



62  
2 ej'  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE QUIMICA**

**“ ANTEPROYECTO DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD E HIGIENE  
PARA EL LABORATORIO DE INGENIERIA QUIMICA DE LA  
FACULTAD DE QUIMICA DE LA U. N. A. M.”**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERO QUIMICO**

**P R E S E N T A :**

**LUIS LOPEZ SANTIAGO**

**MEXICO, D. F.**

**1985**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# I N D I C E

=====

Página

INTRODUCCION	1
CAPITULO 1. ASPECTOS GENERALES SOBRE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL.	
1.1. Importancia de la Seguridad e Higiene.....	2
1.2. Interacción entre el hombre y el medio laboral.....	5
1.3. Problemática Nacional.....	9
1.4. La Seguridad e Higiene en la -- formación profesional del Inge- niero Químico.....	13
CAPITULO 2. CONCEPTOS DE PREVENCION Y CONTROL DE RIESGOS.	
2.1. Prevención y control de riesgos	15
2.2. Riesgo de incendio y explosión.	16
2.2.1. Aspectos generales sobre incendio y explosión....	16
2.2.2. Prevención y control de incendios.....	30
2.3. Riesgos químicos.....	48
2.4. Riesgos eléctricos.....	50
2.5. Riesgos mecánicos.....	52
2.6. Ruido.....	54

CAPITULO 3. EQUIPOS DE SEGURIDAD PARA PROTECCION PERSONAL.	
3.1. Importancia del equipo de protección personal.....	59
3.2. Clasificación del equipo.....	60
3.2.1. Protección para la cabeza.....	61
3.2.2. Protección para el tronco.....	72
3.2.3. Protección para las extremidades.....	73
CAPITULO 4. NORMAS BASICAS DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA LA PREVENCION DE RIESGOS EN EL LABORATORIO DE INGENIERIA QUIMICA.	
4.1. Normas de las condiciones que debe presentar el Laboratorio de Ingeniería Química.....	76
4.2. Normas que debe cumplir el personal dentro del Laboratorio de Ingeniería Química.....	94
CAPITULO 5. ANALISIS DE RIESGOS EN EL LABORATORIO DE INGENIERIA QUIMICA.	
5.1. Situación del Laboratorio de Ingeniería Química.....	95
5.2. Análisis de riesgos en el Laboratorio de Ingeniería Química..	100
5.2.1. Riesgos en las instalaciones.....	101
5.2.2. Riesgos en los materiales de trabajo.....	110

5.2.3. Riesgos en las actitudes de trabajo.....	120
-------------------------------------------------	-----

CAPITULO 6. PROGRAMA DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA EL LABORATORIO DE INGENIERIA QUIMICA.

6.1. Desarrollo.....	124
A.- Integración del Comité de Seguridad e Higiene para el Laboratorio de Ingeniería Química.....	125
B.- Capacitación y adiestramiento.....	127
C.- Inspecciones periódicas a equipos e instalaciones con fines de seguridad.....	129
D.- Investigación, análisis y estadística de accidentes..	131
E.- Campaña permanente de seguridad.....	136
F.- Servicio Médico.....	137
G.- Plan de evacuación en caso de emergencia.....	138

CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1. Conclusiones.....	140
7.2. Recomendaciones.....	142

APENDICE A: Instructivo Interno de Seguridad e Higiene para el Laboratorio de Ingeniería Química de la Facultad de Química de la U.N.A.M.....	146
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

APENDICE B: Reglamento general de Seguridad e -- Higiene en el trabajo (Artículos 12- y 15).....	167
BIBLIOGRAFIA.....	168

**I N T R O D U C C I O N**  
=====

## I N T R O D U C C I O N

Para conservar todos los recursos que conforman a un centro de trabajo, es necesario que exista la concientización hacia el trabajo seguro, generando en el elemento humano, actitudes y conductas responsables para preservar su propia seguridad y la de los demás; esto puede traducirse a un proceso educacional que debiera comenzar en las escuelas o Universidades.

En el caso del Laboratorio de Ingeniería Química de la Facultad de Química de la U.N.A.M., donde se forman los futuros Ingenieros Químicos, se debe incluir en su formación, aspectos afines a la Seguridad e Higiene, ya que posteriormente tendrán que ejercer su profesión en cualquier sector productivo, impulsando esfuerzos en pro a la Seguridad para velar por el recurso humano que es lo más valioso de una empresa y de la sociedad, y no sólo esto -- como un medio sino como un fín.

De ahí nació la necesidad de elaborar este trabajo, con el propósito de motivar tanto al alumno como aquellas personas que de una u otra manera están involucradas con actividades realizadas en el Laboratorio de Ingeniería Química.



C A P I T U L O    1  
=====

ASPECTOS GENERALES SOBRE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL

## 1.1. IMPORTANCIA DE LA SEGURIDAD E HIGIENE

A través de las diferentes formas de la actividad humana, el hombre ha tenido que enfrentarse a diversos tipos de riesgos de trabajo, que de diferentes maneras han afectado su salud.

Así, podemos señalar que desde sus primeras actividades en la tierra, como fue la recolección de frutos en su época de nómada, hasta la época actual, el hombre ha tenido que cubrir sus necesidades básicas al procurarse casa, vestido y sustento. Como consecuencia de esto, se ha encontrado cada día con nuevos riesgos, ya sea por los productos que maneja, por la maquinaria con la que los transforma, o por el medio en donde desarrolla estos cambios tecnológicos.

Como resultado de este quehacer natural, existe la posibilidad de que los riesgos que sean originados por distintos agentes ocasionen enfermedades o accidentes de trabajo, como: lesiones temporales, incapacidades permanentes parciales o totales y hasta defunciones; además de generar pérdidas en materiales, maquinarias, equipos, herramientas y tiempos de producción.

El hombre pasa dentro de su etapa productiva, --

aproximadamente un tercio de la misma en actividades de -- trabajo, otro tercio lo utiliza para su alimentación y actividades recreativas; en tanto que el tercio final, lo invierte en el descanso corporal, a fin de mantener su equilibrio biopsicosocial. Las actividades laborales, deben desarrollarse en un lugar adecuado y digno, que no disminuya sus capacidades físicas y donde pueda realizarse plenamente al efectuar su trabajo cotidiano.

En el trabajo, el individuo entra en contacto -- con una serie de agentes, con los cuales al interrelacionar se generan posibilidades de alteración en mayor o menor grado, dependiendo de las características particulares resultantes de la misma.

Dentro de este contexto, existen dos disciplinas en íntima relación con la Ingeniería que se ocupan de estudiar y prevenir, en tanto sea posible, las enfermedades y accidentes de trabajo, ellas son: la SEGURIDAD e HIGIENE; - que si bien se dividen por fines didácticos, en la práctica se encuentran tan relacionadas que resulta difícil dilucidar a cual de ellas compete el estudio específico de -- algún riesgo de trabajo.

Por Higiene entendemos como: La aplicación racio

nal de las técnicas que tienen por objeto el reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores ambientales o tensiones que se originan en el lugar de trabajo y que pueden causar enfermedades, perjuicios a la salud o bienestar, o incomodidades e ineficiencia entre los trabajadores o miembros de una comunidad.

La Seguridad es la aplicación racional de las técnicas que tienen por objeto el diseño de: Instalaciones, equipos, maquinarias, procesos y procedimientos de trabajo; capacitación, adiestramiento, motivación y administración de personal; con el propósito de abatir la incidencia de accidentes capaces de generar riesgos en la salud o bienestar de los individuos, incomodidades e ineficiencias entre los trabajadores o daños económicos a las empresas y consecuentemente a los miembros de la comunidad.

Abundando sobre estos conceptos, podemos añadir que estas disciplinas pretenden, en consecuencia, conseguir que los trabajadores a lo largo de su vida productiva, se vean libres de alteraciones a su salud ocasionadas por las sustancias que manipulan, elaboran o transforman; los equipos, herramientas o maquinaria que utilizan; los procesos y procedimientos industriales que desarrollan; o de las condiciones alteradas del ambiente en donde cumplen con su cometido.

1.2. INTERACCION ENTRE EL HOMBRE Y EL MEDIO LABORAL

El hombre en su desarrollo en el trabajo se encuentra expuesto a interacciones de diferente índole, que de diversas formas modifican su medio laboral y que influyen directamente en su persona, causándoles alteraciones en menor o mayor proporción, dependiendo de las propiedades de dichas interacciones. Para una mejor comprensión las dividiremos en tres categorías básicas que son:

- Interacciones hombre-ambiente
  - . Agentes físicos
  - . Agentes químicos
  - . Agentes biológicos
  
- Interacción hombre-máquina
  - . Agentes ergonómicos
  - . Agentes mecánicos
  
- Interacción hombre-hombre
  - . Agentes psicosociales

Del desarrollo de esta clasificación, apreciamos el término AGENTE, que lo podemos definir como: Toda materia, sustancia o energía que al incorporarse o actuar en -

el medio laboral, incluyendo las relaciones entre los hombres, pudieran alterar o modificar las condiciones del medio.

### 1.2.1. ESTUDIO DE LOS AGENTES

AGENTES FISICOS. Son aquellas manifestaciones o formas de energía, capaces de modificar las características normales de la calidad del ambiente; pero sin afectar la naturaleza íntima de la materia que le rodea.

Cuando la calidad del ambiente se encuentra fuera del rango de las condiciones normales, los factores que la constituyen, pasan a convertirse en agentes por estar en condiciones extremas; estos son:

- Temperatura del aire
- Velocidad del aire
- Humedad del aire
- Presión atmosférica
- Radiación electromagnética visible

También encontramos a otros agentes físicos, como consecuencia del desecho industrial, los cuales son:

- Ruido

- Vibraciones, y
- Otras radiaciones electromagnéticas

AGENTES QUÍMICOS. Son las manifestaciones de la materia o sustancia, o sus combinaciones que se presentan y contribuyen a alterar la atmósfera propia del trabajo. Para su estudio, y en función de su estado físico -- en que se encuentran, se dividen en:

- Sólidos
  - . Humos (partículas menores de 1 micra)
  - . Polvos (partículas de 1 a 10 micras)
- Líquidos
  - . Rocíos
  - . Neblinas
- Gases
  - . Vapores
  - . Gases

AGENTES BIOLÓGICOS. Son entes vivos capaces de alterar la salud del individuo en el desempeño de -- su trabajo, dentro de estos agentes podemos citar a los -- hongos, virus, bacterias, etc.

AGENTES ERGONÓMICOS. Son los que se presentan con motivo de la adaptación del hombre a su trabajo-

o viceversa, como consecuencia de la interacción hombre---  
-proceso-máquina. Como podemos citar: monotonía, factores  
que originan malas posturas, etc.; es decir, aquellos agentes  
derivados del mal diseño de la maquinaria, procedimientos  
de trabajo irregulares, etc.

AGENTES MECANICOS. Son los locales, equipos,  
maquinaria, herramientas o útiles de trabajo, que al-  
interactuar con el hombre, alteran la calidad del ambiente  
laboral.

AGENTES PSICOSOCIALES. Son aquellos agentes  
que se generan de la interrelación del hombre con los-  
demás individuos y que tienen repercusión en la conducta,-  
dentro del ámbito laboral.

Podemos mencionar como ejemplos: las malas rela-  
ciones obrero-patronales, que suscitan respuestas de pugna  
entre ambos grupos; la remuneración inadecuada por la presta  
ción de un trabajo. Lo anterior, repercute en problemas  
de ausentismo, calidad de producción deficiente y muchos -  
más.



### 1.3. PROBLEMATICA NACIONAL

El problema de nuestro país, con relación a los aspectos de Seguridad e Higiene, es que presenta cuadros - agravados; siendo los sectores productivos los más afectados por los accidentes y enfermedades laborales, con consecuencias que repercuten directamente en la economía del -- país y el bienestar social.

Aún los países altamente industrializados, no se escapan a este fenómeno mundial, y por tal motivo se han - tenido que reformar sus normas legislativas, e invertido - gran parte de sus recursos económicos, materiales y huma- nos en la investigación y desarrollo dentro de este campo; incluso en los últimos años han creado técnicas especiali- zadas, con el propósito de controlar las pérdidas financie- ras que se originan por los riesgos de trabajo.

Los riesgos de trabajo que se registraron en Mé- xico de 1962 a 1980, lo muestra la tabla 1.1., basada en - la relación del personal asegurado por el Instituto Mexica- no del Seguro Social; de la cual se deduce, que en 1980, - el número de trabajadores asegurados aumentó 3.38 veces, - mientras que los riesgos de trabajo se incrementaron 4.7 - veces, lo que indica que los riesgos de trabajo crecieron- 1.4 veces más que la población asegurada.

