viscosidad (ver tabla 2.1).

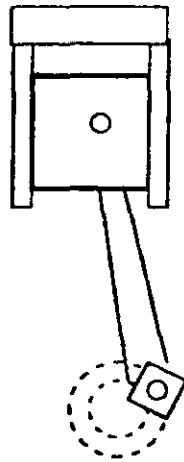
- Segundo Saybolt Universal (SSU). Define el tiempo en segundos que tardan en pasar 60 cm<sup>3</sup> de lubricante a través de un orificio estándar a una temperatura controlada

– Poises

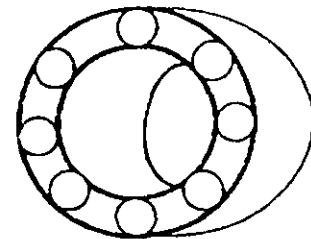
La viscosidad cinemática es el cociente de la viscosidad dinámica entre la densidad y se mide en stokes.



a) Guías

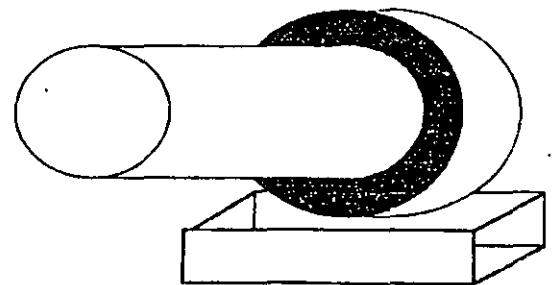


b) Cilindros



Rodamientos

c) Cojinetes



d) Engranes

### ELEMENTOS A LUBRICAR

Fig. 2.5

Tabla 2 2

**SOCIEDADES RELACIONADAS CON LA LUBRICACIÓN.**

- AGMA - American of Gears Manufacturers Association.**  
Asociación Americana de Fabricantes de Engranés  
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 Pémex.
- ISO - International Standard Organization.**  
Organización Internacional de Estándares.  
Uniformiza las unidades de medida
- PÉMEX - 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.

Tabla 2.3

**ELEMENTOS A LUBRICAR.****– Cilindros**

- . Pistones
  - Motores de combustión interna
    - Diesel
    - Gas
    - Gasolina
- . Émbolos
  - Bombas
  - Compresores
- . Equipo
  - Neumático
  - Hidráulico

**– Cojinetes**

- . Chumaceras
- . Metales
- . Rodamientos

**– Engranés**

- . Rectos externos e internos
- . Sinfin
- . Cónicos, elípticos, helicoidales, hipoidales
- . Cremalleras

**– Guías**

- . Bancadas
- . Correderas
- . Rozaderas
- . Vías



## 2.2 PARÁMETROS QUE AFECTAN LA LUBRICACIÓN.

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 la carga, temperatura y velocidad, que se relacionan para la selección del lubricante (tabla 2.4) y que se explican a continuación:

### 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

### 2.2.4 PUNTO DE APLICACIÓN.

Es fundamental determinar correctamente el punto de aplicación del lubricante, en función del conocimiento de la forma de operación del equipo y sus condiciones bajo las cuales funcionará, para lo cual se deben considerar las dos bases principales siguientes:

#### – Holgura.

Debe haber entre las partes, en sus áreas de contacto por lubricar, un huelgo tal que permitan la formación de la cuña, ya que en caso contrario:

- Si el huelgo es insuficiente no penetrará el lubricante
- Si el huelgo es exagerado la cuña no se formará.

Tabla 2.4

**SELECCIÓN DE LA VISCOSIDAD.**

VISCOSIDAD	VELOCIDAD	CARGA	TEMPERATURA
LIGERA	Alta	Ligera	Baja
PESADA	Baja	Pesada.	Alta

Tabla 2 5

**FORMA DE LUBRICACIÓN.****CRITERIOS DE SELECCIÓN.**

PELÍCULA	APLICACIÓN	MÉTODO	VENTAJAS
DELGADA	Máquinas simples	Copa. Gotera Grasera Mecha Lubricador Manual	Barata Fácil Simple
FLUIDA			
Cuña	Velocidad relativa alta entre superficies		
Presión	Velocidad relativa baja entre superficies  Sistemas complejos	Automática Por baño Por circulación	Antes del arranque se puede lubricar

### – Zona de baja presión.

Los elementos por lubricar deberán ser estudiados, para determinar su zona de baja presión, donde en general debe suministrarse el lubricante; esta zona, referida a la dirección del movimiento, es anterior al área de contacto por lubricar, de forma tal que se forme la cuña, por la adherencia del lubricante con los materiales.

En sistemas alternantes ( émbolos ó pistones ) se deben tomar precauciones particulares en el diseño de la forma de distribución ( canaletas y ductos ) por que se puede presentar cambio de posición de la zona de baja presión. En este caso se aplica el lubricante en una ubicación intermedia

## 2.2.5 MÉTODO DE APLICACIÓN.

Para que la lubricación cumpla con su cometido deberá ser adecuadamente seleccionado el método de aplicación (tabla 2.5), que pueden ser:

- Manual.  
Es lubricación a película delgada  
Su ventaja es sencillez, facilidad de procuramiento y baja inversión, pero es menos efectiva por no ser regular en volumen, continua en su aplicación y de difícil control. Puede ser mejorada con suministro del lubricante mas frecuente y dosificado
- Dispositivos.  
En general es lubricación a película delgada  
Debe prestarse atención especial en la correcta selección del tipo de dispositivo y elección del lubricante por aplicar.
- Sistemas de circulación.  
Mediante estos sistemas que proporcionan carga de presión y velocidad se suministra abundante lubricante en las zonas por lubricar.  
Estos sistemas normalmente cuentan con
  - Bomba
  - Conducciones de alimentación
  - Charolas de captación
  - Ductos de retorno
  - Tanques de regulación
  - Filtros

El mantenimiento de estos sistemas requiere de la limpieza y remplazo regular de los filtros, así como revisión del nivel y cambio del lubricante, con inspección del comportamiento del sistema y análisis de la calidad del lubricante y estudio de sus características para determinar las condiciones de operación del bif y su estado ( diagnóstico ). Esto último representa una tarea muy desarrollada actualmente en el tipo de mantenimiento predictivo.

Tabla 2 6

**APLICACIÓN DE LUBRICACIÓN.**

- **A presión.**
- **Auxiliado por:**
  - . Baño.
  - . Brocha.
  - . Charola.
  - . Goteo.
  - . Inmersión.
  - . Neblina.
  - . Salpique.

Tabla 2 7

**CARACTERÍSTICAS DE LOS LUBRICANTES.**

- **Anticorrosivos**  
Preventivos de la corrosión
- **Antioxidantes** o inhibidores de oxidación  
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.**
- **Depresores del punto de fluidez.**
- **Preventivos de herrumbre**

## 2.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS LUBRICANTES.

Los lubricantes deben reunir una serie de propiedades que se determinan mediante diferentes medidas (tabla 2 7), además de las características especiales que los hacen mas aptos para cumplir su función, dentro de las que se consideran las siguientes:

### 2.3.1 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.**

Aumenta la resistencia de la película.

Aplicación en cargas pesadas o bruscas, producidas por impactos.

– **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.

### 2.3.2 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.

### 2.3.3 ACCIÓN 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.

- **Detergente** Se adhiere a las partículas extrañas (carbón, lodo y otras sustancias).

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.**

– **Volatilidad.**

Es la transformación de un líquido en vapor o en gas

- **Dispersante.** Mantiene en suspensión las partículas, evitando que se aglutinen y formen cuerpos de mayor tamaño que puedan asentarse.  
La acción limpiadora del aceite detergente lo hace obscurecerse, indicando que el aditivo está actuando.

De esta forma 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.

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.

#### **2.3.4 AGENTES CONTRA LA FORMACIÓN 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.

#### **2.3.5 RESISTENCIA A LA OXIDACIÓN.**

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

### **2.4 PROPIEDADES DE LOS LUBRICANTES.**

Para el análisis de los lubricantes antes, durante y después de la operación del equipo, deben tenerse presentes sus propiedades, para poder determinar si el lubricante está satisfaciendo los requerimientos

En la tabla 2 8 se enlistan las propiedades mas trascendentes por analizar en los lubricantes

En el mantenimiento predictivo el análisis de los lubricantes es posible efectuarlo en forma simple en forma regular (monitoreo), lo cual se realiza mediante paquetes (kits) de análisis con reactivos químicos, cuyo precio es del orden de los \$ 800 (\$ 10 USd) o con el apoyo de los fabricantes de lubricantes que pueden efectuarlo con equipos mas sofisticado y mas precisos.

Tabla 2.9

## 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 sinfín y corona.
- Aceite con aditivos de alta presión.  
Cualquier tipo de engranés (incluso hipoidales que funcionan a altas velocidades).
- **Sólido:**  
Saponificados y espesados con aceite, forman las grasas consistentes o en estado líquido.  
molibdeno, grafito, talco, vaselina, cera mineral y metales (principalmente alcalinos),

### 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



## **2.5 TIPOS DE LUBRICANTES.**

Las películas se forman con los lubricantes, que pueden ser:

### **2.5.1 LÍQUIDOS (ACEITES).**

En la tabla 2.9 se tiene la clasificación de los aceites. En la tabla 2.10 se proporcionan los tipos conforme a la American Petroleum Institute (API)

### **2.5.2 SEMISÓLIDOS (GRASAS).**

### **2.5.3 SÓLIDOS (grafito, bisulfuro de molibdeno).**

Los lubricantes líquidos y semisólidos se obtienen principalmente

- Destilación del petróleo, en general
- Destilación seca de lignitos y esquistos.

## **2.6 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.

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.

### **2.6.1 JABÓN.**

Es la base de la grasa, que le proporciona el cuerpo.

En la tabla 2.11 se relacionan los diferentes tipos grasas, conforme a.

Tabla 2.10

**TIPOS DE ACEITES SEGÚN 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 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.

## 2.7 ELECCIÓN DE UN LUBRICANTE.

Las constantes de un lubricante definen como deben presentarse para que éste cumpla satisfactoriamente, condiciones que no pueden satisfacer los lubricantes de baja calidad

Un buen 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, lejías 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.

En México la base de los lubricantes la proporciona normalmente Pémex, por lo cual la selección del lubricante la determina fundamentalmente:

- Proceso de fabricación
  - . Uniformidad en la producción (calidad)
  - . Sin contaminantes
  - . Empaque
    - Evitar la contaminación
  - . Homogeneización de la mezcla
  - . Aditivos incorporados en:
    - Cantidad
    - Calidad
- Variedad de productos para satisfacer las demandas particulares
- Servicio postventa
- Asesoría técnica

Tabla 2 11

1 / 2

**CARACTERÍSTICAS DE LAS GRASAS.****BASE METÁLICOS:****– ALUMINIO.**

- . Consistencia mantequillosa.
- . No resiste:
  - Altas velocidades
  - Humedad.
- . Resistencia a:
  - Centrifugación (altamente adhesiva).
- . Punto de goteo 360 °F.
- . Uso: industria textil.

**– CALCIO.**

- . Consistencia blanda y mantequillas.
- . No resiste impactos
- . Resistencia a:
  - Mediana velocidad
  - Agua
- . Punto de goteo 300 °F.
- . Uso: cojinetes de bolas o de rodillos en ambientes húmedos

**– 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 225 ° C (430 °F).
- . Uso: general de chasis, equipos de alto impacto, cojinetes de bolas o de rodillos.

Tabla 2.11  
2 / 2

## CARACTERÍSTICAS DE LAS GRASAS.

### – SODIO Y CALCIO.

- Resistencia a:
  - Conforme a las especificaciones intermedias de las de sodio y las de calcio.
  - Altas velocidades.
- Uso. puntos de apoyo.

### – LITIO.

- Consistencia mantequillosa.
- Resistencia a:
  - Centrifugación
  - Agua
  - Impacto
  - Extrema presión
  - A la fricción. Con adición de bisulfuro de molibdeno.
- Punto de goteo 250 °C (480 °F).

## SIN BASE DE JABÓN

### COMPUESTO QUÍMICO:

#### – BASE DE BENTONITA (SILICATO DE ALUMINIO)

- Consistencia mantequillosa e impalpable (como el talco).
- Resistencia a:
  - Muy alta temperaturas.
  - Extrema presión,
  - Agua.

#### – BASE DE SILICONES.

- Producto elaborado del petróleo.
- Resistencia. 500 °C

## 2.8 CONTAMINACIÓN.

Los lubricantes pierden sus propiedades en general por contaminación en:

### 2.8.1 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.

### 2.8.2 ALMACENAMIENTO.

Un almacenamiento inadecuado de los recipientes de los lubricantes permite la incorporación de elementos contaminantes.

### 2.8.3 OPERACIÓN.

- 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.

### 2.8.4 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

### 2.8.5 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.

Tabla 2.13

**SELECCIÓN DE VISCOSIDAD ISO  
REDUCTORES DE ENGRANES.**

Velocidad (rpm) #	Potencia (HP) Fs x	Reducción simple			Múltiple reducción		
		-30 a 30 °C	30 a 55 °C	60 a 90 °C	-30 a 30 °C	30 a 55 °C	60 a 90 °C
> 5,000	< 1	5	10	68	7	10	68
	> 1	5	32	150	10	32	220
5,000 a 2,000	< 5	5	7	32	150	10	68
	5 a 20	10	68	220	10	150	320
2,000 a 1,000	> 20	10	150	320	22	220	460
	< 10	10	68	220	22	150	320
1,000 a 300	10 a 50	22	68	320	32	220	460
	> 50	46	220	460	68	320	680
1,000 a 300	< 20	68	68	320	68	150	460
	20 a 75	68	150	320	100	220	460
< 300	> 75	68	220	460	150	220	680
	< 30	68	150	460	100	320	460
< 300	30 100	150	220	680	150	460	680
	> 100	68	320	460	100	460	460
		150	460	680	150	460	680

# En la flecha

**Notas:**

En las velocidades superiores a 1000 rpm el método de aplicación puede ser de baño o circulación sin cambio en la viscosidad.

En las velocidades inferiores a 1000 rpm el valor de viscosidad anotado corresponde al método de aplicación por:

Circulación en el renglón primero.