Las consecuencias que produjeron estos riesgos, se presentan en la tabla 2.2., indicando: incapacidad temporal, incapacidad permanente y defunciones. Analizando las cifras de 1980, y considerando el año laboral de 300 días, deducimos que se presentó un accidente o enfermedad de trabajo cada 52 segundos, que casi 50 trabajadores sufrieron una incapacidad permanente por día y que poco más de 5 trabajadores fallecieron diariamente por ejercer su derecho al trabajo.

Estas cifras estadísticas nos muestran solo una parte del problema, porque el Instituto Mexicano del Seguro Social solo amparó, en esta rama del seguro, a poco más de 5 millones de trabajadores, y el censo del mismo año -- precisa una población económicamente activa de casi 20 millones de mexicanos.

TABLA 1.1. RIESGOS DE TRABAJO REGISTRADOS EN MEXICO  
(1962-1980)

Año	Trabajadores asegurados		Riesgos registrados		Tasa de incidencia (%)
	cifras absolutas	cifras relativas (%)	cifras absolutas	cifras relativas (%)	
1962	1 517 222	100	127 907	100	8.4
1963	1 699 166	112	164 432	129	9.7
1964	1 804 523	119	194 480	152	10.3
1965	1 988 191	131	192 250	150	9.7
1966	2 138 805	141	223 597	175	10.5
1967	2 253 364	149	237 245	186	10.5
1968	2 379 437	157	243 779	191	10.2
1969	2 704 508	178	267 846	210	9.9
1970	2 758 254	182	260 028	203	9.4
1971	2 859 719	188	302 862	237	10.6
1972	3 048 298	201	319 328	250	10.5
1973	3 209 658	212	316 735	248	9.9
1974	3 523 062	232	377 896	296	10.7
1975	3 654 718	241	390 878	306	10.7
1976	3 723 617	245	439 927	344	11.8
1977	3 855 940	254	451 145	353	11.7
1978	4 439 556	293	486 628	381	11.0
1979	4 877 004	321	549 868	430	11.3
1980	5 078 266	335	600 872	470	11.8

Fuente: Memorias estadísticas del I.M.S.S.

TABLA 1.2. CONSECUENCIA DE LOS RIESGOS REGISTRADOS  
EN MEXICO (1962-1980)

Año	Total de riesgos	Incap. temporal		Incap. permanente		Defunciones	
		Abs.	Rel.(%)	Abs.	Rel.(%)	Abs.	Rel.(%)
1962	127 907	124 811	97.6	2 807	2.2	289	0.2
1963	164 432	160 598	97.7	3 428	2.1	406	0.2
1964	194 480	190 599	98.0	3 594	1.8	387	0.2
1965	192 250	187 373	97.5	4 453	2.3	424	0.2
1966	223 597	218 977	97.9	4 155	1.9	465	0.2
1967	237 245	231 661	97.7	4 836	2.0	548	0.3
1968	243 779	238 009	97.6	5 024	2.1	566	0.2
1969	267 846	261 343	97.6	5 858	2.2	645	0.2
1970	260 028	254 826	98.0	4 622	1.8	580	0.3
1971	302 862	292 559	97.9	5 526	1.8	869	0.2
1972	319 328	312 505	97.9	6 065	1.9	758	0.2
1973	316 735	307 914	97.2	7 532	2.4	1 289	0.4
1974	377 896	368 262	97.4	8 419	2.3	1 215	0.3
1975	390 878	380 905	97.4	8 714	2.3	1 259	0.3
1976	439 927	427 877	97.2	10 610	2.4	1 440	0.4
1977	451 145	439 477	97.4	10 379	2.3	1 289	0.3
1978	468 628	473 202	97.2	11 916	2.5	1 510	0.3
1979	549 868	535 670	97.4	12 813	2.3	1 385	0.3
1980	600 872	584 677	97.3	14 681	2.4	1 514	0.3

Fuente: Memorias estadísticas del I.M.S.S.

1.4. LA SEGURIDAD E HIGIENE EN LA FORMACION PROFESIONAL  
DEL INGENIERO QUIMICO

La labor del Ingeniero Químico, está relacionada con el diseño, construcción, operación y mantenimiento de los equipos e instalaciones de una planta de proceso, también desarrolla otras actividades como son: la investigación, las ventas, la administración, la docencia y otras similares.

Estudia y aplica la Ciencia y la Tecnología, con el propósito de producir bienes económicos, por medio de procesos en los que intervienen cambios fisicoquímicos. En general, aplica el conocimiento científico, al aprovechamiento de los recursos naturales, en beneficio del hombre y tiene en cuenta la influencia social y económica de su labor.

Además, establece y aplica normas para la inspección de las maquinarias, para lo cual trabaja en colaboración con otros profesionistas como: Químicos, Ingenieros Mecánicos, Ingenieros Electricistas y otros.

Es por tal motivo, que el Ingeniero Químico, en el desarrollo de su profesión tiene que abordar aspectos relacionados con la Seguridad e Higiene; ya que es uno de

los campos profesionales que le compete más directamente, -- por estar involucrado en los procesos productivos del país.

Desde su etapa de formación como Ingeniero Químico, y en el Laboratorio de Ingeniería Química, por ser éste el lugar donde conjuga sus conocimientos teóricos con los prácticos, se debe formar la conciencia de que trabajar apegado a las Normas de Seguridad e Higiene, es la mejor manera de desempeñar cualquier labor, logrando así su cabal formación profesional, ya que tendrá la responsabilidad legal y moral para con sus colaboradores en sus futuros empleos.

C A P I T U L O 2  
=====

CONCEPTOS DE PREVENCION Y CONTROL DE RIESGOS

## 2.1. PREVENCION Y CONTROL DE RIESGOS

Por riesgo nos referimos a la probabilidad de que suceda un evento, y que éste puede traducirse en un accidente o enfermedad, afectando tanto al personal como a los bienes de una empresa.

El propósito primordial de la prevención de riesgos ha sido de eliminar todo suceso indeseable mediante medidas de seguridad e higiene.

Sin embargo, a veces la probabilidad de que suceda este hecho no puede evitarse, por lo que debe entonces minimizar la ocurrencia de este evento no deseado.

Hay riesgos que la empresa, debido a sus posibilidades económicas, las asume y hay otros que transfiere a entidades aseguradoras, mediante el pago de una prima. Cabe señalar que, entre menor sea la posibilidad de realización de tales hechos, menor será la prima que pague por esta --- transferencia del riesgo.

En este capítulo, señalamos algunos de los riesgos que de acuerdo con las referencias bibliográficas disponibles, son los más comunes y que afectan a los centros productivos del país.



## 2.2. RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION

En el caso de incendio y explosión, es donde se debe poner una mayor atención en su estudio, por el grado de peligrosidad que representa en caso de suceder; motivo por el cual hay que conocerlo, si no en su totalidad, por lo menos lo suficiente, como para tomar las medidas necesarias para su prevención y control cuando fuese necesario.

### 2.2.1. ASPECTOS GENERALES SOBRE INCENDIO Y EXPLOSION

#### CONCEPTOS BASICOS

- FUEGO. Es un proceso de óxido-reducción que origina la combustión de materiales, lo suficientemente intensa para emitir luz y calor.

- INCENDIO. Puede definirse como un fuego fuera de control. Por lo tanto, la diferencia entre fuego e incendio está en función del control. Esto es, se considera fuego cuando se produce o se maneja dentro de diversos límites que permiten controlar su intensidad, alcance, aplicación y otros aspectos, a diferencia del incendio que se originan fuera de este marco de control descrito.

- NIVELES DE RIESGO DE INCENDIO. Se esta-

blecen tres niveles de riesgo de incendio que pueden presentarse en la zona o área por proteger; esta clasificación -- proporciona una forma para determinar la magnitud probable de un incendio, en estado incipiente con relación a su gravedad potencial. Los niveles son: riesgo ligero, riesgo ordinario y riesgo alto.

A.- Riesgo ligero o bajo. En este nivel se incluyen las áreas con materiales o líquidos inflamables presentes en pequeñas cantidades, por lo que puede preverse que los posibles incendios serán de pequeña magnitud al iniciarse. Para este caso se pueden mencionar: oficinas, salones y otros lugares similares.

B.- Riesgo ordinario o medio. Cuando las cantidades de materiales combustibles y líquidos inflamables presentes en el área por proteger, son tales que pueda preverse que los posibles incendios en su inicio serán de magnitud moderada. En esta clasificación pueden incluirse a los almacenes y talleres.

C.- Riesgo alto. Si por la cantidad de materiales combustibles o líquidos inflamables presentes en el área de trabajo, se involucra la posibilidad de incendios de gran magnitud durante su inicio, el riesgo se clasifica como alto. Aquí se incluyen zonas donde se manipulen-

o almacenen líquidos inflamables.

De acuerdo con lo establecido, resulta de fácil-- comprensión que la mayor parte de las industrias y laborato<sub>u</sub> rios se consideran dentro de los niveles de riesgo ordina-- rio y alto.

- VELOCIDAD DE COMBUSTION. La velocidad - de una combustión, depende de la entrada de oxígeno y del - tiempo que se invierte en efectuar el intercambio de calor- con el entorno. En la corrosión, y en la putrefacción la - entrada de oxígeno y el intercambio térmico se produce con- lentitud; en la ignición y el fuego vivo se verifica con ma<sub>y</sub> or rapidez; mientras que en la deflagración y la detona--- ción esta velocidad llega a su máximo.

- EXPLOSION. Liberación súbita de presión por expansión de los gases producidos por una reacción quí- mica muy rápida, que es acompañada de fenómenos acústicos, - térmicos y mecánicos, que no es necesario la presencia de - fuego.

- DEFLAGRACION. Es un fuego con frente de flama, entre 100 y 1000 ft/seg.

- DETONACION. Es un fuego con frente de -

flama de 1000a 5000 ft/seg., que además de luz y calor genera sobre-presión.

- COMBUSTIBLE. Son las materias sólidas, líquidas o gaseosas que arden al combinarse con un comburente y en contacto con una fuente de calor.

- INFLAMABLE. Se asigna a un material líquido o gaseoso que tenga un punto de inflamación menor de 93° C.

- PUNTO DE INFLAMACION. Es la temperatura a la cual los materiales desprenden suficientes vapores --- para mantener la combustión.

- TEMPERATURA DE AUTOIGNICION. Es la temperatura a la cual la mezcla de vapores combustibles y aire se inflama sin necesidad de una fuente de ignición.

- LIMITES DE INFLAMABILIDAD. Los vapores combustibles para poder arder en el aire, requiere que se encuentren en cierta proporción, ya que si la cantidad de vapores es muy pequeña, la mezcla estará "pobre" y no arderá; en el caso de que la cantidad de vapores combustibles sea muy alta, la mezcla estará muy "rica" y tampoco arderá. Para que la mezcla pueda arder, o mejor dicho, sea una mez-

cla inflamable, se necesita que esté dentro de ciertos límites, que son:

Límite bajo de inflamabilidad. Nos determina la proporción de vapores combustibles en aire a partir de la cual la mezcla arderá. El límite alto de inflamabilidad nos determina la proporción de vapores en aire, a partir de la cual no arderá por ser demasiado rica.

### TEORIA DEL FUEGO

El calor es una forma de manifestación de la energía que ha servido al hombre para moldear su propia evolución. Cuando por vez primera el hombre descubrió el secreto para producir el fuego, lo empleó para cocinar la carne y para conservarse confortable, utilizando esta fuente de energía en su lucha por la supervivencia.

Sin embargo, a pesar de que el fuego es casi tan antiguo como el hombre mismo, ha sido durante los últimos 160 años que el misterio de éste, se está revelando. La mayoría de los esfuerzos se ha dirigido hacia un uso más eficiente de los combustibles para la generación de fuerza, -- tan necesaria en la expansión de nuestra civilización.

Para que exista una reacción química capaz de pro

ducir fuego es necesaria la presencia de cuatro condiciones básicas:

1.- Que exista un material susceptible de quemarse, llamado combustible.

2.- Que se encuentre en una atmósfera que permita la oxidación, llamada comburente.

3.- Que exista una fuente que transmita la energía, llamada fuente de ignición, y

4.- Que la reacción libere la suficiente cantidad de energía (reacción exotérmica) para mantener el proceso de combustión llamado reacción en cadena.

La representación de estas cuatro condiciones, lo muestra la figura No. 2.1.

El fuego o combustión con llama puede concebirse como un tetraedro, en el que cada uno de los cuatro lados es contiguo a los otros tres y cada uno representa uno de los cuatro requisitos básicos, mencionados anteriormente.