Baño en el renglón segundo

**FACTOR DE SERVICIO (FS)**

CARGA	Uniforme	Moderada	Impacto
Motor eléctrico Turbina	1.00	1.25	1.75
Máquina alternativa	1.25	1.50	2.00

Tabla 2.12

## EQUIVALENCIAS DE VISCOSIDAD

ISO (40 °C)	SSU (50 °C)		°E	AGMA	SAE	
					Motor	Transmisión
2	33	34	1.2 #			
3	36	38				
5	40	43	1.7 #			
7	47	52				
10	58	65	3.3 #			
15	76	88				
22	105	122	2.2			
32	150	180	3.0		10 W	
46	215	260	4.0		15	
68	320	380	5.5	2 EP	20	
100	470	575	8.5	3 EP	30	
150	710	870	10	4 EP	40	80
220	1,050	1250	15	5 EP	50	90
320	1,550	1850	22	7 COMP		140
460	2,250	2700	33	8 COMP		250
680	3,350	4000	42			
1,000	4,900	6000				
1,500	6,250	7650				

- ISO = Grados de la Organización Internacional de Normas  
 SSU = Segundos Saybolt Universal  
 °E = Grados Engler  
 AGMA = Asociación Americana de Fabricantes de Engranés  
 SAE = Sociedad de Ingenieros Automotrices

# Temperatura a 20 °C



## Capítulo R4

**PLAGAS Y ROEDORES.**

En las plantas industriales, comercios, oficinas y aún en las casas habitación 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.
  - . Ingerir y abandonar comestibles en las áreas de trabajo.
- 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 descompuesta.
- Retiro deficiente de desechos:
  - . Drenaje.
  - . Basura.

Por lo tanto, aquí como en todas las actividades empresariales, se requiere de un SISTEMA.

Tabla R4.1

**PRECIOS DE FUMIGACIÓN**

PLAGA	PRECIO	
	(\$ / m <sup>2</sup> )	(\$) @
Ratas y ratones	.60	120
Cucarachas	.60	120
Ratas ratones y cucarachas	90	210

\* Precio para áreas de 1 a 300 m (2000)

@ Importe mínimo a contratar.

Tabla R4.2

**PROCEDIMIENTOS BÁSICOS DE CONTROL.**

- **Mecánicos:**
  - . Acción de golpe (matamoscas).
  - . Ahuyenta (espanta pájaros).
  - . Restos de animales por ahuyentar.
  - . Trampas de captura.
  - . Trampas mortales.
- **Electrónicos:**
  - . Ultrasonido:
    - Genera sonidos en forma:
      - Uniforme.
      - Cíclica.
      - Aleatoria.
- **Eléctricos:**
  - . Electrocuación.
  - . Con luz violeta atrayente y una rejilla perimetral energizada.
- **Químicos:**
  - . Venenos.
  - . Inhóspitos.
- **Medios biológicos.**

En general, las afectaciones, ineficiencias, basura, contaminación son resultado de falta o incumplimiento de Sistema en la Empresa. La poca educación puede ser superada con la implantación y observancia de un adecuado Sistema.

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.

El combate a plagas y roedores se inicia con eliminar las condiciones propicias para la generación, permanencia y vida (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".**

Conocer al enemigo significa un entendimiento de:

- Ciclo de vida.
- Costumbres.
- Debilidades.
- Principales virtudes:
  - Habilidad.
  - Inteligencia /Instinto.

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 desgasta, debilita y obliga a una mayor inversión por parte de la Empresa.

Sobrevalorar asegura el triunfo, pero representa una operación ineficiente y costosa.

Tabla R4.3

**CLASIFICACIÓN DE INSECTICIDAS.**

- **ORIGEN:**
  - Vegetales.
  - Compuestos inorgánicos:
    - Arseniato de calcio ó plomo.
    - Fluoruro de sodio.
    - Cloruro de mercurio ó zinc.
    - Sulfato zinc.
    - Criolita (fluoruro ó aluminato de sodio).
  - Compuestos sintéticos orgánicos.  
Compuestos de carbono, principalmente clorados o fosforados.
- **FORMA DE ACTUAR:**
  - Atrayentes.
  - Aspiración.
  - Contacto (principalmente insecticidas de origen vegetal).
  - Ingestión (compuestos inorgánicos).
  - Repelentes.

Tabla R4.4

**ATAQUE POR MEDIOS BIOLÓGICOS.**

- **DISTRIBUCIÓN DE ELEMENTOS HORMONALES.**  
Afectan el desarrollo del insecto.
- **ESTERILIDAD SEXUAL.**
  - Provocada por sustancias químicas diseminadas estratégicamente.
  - Radiación de rayos gama.
  - Producción de individuos con genes letales.
  - Producción de especies que combatan a los insectos nocivos.
  - Producción de insectos con agentes patógenos a ellos mismos.
  - Agentes infecciosos:  
bacterias, virus, hongos, protozoarios y nemátodos.
  - Cuarentenas y medidas preventivas:  
Tendientes a restringir la introducción y distribución de insectos nocivos.

## 4.1 PLAGAS.

Una plaga representa un cúmulo nocivo de elementos orgánicos. En general en las industrias las plagas serán de moscas, pulgas y cucarachas. Los procedimientos para combatir a los insectos son:

### 4.1.1 MECÁNICOS.

El matamoscas es un elemento de muy poca efectividad y solo es entretenimiento para los ociosos.

La remoción de materiales orgánicos y su eliminación antes de su descomposición, abate la posibilidad de reproducción. La simple exposición de los huevecillos los hace presa a la voracidad de otros insectos y aves.

### 4.1.2 INSECTICIDAS.

Dentro de éstos se tienen las empleados desde hace 300 años como:

- . Azufre
- . Arsénico
- . Piretro (obtenido de la crisantema).

En 1939 se descubre el DDT

Los insecticidas se pueden clasificar conforme a la tabla 4.3, por su origen y forma de actuar. Los insecticidas pueden actuar en una o varias de las formas, como es el caso de los compuestos sintéticos orgánicos.

Existe una selección natural en las distintas especies de insectos, creando en estos una resistencia a los insecticidas, por lo cual es necesario:

- . Usar nuevos métodos de combate.
- . Empleo de nuevos insecticidas.
- . Rotación de los insecticidas.

### 4.1.3 MEDIOS BIOLÓGICOS.

Este procedimiento consiste en reducir o suprimir los insectos nocivos mediante:

- Medio artificial.
- Autodestrucción.
- Enemigos naturales, obtenidos:
  - . Introducción
  - . Fomento.

El medio biológico de emplear enemigos naturales se logra por medios tales como los relacionados en la tabla R4.4.

#### 4.1.4 MOSCAS.

Las moscas son del género dípteros, es decir insectos 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 mas simple de combatir las moscas es eliminar los materiales orgánicos en descomposición y alejarlas del lugar. Para ésto hay que recordar que son aficionadas al calor y la luz las atrae.

Cada mosca hembra pone 150 huevecillos por tanda, los que solo en 3 semanas completan su ciclo de nuevo adulto.

#### 4.1.5 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.

#### 4.1.6 CHINCHE.

Este es un insecto fétido hemíptero (con dos pares de alas) que se alimenta exclusivamente de líquidos, gracias a su pico agudo y perforante.

#### 4.1.7 CUCARACHAS.

Es un insecto ortóptero y nocturno, omnívoro, y de gran agilidad.

Debe eliminarse por los daños que ocasiona al roer y ser un transmisor de enfermedades, tales como la tifoidea y la disentería, así como por su mal olor, apariencia.

#### 4.1.8 GÉRMENES.

En ocasiones es necesaria una desinfección del aire para la destrucción de bacterias, la cual se logra con lámparas germicidas que producen radiaciones ultravioleta con longitud de onda de 250 nm ( $250 \times 10^{-9}$  m).

Esta medida es frecuentemente empleada en hospitales.

## **4.2 ROEDORES.**

Estos son animales mamíferos, provistos de 4 grandes y fuertes incisivos que les permite roer fácilmente su alimentación normal que es a base de vegetales. Sin embargo, las ratas son omnívoros.

Dentro de los roedores están principalmente las ratas y ratones, que por su importante número en las ciudades y en sus edificios deben ser controlados a través de ataques programados y estratégicamente diseñados.

Otros roedores son las liebres, conejos, ardillas, castores, tusas, etc.

Los roedores ocasionan perjuicios por los daños que originan al roer, con pérdidas considerables en el producto terminado, insumos e instalaciones.

Son los roedores importantes transmisores de enfermedades, como es la peste, además su desagradable aspecto los hace indeseables.

La forma de control y ataque a estos animales es similar a las mencionada anteriormente, destacándose adicionalmente:

### **4.2.1 BARRERAS FÍSICAS.**

Esto representa impedir el acceso a los roedores, como es el caso de las láminas en las amarras de los barcos en puerto.

Otra forma es tapar las hendiduras.

### **4.2.2 TRAMPAS.**

Este es un procedimiento muy generalizado en el ataque contra los roedores, mediante ratoneras mortales o simplemente de captura.

### **4.2.3 GATOS.**

Este es el medio clásico y tradicional, por ser cómodo y práctico a nivel doméstico, donde es un animal de compañía y ornato (es una mascota).

En las industrias es mas complicado su empleo por tener que cuidar al gato mismo, al que habrá que educar para restringir su acceso o proximidad a ciertas máquinas y en el desarrollo de algunas tareas.

La ventaja del gato es su normal "flojera" que lo hace fácilmente localizable.

#### 4.2.4 VENENO.

En este aspecto se han desarrollado gran cantidad de tipos que han permitido el control y eliminación de los roedores en importantes "guerras". En México en el traslado de la Central de Abastos del DF se perdió esta guerra contra los roedores, la cual ahora está infestada (1993).

Dentro de los venenos empleados cabe destacar que debe tratarse que los animales no relacionen la muerte de sus congéneres con el veneno ingerido; esto se ha logrado con veneno de:

- Ingestión directa en los cebos ó
- Rastreo (adherencia del veneno, depositado en los pasos obligados, al animal y que al asearse lo ingiere),

Estos venenos son anticoagulantes que originan hemorragias internas, matándolos aparentemente por vejez sin alarmar a los otros roedores.

#### 4.2.5 ULTRASONIDO.

El oído de los roedores les permite captar sonidos inaudibles al hombre. base de aplicación de aparatos generadores de ondas ultrasónicas que los afecta, ahuyentándolos.

El caso contrario aparentemente es la música que los atrae, como lo fue el caso de la leyenda del flautista de Hamelin.

Estos aparatos generan sonidos superiores a niveles de 70 db y en un rango de 20 a 30 kHz, cubriendo áreas hasta de 1500 m<sup>2</sup>.

Es importante considerar que el ultrasonido ahuyenta también a otros animales.

#### 4.2.6 COMBATE CONTRA ROEDORES.

Para el control y exterminación de las ratas y ratones se requiere de una adecuada estrategia. su monitoreo y evaluación de los resultados del combate, incluyéndose la modificación de tácticas, necesarias por la astucia, agilidad y adaptabilidad de estos roedores. Por ejemplo, el ultrasonido a frecuencia constante pierde su efectividad de combate al acostumbrarse a ésta los roedores, por lo cual los aparatos mas 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 contra la roedura de los aislamientos de los conductores, éstos se fabrican con materiales de sabor desagradable a los roedores.



### 4.3 OTROS ANIMALES.

Adicionalmente al control y exterminio de las plagas y roedores, es importante en mantenimiento tomar las medidas necesarias para evitar las fallas originadas por la intrusión de otros animales.

Las fallas normales y frecuentes que se pueden presentar son:

- **Robo, operación ó rotura** de elementos, máquinas y/o productos como resultado del paso de los animales (tlacuaches, (zarigüeya), comadreja, liebres.  
La medida de prevención es evitar su acceso.

- **Cortocircuitos.**

En las instalaciones eléctricas es frecuente que se presente este tipo de fallas, cuando el animal se monta sobre elementos a diferente potencial y contacta, o simplemente reduce la distancia de flameo, provocando un cortocircuito a través de su cuerpo (pago con su vida la falla, pero a muy alto costo).

Este caso se presenta en las líneas eléctricas con conductores desnudos, cuando las aves se posan sobre ellos.

- **Interferencia de ondas.**

En las torres y antenas de transmisión, las aves e insectos pueden afectar la adecuada transmisión de las señales.

En estos casos no es posible instalar equipos de ultrasonido por afectar directamente la transmisión.

#### 4.3.1 PERROS.

"El mejor amigo del hombre" representa actualmente en la ciudad de México un problema que la incompetencia de las autoridades no ha comprendido, la contaminación ambiental que generan. ¡Si!, el excremento de los perros en calles y jardines es un foco importante de infección.

La expresión de "mi perro es muy limpio", quiere decir que sus necesidades fisiológicas son hechas en la calle, sin que el dueño las recoja, acción que debería ser obligatoria.

Es más debería de pagarse impuestos a sus dueños, sobran perros en la ciudad.

Su ventaja indiscutible es como guardián en una ciudad cada vez más peligrosa.

### **4.3.2 GATOS.**

Este inofensivo animal que también genera contaminación a través de su excremento al aire libre debería de ser tratado en forma similar a lo planteado para los perros.

Su ventaja es el ahuyentar a los roedores.

### **4.3.3 RATONES.**

Este inteligente y laborioso animal (paisano del ratón Miguelito) que limpia la ciudad de la basura, principalmente transformando los residuos orgánicos.

Es desconocida su participación en la ciudad, en la que se estima pueda haber aproximadamente 4 ratones por habitante, con el alto riesgo de un aumento importante de su población y un transmisor de enfermedades..

## **4.4 DESINFECCIÓN.**

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

Las acciones de limpieza disminuyen las poblaciones bacterianas aunque no se eliminan; la limpieza es el principal método para atacarlas.

Un desinfectante es un agente químico, que se emplea aplicándolo a materias inanimadas, si bien no destruye bacterias en estado de esporas, destruye todas las demás.