Así también la combustión sin llama puede simbolizarse correctamente con el tradicional triángulo (Fig. No. 2.2), en el que cada uno de los tres lados es contiguo a los otros dos y representa uno de los tres requisitos básicos: combustible, comburente (oxígeno) y fuente de ignición (temperatura).

La combustión como fenómeno que resulta de la oxidación rápida del combustible y el oxígeno del aire produce además de calor y luz el bióxido de carbono y vapor de agua, y que en algunos casos por ser incompleta la reacción se forma también monóxido de carbono que es altamente venenoso. Durante un incendio en ocasiones lo que intoxica o produce la muerte son los gases de combustión y no el fuego como a veces se cree. Es por eso que en caso de incendio debe procurarse estar calmado y contar con un plan de emergencia para una evacuación adecuada. Para el Laboratorio de Ingeniería Química, este plan se describe en el punto G. del capítulo seis.

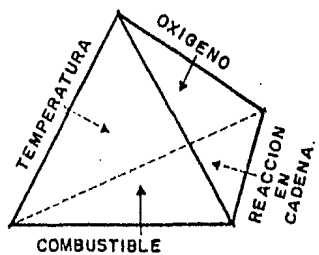


Fig. 2.1 TETRAEDRO DEL FUEGO.

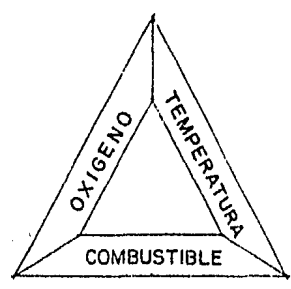


Fig. 2.2 TRIANGULO DEL FUEGO.

## PROPAGACION DEL FUEGO POR TRANSFERENCIA DE CALOR

La transferencia de calor es la propiedad que actúa en el comienzo o en la extinción de la mayor parte de los fuegos. El calor puede transmitirse mediante tres mecanismos, que se definen de la siguiente manera:

a).- Conducción. Es la transmisión de calor de una parte a otra del mismo cuerpo o de dos cuerpos que se encuentran en contacto físico, sin que tenga lugar un desplazamiento significativo de las partículas.

b).- Convección. Es la transmisión entre un punto a otro de un fluido, entre un fluido y un sólido, o entre dos fluidos, gracias al movimiento o mezcla de los fluidos considerados. Si el movimiento se debe únicamente a las diferencias de densidades producidas por las diferencias de temperaturas, el mecanismo recibe el nombre de convección natural, y si el movimiento se favorece por procedimientos mecánicos, se denomina convección forzada.

c).- Radiación. Es la transmisión de calor que tiene lugar por absorción de energía radiante.

En realidad, la transmisión de calor se verifica, simultáneamente, por más de uno de los mecanismos citados. En cualquiera de los casos, la velocidad de transmisión se expresa como cociente entre un potencial térmico (diferencias de temperaturas) y una resistencia.



$$\frac{dQ}{dt} = \frac{\text{Dif. de potencial}}{\text{Resistencia}} = \frac{T_1 - T_2}{1/UA} = UA(T_1 - T_2)$$

en donde  $\frac{dQ}{dt}$  = velocidad de transmisión calorífica  
(en Kcal/hora) en la dirección del punto  
1 al 2.

t = tiempo en horas

T<sub>1</sub> = temperatura en el punto 1 ( en °C )

T<sub>2</sub> = temperatura en el punto 2 ( en °C )

U = coeficiente global medio de transmisión calorífica en Kcal/Hora °C m<sup>2</sup>

A = superficie de transmisión en (m<sup>2</sup>)

CLASIFICACION DEL FUEGO. Dependiendo de los materiales combustibles que alimentan al fuego, este se puede -- clasificar en tipo A, B, C y D.

Tipo "A".- Es el que se produce con materiales orgánicos sólidos, tales como: madera, textiles, papel, plásticos. Este fuego se caracteriza porque agrieta el material, forma brazas, deja cenizas y se propaga de afuera hacia adentro.

Tipo "B".- Es aquel que se produce con líquidos -- combustibles en general, como la gasolina, aceites, pinturas y sustancias de bajo punto de fusión como son las grasas. -- Este fuego se caracteriza porque se produce en la superficie de los líquidos ya que son sus vapores los que se incendian.

Tipo "C".- Se originan en circuitos eléctricos vivos, tales como, interruptores, tableros, motores, y otros aparatos eléctricos. Aunque este tipo de incendio se alimenta de combustibles sólidos o líquidos, ha merecido clasificación especial por el peligro que representa la energía eléctrica, pues de no emplearse los medios de extinción adecuados se corre el riesgo de recibir una descarga eléctrica.

Tipo "D".- En esta clasificación, están comprendidos todos los metales combustibles como el magnesio, el sodio, el aluminio finamente dividido.

#### FUENTES DE IGNICION.

Las causas más comunes que pueden dar origen a un fuego pueden ser, del tipo químico, eléctrico o mecánico. -- Esta clasificación se ilustra en la siguiente tabla:

TABLA No. 2.1 FUENTES DE IGNICION

TIPO	PROCESO
a).- Químico	1a. Calentamiento espontáneo 2a. Calor de descomposición
b).- Eléctrico	1b.- Calentamiento por resistencia 2b.- Calor debido al arco eléctrico 3b.- Calentamiento por electricidad estática
c).- Mecánico	1c.- Calor por fricción 2c.- Chispas por impactos
d).- Otros	1d.- Flama abierta 2d.- Naturales

a).- FUENTES DE IGNICION TIPO QUIMICO.

1a.- Calentamiento espontáneo. El proceso de aumento de temperatura de un material dado sin extraer calor de su alrededor se llama calentamiento espontáneo. El calentamiento espontáneo de una material hasta su temperatura de ignición tiene por resultado a la combustión espontánea. -- Hay tres circunstancias que tienen gran relación con la peligrosidad del calentamiento originado por la reacción de oxidación, que son: la cantidad de aire disponible, la cantidad de generación de calor y las propiedades aislantes del entorno inmediato.

Prácticamente todas las sustancias orgánicas expuestas a la atmósfera que sean capaces de combinarse con oxígeno se oxidan a cierta temperatura crítica con desprendimiento de calor. El efecto de oxidación a temperaturas normales es generalmente tan bajo que el calor que se desprende se transfiere al entorno inmediato a la misma velocidad que se forma, sin que aumente la temperatura en el material. Sin embargo, no siempre sucede así, puesto que ciertas reacciones de oxidación a temperaturas normales (por ejemplo, la oxidación del polvo de zirconio) genera calor más rápidamente de lo que se puede disipar, con el resultado de que se produce la ignición espontánea.

2a.- Calor de descomposición. Es el desprendido-- por la descomposición de compuestos que requieren la presencia de calor durante su formación. Como la mayor parte de los compuestos químicos se producen por reacciones exotérmicas, el calor de descomposición no es un fenómeno muy común. Los compuestos formados a partir de reacciones endotérmicas son frecuentemente inestables. Cuando comienza la descomposición por calentamiento por encima de la temperatura crítica, dicha descomposición continúa por sí sola con liberación de calor.

b).- FUENTES DE IGNICION TIPO ELECTRICO.

1b.- Calentamiento por resistencia. Cuando la cantidad de calor generado es proporcional a la resistencia y al cuadrado de la corriente, se llama calentamiento por resistencia. Puesto que la temperatura del conductor resultante del calentamiento por resistencia depende de la disipación del calor en su entorno, los cables descarnados pueden portar mayor corriente que los provistos de aislamiento sin calentarse de forma peligrosa, y los alambres individuales pueden portar más corriente que los múltiples o los que están fuertemente agrupados,

Todos los dispositivos o aparatos que dispongan de

alguna resistencia para su funcionamiento como pueden ser focos, planchas, y otros, estos presentarán riesgo de fuego al no operarlos adecuadamente.

2b.- Calor debido al arco eléctrico. El arco eléctrico se produce cuando un circuito eléctrico que porta corriente se interrumpe, tanto si esta interrupción es intencional (ejemplo un interruptor de cuchilla) como si es accidental (cuando se suelta un contacto o una terminal). La formación del arco eléctrico es muy peligroso cuando se produce en motores u otros circuitos inducidos. La temperatura de los arcos eléctricos es muy alta y el calor emitido puede ser suficiente para producir la ignición del material combustible o inflamable que pueda haber en sus cercanías.

3b.- Calentamiento por electricidad estática. La electricidad estática, algunas veces llamada también electricidad por fricción, se debe a una acumulación de carga eléctrica en la superficie de dos materiales que se han unido y separado después. Las superficies se cargan entonces positiva y negativamente. Si estos materiales no estuvieran conectados o puestos a tierra podrían generar suficiente carga eléctrica para producir una chispa. Los arcos estáticos tienen generalmente muy corta duración y no producen suficiente calor para causar la ignición de materiales combustibles or-

dinarios, tales como el papel y algunos otros, sin embargo, son capaces de causar la ignición de gases o vapores inflamables o nubes de polvo combustibles. Un combustible que fluya por el interior de una tubería puede generar suficiente electricidad estática, cuya energía puede causar la ignición de un vapor inflamable.

c).- FUENTES DE IGNICION TIPO MECANICO.

1c.- Calor por fricción. La energía mecánica empleada para vencer la inercia de sólidos en contacto entre sí, se llama calor de fricción. Cualquier fricción genera calor. El peligro depende de la cantidad de energía mecánica transformada en calor y del incremento de generación calorífica. Puede ser ejemplo de calor de fricción el causado por la fricción de una banda de transmisión que se desliza sobre la polea.

2c.- Chispas por impactos. Cuando dos superficies duras, una de las cuales al menos es metálica, chocan entre sí, este impacto produce chispas, llamadas de fricción, que pueden producir incendios. Ejemplos de chispas de fricción pueden ser: el golpear una herramienta en alguna pieza de maquinaria o de tubería, o por la fricción de virutas o polvo metálico en los talleres de afilar.

d).- OTRAS FUENTES DE IGNICION,

1d.- Flama abierta. La flama abierta la podemos-- encontrar en los hogares de los calentadores, calderas, en - equipos de soldadura y corte con soplete. También dentro de esta clasificación corresponden los cigarros y cerillos.

2d.- Naturales. Dentro de las naturales podemos - citar al rayo y al sol, y aunque no se pueden evitar siempre hay que tenerlos presentes.

2.2.2. PREVENCION Y CONTROL DE INCENDIOS

Todas las medidas de prevención, control o combate de incendios, consisten básicamente en evitar la formación o destrucción del tetraedro o triángulo del fuego, y lo podemos describir en los siguientes puntos:

- a).- Eliminación del calor por medio de enfriamiento.
- b).- Eliminación del oxígeno por medio de la sofocación.
- c).- Eliminación del material combustible.
- d).- Inhibición química de la flama.

a).- Eliminación del calor por medio de enfriamiento. Para extinguir un incendio por este procedimiento, que es a la vez el más común, hay que usar una sustancia con suficiente poder de absorción del calor y que por lo tanto, baje la temperatura de los materiales incendiados, hasta alcanzar un punto más bajo que su punto de ignición. Cuando esto ocurra, el fuego se apagará, por falta de calor para -- mantener la velocidad de vaporización. El elemento más usado para este propósito es el agua, debido a los valores relativamente altos de su calor específico y calor latente, y a su disponibilidad. Sin embargo, el agua es bastante pesada y difícil de trasladar.

b).- Eliminación del oxígeno por medio de la sofocación. Para extinguir un incendio por sofocación, hay que usar al material que excluya al aire, eliminando de esta manera el oxígeno. Se logra extinguir el fuego usando algún material resistente a la combustión como: arena, o algún gas inerte que no permita el contacto del aire con el material, como el bióxido de carbono.

c).- Eliminación del material combustible.- Este método no es muy recomendable, por lo difícil que es -- llevarlo a cabo, ya que tenemos que remover el material incendiado y aquel que está por incendiarse, cuando se trate de -



materiales sólidos; pero en los líquidos, y en los gases, si se pueden controlar por medio de alguna válvula de cierre, - si se encuentran confinados en sus respectivos recipientes.

d).- Inhibición química de la flama (reacción en cadena). Los métodos de extinción por enfriamiento, sofocación y por separación del combustible son aplicables a todas las clases de fuegos, ya sean de combustión con llama o sin ella. La extinción por medio de la inhibición química de la llama es aplicable solamente a los casos de combustión con llama.

Todavía se desconoce la manera exacta en -- que la acción de las especies activas actúa en el proceso de extinción de la llama. Sin embargo, se sabe con seguridad - que las sustancias que tienen estas propiedades se encuen--- tran en las siguientes categorías:

1.- Hidrocarburos halogenados líquidos y ga seosos, cuya eficacia aumenta con el empleo de halógenos del orden más alto. He aquí algunos de los que están actualmen- te en uso:

Bromotri fluorometano	$\text{CBrF}_3$	Halon 1301
Bromoclorodifluorometano	$\text{CBrClF}_2$	Halon 1211
Dibromotetrafluoroetano	$\text{CBrF}_2\text{CBrF}_2$	Halon 2402

2.- Sales Metálicas alcalinas cuya parte ca-  
tiónica es sodio o potasio y la parte aniónica es bicarbona-  
to, carbonato o un haluro. Algunas de las que se emplean ac-  
tualmente son las siguientes:

Bicarbonato de sodio	Llamado polvo químico - seco normal.
Bicarbonato de pota- sio	Nombre comercial: Pur-- ple K.
Carbonato de potasio	Nombre comercial: Monnex
Cloruro de potasio	Nombre comercial: Super K

3.- Sales de amonio. La más importante es -  
el fosfato monoamónico, en el que el radical catiónico amo--  
nio ( $\text{NH}_4^+$ ) y el radical aniónico fosfato ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) se for--  
man al absorber el segundo el radical activo  $\text{H}^+$ , convirtién--  
dose en ácido ortofosfórico que se deshidrata y se convierte  
en ácido metafosfórico.

### EQUIPOS Y DISPOSITIVOS DE EXTINCION

Los agentes extintores son mejor aprovechados, - -  
aplicándolos por medio de los equipos contra incendio espe--  
cialmente diseñados para ser operados con facilidad y efi---

ciencia.

Los equipos contra incendio se clasifican en equipos portátiles y equipos fijos.

EQUIPOS PORTATILES. Para la selección del equipo portátil, es necesario tomar en cuenta los siguientes puntos:

- 1.- Tipo y cantidad de materiales combustibles presentes en el área que se va a proteger.
- 2.- Dimensiones de la zona que pudiera incendiarse.
- 3.- Intensidad y velocidad de propagación en caso de efectuarse el incendio.
- 4.- Eficacia del agente extintor respecto al fuego que se trata de combatir.
- 5.- Cantidad del agente extintor necesario.
- 6.- Disponibilidad del personal adiestrado para el combate de incendio.
- 7.- Temperaturas que puedan alcanzarse durante el-

incendio.

8.- Reacciones químicas desfavorables y previsibles entre el agente extintor y los materiales incendiados.

9.- Facilidad de operación del equipo.

10.- Normas existentes.

Dentro del grupo de equipos portátiles están comprendidos los extintores que se utilizan para combatir conatos de incendio o fuegos incipientes y pueden portarse a mano o sobre ruedas. El nombre del extintor lo recibe de acuerdo al agente que utilizan.

Los extintores portátiles se pueden clasificar en tres tipos, tomando como punto de referencia la forma en que generan la energía para expulsar el agente del aparato.

Tipo I. Extintores que generan su presión por la reacción química, estos son:

a.- Extintores de soda ácido (actualmente en desuso). Fig. 2.3a

b.- Extintores de espuma (actualmente en desuso). Fig. 2.3b.

Tipo II. Aparatos cuyos cuerpos están sin presión-continua, pero equipados con cartuchos a presión, que libera la presión solo en el momento de dispararlos; y estos pueden -- ser:

a.- Extintores de polvo químico seco. Fig. 2.4a.

b.- Extintores de agua. Fig. 2.4b.

Tipo III. Aparatos cuyos cuerpos están bajo presión interna continua (presión contenida).

a.- Extintor de polvo químico seco. Fig.- 2.5a.

b.- Extintor de agua a presión. Fig. 2.5b.

c.- Extintor de bióxido de carbono. Fig.- 2.5c.

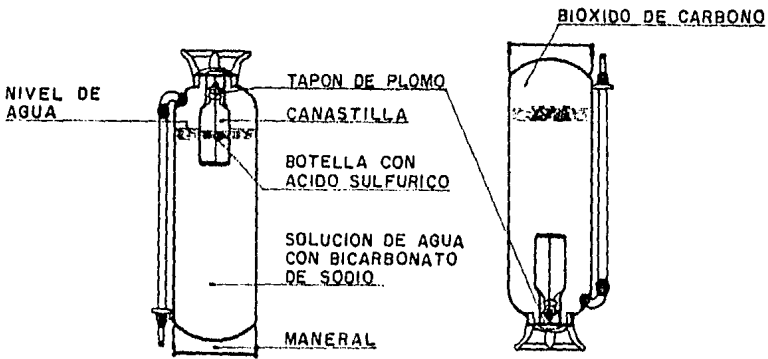


Fig. 2.3a EXTINTOR DE SODA Y ACIDO.

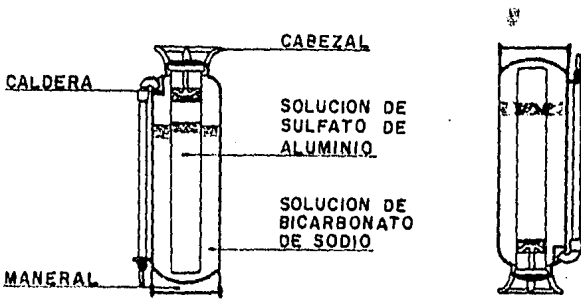


Fig. 2.3 b EXTINTOR DE ESPUMA.

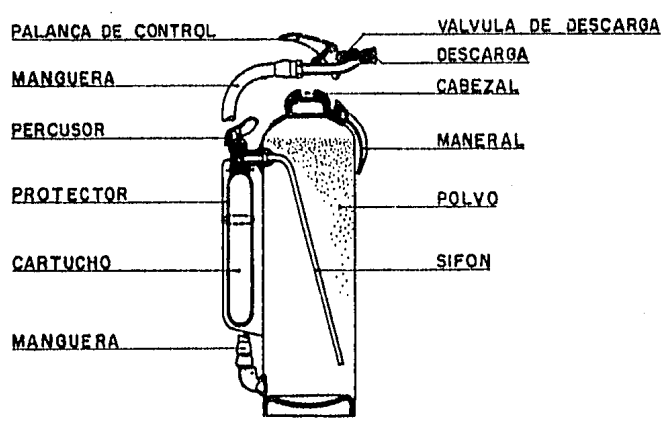


Fig. 2.4 a EXTINTOR DE POLVO CON CARTUCHO DE PRESION.

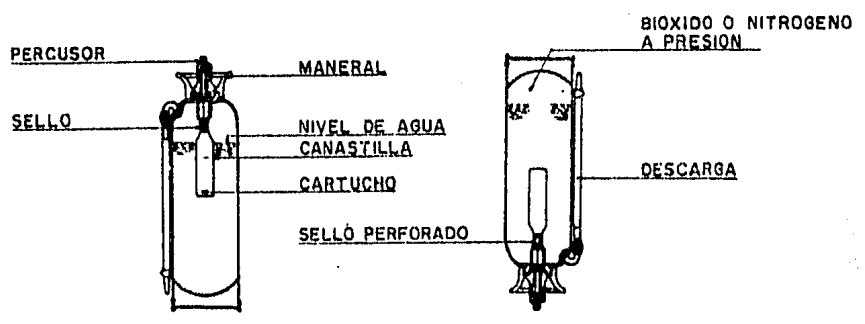


Fig. 2.4 b EXTINTOR DE AGUA CON CARTUCHO DE PRESION.

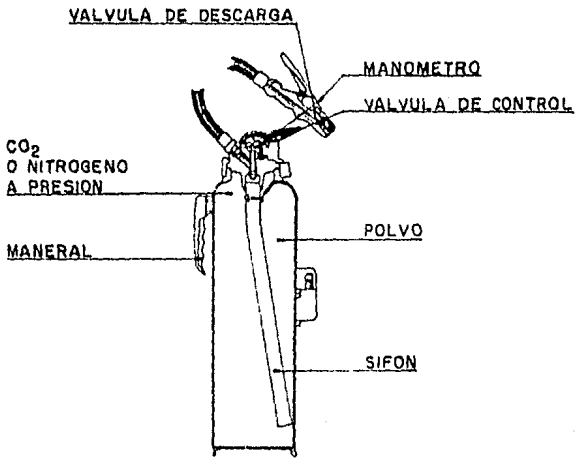


Fig. 2.5 a EXTINTOR DE POLVO A PRESION .

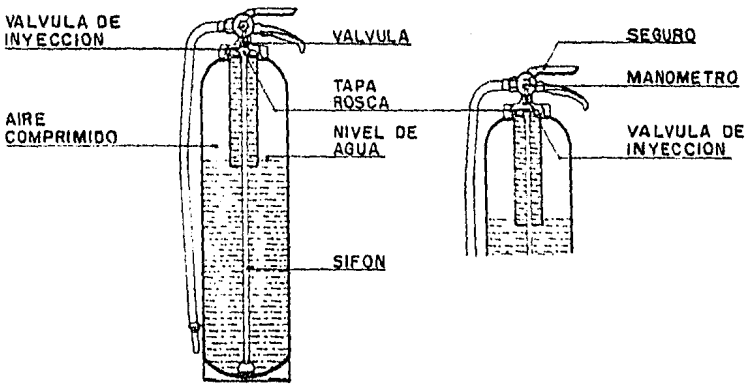


Fig. 2.5 b EXTINTOR DE AGUA A PRESION .



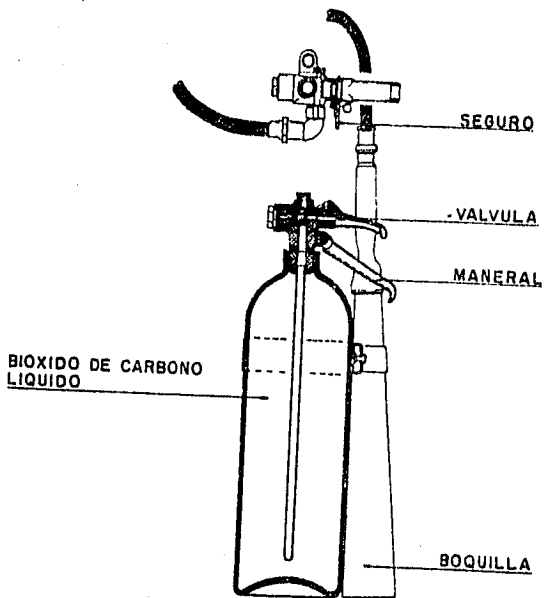


Fig. 2.5 c EXTINTOR DE BIOXIDO DE CARBONO.

## PRINCIPALES PARTES DE UN EXTINTOR

En general, los extintores portátiles están constituidos de las siguientes partes principales, como se muestra en las figuras:

- 1.- Cuerpo del extintor.
- 2.- Dispositivo de accionamiento (palanca de apertura).
- 3.- Dispositivo de seguridad (seguros contra accionamiento accidental).
- 4.- Dispositivo de aplicación (mangueras, tubos o toberas).
- 5.- Maneral.
- 6.- Detector de presión (manómetro).
- 7.- Agente extintor.

## SECUENCIA DE OPERACION DE UN EXTINTOR

- a).- Manténgase calmado y busque equipo de extinción más cercano.
- b).- Asegúrese que el tipo de extintor sea el adecuado para el fuego en que se utilizará.
- c).- Quite el seguro contra accionamiento accidental.

d).- Desprenda y sujete la manguera a tubo de descarga.

e).- Diríjase al fuego sosteniendo con una mano el extintor y mantenga con la otra mano la manguera con la boquilla.

f).- Oprima la manija de aplicación o en su caso - invierta el equipo, para ponerlo en funcionamiento.

Existen algunos extintores de polvo químico, - que tiene un cilindro pequeño conteniendo bióxido de carbono o nitrógeno a presión; para ponerlos a funcionar hay que perforar el sello del cilindro con el percusor. Al liberar la presión del cilindro, pasa al cuerpo del extintor en donde - se encuentra el polvo y la salida de éste se controla por medio de una válvula colocada en la manguera.

g).- Dirija el chorro del agente extintor a más o menos 10-15 cm. de la base del fuego.

Tenga cuidado de que el chorro de extinción - no caiga directamente en el combustible cuando se trate de líquidos, ya que, por la presión del chorro puede esparcir más el combustible provocando una mayor área de incendio. - Después de que se ha formado una pequeña nube del medio de extinción, ataque ahora a la base del fuego hasta lograr que se extinga mediante un movimiento de vaiven a la manguera de aplicación para prácticamente "barrer" el fuego.

## SISTEMAS FIJOS DE EXTINCION.

Dentro de esta clasificación tenemos a los hidrantes y sistemas automáticos:

a).- HIDRANTES. Se conocen por hidrantes a las tomas para acoplar las mangueras especiales para el combate de incendio, o al sistema o tubería de agua contra incendio.