Los desinfectantes, por sus ingredientes activos, se pueden agrupar fundamentalmente en:

- Alcoholes
- Amonio cuaternario
- Cloro
- Fenol
- Fermol
- Gases
- Yodo

## CAPÍTULO R5

# PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN. \*

## 5.1 DEFINICIÓN DE LA CORROSIÓN.

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 5 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:

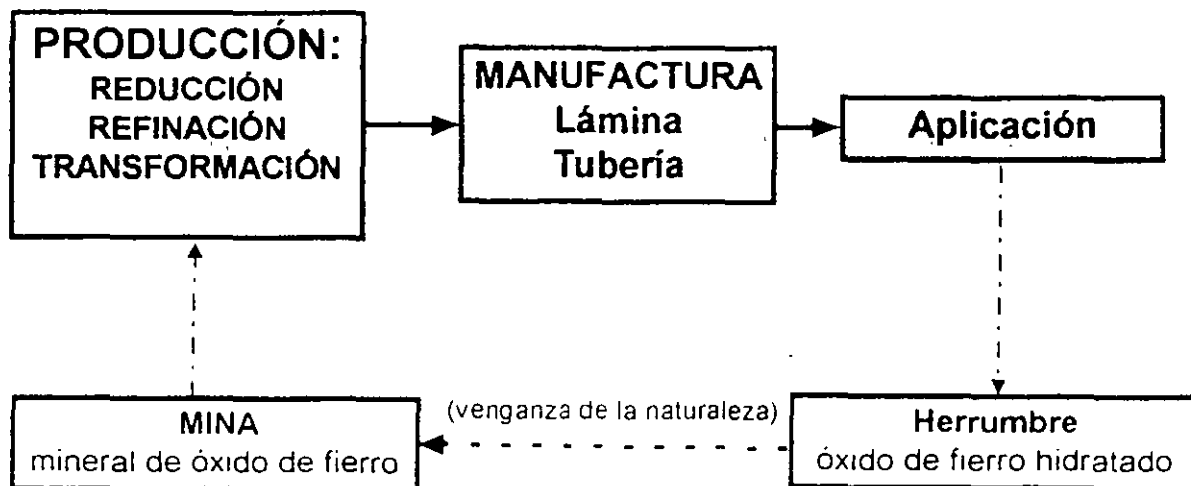
- Destrucción de un metal por reacción electroquímica entre éste y el medio ambiente que lo rodea.

## 5.2 PRINCIPIOS DE LA TEORÍA DE LA CORROSIÓN METÁLICA.

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. 5.2).

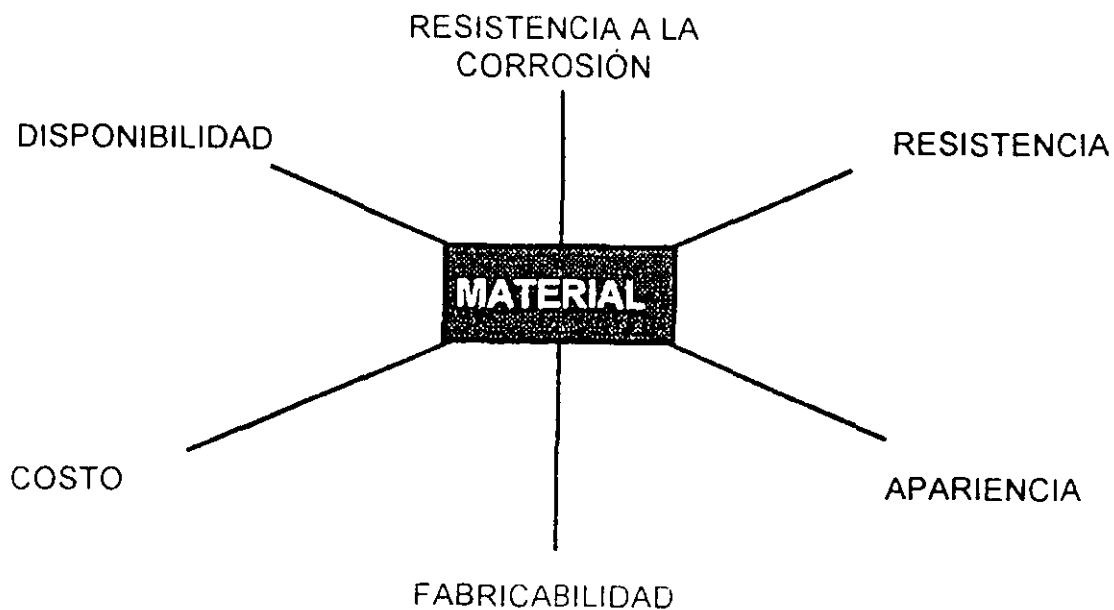
El estudio de la corrosión requiere el conocimiento de varias especialidades como la electricidad, mecánica, termodinámica y la electroquímica.

\* Este capítulo tomó como referencia muy importante los apuntes y conocimientos impartidos por el Ing. Manuel Felipe Guerrero Fernández



PROCESO DE LA CORROSIÓN .

Fig 5 1



FACTORES PARA SELECCIÓN DE MATERIALES

Fig. 5.2

Del análisis del concepto de la corrosión, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- 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.

### 5.3 FORMAS DE LA CORROSIÓN.

La corrosión se presenta en muchas y muy variadas formas, pero su clasificación generalmente se basa en algunos de las tres siguientes factores:

#### 5.3.1 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.

#### 5.3.2 MECANISMOS DE LA CORROSIÓN.

Es función de las reacciones electroquímicas el proceso de la corrosión.

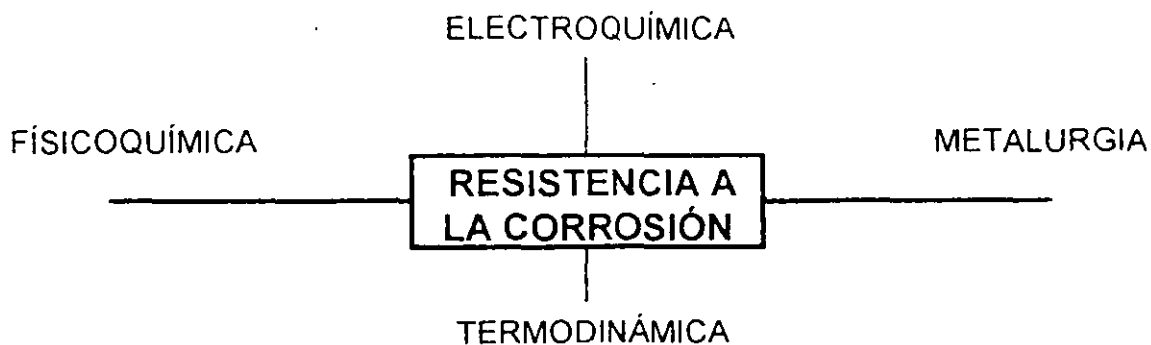
Dependiendo del tamaño de las áreas **corroidas** la corrosión se clasifica en:

- Uniforme. Cuando el metal se corroe a la misma velocidad en toda su superficie.

Localizada. Cuando la corrosión sólo afecta áreas pequeñas, pudiendo ser:

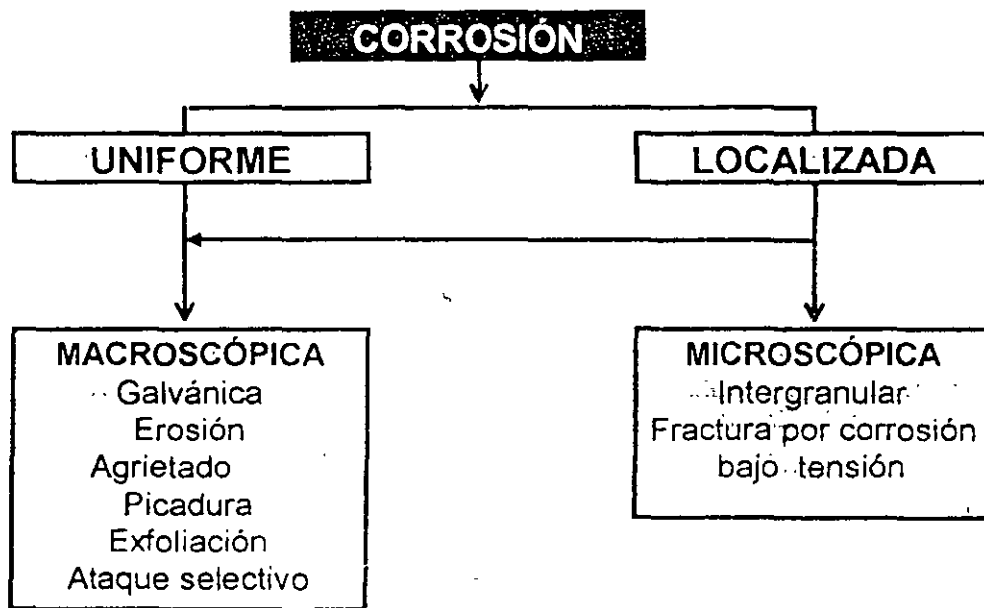
- Ataque macroscópico local
- Ataque microscópico. La cantidad de metal disuelto es mínima y puede conducir a daños considerables antes de que el problema sea visible.

En este libro se trata la corrosión electroquímica la cual se presenta cuando se crean la celdas



**INTERACCIÓN DE ÁREAS TÉCNICAS.**

Fig 5 3



**CLASIFICACIÓN DE LA CORROSIÓN.**

Fig 5 4

Se forma una celda cuando se cuenta con los siguientes elementos (fig 5 5)

- Electrodos (par)
- Electrolito
- Circuito

Las celdas que se forman pueden ser de los tipos.

- Galvánica
- Electrolítica
- De concentración

## 5.4 CORROSIÓN GALVÁNICA Y UNIFORME.

El ataque uniforme sobre grandes áreas de una superficie metálica es la forma mas 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 mas 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) Ver tabla 5.1.

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

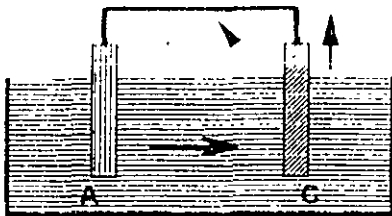
- Uso de aislamientos
- Restricción del uso de uniones de diferentes metales, cuando su diferencia de potencial es muy grande en el medio ambiente en el que se encuentran.

Evitar grandes áreas de metal noble con respecto a las de metal activo

**CORROSIÓN.**

**FORMACION DE CELDAS.**

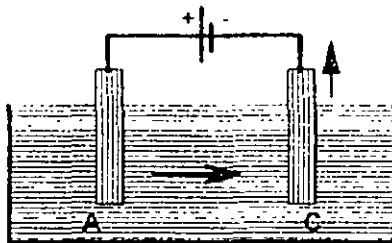
Elementos	Electrolito	Ánodo	Oxidación
	Electrodos Conductor	Cátodo	



**Celda Galvánica**

Fig 511

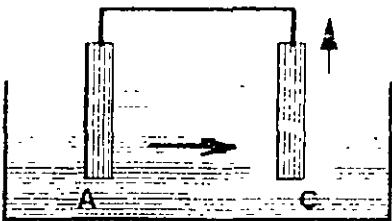
**Electrodos de diferente metal**  
 El metal más activo o anódico se corroe  
 El metal más noble o catódico se protege  
 A mayor diferencia de potencial mayor corrosión.



**Celda Electrolítica**

Fig 512

**Electrodos de igual metal**  
 Fuente externa de voltaje



**Celda de Concentración**

Fig 521

Diferente concentración del electrolito próximo al electrodo

Electrodos de igual metal

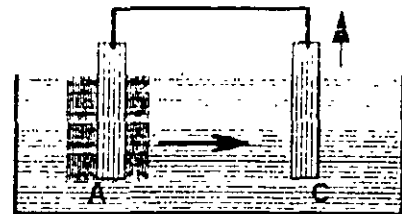


Fig 522



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

## 5.5 CORROSIÓN POR EROSIÓN.

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.

Tabla 5.1

## SERIE ELECTROQUÍMICA.

							ánodo	
	Num Orden	Elemento	Símbolo	Número atómico	Peso atómico	Valencia		
1	55	Cesio	Cs	55	132.91	1		
2	37	Rubidio	Rb	37	85.48	1		
3	19	Potasio	K	19	39.96	1		
4	11	Sodio	Na	11	23.00	1		
5	3	Litio	Li	3	6.94	1		
6	20	Calcio	Ca	20	4.08	2		
7	12	Magnesio	Mg	12	24.32	2		
8	13	Aluminio	Al	13	26.97	3		
9	25	Manganeso	Mn	25	54.93	2	3, 4	6, 7
10	30	Zinc	Zn	30	65.38	2		
11	24	Cromo	Cr	24	52.01	2	3-6	
12	48	Cadmio	Cd	48	112.41	2		
13	26	Fierro	Fe	26	55.85	2	3	
14	27	Cobalto	Co	27	58.94	2	3	
15	28	Niquel	Ni	28	58.69	2	3	
16	50	Estaño	Sn	50	118.70	2	4	
17	82	Plomo	Pb	82	207.21	2	4	
18	1	<b>Hidrogeno</b>	H	1	1.008	1		
19	29	Cobre	Cu	29	63.57	1	2	
20	33	Arsénico	As	33	74.91			
21	83	Bismuto	Bi	83	209.00	3	5	
22	51	Antimonio	Sb	51	121.76	3	5	
23	80	Mercurio	Hg	80	200.61	1	2	
24	47	Plata	Ag	47	107.88	1		
25	46	Paladio	Pd	46	106.70	2	3	
26	78	Plátino	Pt	78	195.23	2	4	
27	79	Oro	Au	79	197.20	1	3	
28	76	Osmio	Os	76	190.20	2	3, 4	6, 8

cátodo

Equivalente electroquímico Plata = 0.001118 g / coul

Constante de Faraday

Carga del electrón e =  $1.602 \times 10^{-19}$  coulMasa del electrón m =  $9.106 \times 10^{-31}$  kg

Número de electrones permisibles en las orbitas de los átomos.

Nivel de energía	k	l	m	n	o	p
Número de electrones	2	8	18	32	18	18

Substancias con alto grado de ionización

Acidos fuertes

Acidos sulfúrico

Acido Nítrico

Acido clorídrico

Bases fuertes

Hidróxido de sodio

Hidróxido de potasio

La corrosión se cree que juega uno de los siguientes papeles

El calor de la fricción oxida el metal y a continuación el óxido se desgasta

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.

## 5.6 CORROSIÓN 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

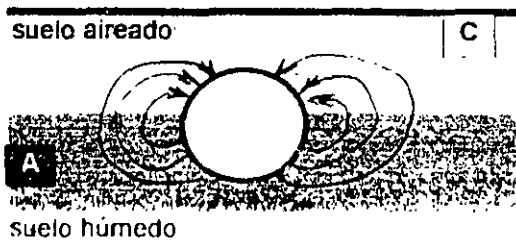
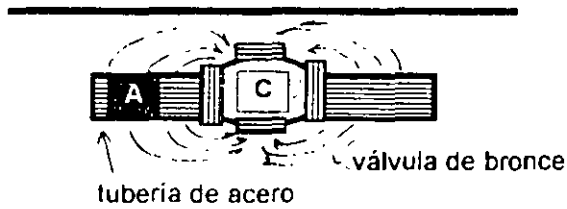
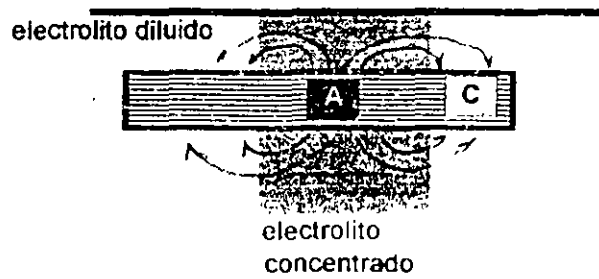
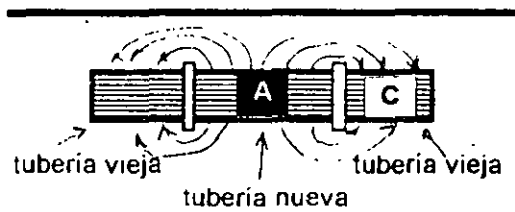
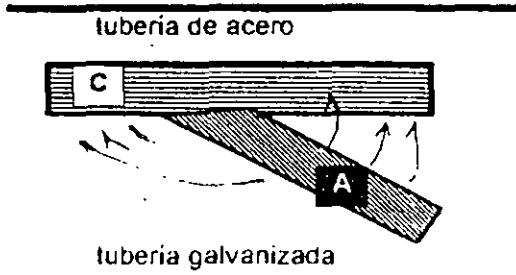
Al igual que todas las formas de corrosión localizada, la corrosión por agrietamiento no ocurre en todas las combinaciones metal - agente corrosivo, y algunos materiales son mas susceptibles para producirlas que otras, como por ejemplo, aquellos que dependen de las películas protectoras de óxido, formadas 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

# EJEMPLOS DE CORROSIÓN.

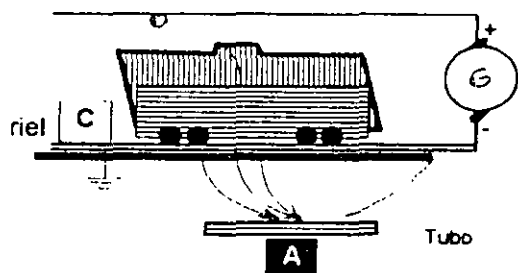
## CELDAS GALVÁNICAS



## CELDAS DE CONCENTRACIÓN



## Celda electrolítica



## Tanque de agua

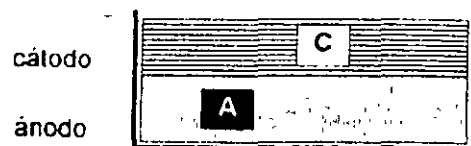


Fig. 5.7

## 5.7 CORROSIÓN POR PICADURA.

La corrosión por picadura se presenta por la formación de orificios en una superficie relativamente intacta 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 más 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 minúsculas cantidades de metal que se disuelven al formarla, hacen que la detección 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 más seguro para evitar este tipo de corrosión.

## 5.8 CORROSIÓN POR EXFOLIACIÓN Y DISOLUCIÓN SELECTIVA.

La corrosión por exfoliación es una corrosión subsuperficial que comienza sobre una superficie limpia, pero que se esparce 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 más 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

## 5.9 CORROSIÓN 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.

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.

## 5.10 CORROSIÓN DE FRACTURA POR TENSIÓN.

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 mas 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.

Tabla 5.2

## CARACTERÍSTICAS DE LA CORROSIÓN 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 periodos 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.

Las fracturas pueden seguir caminos intercristalinos o transcristalinos, 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 5.2.

Para combatir la corrosión de fracturas por tensión, es necesario realizar el relevado de esfuerzo o seleccionar un material mas 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 decapado, 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 si 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



## 5.11 QUÍMICA Y ELECTROQUÍMICA DE LA CORROSIÓN.

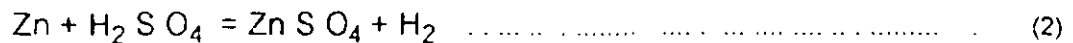
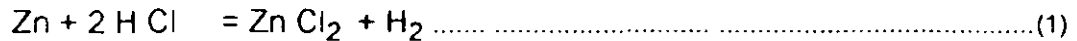
La corrosión como una reacción química

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 brevemente a continuación

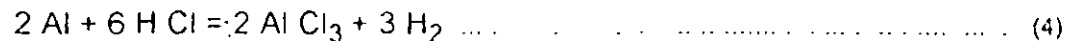
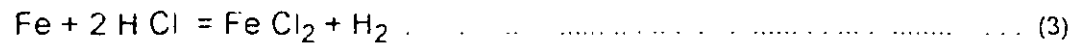
### 5.11.1 CORROSIÓN EN ÁCIDOS.

Una de las formas de obtener hidrógeno en el laboratorio es 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



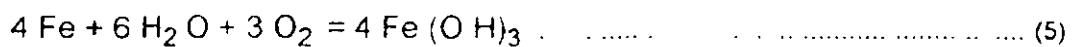
Las reacciones (3) y (4) muestran que el hierro y aluminio también son corroídos por el ácido clorhídrico.

### 5.11.2 CORROSIÓN 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.

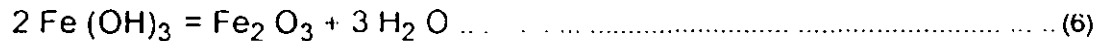
Las soluciones acuosas disuelven rápidamente el oxígeno del aire, siendo éste la fuente de oxígeno requerida en los procesos corrosivos.

La corrosión más familiar de este tipo, es la oxidación del hierro cuando se expone a una atmósfera húmeda o bien en agua.



Esta reacción muestra que el hierro 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 similares se presentan cuando el zinc se expone al agua o al aire húmedo.

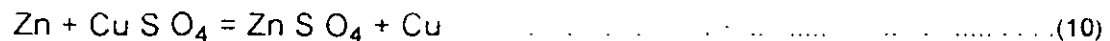


El óxido de zinc resultante es el depósito blanco que se observa en los equipos galvanizados.

### 5.11.3 CORROSIÓN 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.

## 5.12 PRODUCTOS DE CORROSIÓN.

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 hierro o hidróxido de hierro

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 al 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.

## 5.13 ELECTROQUÍMICA DE LA CORROSIÓN.

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.

POTENCIALES Std. REDOX (25° C)			
$O_2 + 4H^+ + 4e^-$	$\rightleftharpoons$	$2H_2 + O$	1.23
Au	$\rightleftharpoons$	$Au^{+3} + 3e^-$	1.44
Ag	$\rightleftharpoons$	$Ag^+ + e^-$	0.799
2 Hg	$\rightleftharpoons$	$Hg_2^{++} + 2e^-$	0.798
$O_2 + 2H_2O + 4e^-$	$\rightleftharpoons$	$4OH^-$	0.401
Cu	$\rightleftharpoons$	$Cu^{+2} + 2e^-$	0.34
$2H^+ + 2e^-$	$\rightleftharpoons$	$H_2$	0.00
Pb	$\rightleftharpoons$	$Pb^{+2} + 2e^-$	-0.126
Sn	$\rightleftharpoons$	$Sn^{+2} + 2e^-$	-0.140
Ni	$\rightleftharpoons$	$Ni^{+2} + 2e^-$	-0.23
Fe	$\rightleftharpoons$	$Fe^{+2} + 2e^-$	-0.440
Cr	$\rightleftharpoons$	$Cr^{+3} + 3e^-$	-0.71
Zn	$\rightleftharpoons$	$Zn^{+2} + 2e^-$	-0.76
Al	$\rightleftharpoons$	$Al^{+3} + 3e^-$	-1.66
Mg	$\rightleftharpoons$	$Mg^{+2} + 2e^-$	-2.38
Na	$\rightleftharpoons$	$Na^+ + e^-$	-2.71
K	$\rightleftharpoons$	$K^+ + e^-$	-2.92

## Capítulo 7

# CÓDIGO DE COLORES.

El uso de colores para identificar los diversos elementos de las obras, instalaciones, mobiliario e incluso documentos, es una ayuda básica que deberá de promover su aplicación.

Pueden mejorar la percepción y la visibilidad de las vialidades, zonas de estiba, producción y restringidas.

La selección adecuada de colores en muros, techos, pisos, mobiliario y equipo, pueden tener un efecto psicológico favorable.

SOMMAC publicará el código de colores, conforme a las disposiciones legales y complementada con aquellos que se considera convenientes.

### 7.1 CÓDIGOS DE COLORES.

Se utilizan códigos especiales de colores para identificar:

- Tuberías y canalizaciones en general
- Equipos y recipientes  
(esto último no es frecuente, pero se puede observar su aplicación en las plantas de bombeo del Sistema Cutzamala, proyectadas por el Ing. Jesús A. Ávila Espinosa).

Los códigos están en uso desde hace años, sin embargo dista de ser uniformizado a pesar del Comité de la Organización Internacional de Unificación de Normas que elaboró un código internacional de colores de seguridad en colaboración con la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

El empleo de colores, llamativos para su fácil identificación representa ventajas importantes por proporcionar mas certeza en la aplicación de tareas el mantenimiento y en general ara funciones administrativas y de cualquier índole.

### 7.2 HACHURADOS.

**Propuesta:** La ventaja de considerar hachurados o tramas adicionalmente a los colores para su identificación presenta ventajas para :

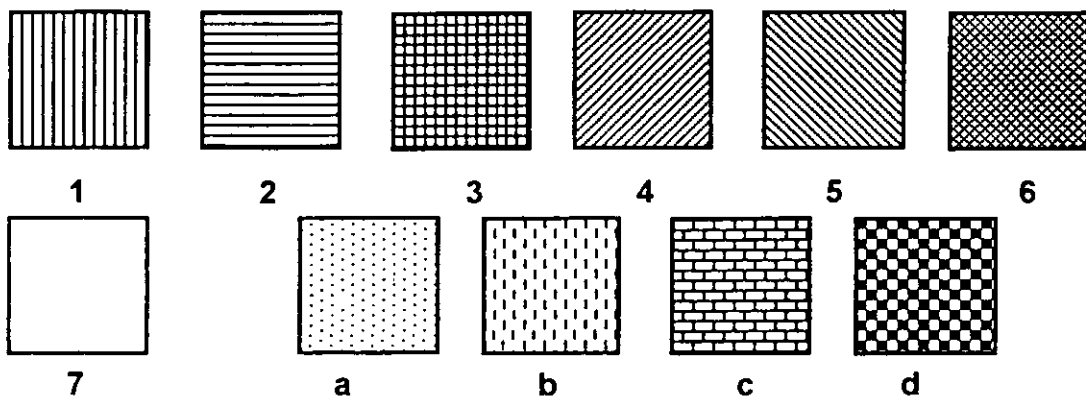
- Personas daltónicas.
- Copias e impresiones en blanco y negro.

Tabla R7.1

**CÓDIGOS DE COLORES.**

- **Anaranjado y amarillo:**  
Se emplea para señalar el peligro.  
Por ejemplo, para pintar lugares cubiertos por resguardos, de modo que sea fácil advertir la falta de éstos.
- **Rojo:**  
En circulaciones para indicar alto a los vehículos, que paren o apliquen los frenos de emergencia. Instalaciones de protección contra incendios.
- **Verde**  
En circulaciones para indicar a los vehículos que avancen y para las salidas de escape, salas de primeros auxilios. Instalaciones de seguridad en general.
- **Rayas inclinadas amarillas y negras.**  
Las columnas u otros objetos fijos cerca de los pasos y los obstáculos de todo tipo.
- **Rayas blancas**  
Los carriles de circulación de una carretera suelen delimitarse mediante.

Tabla R7.2

**CÓDIGOS DE HACHURADOS.**

El uso de hachurados en 6 formas (3 básicas y 3 especiales), combinada con sus 3 presentaciones determinan 24 formas diferentes mas la correspondiente a no hachurado (#7) determinan un total de 25 posibilidades.

Si se combinaran las mezclas de colores con hachurados se tendrían miles de opciones; se sugiere emplear las formas básicas de hachurado (3) con línea continua e intermitente, mas la no hachurada definen 7 opciones que podrían ser combinadas con colores.

Se recomienda estudiar la identificación de los cableados de los automóviles, con combinaciones de tramas y colores, que establece la SAE (Society of Automotive Engineers); esta identificación se cumple y es respetada por los fabricantes de automóviles.

### **7.3 SEGURIDAD.**

A fin de crear conciencia a los trabajadores, empleados y público en general de la presencia de riesgos, establecer procedimientos de su prevención y de emergencia, se utilizan códigos de colores para señalarlos.

Los colores pueden ser utilizados en diversas formas para promover la seguridad, como para identificar con distintos colores:

- Lugares de peligro
- Equipo de protección contra incendios
- Equipo de primeros auxilios
- Información en general
- Salidas
- Pasajes de circulación, etc.

En la tabla R7 3 se presentan los colores indicadores de riesgo.

La guía de clasificación de riesgos (tabla R7.4), establece los colores de identificación ara los diferentes riesgos.