Estos sistemas cuentan con fuentes de abastecimiento de agua, en volumen tal, que fijadas las descargas, en flujo y presión, permitan el uso simultáneo de dos o más salidas por un tiempo mínimo de media hora consecutiva. Algunos sistemas operan con tanques elevados y otros a base de equipos de bombeo o sistemas hidroneumáticos; en cualquier caso, es necesario tener en cuenta, diámetro de tubería, longitud, gasto y presión de descarga en los pitones de las mangueras, para que, calculando las pérdidas por fricción que se originen en las tuberías, conexiones y mangueras, se puedan obtener los resultados de una descarga efectiva en las boquillas o pitones.

En el diseño e instalación de sistemas hidráulicos de este tipo, es necesario tener en cuenta las necesidades o riesgos de cada fábrica o empresa por proteger; las bocas de

salida se distribuirán de tal manera que queden cubiertas -- todas las áreas, y que siempre sea posible auxiliarse cuando menos usando dos hidrantes simultáneamente. Entre otras cosas, debe considerarse la distribución interior, y los accesos que podrían utilizarse en caso de incendio.

Si únicamente se busca la protección por medio de estos sistemas, podrán diseñarse en la forma que se juzgue - conveniente, siempre teniendo en cuenta que se necesita una- descarga mínima de 250 l/min. a presión de 2.5 Kg/cm<sup>2</sup>, por-- boca de salida.

Cuando se cuente con sistemas hidráulicos para el- combate de incendios, hay que tener presente que su utilidad dependerá del buen mantenimiento que se le dé al equipo, así como del debido entrenamiento que se dé al personal para su- uso.

b).- SISTEMAS AUTOMATICOS. El sistema de Rociado- res Automáticos está compuesto de rociadores que al abrirse- automáticamente, distribuyen agua pulverizada sobre el fuego, en suficiente cantidad para extinguirlo o para evitar su pro- pagación si es un fuego del tipo que el agua no pueda extin- guir completamente. El agua está alimentada a estos rociado- res a través de una red de tubería suspendida del techo y --

con los rociadores colocados a intervalos regulares. Los rociadores son válvulas con salida de 11 mm. (7/16"), obturada con un tapón sostenido por un juego de palancas inestables, sujeto con un aro de metal que se funde a una temperatura fija, usualmente a 70° C., (165° F), permitiendo que se destaque. Un marco sostiene al deflector contra el que el agua -- golpea pulverizándose y lloviendo sobre un área determinada.

La forma más usual de dar automáticamente la alarma a la operación de los rociadores, es la "Válvula de Alarma". Esta válvula al pasar el agua cuando ésta fluye por -- apertura de uno o varios rociadores, permite pasar parte de esta agua a una turbina hidráulica que mueve un vástago que golpea una campana. Existe otro tipo de operación eléctrica y por las posibles fallas de corriente, no son muy usuales.

El abastecimiento de agua a los rociadores debe -- ser seguro, automático y en las cantidades y presiones adecuadas a la protección que efectúan. Cada problema presenta condiciones particulares tales como: número de rociadores -- que pudiera abrirse en la peor condición de incendio, su descarga de agua y la duración del abastecimiento. Como datos generales podemos decir que, en riesgos "Ligeros" se necesita un abasto de 500 GPM, en "Ordinarios" de 1,000 GPM., y en "Altos" de 1,500 GPM. La duración de la descarga de 60 minu

ros en ligeros y de 100 mirutos en ordinarios y altos. La presión mínima requerida en el rociador más alejado y altos es de 15 PSI, debiéndose agregar las pérdidas por fricción y altura, considerando el gasto del número de rociadores abiertos estimados. Generalmente en tanques elevados 30 metros sobre el suelo es común y en bombeos la capacidad requerida a una presión de 100 PSI.

Un sistema de rociadores automáticos se muestra en la figura 2.6.

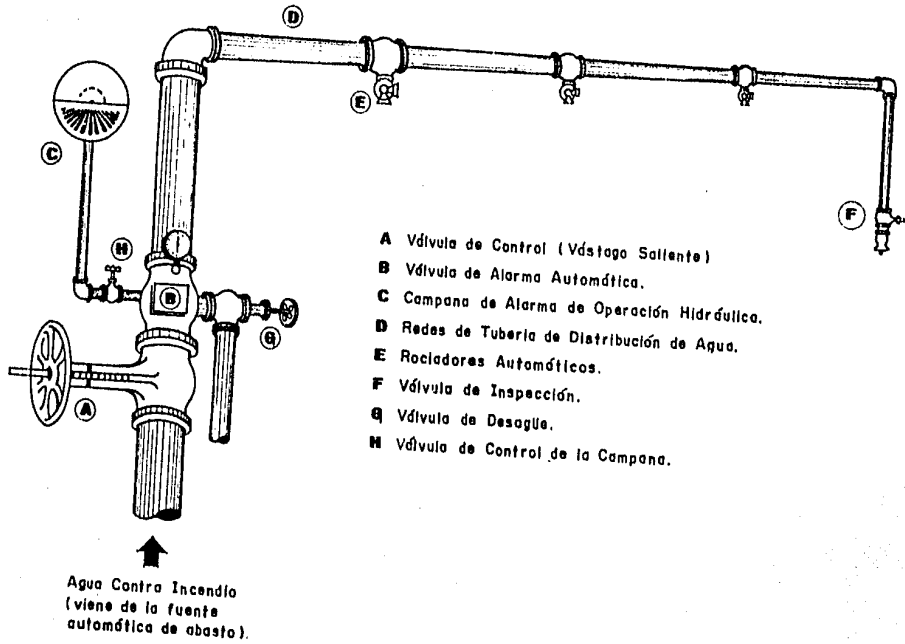


Fig. 2.6 SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMATICOS.



2.3 RIESGOS QUIMICOS

Los materiales o sustancias químicas, que por sus propiedades afectan en forma directa al organismo, se pueden clasificar en: irritantes, asfixiantes, narcóticos y anestésicos, tóxicos sistémicos y corrosivos.

a).- Irritantes. Son aquellos que en forma de vapor, neblina o gas se encuentran en el ambiente y dan lugar a la aparición de fenómenos de enrojecimiento, inflamación y aumento de las secreciones de las mucosas expuestas, que pueden ser: la nasal, faríngea, laríngea, bronquial y conjuntival.

b).- Asfixiantes. Dan lugar a insuficiencias respiratorias por falta de oxígeno en los tejidos al quedar alterado el transporte del mismo o su utilización.

c).- Narcóticos y anestésicos. Afectan al sistema nervioso central, dando lugar a la aparición de somnolencia, disminución de los reflejos, alteración de la conciencia y depresión pudiendo provocarse la muerte por afectación de los centros bulbares.

d).- Tóxicos sistémicos.- Son los que presentan -

depósitos preferentes en diversos órganos afectando de múltiples formas a la salud, según las funciones que quedan comprometidas. La acción específica de las partículas, por su composición, tamaño y características físico-químicas, es difícil de precisar, por lo que los trastornos aparecidos a lo largo del tiempo de exposición deben ser estudiados detenidamente.

Las rutas de entrada al organismo de las sustancias tóxicas son tres: La absorción que es a través de la piel, la ingestión a través del conducto gastrointestinal y por inhalación que es a través de las vías respiratorias.

e).- Corrosivas. Pueden caracterizarse como sustancias que producen una destrucción rápida de los tejidos del cuerpo en el punto de aplicación. El ataque corrosivo es consecuencia de una reacción química, que puede realizarse mediante: deshidratación, oxidación, reducción o pordesnaturalización de proteínas como ocasionadas por el fenol.

La piel y los ojos son las partes del cuerpo más vulnerables al ataque por parte de los productos químicos corrosivos, seguidos inmediatamente por la irritación del conducto respiratorio.

## 2.4 RIESGOS ELECTRICOS.

La energía eléctrica se puede considerar como la fuente primaria de energía, cuando se emplea para accionar bombas, compresores y otros equipos mecánicos; para calentamiento, accionamiento de instrumentos y alumbrado.

Por su uso tan común, es necesario tenerla bajo control y evitar cualquier riesgo.

Los riesgos a que están expuestas las personas debido a la electricidad pueden ser: descarga eléctrica, quemaduras directas, lesiones secundarias de caídas debido a descargas no mortales.

Son varios los factores que se tendrían que considerar o especificar para ver si una corriente eléctrica pueda resultar peligrosa, estos pueden ser: la intensidad, el voltaje, la resistencia de la piel o de los órganos internos, el tipo de corriente (alterna o directa), el tiempo de contacto, la trayectoria que sigue la corriente a través del cuerpo y el área superficial de contacto.

La piel es un conductor de la corriente eléctrica, sin embargo, brinda también protección contra las descargas-

eléctricas. La palma de la mano tiene aproximadamente una resistencia de 45,000 ohms, la cual puede reducirse hasta 1,000 ohms cuando la piel se encuentra húmeda, esto indica claramente que aumenta el peligro al tocar interruptores o equipos eléctricos.

La propiedad puede también ser afectada por incendio o explosión debido al mal empleo o control de la electricidad, por ejemplo: el sobrecargar las líneas conductoras, estas se calentarán hasta generar calor suficiente como para inflamar algún material como puede ser el propio aislante, también al originarse chispas eléctricas aumenta el riesgo de incendio o explosión.

## 2.5 RIESGOS MECANICOS.

Las fuentes más comunes de riesgos mecánicos son las partes en movimiento no protegidas: puntas de ejes, transmisiones por polea, engranajes, proyección de partes giratorias, transmisiones por cadena y piñón, cualquier parte-componente expuesta, en el caso de máquinas o equipos movidos por algún tipo de energía y que giren rápidamente o tengan la fuerza suficiente para alcanzar al trabajador (en sus ropas, dedos, cabellos, etc.) atrayéndolo a la máquina antes de que pueda liberarse.

Los requerimientos básicos para una protección mecánica son los siguientes:

- a).- Debe ser lo suficientemente fuerte para que no pueda sufrir daños por causas externas o causar interferencia en la operación de la máquina. Cualquiera de estas posibilidades requerirá probablemente que el operador quite la protección y no se preocupe de hacerla reparar para volverla a colocar en su lugar.
- b).- Debe permitir la fácil realización de las tareas de mantenimiento, sin requerir un traba-

jo excesivo para desmantelar y volver a instalar la protección, o en caso contrario se observará una tendencia a omitir estas instalaciones.

- c).- Debe estar montada en forma adecuada. El montaje debe de ser rígido, para evitar vibraciones desagradables, o interferencia con partes en movimiento. El montaje, por otra parte, - debe ser lo suficientemente fuerte para que - no sufra fallas como consecuencia del uso.
  
- d).- Debe ser diseñado de forma que no incluya partes desmontables, las que al ser eliminadas y no reemplazadas limiten la efectividad de la protección.
  
- e).- Debe ser fácil de inspeccionar, pudiendo establecerse un procedimiento de mantenimiento, - asegurándose así de la continuación en su eficacia.

2.6 RUIDO.

El ruido es el resultado de las vibraciones de un material sólido, que se propagan en forma de onda sonora originando la compresión del aire, por encima de determinada -- periodicidad. El oído transmite al cerebro la fluctuación -- del aire a que es sometido, siendo sensible sólo a oscilacio -- nes de 16 a 18,000 Hz. Los sonidos fuera de esta zona no -- son percibidos como tales por el cerebro.

La intensidad del ruido mide la energía por segundo y unidad de superficie; depende por tanto de la amplitud de la vibración. Desde el punto de vista médico es preferible el estudio de la intensidad en relación con la sensación sonora que provoca, utilizando la unidad decibel (dB). Debido al gran intervalo de intensidades para las cuales es sensible el oído, es más conveniente utilizar una escala logarítmica que una escala natural. De acuerdo con esto se define el nivel de intensidad de una onda sonora por la ecuación.

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

Siendo  $I_0$  una intensidad arbitraria de referencia -- que se toma igual a  $10^{-16}$  w/cm<sup>2</sup>, y que corresponde aproxima-

damente al sonido más débil que puede oirse.

Si la intensidad de una onda sonora es igual a  $I_0$ , o sea,  $10^{-16} \text{ w/cm}^2$ , su nivel de intensidad es cero. La intensidad máxima que el oído puede tolerar es de unos  $10^{-4} \text{ w/cm}^2$ , que corresponde a un nivel de intensidad de 120 dB. La tabla 2.2 muestra algunos niveles de intensidad en decibeles - de algunos ruidos comunes.