Tabla R7.3

**COLORES INDICADORES DE RIESGO:**

(Código OSHA 29 CFR. 1910.144)

- **ROJO:**  
Se utiliza exclusivamente en relación con equipo de prevención y combate de incendios.
- **AMARILLO:**  
Señal universal de precaución.  
Se utiliza con mayor frecuencia para marcar áreas cuando existen riesgos de tropezar, caer, golpearse contra algo quedar atrapado entre objetos.
- **VERDE:**  
Color de seguridad básico.  
Debe utilizarse para indicar la ubicación de equipo de primeros auxilios, máscaras contra gases, rociadores de seguridad y pizarrones con boletines de seguridad.
- **ANARANJADO:**  
Indica puntos peligrosos de maquinaria que pueden cortar, apretar, causar choque o en su defecto causar lesión.
- **AZUL:**  
Color preventivo.  
Es una advertencia específica en contra de utilizar equipo que esté en reparación. Se puede emplear como auxiliar preventivo general en equipo como elevadores, calderas, andamiaje, escaleras, etc.
- **MORADO:**  
Indica la presencia de riesgo de radiación.  
Rótulos, etiquetas, señales y marcas de piso se elaboran con una combinación de colores morado y amarillo.
- **NEGRO ó BLANCO:**  
(COMBINACIÓN DE NEGRO Y BLANCO)  
Indican sitios de tránsito y donde se realizan labores de aseo como escaleras, pasillos cerrados y la ubicación de botes de basura.

## 7.4 RÓTULOS.

Las sustancias peligrosas y sus recipientes deben llevar rótulos y etiquetas adecuadas.

Muchos accidentes ocurren porque se guardan sustancias tóxicas, corrosivas, inflamables o peligrosas por otros motivos en recipientes que no indican que su contenido es peligroso, o peor aún, en recipientes de bebidas comunes.

Los trabajadores que han bebido de botellas llenas de líquidos tóxicos pueden sufrir graves consecuencias, por lo cual debe prohibirse el empleo de botellas de leche, refresco o cualquier alimento, como recipiente para líquidos tóxicos.

Para impedir estos accidentes se deben utilizar etiquetas como las de las figuras. Los símbolos de peligro fueron originalmente ideados por una reunión de expertos en sustancias peligrosas organizada por la OIT en 1956 para hacer resaltar los riesgos que entrañan las sustancias peligrosas.

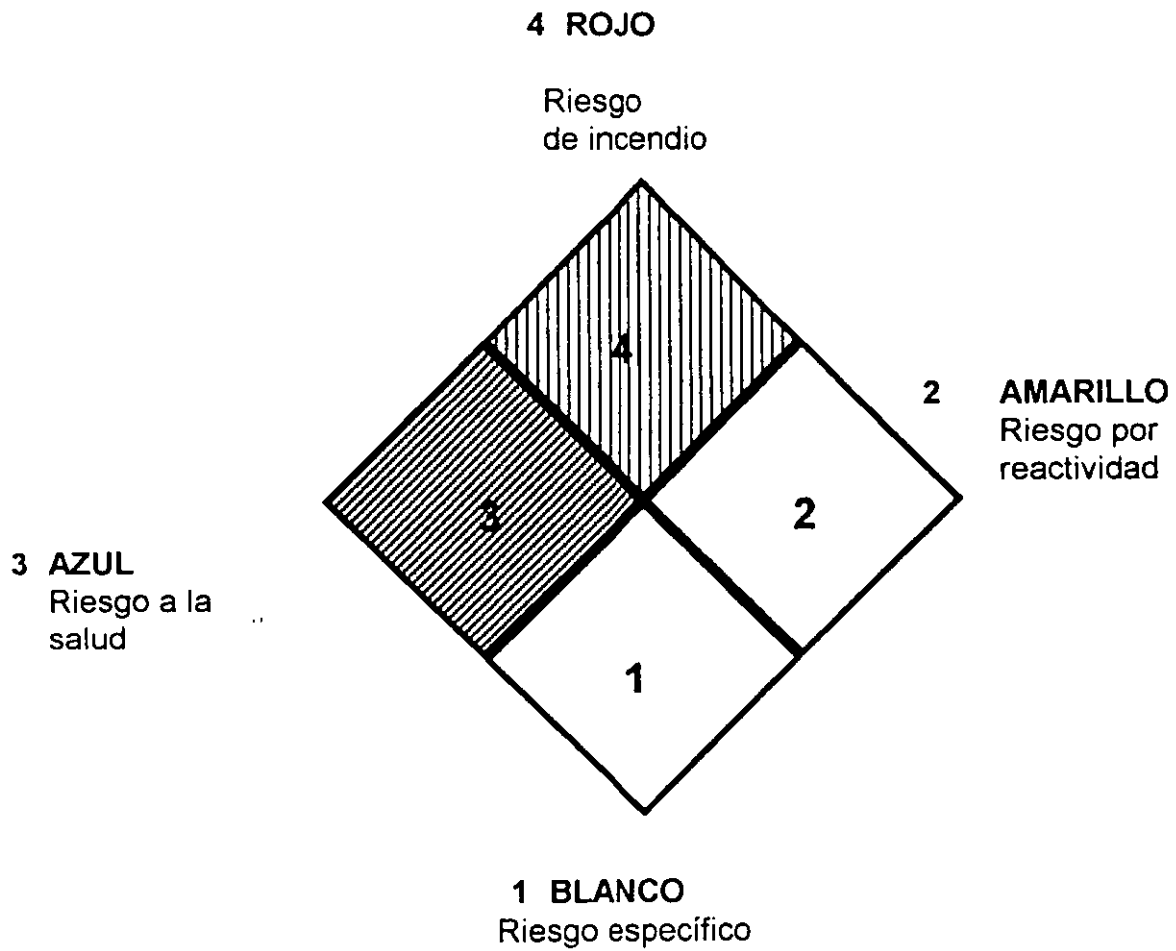
El uso de símbolos para éste propósito tiene la ventaja de que así los rótulos pueden ser comprendidos por los analfabetos. Sin embargo, conviene agregar a dichos símbolos un texto que indique lo siguiente:

- . Nombre de la sustancia.
- . Descripción del riesgo o riesgos principales.
- . Indicación de las principales precauciones que han de adoptarse.
- . Indicación de las medidas de primeros auxilios u otras medidas sencillas que hayan de adoptarse en caso de accidente o lesión.

## 7.5 LETREROS Y SIGNOS.

Los letreros y signos también pueden emplearse para muchos fines distintos. Pueden contener:

- . **Advertencias**  
En caso de temblor no utilice el elevador.
- . **Información de carácter general.**  
Los letreros con fines informativos sirven para indicar en qué dirección se encuentran las salidas, las salas de primeros auxilios, etc.
- . **Instrucciones**  
"Jale la palanca en caso de accidente".  
También es frecuente montar una serie de letreros y signos para dirigir la circulación dentro de las empresas.



## CLASIFICACIÓN DE RIESGOS.

Fig. R7.1

**Nota:**

Se propone hachurado adicional a los colores, para facilitar su identificación en documentos blanco y negro, así como a las personas daltónicas.

- 1 Ninguno
- 2 Horizontal
- 3 Diagonal
- 4 Vertical

- **Precautorias**

" Pise con cuidado ", " Piso mojado ".

- **Prohibitivas**

"Prohibido fumar" es un ejemplo coercitivo; hace recordar que en el lugar hay riesgo de incendio y que, por consiguiente, sería imprudente fumar.

" Alta tensión ", " Paso a nivel ", " Cuidado " , " Obreros trabajando".

Así mismo suelen ponerse letreros para prohibir que se abran válvulas o se conecten conmutadores de una instalación o máquina en que se está realizando un trabajo de mantenimiento.

- **Restrictivas**

" Máximo número de ocupantes # ".

Si bien no constituyen un sucedáneo de las medidas de protección y de las instrucciones de seguridad, pueden completarlas con provecho.

No debe abusarse de los letreros y signos porque entonces pueden confundir y es probable que no se les haga caso.

Tabla R7.4

**GUÍA DE CLASIFICACIÓN DE RIESGOS.**

<b>Riesgo específico</b>	<b>BLANCO</b>
OXY	Oxidante
ACID	Ácido
ALC	Álcali
CORR	Corrosivo
<b>W</b>	No se use agua
<b>Y</b>	Riesgo de radiación
<b>Riesgo por reactividad</b>	<b>AMARILLO</b>
0	Estable
1	Inestable si se calienta. Utilice las precauciones normales.
2	Cambio químico violento. Utilice una manguera a una distancia razonable.
3	Puede detonar pero requiere una fuente de incendio. Utilice monitor detrás de una barrera resistente a las explosiones
4	Puede detonar. Evacuar el área si este tipo de materiales se exponen al fuego.
<b>Riesgo a la salud</b>	<b>AZUL</b>
0	Material normal.
1	Ligeramente riesgoso. Se recomienda el uso de equipo de protección personal.
2	Riesgoso. Se recomienda el uso de equipo de aire autónomo
3	Extremadamente riesgoso. Utilizar equipo completo de protección personal y equipo de aire autónomo.
4	Fatal En contacto con sus gases, vapores o líquidos. Utilizar equipo de protección personal especial.
<b>Riesgo de incendio</b>	<b>ROJO</b>
0	No se quemará
1	Combustible si se calienta. Debe precalentarse para quemarse.
2	Combustible. Prende cuando se calienta moderadamente.
3	Inflamable Prende a temperaturas normales.
4	Extremadamente inflamable

Fuente: Asociación Mexicana de Higiene y Seguridad, A.C. (AMHIS)

## Capítulo S3

**PREVENCIÓN EN SINIESTROS ESTRUCTURALES.****3.1 REVISIÓN PERIÓDICA 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.

Sin embargo, debe comprenderse que el Mantenimiento debe ser integral, conforme al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal en su Título VIII "Uso, Operación y Mantenimiento", que establece en el

Art. 282: Los propietarios de los edificios y predios tienen la obligación de conservarlas en buenas condiciones de estabilidad, servicio, aspecto e higiene, evitar que se conviertan en molestia o peligro para las persona o los bienes, reparar y corregir los desperfectos, fugas y consumos excesivos de las instalaciones, y observar, además las siguientes disposiciones:

- I - Los acabados de las fachadas deberán mantenerse en buen estado de conservación, aspecto y limpieza. Todas las edificaciones deberán contar con depósitos de basura y , en su caso, con el equipamiento señalado en el artículo 86.
- II - Los predios no edificados, excepto los que se ubiquen en zonas que carezcan de servicios públicos de urbanización, deberán contar con cercas en sus límites que no colinden con construcciones permanentes, de una altura mínima de 2.5 m, construidas con cualquier material, excepto madera, cartón, alambrado de púas y otros similares".

En el propio Reglamento del DF se establece también que:

Art. 281: Los inmuebles no podrán dedicarse a usos que modifiquen las cargas vivas, cargas muertas, o el funcionamiento estructural del proyecto aprobado. Cuando una edificación o un predio se utilice, total o parcialmente, para algún uso diferente del autorizado, sin haber obtenido previamente la licencia de cambio de uso establecida en el art. 54.

\* Este capítulo tomó como referencia los apuntes y comentarios del Ing. Fernando Carrillo B.

Tabla S3.1

**PROCEDIMIENTO DURANTE UN SINIESTRO****- CAPACITACIÓN:**

Todo el personal debe actuar conforme a los procedimientos establecidos previamente a través de la capacitación:

- Teórica
- Práctica (simulacros de emergencia).

**- ACCIÓN:**

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. Conforme 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.

**- SUSPENSIÓN:**

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.

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, en caso contrario se debe proceder a efectuar un diagnóstico que permita evaluar la estructura, mediante la cuantificación en forma aproximada de los parámetros clave que definen su capacidad.

La inspección de la Obra debe contemplar fundamentalmente que **No** haya:

- Modificación de la función del inmueble para la cual fue proyectada.
- Concentración de cargas en zonas que no se tenían previstas.
- Perforación de elementos estructurales para dar cabida a instalaciones
- Afectación a muros de carga.
- Cualquier otro trabajo que altere la estructura o su comportamiento.

### **3.1.1 PLANOS ESTRUCTURALES DE OBRA FINAL**

pof

Los pof (as built) son los planos de proyecto con los cambios y modificaciones efectuados durante la Obra (planos de obra final).

La supervisión de una nueva construcción debe de elaborar los pof, vaciando en éstos las condiciones reales finales de la Obra y que pueden diferir de las del 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.

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.

### **3.1.2 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.



### CUARTEADURAS

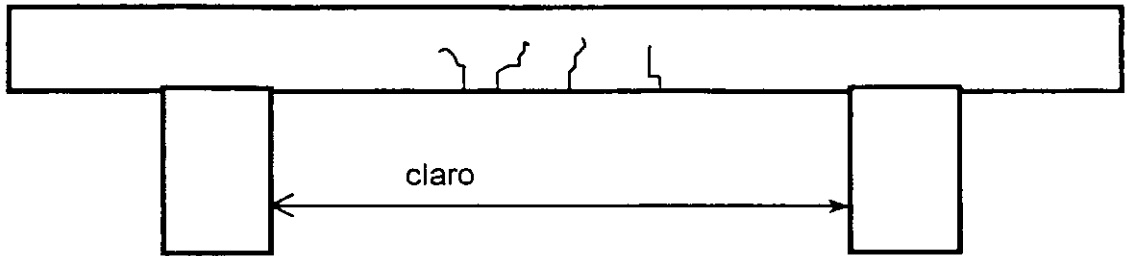


Fig. S3.1.1

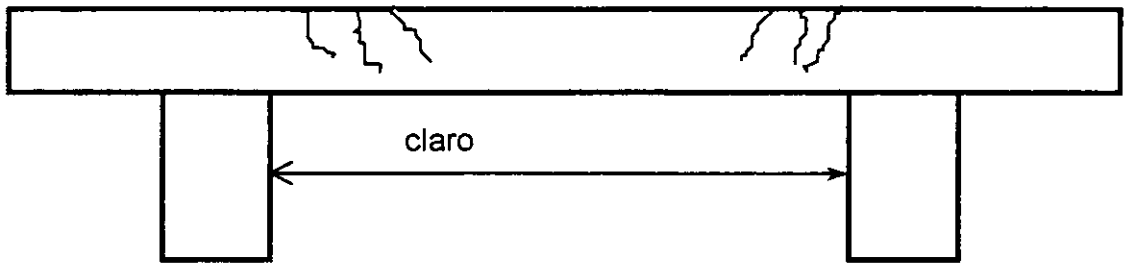


Fig. S3.1.2

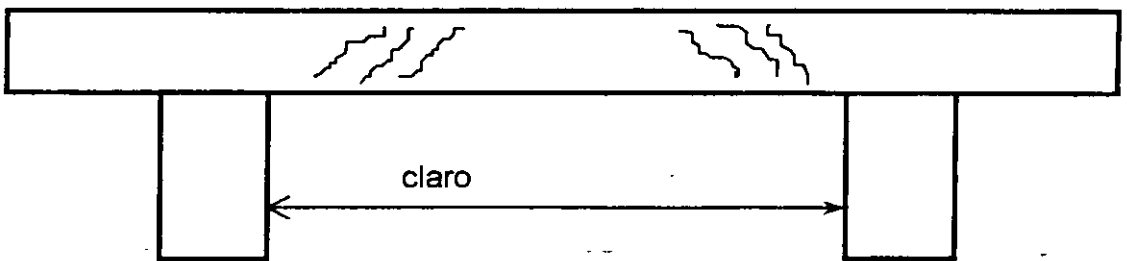


Fig. S3.2

### 3.1.3 MEMORIA ESTRUCTURAL DE CALCULO

mec

En ésta se debe consultar los:

- Capacidad disponible.
- Criterios de cálculo aplicados
- Factores de seguridad
- Limitantes

Es necesario recalcular la estructura cuando no se tenga la memoria de cálculo disponible, incorporando las modificaciones y afectaciones a la estructura -

### 3.1.4 DIRECTOR RESPONSABLE DE OBRA.

El Director Responsable de Obra (DRO) es la persona física o moral que se hace responsable de la observancia del Reglamento de Construcciones para el DF (art. 39), en las obras para las que otorgue su responsiva.

El DRO cuenta con corresponsables de las áreas de:

- Seguridad estructural
- Diseño Urbano y arquitectónico
- Instalaciones

### 3.1.5 BITÁCORA

bo

Conforme al Reglamento de Construcciones para el DF, en su artículo 284, existe la obligación para el responsable de Obra y el corresponsable estructural de llevar una bitácora, que relaciona y documenta las modificaciones.

En ella se deberá de asentar cualquier modificación a la función del inmueble o alteración a la estructura, no autorizada por el DRO o el corresponsable de estructuras.

Art. 285 Los propietarios de las edificaciones deberán conservar y exhibir, cuando sea requerido por las autoridades, los planos y memoria de diseño actualizados y el libro de **bitácora**, que avalen la seguridad estructural de la edificación en su proyecto original y en sus posibles modificaciones.

"Las edificaciones que requieren licencia de uso del suelo o dictamen aprobatorio, según lo establecido en el art. 53, requerirán de manuales de Operación y Mantenimiento.... II - ...indicarán las acciones mínimas de Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Correctivo. ....Para Mantenimiento Preventivo y Correctivo se indicarán los procedimientos y materiales a utilizar, así como se periodicidad.....y las acciones que requerirán la intervención de profesionales especialistas.

Por lo tanto, oficialmente existe la obligación del Mantenimiento de las estructuras.

### 3.2 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 S3.1)
- 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

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.

Mantenimiento debe determinar las medidas mas convenientes en el caso de los posibles siniestros que pudieran presentarse, como son:

- No use los elevadores, normalmente se suspende la energía eléctrica y se quedará atrapado.
- No use las escaleras, estarán congestionadas por otros usuarios. La experiencia en México es que son las primeras en derrumbarse.
- En caso de temblores, resguárdese bajo marcos estructurales (puertas), al menos que estime que puede desalojar el edificio en 50 s (caso de la ciudad de México), a partir de la alarma.

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.

### **3.3 TRABES DE CONCRETO**

En trabes de concreto se pueden presentar varios tipos de falla:

#### **3.3.1 FALLA DE FLEXIÓN.**

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. S3.1)

- 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 1/400 (deflexión entre claro).

#### **3.3.2 FALLA POR ESFUERZO CORTANTE.**

Se manifiesta por grietas diagonales cerca de los apoyos y es debida a falta de estribos (fig. S3.2). Este tipo de falla es súbita y puede provocar el colapso de la estructura.

#### **3.3.3 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.

## **3.4 COLUMNAS DE CONCRETO.**

### **3.4.1 FALLA POR COMPRESIÓN:**

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.

### **3.4.2 FALLA POR FLEXIÓN:**

Se manifiesta por grietas horizontales, por lo general cerca de los extremos inferior o superior.

### **3.4.3 FALLA POR DEFECTOS DE COLADO:**

Se manifiesta por hoquedades y tienen las mismas consecuencias que las trabes.

### **3.4.4 FALLA POR COLOCACIÓN 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.

### **3.4.5 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.

## **3.5 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.

### 3.6 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 más importante es evitar la corrosión mediante pintura adecuada.

Tenga presente que las estructuras de acero fallan más fácilmente en caso de incendios que las de concreto. Por lo tanto, se deben revisar las estructuras después de cualquier sobre temperatura por cualquier conato de incendio.

Un error frecuente es ocultar las estructuras de acero con paneles, espejos o cualquier material, los que impiden su inspección.

### 3.7 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 traves ligas.
- Losa de cimentación de contratraves
- Cimientos de piedra o de concreto
- Pilas o pilotes

El tipo de falla más 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 traves de la estructura.

Siempre que aparezcan estos síntomas es necesario consultar con un Especialista, porque pueden ser causa de daños irreparables a la larga.

### **3.8 MUROS**

El mantenido debe estar consciente de la importancia de recurrir a Consultores, tanto por ser el Mantenimiento una actividad multidisciplinaria, como por la necesidad permanente de actualizarse y el tiempo perentorio para resolver situaciones muy variadas de trascendencia.

El comportamiento del conjunto de un inmueble es fácil de analizar a través del estado de sus muros, por ser éstos elementos visibles y de fácil acceso

La imagen escandalosa para el público en general y los directivos, representa ventajas al mantenido para obtener recursos para analizar y remediar la situación.

En los muros se pueden presentar grietas en diferentes direcciones que permiten interpretar los orígenes de sus deterioros, su diagnóstico e incluso las posibles soluciones. A continuación se relacionan los tipos de grietas:

#### **3.8.1 GRIETAS VERTICALES:**

Se pueden deber a la presencia de instalaciones hidráulicas o eléctricas ocultas. Generalmente no tienen importancia estructural.

#### **3.8.2 GRIETAS HORIZONTALES:**

Pueden ser originados por:

- Empujes laterales o esfuerzos por cambios de temperatura.
- Instalaciones ocultas.

Se sugiere sea revisada por un Especialista para su diagnóstico y en todo caso su reparación.

#### **3.8.3 GRIETAS INCLINADAS:**

Se deben a hundimientos del suelo o deflexiones de las losas o trabes que las sustentan.

Estas grietas son en dirección perpendicular.

Se sugiere sea revisada por un Especialista para su diagnóstico y en todo caso su reparación.

#### **3.8.4 GRIETAS VERTICALES:**

Se deben frecuentemente a falta de adherencia entre el muro y la columna.

### 3.9 NIVELACIÓN.

En cualquier construcción se debe conocer su comportamiento mediante un registro de nivelaciones periódicas a intervalos que pueden variar desde un mes hasta uno o varios años, dependiendo de:

- Altura sobre el nivel de desplante
- Tipo de estructura
- Condiciones del subsuelo
- Edificios colindantes
- Uso del inmueble
- Sismos

Esta inspección, como tarea del Mantenimiento Preventivo, permitirá proporcionar mayor seguridad a los usuarios y sus colindantes. Para "correr" la nivelación es necesario contar con bancos de referencia que permitan su ejecución en forma fácil, rápida y precisa.

Existen diversas formas de lograr nivelar una construcción, entre las que se tienen:

- Pilotes de control.
- Lastrando el edificio.
- Inyectando concreto al subsuelo.
- Renivelar con:
  - Lainas cuando se tengan anclas suficientemente largas
  - Extensiones.

En construcciones de naves industriales donde se prevén hundimientos, principalmente en las que fueron anteriormente zonas lacustres de la zona metropolitana de la ciudad de México (Tenochtitlán y Texcoco) se deben de emplear anclas de mayor longitud que permitan introducir lainas para renivelar.

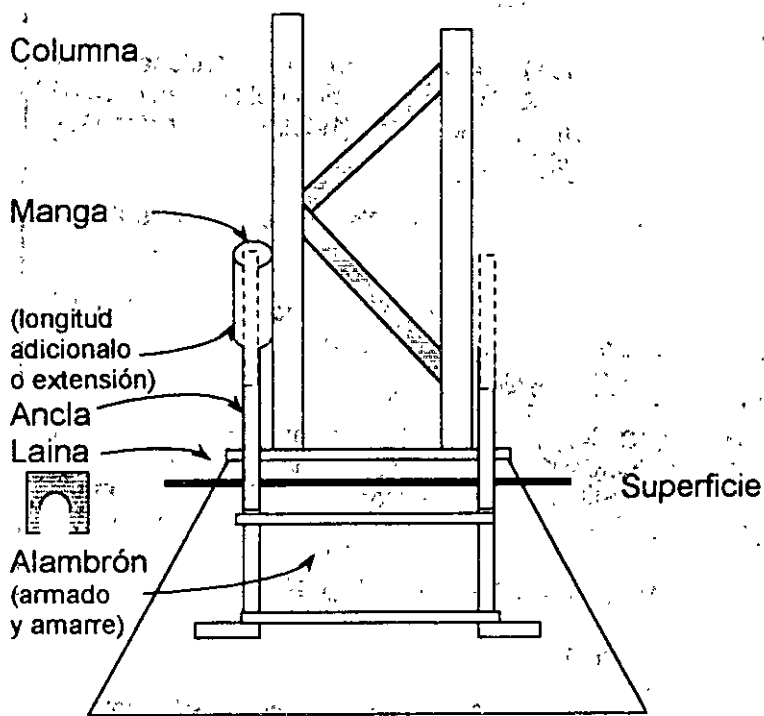
Es conveniente revisar la nivelación y verticalidad del edificio después que se haya presentado un sismo.

Las anclas deben protegerse contra daños mecánicos en sus cuerdas y el ancla misma por impactos de equipos de manejo de materiales (montacargas, tractores, etc.): esta protección puede ser con un tubo de PVC con diámetro de 51 mm y se sugiere sea pintado (rayas negras y amarillas o blancas, en forma inclinada) y tapada para evitar que se convierta en un bote de basura. Ver fig. S3.3

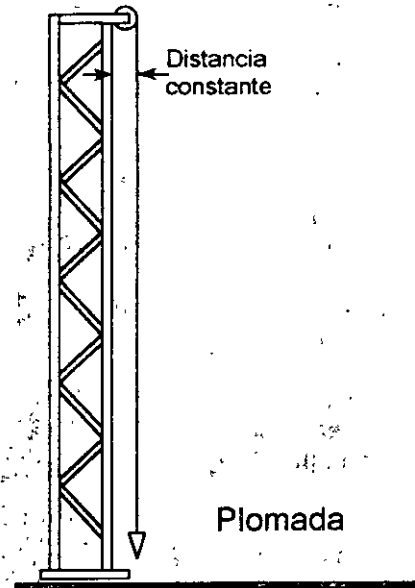
La verticalidad se puede observar fácilmente por medio de una plomada y para mayor precisión marcando una referencia en la base (fig. S3.5). Esta plomada también es un magnífico detector de sismos, e incluso cauntificarse como péndulo.

La nivelación de la base se puede efectuar con un simple nivel de albañil





Cimentación de columnas  
Fig. S3.3



Verticalidad de columnas  
Fig. S3.4

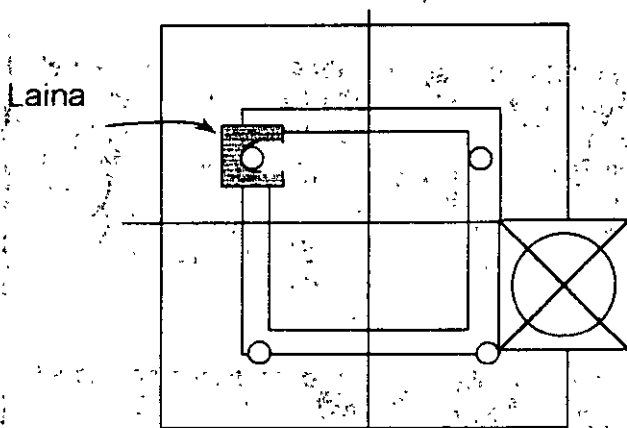
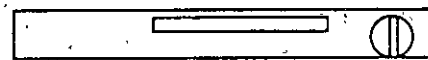


Fig: S3:5

Base (dado) de concreto,  
(indicando sus anclas y la posición de las laines).



Nivel

Plano de referencia  
para la plomada

## Capítulo S5

**RECUBRIMIENTOS.****5.1 CONCEPTOS BÁSICOS.****5.1.1 DEFINICIÓN.**

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.

Curar 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.

**5.1.2 FUNCIONES.**

La pintura tiene dos funciones principales que cumplir, las que se detallan en la tabla S5.1 con las características que las define. Una pintura puede incluir las funciones y características.

Por lo tanto, para su selección de la pintura se debe conocer su objetivo.

**5.1.3 TIPOS DE PINTURA.**

Existe en el mercado una gran variedad de pinturas, las que pueden clasificarse conforme a la tabla S5.2.

En los sistemas debe comprenderse, por su frecuencia de uso, lo que son:

- Primario (primer).  
Adherente que permite la liga entre la superficie base y acabado, es flexible y en los casos requeridos es anticorrosivo y/o inmune a las bacterias.
- Enlace.  
Da compatibilidad entre primario y acabado.