TABLA 2.2. NIVELES DE INTENSIDAD DE ALGUNOS RUIDOS DE --  
ORIGEN DIVERSO

Zona	Razón de intensidad $\frac{I}{I_0}$	Nivel de intensidad (dB)	Origen o descripción
Perjudicial	100 000 000 000 000	140	- Motor de -- reacción
	10 000 000 000 000	130	- Martillo re- machador
	----- UMBRAL DE LA SENSACION DESAGRADABLE -----		
	1 000 000 000 000	120	- Hélice de - avión
Crítica	100 000 000 000	110	- Taladrador- de rocas
	10 000 000 000	100	- Taller de - fabricación de láminas
	1 000 000 000	90	- Vehículo pe- sado
Segura	100 000 000	80	- Tráfico muy intenso
	10 000 000	70	- Auto parti- cular
	1 000 000	60	- Conversación ordinaria
	100 000	50	- Automóvil en marcha modera- da
	10 000	40	- Música suave de la radio
	1 000	30	- Conversación en voz baja
	10	10	- Murmullo de- las hojas
	----- 1 ----- 1 --UMBRAL DE LA SENSACION SONORA.		

Los cambios bruscos en el nivel sonoro, pueden provocar sordera momentánea e incluso la perforación de la membrana timpánica, el desajuste de los huesecillos del oído medio (yunque, martillo y estribo); ruidos menos intensos pueden dar lugar a sorderas temporales, pero debe tenerse muy presente que ciertos niveles de ruidos después de 10 ó 15 años de exposición, dan origen a la sordera profesional (hipoacusia o trauma sonoro crónico).

Los ruidos en que predominan las altas frecuencias son mucho más dañinos para la integridad auditiva. El ruido intermitente es también perjudicial. A parte de estos factores como el nivel de intensidad, la frecuencia y el tipo de ruido, son de gran importancia; la duración y la distribución de la disposición a lo largo de la jornada de trabajo, y las características individuales de susceptibilidad. La sordera profesional solo se refiere a las tensiones neurosensoriales, y son debidas a la afectación del órgano de cortí y el daño producido es la destrucción de las células ciliadas que se encuentran en su interior.

Es muy importante tener presente la afectación extrauditiva de los ruidos, dando lugar a pérdida de memoria; de la capacidad de atención, al decaimiento físico y psíquico, a la exageración de los reflejos, y en general a trastor

nos del sistema nervioso.

Otro aspecto de interés, es su negativa influencia en la ejecución del trabajo, afectando al ritmo, originando mayor número de errores.

C A P I T U L O    3  
=====

EQUIPO DE SEGURIDAD PARA PROTECCION PERSONAL

### 3.1. IMPORTANCIA DEL EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

En el Laboratorio de Ingeniería Química sería conveniente que se adoptara el uso de equipos y dispositivos de protección personal, ya que con esta medida se tratará de minimizar el surgimiento de lesiones o enfermedades causadas por los agentes que en un momento dado ahí se encuentren.

Tomando en cuenta que un equipo o dispositivo de seguridad no descarta la posibilidad de que ocurran accidentes o enfermedades, sino que únicamente protegen y dan seguridad contra riesgos ordinarios de trabajo, y considerando también que proteger al individuo es la última de las alternativas para abatir los efectos de los riesgos, siendo la primera el control de los agentes nocivos a la salud desde su origen, después al ambiente laboral y finalmente proteger al hombre.

Para la selección del equipo de seguridad necesario en el Laboratorio de Ingeniería Química, se debe tomar en cuenta los siguientes factores:

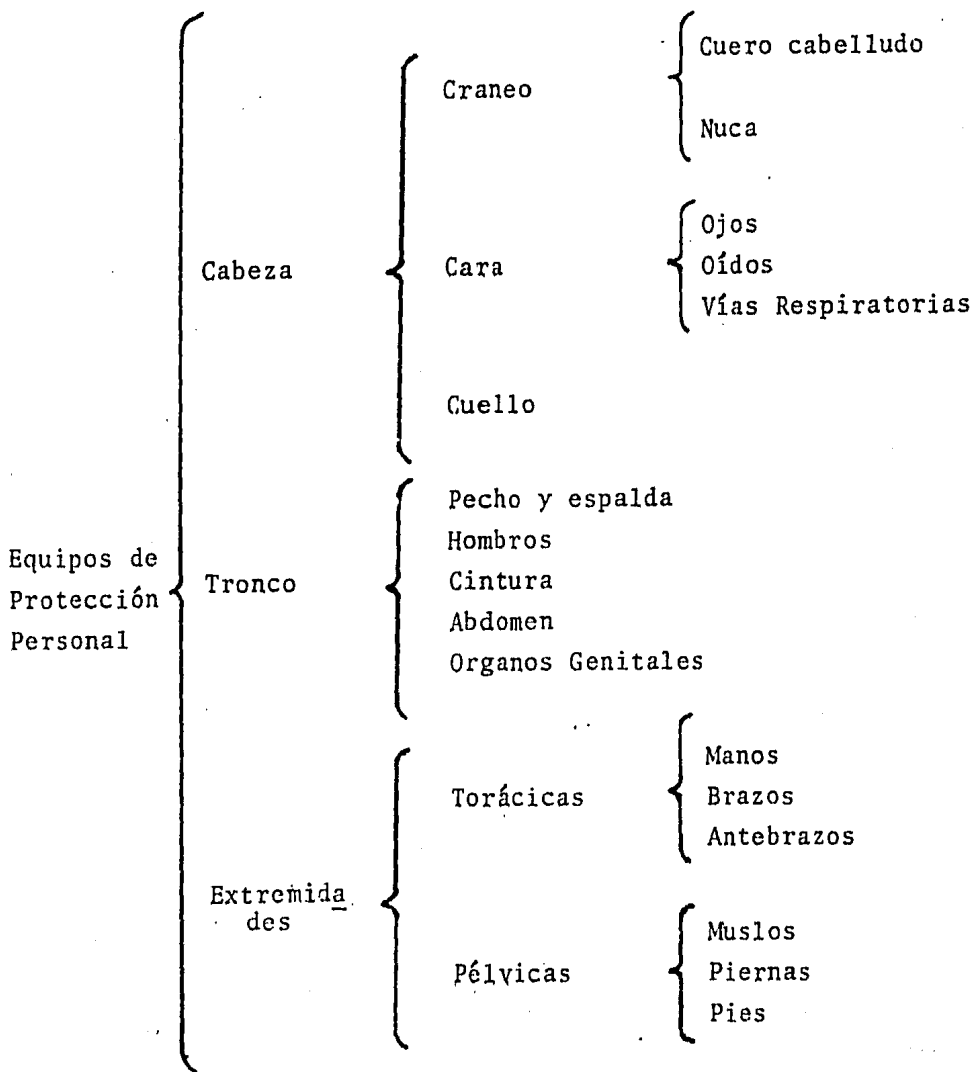
- a).- Procesos realizados y sus riesgos.
- b).- Tiempo de exposición al riesgo.
- c).- Toxicidad de materiales y sustancias.
- d).- Frecuencia de accidentes.
- e).- Normas para el uso del equipo.

En base a esta información, se decidirá cual es el equipo más adecuado para brindar protección durante el desarrollo de un trabajo.

3.2

CLASIFICACION DEL EQUIPO

Para clasificar a los equipos de protección personal se tomará en cuenta la relación del equipo con la parte principal del cuerpo donde se usa.



### 3.2.1. PROTECCION PARA LA CABEZA

Este grupo lo integran los equipos de protección personal para cráneo, cara, cuello; abarca cuero cabelludo, nuca, ojos, oídos y vías respiratorias.

- Cascos de protección
- Protector facial con pantalla
- Careta para soldador
- Monogafas
- Anteojos de seguridad
- Protectores auditivos
- Mascarillas de protección respiratoria

A).- Cascos de protección. Son los equipos que se destinan a proteger al cráneo, el cuero cabelludo, parte de la cara y la nuca, utilizándose en aquellas actividades donde exista el riesgo de sufrir golpes, impactos, raspones, descargas eléctricas o una combinación de éstos, que pueden ser ocasionados por objetos fijos o en movimiento.

Clasificación de los cascos. Por su forma se clasifican en dos tipos:

Tipo I. Cascos con ala completa

Tipo II. Cascos sin ala y con visera (cachuchas)

Por su utilización se dividen en cuatro clases:

Clase "A". Para protección dieléctrica limitada, -  
contra impactos y partículas volantes.

Clase "B". Para protección contra descargas eléc-  
tricas, impactos y partículas volantes.

Clase "C". Para protección contra impactos y partí-  
culas volantes, sin protección dieléct-  
trica.

Clase "D". Protección igual a los de clase "A" ---  
pero con diseño apropiado para ser usa-  
dos para los bomberos. Deben ser única-  
mente tipo I.

Selección. Los cascos de protección se fabrican de  
diversos materiales y los más comunes son:

- . Cascos de protección de fibra de vidrio
- . Cascos de protección de aluminio
- . Cascos de seguridad dieléctrica
- . Cascos de seguridad para golpes leves

B).- Protector facial con pantalla. Son dispositivos de segu-  
ridad, diseñados para brindar protección a la cara y el cue-  
llo contra partículas desprendidas, salpicaduras, radiaciones  
térmicas, ultravioleta y luminosas.



Su construcción básica consta de pantalla facial y suspensión.

Clasificación. El protector facial con pantalla -- por su fabricación se clasifica en dos tipos:

Tipo I. Protectores con suspensión sencilla

Tipo II. Protectores con protección de la frente

Y las pantallas por su uso se clasifican en:

De color natural

Antideslumbrante

Reflejante

De malla de alambre

Combinada

C).- Careta para soldador. Este equipo de protección está -- diseñado y construido para proteger conjuntamente los ojos, -- la cara, el cuello y las orejas, y tiene la propiedad de absorber las radiaciones ultravioleta e infrarroja. Su cuerpo o armazón puede ser de fibra vulcanizada, plástico, fibra de vidrio u otro material que sea resistente al calor y a la flama.

Selección. La careta para soldador es un equipo in

dispensable en los trabajos de soldadura de arco, de gas, corte con oxígeno, etc.

La adecuada protección brindada a los ojos por este tipo de equipo depende de la selección del filtro a utilizar.

En la tabla 3.1., se muestra la forma genérica de seleccionar las lentes filtro según su aplicación.

TABLA 3.1.  
Guía para la selección de lentes filtro para caretas de soldador

Densidad de sombra o filtro	Aplicación
No. 5 ó 6	Corte con oxígeno, soldadura media a gas y soldadura de arco hasta 30 amperios.
No. 6 a 8	Soldadura pesada a gas y corte o soldadura con arco por encima de los 30 amperios pero por debajo de los 75.
No. 10	Corte y soldadura de arco por encima de 75 amperios, pero por debajo de los 200.
No. 12	Corte y soldadura de arco por encima de 200 amperios, pero por debajo de los 400.
No. 14	Corte y soldadura de arco por encima de 400 amperios.

D).- Monogafas. Los monogafas son protectores oculares que también brindan protección a la mitad inferior de la frente y mitad superior de las mejillas, cuentan con ventilación directa o indirecta para evitar el empañamiento. Pueden ser usadas con anteojos correctores, ya que su diseño así lo permite.

Selección. La lente empleada en este tipo de protector debe ser de calidad oftálmica, sin defectos, que disminuyan o distorsionen la visibilidad.

La monogafas deben ser usadas en actividades donde existan riesgos de salpicaduras, vapores, polvos, proyección de partículas, como en el manejo de productos químicos corrosivos, corte de metales a base de flama, soldadura de arco eléctrico hasta de 30 amperios, soldadura de oxiacetileno, fundición de metales y no metales.

E).- Anteojos de seguridad. El ojo es un órgano delicado y para su protección se han diseñado una gran variedad de equipos de uso personal, como son los anteojos, gafas, monogafas, protectores faciales y caretas. Algunos son para proteger los ojos contra daños o lesiones causadas por partículas sólidas, polvos o líquidos que pudieran penetrar en el alveólo ocular al salpicar o flotar simplemente en el ambiente, y otros proporcionan protección a los ojos y la cara contra ra-

dianciones térmicas y luminosas.

Clasificación. Los anteojos de protección se clasifican en dos tipos, en cuanto a la protección que brindan:

Tipo I. Antejos contra impactos

Tipo II. Antejos contra impactos y radiaciones

Y se subdividen en subtipos de la siguiente manera:

Subtipo "A". Antejos de armazón metálica

Subtipo "B". Antejos de armazón nometálica (plástica).

Subtipo "C". Antejos de armazón combinada (metal y plástica)

Selección. En la selección de los anteojos de seguridad deberá tomarse en cuenta a los agentes físicos, a los químicos y a las radiaciones o la combinación de éstos, además de los riesgos en cada una de las actividades propias del puesto de trabajo.

F).- Protectores auditivos. Son aquellos dispositivos de protección personal diseñados para atenuar el nivel de ruido que puede causar daños a la salud de los trabajadores.