Tabla S5.1

**FUNCIONES DE LA PINTURA**

<b>PROTECCIÓN.</b>	<b>DECORACIÓN</b>
Adherencias.	Color
Agentes químicos	Acabado.
Cambios de temperatura	Brillo
Corrosión	Confort.
Daños mecánicos	Psicológico
Filtraciones	Seguridad
Higiene	Textura
Humedad	
Intemperismo	
Limpieza	
Oxidación	
Rayos ultravioleta	
Seguridad	

Tabla S5.2

**CLASIFICACIÓN DE LA PINTURA.**

<b>FUNCIÓN</b>	<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>
<b>SISTEMA</b>	Sol
Primario	Viento
Enlace	Atmósfera contaminante (smog)
Acabado. Brinda apariencia	Ambiente salino
Primario - acabado	Temperatura.
Primario - enlace - acabado	Vapores y gases.
<b>LOCALIZACIÓN</b>	<b>APLICACIÓN.</b>
Intemperie	Brocha.
Interior	Aspersión.
Sumergida en agua.	Electroféresis
	<b>COMPOSICIÓN.</b>

## 5.2 COMPOSICIÓN DE LA PINTURA.

Generalmente una pintura está formada por los dos siguientes componentes básicos:

### 5.2.1 PIGMENTOS.

Este componente proporcionan resistencia a la barrera y puede ser los que se listan en la tabla S 5.3.

### 5.2.2 VEHÍCULOS.

Son el medio de transporte del vehículo y forman una película al secarse y pueden clasificarse según se presenta en la tabla S5.4.

## 5.3 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 vinilo (87%) y acetato de vinilo (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.

Tabla S5.3

**PIGMENTOS EN LAS PINTURAS.****- 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.

**- 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.

## 5.4 PREPARACIÓN DE SUPERFICIES.

Para obtener resultados adecuados al pintar se requiere preparar la superficie, que consisten en los siguientes pasos:

– **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.

Los métodos de limpieza para superficies metálicas se clasifican conforme a la tabla S5.5.

– **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.

Los tipos de abrasivo mas frecuentes a emplear son los indicados en la tabla S5.6.

## 5.5 IGUALACIÓN 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.**

El 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 cuál deben prepararse muestras conforme a los siguientes criterios referidos a la superficie por pintar:

- Superficies similares.
- Agudeza visual similar del inspector.
- Contrastes semejantes.
- Iluminación natural y/o artificial parecida.

El 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 cambios en sus características y alteración del color

Tabla S5.4

## VEHÍCULOS DE LAS PINTURAS.

- **Sólidos. Aceites.**
- **Vegetales** (linaza, madera, algodón).
- **Animales** (pescados).
  - Barnices (gomas naturales).
  - Resinas epóxicas. Resistentes a:
    - Medios alcalinos
    - Medios débilmente 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 alquidálicas.
    - 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 calean.
    - En colores claros se amarillentan.
- **Volátiles** (facilitan la aplicación de la pintura).
- **Adelgazadores** (reducen la Viscosidad y ayudan a la penetración).
  - Thiner.
  - Aguarrás.
- **Secadores.**
  - Son catalizadores (condensación, oxidación y polimerización). (sales, ácidos u óxidos de plomo, cobalto o magnesio).
- **Solventes.**
  - Aromáticos (benceno, tolueno, xileno).
  - Alifáticos.
  - Acetonas.
  - Alcoholes.

## 5.6 ESPECIFICACIÓN DE PINTURAS.

Erróneamente Ingeniería de la Planta específica el tipo de pintura en términos de su composición, número de manos por aplicar y espesor de la pintura. Rubén Ávila Espinosa establece que 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, muestreos, probetas (de laboratorio o piezas reales), criterios de evaluación, etc.

En la tabla 5.7 se mencionan algunos de las pruebas más significativas que considera Rubén Ávila que se deben efectuar a las pinturas ya aplicadas.

## 5.7 COLOR.

### 5.7.1 PSICOLOGÍA 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.



Tabla S5.5

**PREPARACIÓN DE SUPERFICIES.**  
 Norma Steel Surface Painting Council (SSPC-SP #61)  
 Surface Preparation

#	LIMPIEZA
1	Por solventes
2	Manual
3	Con herramientas mecánicas
4	Con flama (oxiacetileno) para corrosión B (consultar capítulo)
5	Con abrasivo a presión 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  
 Ácido fosfórico  
 Agua

Tabla S5.6

**TIPO DE ABRASIVO.**

- Metálico:
  - . Munición
  - . Granalla
  - . Mixto
- Silicosos
- Agrícolas
  - . Cáscara de nuez
  - . Arroz

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 comúnmente usado, se logra esto, 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.

### 5.7.2 ORIGEN Y EFECTOS DEL COLOR.

El color se origina con la luz.

La luz es el segmento visible del espectro electromagnético (fig. S5.1 y S5.2), ondas visibles de energía radiante, capaces de estimular el mecanismo visual y del cerebro humano para producir la sensación de color.

Isaac 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 aquel 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.

Los parámetros para la decoración se listan en la tabla S5.8.

Tabla S5.7.

**PRUEBAS A PINTURAS.**

- Adhesión.
- Espesor
- Rozado
- Resistencia a niebla salina.
- Resistencia a condiciones del medio y especiales
- Flexibilidad
- Dureza
- Deterioro bajo la luz solar o especial
- Apariencia
  - Color
  - Brillo

Tabla S5.8

**PARÁMETROS PARA LA DECORACIÓN.**

- Orientación.
- Temperatura.  
En México, el norte y este son fríos.
- Función del local para crear el ambiente.
- Moda para reflejar actualidad y/o autenticidad.
- Gusto personal que brinda la comodidad.

Objetivo primordial de la dinámica del color es proporcionar:

**alegría**

**descanso**

**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.

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      crecen
  - Los colores claros      retroceden      disimulan      achican
  
- **Combinaciones:**
  - Monocroma 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 neutro naturales normalmente no alteran la combinación.

### 5.7.3 RELACIÓN 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.

# ESPECTRO

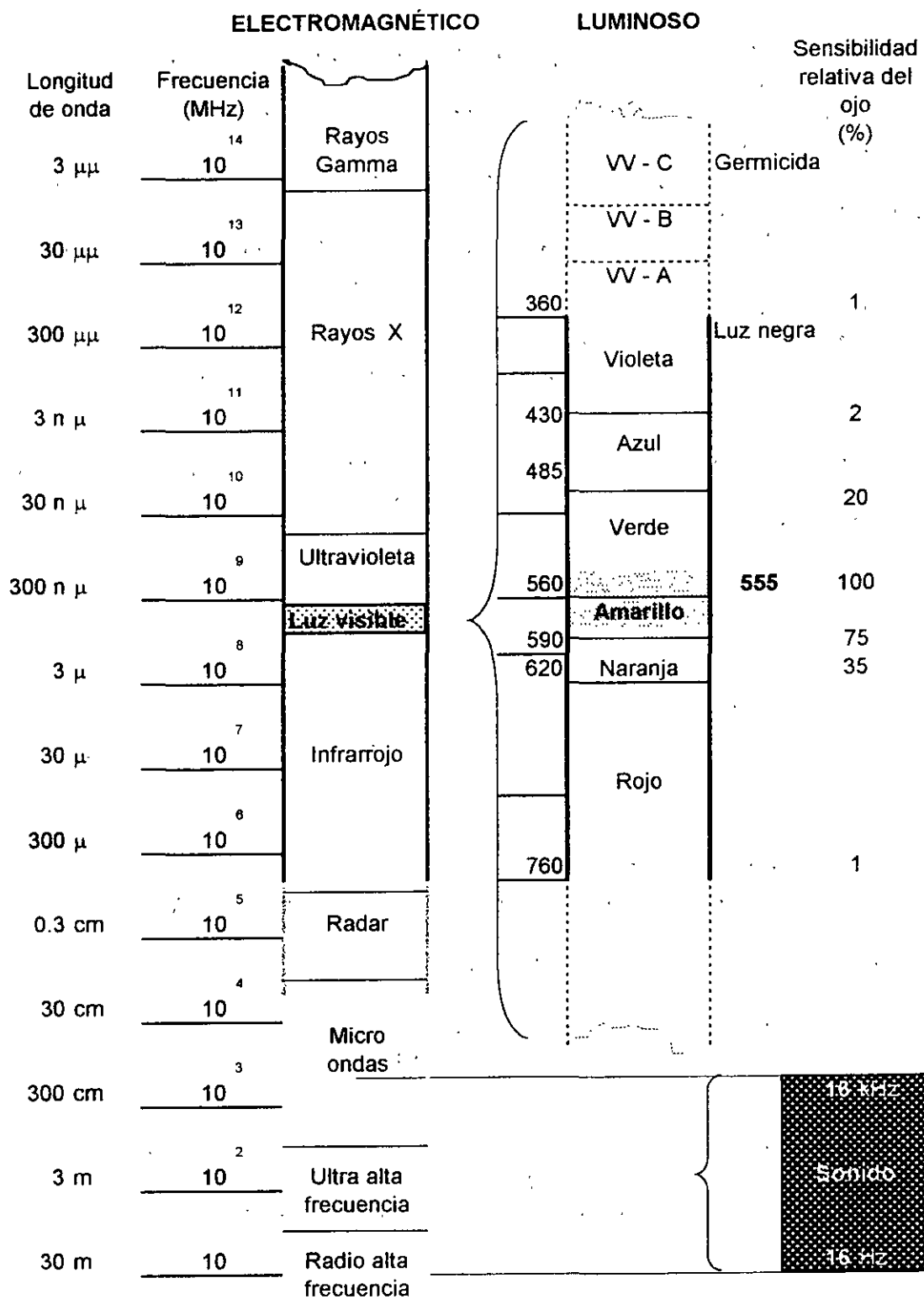


Fig. S5.1

#### 5.7.4 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 luminosidad.

– **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 la 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 sienta 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.

Tabla S5.9

**IMPRESIÓN PSICOLÓGICA**

NIVEL DE ILUMINACIÓN (luxes)	Cálido	Intermedio	Frío
Hasta 500 500 a 1 000	Acogedor	Neutro	Frío
1 000 a 2 000 2 000 a 3 000	Estimulante	Acogedor	Neutro
3 000 a 5 000 #	No natural	Estimulante	Acogedor
5 000 a 10 000 #	Caliente	Normal	Agradable

# Luz natural a la intemperie

Tabla S5.10

**REFLEXIÓN DE LA LUZ**

COLOR	REFLEXIÓN
Blanco	85 a 92
Marfil	74 a 79
Amarillo	66 a 72
Azul claro	66
Verde claro	62
Gris claro	56

Algunos colores son afectados por el calor, el cuál 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 cuál afecta la visión perfecta.

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.

### 5.7.5 CÍRCULO CROMÁTICO.

Los colores obtenidos de mezclas, en partes iguales de colores, originan el círculo cromático en sus diferentes grados (ver figura)

– **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 en 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 neutro naturales**

Son aquellos que brinda la naturaleza, por ejemplo: mar, tierra, cielo, madera, piedra, etc



# CÍRCULO CROMÁTICO

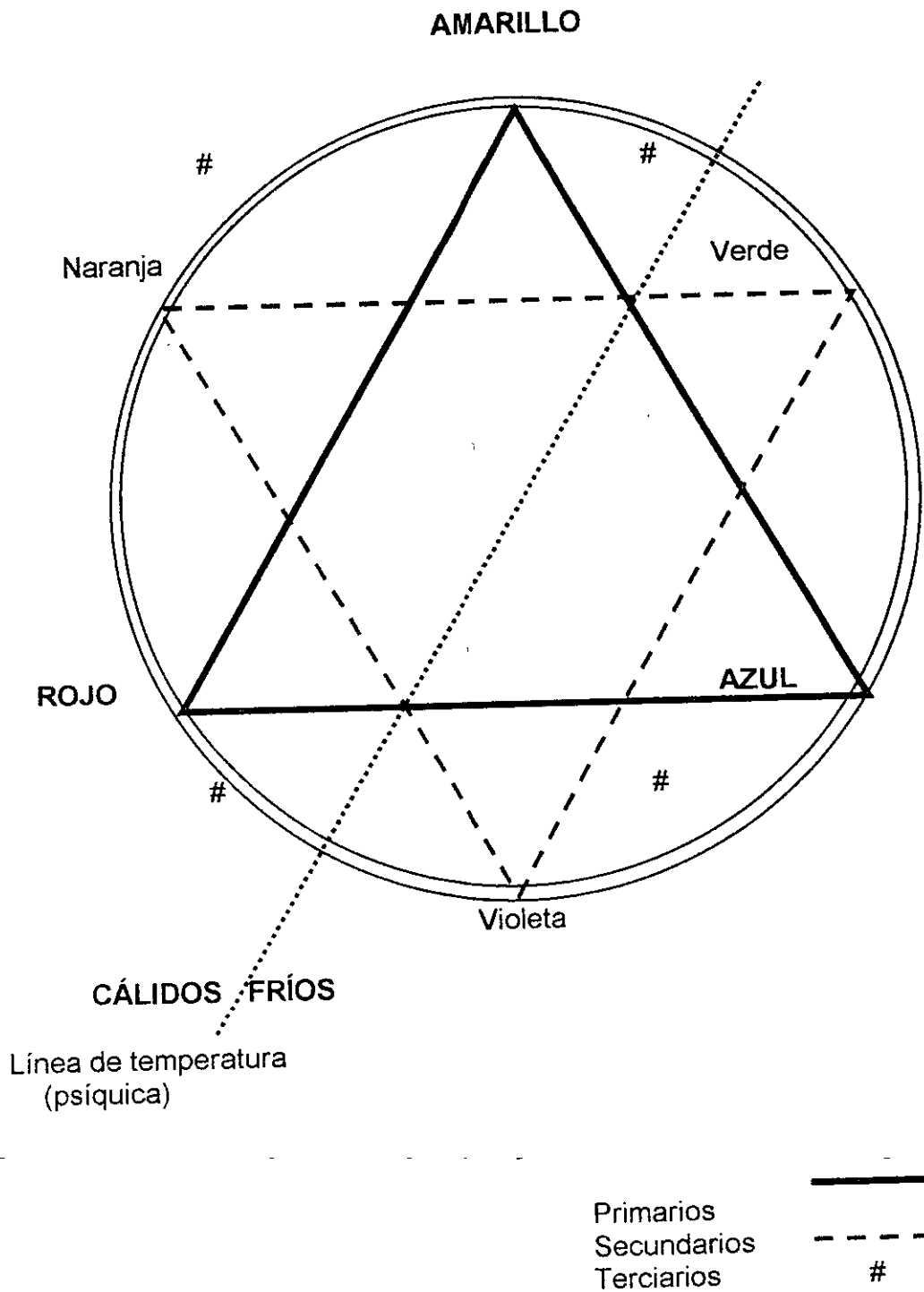


Fig. S5.2

**Mezclas:**– **Negro**

Obtenido de la mezcla en partes iguales de los colores primarios o bien la mezcla de todos los colores del círculo cromático.

– **Neutro**

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.

**5.7.6 SEÑALES DE CIRCULACIÓN.**

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 suspendido 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.

Consultar el Libro Naranja. Capacitación para Pintura

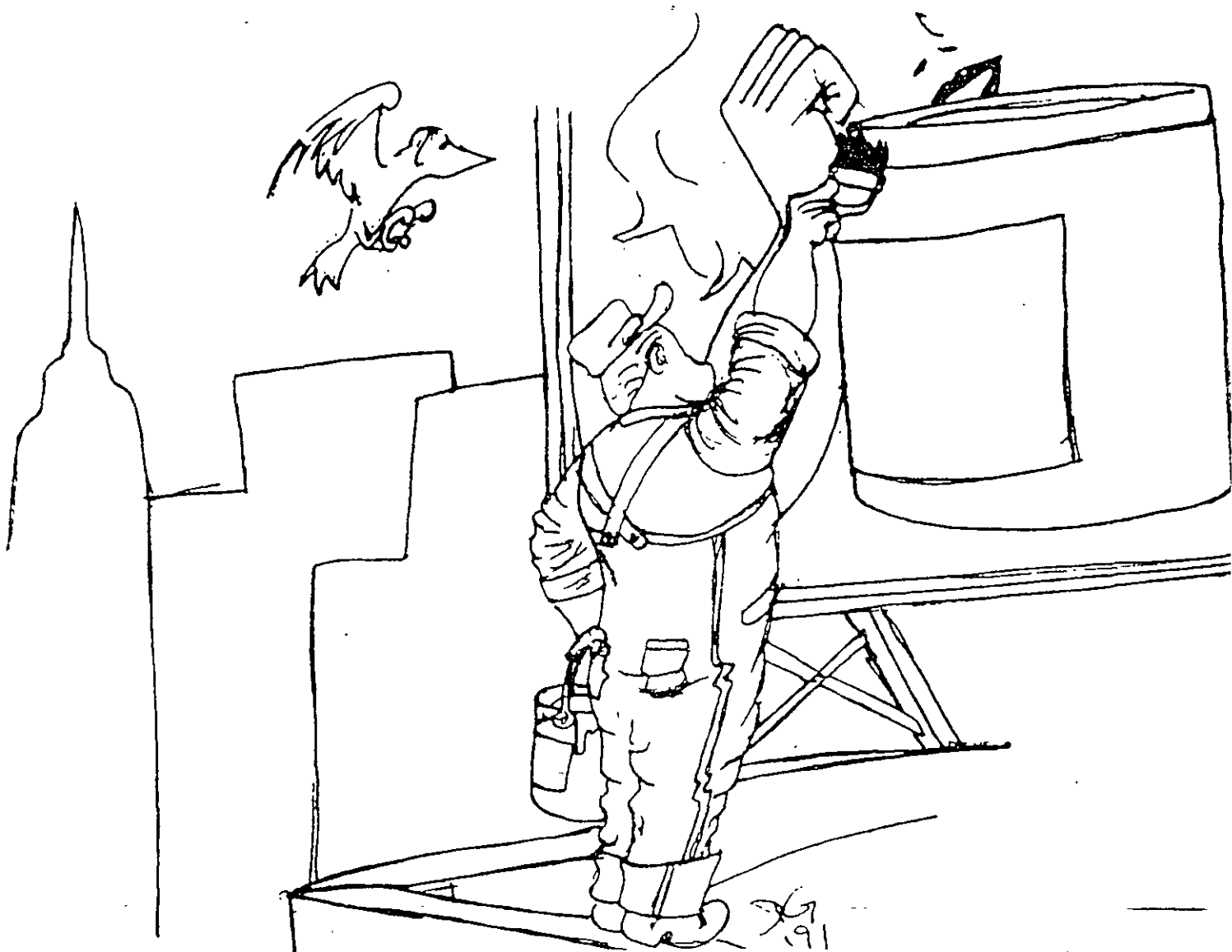


Fig. 53

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 presan, también los interiores de cajas de control plástico y controles de emergencia.

### **5.7.7 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.

## **5.8 PINTURA EN SUPERFICIES METÁLICAS.**

Para pintar una superficie metálica deberá seleccionarse la pintura y prepararse la superficie, conforme al objetivo que se persigue.

La periodicidad de repintado en superficies metálicas es de 5 años: en el caso de galvanizado (cerchas, 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  
Éstas 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.

Tabla S5.11

**APLICACIÓN DE COLORES.**

<b>COLOR</b>	<b>APLICACIÓN</b>	<b>ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS</b>
Aluminio	Hornos y calderas	Alta reflexión
Aluminio brillante	Estructuras exteriores	Anticorrosivo Facilita la limpieza
Amarillo	Gas	Muy visible
Amarillo con negro	Partes inmóviles que imposibilitan la circulación	
Amarillo o naranja	Equipo en movimiento	Muy visible
Azul	Agua potable	Cielo y mar
Azul claro	Paredes y maquinaria	Incita al descanso (zonas cálidas)
Blanco	Líneas de vapor - aceite	Alta reflexión
Crema	Tolvas y plataformas de carga	Destaca los productos
Naranja	Aire comprimido	
Negro	Bases de maquinaria	Contrastante y profundo
Rojo	Protección contra incendio	Fuego
Rojo óxido	Estructuras interiores	Limpieza fácil
Verde claro	Paredes y maquinaria	Incita al descanso (zonas frías)
Verde oscuro	Ductos y controles eléctricos	

## 5.9 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.

## 5,10 MAMPOSTERÍA

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 deberá 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 tiene 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 guardapolvo con pintura lavable (esmalte) de color oscuro para reducir reflexión 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 pintan.

Tabla S3.12

Condición de Exposición	Preparación de la Superficie	PRIMARIO:		
		RECUBRIMIENTO	Nº. de Manos	Espesor Mils. (seca) por mano
Ambiente seco	L.M.	RP-1 Minio Alquidático	2	1.5
Ambiente húmedo sin salinidad	L.M.	RP-1 Minio Alquidático	2	1.5
	Ch.A.Com.	RP-2 Cromato de Zinc	2	1.5
Ambiente húmedo y salino	Ch.A.M.B.	RP-3 Inorgánico de Zinc Poscurado	1	2.5-3
		RP-4 Inorgánico de Zinc Autocurante	1	2.5-3
Ambiente húmedo y salino con gases derivados del azufre	Ch.A.M.B.	RP-3 Inorgánico de Zinc Poscurado	1	2.5-3
	Ch.A.Com.	RP-6 Epóxico Catalizado	1	2
	Ch.A.Com.	RP-7 Vinil Epóxico Modificado	1	1
Ambiente marino (No inmersión)	Ch.A.M.B.	RP-4 Inorgánico de Zinc Autocurante	1	2.5-3
		RP-4 Inorgánico de Zinc Autocurante	1	2.5-3
Agua salada (interior de tanques)	Ch.A.Com.	RP-5 Alquitrán de Hulla Epóxico	2	6.8
Agua cruda (interior de tanques de almacenamiento)	Ch.A.Com.	RP-5 Alquitrán de Hulla Epóxico	2	6.8
Agua potable (interior de tanques de almacenamiento)	Ch.A.Com.	RP-7 Vinil Epóxico Modificado	2	1
Turbosina (interior de tanques de almacenamiento)	Ch.A.M.B.	RP-8 Epóxico para turbosina	1	2
Destilados tratados (interior de tanques de almacenamiento)	Ch.A.M.B.	RP-3 Inorgánico de Zinc Poscurado	1	2.5-3
Destilados sin tratar (amargos; interior de tanques de almacenamiento)	Ch.A.Com.	RP-6 Epóxico Catalizado	1	2
Exterior de cascos de embarcaciones y plataformas marinas	Fondo de embarcaciones	RP-3 Inorgánico de Zinc Poscurado	1	2.5-3
	Parte aérea de plataformas y de mínima línea de carga hasta cubiertas	Ch.A.M.B.	RP-3 Inorgánico de Zinc Poscurado	1
Interior de tanques de embarcaciones	Ch.A.C.M.B.	RP-6 Epóxico Catalizado	1	2
Zona de mareas y oleajes	L.M.	RE-32 Epóxico para zonas	1	100
Desarrollo de organismos				
Alta temperatura	Manual	RE-30 A)	2	1.5
	Ch.A.Com.	RE-30 Silicones B)	2	1.5
	Ch.A.M.B.	RE-30 Silicones C)	2	1.5

\*Cuando se presenten problemas con el sistema de aplicación indicado, refiérase a las Especificaciones.

L.M. Limpieza Manual.

Ch.A.C.M.B. Chorro de Arena Cerca de Metal Blanco.

Ch.A.Com. Chorro de Arena Comercial.

Ch.A.M.B. Chorro de Arena a Metal Blanco.

## **RUBÉN ÁVILA ESPINOSA**

Ingeniero Mecánico Electricista, egresado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con maestría en Arquitectura, Diplomado en Administración del Mantenimiento, con experiencia en el campo de Calidad, habiendo laborado en Ford Motor Co. (1972 - 1981) como Gerente de Aseguramiento de Calidad y de los Laboratorios Centrales.

Tiene acreditación como Corresponsable de Obras en Instalaciones para el Distrito Federal y es Perito Eléctrico de Colegio (CIME).

Como consultor participó en la revisión del Proyecto del Sistema Cutzamala, llevado a cabo múltiples Diagnósticos Energéticos, avalúos técnicos y proyectos. Gran parte de estas actividades fueron desarrolladas en el Grupo IPESA, donde fue Subdirector de Proyectos Especiales

En la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) fungió como Director de Seguimiento a Proyectos de Ahorro de Energía del Gobierno Federal y también como Director de Inmuebles y Alumbrado Público. En esta área energética recibió entrenamiento de CADEM de la Comunidad Económica Europea

En Comercial de Alta Tecnología, S.A. DE C.V. (CATSA) es socio y Director de Ingeniería.

En ABB Sistemas participa como Jefe de Ingeniería de Mantenimiento.

Ha presentado ponencias en México y en el extranjero en más de 30 Congresos y Seminarios Nacionales e Internacionales; fue Presidente XIX Congreso Nacional de Calidad; ha sido Director de Área en 20 de ellos; ha sido jurado Nacional del Premio al Edificio Inteligente del IMEI en sus cuatro ediciones anuales.

Fue fundador y primer Presidente de la Comisión Permanente de Calidad de la Industria Automotriz en IMECCA.

Ha dictado conferencias para la Organización Aeronáutica Civil Internacional (OACI) de la ONU, en el Instituto Mexicano de Control de Calidad, la División de Educación Continua de la Facultad de Ingeniería de la UNAM; Universidad Autónoma de Ciudad del Carmen, otras universidades, Asociación de Ingenieros Mecánicos Electricistas (AAMIME), Bancomer, Banamex, Centro Universitario de México, Minera Carbonífera Río Escondido, Instituto Mexicano del Petróleo y otros institutos y organismos del sector público y privado. Ha participado como conferenciante en todos los módulos del Diplomado en Administración del Mantenimiento, así como en los correspondientes a Edificios Inteligentes, Calidad e ISO 9000.

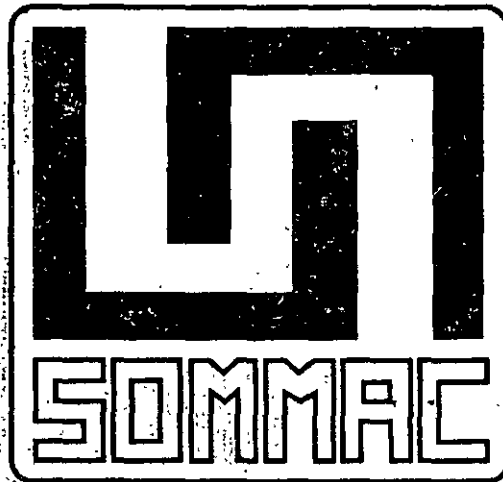
Es Instructor Externo Independiente de UCECA desde 1981.

En la Sociedad Mexicana de Mantenimiento, A.C. (SOMMAC) es miembro fundador y honorario, fue su primer Vicepresidente Técnico y actualmente es el Vicepresidente de Relaciones.

En la docencia, con más de 31 años de servicio, como profesor de la Facultad de Ingeniería desde 1967, habiendo obtenido por oposición la cátedra de Procesos de Manufactura, además de haber impartido las materias de Calidad e Instalaciones Electromecánicas. Ha dirigido más de 60 tesis profesionales.

Es autor del libro Fundamentos de mantenimiento, editado por Limusa, además de haber escrito 8 libros sobre Calidad, Mantenimiento, Ahorro de Energía y otros temas. Escribió el libro de Traducción Técnica Inglés Español y el de Presentaciones en Público. Además ha revisado los libros publicados por SOMMAC.





## **PROPÓSITO:**

**Integrar, apoyar y representar a técnicos, profesionales y organizaciones relacionadas con el Mantenimiento, con el objetivo de incrementar la productividad, calidad y seguridad de las empresas, coadyuvando al mejor aprovechamiento de sus recursos, el uso racional del agua y la energía, contribuyendo así a la protección del medio ambiente.**

**San Francisco # 65 - 102  
Col. San Francisco Xicaltongo  
Iztacalco, C.P. 08230, México, D.F.**

**Tel.: 55 - 90 - 20 - 58**

**55 - 90 - 20 - 68**

**Fax. 55 - 90 - 21 - 50**

**E-mail: sommac@df1.telmex.net.mx  
mantenimiento\_20@yahoo.com.**