Los protectores auditivos de uso general se clasifican en dos tipos: de tapón y de copa o concha.

Los protectores auditivos de tapón son aquellos que al introducirse en el conducto auditivo lo sellan, evitando con esto una transmisión directa del ruido; existen diferentes tipos, tamaños y formas. Los materiales más utilizados en su elaboración son: neopreno, hules, caucho, fibras sintéticas, algodón o la combinación de algunos de éstos.

Los protectores tipo concha cubren totalmente el oído externo formando una barrera acústica y por medio de un acojinamiento se adaptan a la forma de la cabeza. En su interior contienen material aislante o absorbente acústico.

Selección. Para realizar la selección correcta del equipo de protección auditivo, es necesario efectuar un reconocimiento sensorial para localizar los puntos de mayor riesgo; posteriormente, determinar el procedimiento de evaluación para estimar las características y condiciones del ambiente, tipo de ruido que se va a medir, equipo por utilizar, número de mediciones a realizar, donde se va a medir y cuando debe medirse.

La selección del equipo auditivo específico demanda calcular el factor de reducción, para cuyo cálculo se requie-

re conocer el nivel sonoro de mayor magnitud, evaluando con el sonómetro, y los niveles de presión acústica en bandas de octava, en frecuencias de 125 hasta 8 000 Hz.

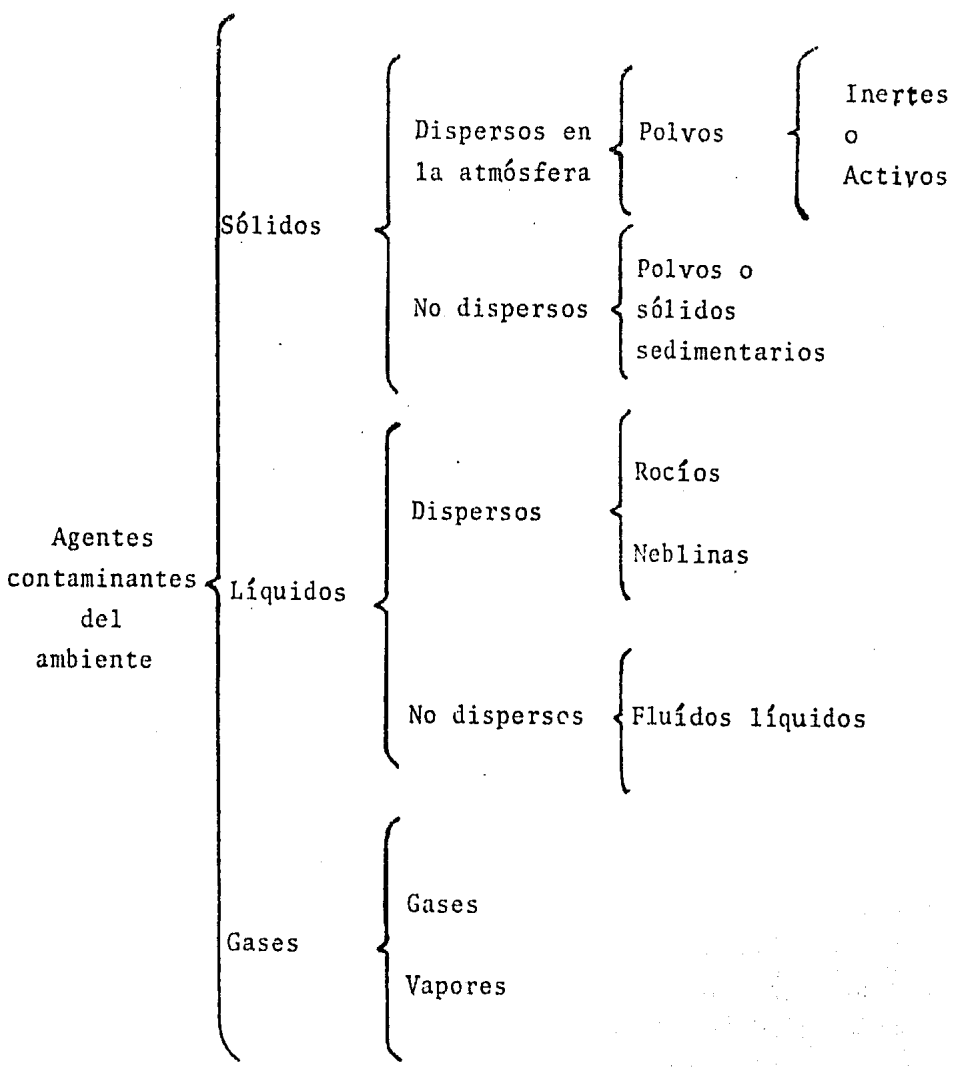
Es importante no olvidar que existen otras alternativas de control para disminuir la exposición al ruido acústico, como son:

- El control del ruido desde su origen, ya sea sustituyendo o modificando el equipo que lo produce y manteniendo en óptimas condiciones de trabajo al mismo.

- El control en el medio de dispersión, aislando la fuente, por encerramiento y con el auxilio de silenciadores.

- El control en el individuo, reduciendo el tiempo de exposición y desarrollando programas de información sobre este agente.

G).- Mascarillas de protección respiratoria. Son equipos de protección personal diseñados para evitar o por lo menos disminuir la exposición a los agentes contaminantes que al entrar por el sistema respiratorio provocan daños a la salud.



Los equipos de protección respiratoria pueden distinguirse como dispositivos de emergencia para atmósferas en las que el trabajador no puede escapar sin protección respiratoria, es decir, en las que se presenta un riesgo inmediato - agudo. O bien como dispositivos de uso corriente para atmós-

feras que no son inmediatamente peligrosas pero que significan un riesgo mayor en exposiciones repetidas y prolongadas.

Estos equipos se clasifican, según su funcionamiento en:

- I. Purificadores de aire
- II. De suministro de aire
- III. Aparatos de respiración autocontenidos

I.- En la categoría de purificadores de aire se encuentran comprendidos los siguientes:

- Respiradores de filtro mecánico. El propósito fundamental de estos filtros es el de retener las partículas que oscilan dentro de un cierto rango de tamaño y que se encuentran en el ambiente de trabajo, impidiendo de esta manera que lleguen a entrar en el sistema respiratorio del individuo que usa este equipo.

- Respiradores de cartucho químico. Son equipos que tienen un diseño semejante a los respiradores de filtro mecánico, difiriendo solamente en el tipo de filtro, ya que éstos utilizan cartuchos que en su interior contienen sustancias químicas que retienen por adsorción los líquidos dispersos y gases contaminantes, dentro de rangos de concentración-



previamente señalados por los fabricantes.

Los respiradores de cartucho químico no son dispositivos de emergencia y nunca deberán ser utilizados dentro de atmósferas inmediatamente peligrosas.

- Máscaras de gas. Estos protectores cubren la mayor parte de la cara con una pieza facial o mascarilla, conectada por medio de una manguera a un depósito filtrante que contiene las sustancias químicas que reaccionan o neutralizan los contaminantes del aire para impedir su paso a las vías respiratorias.

Las máscaras de gases brindan protección respiratoria al usuario contra ciertos gases y vapores en concentraciones hasta el 2% en volumen, por tanto, es conveniente consultar los catálogos de los proveedores para efectuar una correcta selección de estos equipos.

II. Mascarillas de protección respiratoria con suministro de aire. En esta categoría se encuentran comprendidos aquellos equipos que cuentan con un sistema de aire comprimido, desde el cual se alimenta la mascarilla por medio de una manguera.

Selección. Estos equipos se deberán usar en lugares donde haya altas concentraciones de contaminantes que no

puedan ser controlados por los equipos de filtro mecánico o de cartucho químico. Existe una limitación en su uso, pues, al tener una línea que suministra el aire, impiden desplazamientos importantes.

III.- Aparatos de respiración autocontenidos. Estos equipos brindan una protección respiratoria en medios con alta concentración de gases o vapores tóxicos y en condiciones críticas por deficiencia de oxígeno.

Los aparatos de respiración autocontenidos se dividen en tres tipos:

- De respiración
- Con cilindro de aire comprimido
- De autogeneración

### 3.2.2. PROTECCION PARA EL TRONCO

Los equipos de protección personal para el tronco son los que resguardan principalmente sus partes, (pecho, espalda, hombros, cintura, abdomen y órganos genitales) y aquellos en el tronco para la protección del cuerpo.

Estos equipos pueden ser clasificados, de -

acuerdo con el objetivo de protección, en dos grandes grupos:

a).- Protección del tronco frente a riesgos específicos (cortaduras, golpes, quemaduras y radiaciones).

Dentro de este grupo se encuentra el mandil.

b).- Protección del cuerpo ante caídas a diferente nivel. Dentro de este grupo se encuentra el cinturón de seguridad.

Tanto el mandil como el cinturón de seguridad son fabricados de diferentes tipos de material, dependiendo del uso que se les dé.

### 3.2.3. PROTECCION PARA LAS EXTREMIDADES

En la actualidad se han desarrollado gran variedad de equipos para proteger dedos, manos, brazos, piernas y pies, contra sustancias ácidas o caústicas, calor, electricidad, materiales punzocortantes y abrasivos, los más comunes son:

a).- Guantes. Son equipos para proteger los dedos, la mano y el antebrazo. Su construcción es tal que permite libertad de movimiento en cada uno de los dedos independientemente.

Selección. Para seleccionar el adecuado, es necesario analizar el tipo de trabajo y definir contra que se desea protegerlas. Si se desea brindar protección contra el calor, se deberá conocer la temperatura del producto a manejar; si es abrasivo, húmedo, durante cuánto tiempo se va a sostener, de que materiales se fabrican los equipos de protección, etc.

Los materiales más usados en su fabricación son: lona, franela de algodón, hule natural, hule sintético, cuero y asbesto.

b).- Zapatos y botas. Los zapatos y las botas de seguridad, son equipos diseñados para brindar protección a pies y piernas, contra caídas de objetos, sustancias químicas, contacto con objetos fijos o en movimiento, electricidad y otros.

Clasificación. Los zapatos de seguridad se clasifican en tres categorías generales según sea el grado de protección que brindan:

- I. Zapatos con puntera de acero para uso general.
- II. Zapatos para peligros eléctricos.
- III. Zapatos para fundición.

Botas de seguridad. Las botas de seguridad están diseñadas para proteger al pie, el tobillo, parte de la espinilla y la pantorrilla; los materiales empleados para estos equipos son: acero, telas impregnadas de hule natural, resinas vinílicas, látex o la combinación de éstos.

C A P I T U L O 4

=====

NORMAS BASICAS DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA LA PREVENCION  
DE RIESGOS EN EL LABORATORIO DE INGENIERIA

QUIMICA

4.1 NORMAS DE LAS CONDICIONES QUE DEBE PRESENTAR EL - -  
LABORATORIO DE INGENIERIA QUIMICA

Son muchas las razones por las cuales, un centro de trabajo debe contar con condiciones seguras en sus instalaciones; que sean una garantía para la salud y seguridad de sus trabajadores. Existen razones de carácter humano, económico, social y legal, que deben considerarse para establecer un programa de seguridad e higiene tan amplio como sus posibilidades lo permitan.

Si las tres primeras razones (humanas, económicas y sociales) no fueran suficientes para motivar, existe la cuarta (LEGAL) que por su naturaleza es considerada como obligatoria.

En base a lo publicado por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, en el diario oficial del 28 de marzo de 1983, respecto a las condiciones de Seguridad en Centros de Trabajo, se seleccionaron y jerarquizaron los instructivos pertenecientes a las necesidades del Laboratorio de Ingeniería Química de la siguiente manera:

INSTRUCTIVO No. 1. (Instructivo No. 2 del Diario Oficial) Relativo a las condiciones de Seguridad para la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

## Disposiciones Generales

### I.- Prevención y protección contra incendios

1.- Los patrones deben disponer la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo, de conformidad con lo que establece el presente instructivo.

2.- El patrón está obligado a informar a los -- trabajadores sobre los riesgos de incendio en su centro de -- trabajo, y las medidas específicas para prevenirlos.

3.- El patrón debe proporcionar a sus trabajado res la capacitación y adiestramiento para los procesos, opera ciones y actividades que se realicen con materias primas, pro ductos y subproductos que impliquen un alto riesgo de incen- dio.

II.- Aislamiento de las áreas, locales o edificios - donde se manejen materias primas, productos o subproductos que implican alto riesgo de incendio.

4.- Las áreas, locales o edificios destinados a la fabricación, almacenamiento o manejo de materias primas, - productos o subproductos que impliquen alto riesgo de incen- dio, deben cumplir con lo siguiente:

- a).- Ser de materiales resistentes al fuego.
- b).- Con la ventilación que técnicamente se requiera para evitar el riesgo de explosión.
- c).- Aislados de cualquier fuente de calor,-



que técnicamente evite el riesgo de incendio o explosión.

d).- Con instalación y equipos eléctricos de conformidad con lo que establece la Norma Técnica de Instalaciones Eléctricas.

e).- Los equipos capaces de generar electricidad estática, deben estar eléctricamente conectados a tierra.

f).- En la entrada y en el interior de los locales, colocar avisos en lugares visibles que indiquen los riesgos específicos; así como con advertencias de "NO FUMAR", ni emplear ningún tipo de elementos inflamables.

III.- Características y especificaciones de las salidas normales y de emergencia, pasadizos, corredores, rampas, puertas y escaleras de emergencia.

5.- En los centros de trabajo, todas las áreas, locales o edificios, deben tener salidas normales y de emergencia para permitir el desalojo rápido de los trabajadores.

6.- Las áreas, locales y edificios deben tener salidas de emergencia, en el caso de que el tiempo para desalojar a los trabajadores, por las salidas normales sea superior a tres minutos, o cuando sólo exista una salida normal.

7.- Las salidas de emergencia deben dar acceso a espacios libres de riesgo de incendio.

8.- La dimensión de las salidas normales y de emergencia, en su caso, debe ser tal que permita desalojar a los trabajadores en un tiempo máximo de tres minutos.

9.- Las salidas normales y las de emergencia deben estar libres de obstáculos que impidan el tránsito de los trabajadores.

#### IV.- Equipo para la extinción de incendios

10.- Los centros de trabajo deben estar provistos de equipos para la extinción de incendios, en relación al grado de riesgo y la clase de fuego que entrañen, las materias primas, productos o subproductos que se almacenen o manejen en ellos.

11.- Para la determinación del equipo de extinción de incendios, los centros de trabajo se clasifican en tres grados de riesgo:

- a). Bajo
- b). Medio
- c). Alto

De riesgo Bajo, en donde existan productos con punto de inflamación mayor de 93° C.

De riesgo Medio, en donde se fabriquen, manejen o almacenen materias primas, productos o subproductos con punto de inflamación menor de 93° C.

De riesgo Alto, en donde se fabriquen, manejen-

o almacenen materias primas, productos o subproductos comprendidos en la clasificación siguiente:

- Líquidos o gases con punto de inflamación - -  
igual o menor a 37.8° C.
- Sólidos altamente combustibles.
- Pirofóricos.
- Explosivos.

12.- En las áreas, locales y edificios con grado de riesgo Bajo, por cada 600 m<sup>2</sup> de superficie o fracción, se debe instalar, como mínimo, un extintor portátil de la capacidad y tipo requeridos para los riesgos específicos. Cuando el centro de trabajo ocupe una superficie construida de -- 4,000 m<sup>2</sup> o más, o que tenga construcciones de 25 m. de altura o más, se debe instalar además, un sistema fijo.

13.- En las áreas, locales y edificios con grado de riesgo Medio, por cada 300 m<sup>2</sup> de superficie o fracción, se debe de instalar, como mínimo, un extintor portátil de la capacidad y tipo requeridos para los riesgos específicos. -- Cuando el centro de trabajo ocupe una superficie construida de 2,000 m<sup>2</sup> o más, o que tenga construcciones de 10 m. de altura o más, se debe instalar, además un sistema de equipo fijo.

14.- En las áreas, locales y edificios con grado de riesgo Alto, por cada 200 m<sup>2</sup> de superficie o fracción, se debe instalar, como mínimo, un extintor portátil de la capacidad y tipo requeridos para los riesgos específicos. En -

todos los centros de trabajo, clasificados en Alto riesgo, -- independientemente de la superficie construida o de su altura, se debe instalar además, un sistema de equipo fijo.

15.- En la instalación de los equipos para la -- extinción de incendios portátiles manuales, se debe cumplir -- con lo siguiente:

a).- Colocarse a una distancia no mayor de 30 m. de separación entre uno y otro.

b).- Colocarse a una altura máxima de 1.50 m. -- medidos del piso a la parte más alta del extintor.

c).- Sujetarse en tal forma que se puedan des-- colgar fácilmente para ser usados.

d).- Colocarse en sitios donde la temperatura -- no exceda de 50° C y no sea menor de 0° C.

e).- Colocarse en sitios visibles de fácil acce-- so y conservarse sin obstáculos.

f).- Señalarse en donde esté colocado.

g).- Estar sujetos a mantenimiento y control -- que aseguren su funcionamiento llevando registro con la sí-- guiente información: Fechas de adquisición, inspección, revi-- sión de cargas, recargas y pruebas hidrostáticas.

16.- Los equipos para extinción de incendios -- portátiles sobre ruedas, deben cumplir con lo siguiente:

a).- Estar protegidos de la intemperie.

b).- Colocarse en lugares visibles, de fácil -- acceso y libres de obstáculos.

c).- Colocarse en sitios donde la temperatura -- no exceda de 50° C y no sea menor de 0° C.

d).- Señalarse, en donde se coloque.

e).- Estar sujetos a mantenimiento y control -- que aseguren su funcionamiento llevando registro con la si--- guiente información: Fechas de adquisición, revisión de car-- gas, recargas y pruebas hidrostáticas.

17.- El patrón debe dar capacitación y adiestra -- miento a los trabajadores en su centro de trabajo, sobre el -- uso y manejo del equipo de extinción de incendios.

INSTRUCTIVO No. 2. (Instructivo No. 5 del Diaro Ofi -- cial) Relativo a las condiciones de Seguridad en los centros-- de trabajo para el almacenamiento, transporte y manejo de sus -- tancias inflamables y combustibles.

#### I.- Disposiciones Generales.

1.- En los centros de trabajo donde se almace-- nen, transporten o menejen sustancias inflamables o combusti-- bles; los patrones deben disponer las medidas para prevenir y proteger a los trabajadores contra el riesgo de incendio, de-- conformidad con lo que establece el presente instructivo, te-- niendo en consideración lo siguiente:

a).- Las características físicas y químicas de las sustancias.

b).- Los procesos y procedimientos de trabajo.

c).- Las instalaciones, maquinaria y equipo.

d).- El equipo de protección personal correspondiente, que se debe proporcionar a los trabajadores:

e).- Las temperaturas del medio ambiente laboral.

## II.- De los locales

2.- En los locales donde se almacenen, manejen o transporten sustancias inflamables o combustibles, se deben adoptar las medidas siguientes:

a).- Las paredes, pisos y techos deben ser de materiales resistentes al fuego.

b).- Instalar la ventilación que técnicamente se requiera, para evitar el riesgo de incendio.

c).- Aislarlos de cualquier fuente de calor.

d).- Instalar los equipos y las líneas eléctricas que se requieran con las características que señale la Norma Técnica para instalaciones eléctricas en vigor.

e).- Colocar avisos en lugares visibles que indiquen los riesgos específicos, así como con advertencias de no fumar y evitar la presencia de cualquier otro tipo de ignición.

3.- En los locales donde se almacenen, manejen

o transporten sustancias inflamables o combustibles se debe tener el equipo para la extinción de incendios, de conformidad con lo que se establece en el artículo 15 del Reglamento General de Seguridad e Higiene en el trabajo.

### III.- Del almacenamiento

4.- El almacenamiento de sustancias inflamables o combustibles debe hacerse en edificios o locales aislados y resistentes al fuego, de conformidad con lo que establece el artículo 12 del Reglamento General de Seguridad e Higiene en el trabajo.

5.- Los recipientes fijos de almacenamiento de sustancias inflamables o combustibles deben estar identificados con letreros que indiquen lo que contienen y el riesgo específico.

6.- En los recipientes fijos de almacenamiento de sustancias inflamables o combustibles el llenado debe hacerse a un máximo del noventa por ciento de su volumen y estar provistos de dispositivos que eviten se rebase el límite establecido.

7.- Los recipientes fijos donde se almacenen -- sustancias inflamables o combustibles deben contar con dispositivos arrestadores de flama y de relevo de presión, que descarguen hacia otros lugares donde no provoquen riesgos de incendio o explosión.

#### IV.- Del transporte.

8.- El transporte de sustancias inflamables, combustibles y de líquidos a altas temperaturas en los centros de trabajo, debe hacerse mediante sistemas de tuberías, en recipientes portátiles o equipos similares herméticamente cerrados.

#### V.- Del manejo.

9.- El patrón debe hacer del conocimiento de los trabajadores los procedimientos necesarios para el almacenamiento, transporte y manejo de sustancias inflamables y combustibles para prevenir el riesgo de incendio.

10.- En los locales de trabajo, donde se manejen sustancias inflamables o combustibles, las cantidades de dichas sustancias que se requieran para el proceso productivo, deben limitarse a lo necesario para un día de trabajo.

INSTRUCTIVO No. 3. (Instructivo No. 4 del Diaro -- Oficial) Relativo a los sistemas de protección y dispositivos de Seguridad en la maquinaria y equipo de los centros de trabajo.

#### I.- Disposiciones Generales

1.- En los centros de trabajo donde por la naturaleza de los procedimientos se empleen equipos o maquinaria para la transmisión de energía mecánica, comprendiendo el motor, el equipo intermedio, las máquinas impulsadas, así como bielas, manivelas, engranes, cigüeñales, ejes, flechas, las máquinas de combustión interna, bandas, transmisiones --



por cable o cadena, chumaceras, volantes, poleas, embragues, collarines y demás accesorios que se encuentren en movimiento, los patrones deben instalar los dispositivos de seguridad necesarios para prevenir y proteger a los trabajadores contra los riesgos de trabajo.

II.- De los dispositivos de seguridad y protección en las partes móviles de la maquinaria y equipo de transmisión mecánica.

2.- Los patrones deben instalar los dispositivos de seguridad, a los equipos de transmisión de energía mecánica y demás accesorios en movimiento, tomando en consideración lo siguiente:

- a).- Proporcionar una protección total;
- b).- Prohibir el acceso de personas a la zona de peligro mientras la máquina esté en funcionamiento;
- c).- Permitir el movimiento libre del trabajador;
- d).- Permitir el proceso de la producción;
- e).- Estar sujetos de manera que ningún golpe o vibración de maquinaria, pueda aflojarlos o soltarlos;
- f).- Poder utilizarlos por largo tiempo con -- mínimo de conservación;
- g).- Resistir el uso normal, golpes y choques accidentales;
- h).- Resistir el fuego y la corrosión;

i).- Permitir la reparación y mantenimiento de la maquinaria con facilidad.

j).- Estar lisos, con esquinas pulidas, sin filos, astillas o superficies dentadas.

k).- Facilitar su mantenimiento, conservación y limpieza.

### III.- Del equipo conectado eléctricamente a tierra.

3.- Todo equipo o maquinaria capaz de generar o almacenar electricidad estática, debe estar conectado eléctricamente a tierra.

INSTRUCTIVO No. 4. (Instructivo No. 9 del Diario Oficial) Relativo a las condiciones de Seguridad e Higiene para el almacenamiento, transporte y manejo de sustancias corrosivas, irritantes y tóxicas en los centros de trabajo.

#### I.- Disposiciones Generales.

1.- En los centros de trabajo donde se almacenen, transporten o manejen sustancias corrosivas, irritantes o tóxicas, los patrones deben adoptar las medidas para prevenir y proteger a los trabajadores contra los riesgos de quemaduras, irritaciones o intoxicaciones, de conformidad con lo que establece el presente instructivo, teniendo en consideración lo siguiente:

a).- Las características nocivas de las sustan

cias;

b).- Las características estructurales del ---  
Centro de Trabajo;

c).- Los sistemas técnicos de control disponi-  
bles;

d).- Los contaminantes del ambiente de trabajo  
tales como agentes físicos, químicos o biológicos, capaces -  
de alterar las condiciones del ambiente de trabajo y que, --  
por sus propiedades, concentración, nivel y tiempo de acción  
puedan alterar la salud de los trabajadores.

e).- El uso del equipo de protección personal-  
correspondiente.

2.- Para eliminar o disminuir los riesgos a --  
los que se refiere el punto anterior, los patrones deben - -  
adoptar, en su orden, una o más de las medidas siguientes:

a).- Sustituir las sustancias corrosivas, irri-  
tantes o tóxicas por otras que no lo sean:

b).- Reducir al mínimo el empleo de dichas sus-  
tancias;

c).- Introducir modificaciones en los procedi-  
mientos de trabajo o en los equipos que generen dichos ries-  
gos.

## II.- Del almacenamiento.

3.- El almacenamiento de sustancias corrosivas,

irritantes o tóxicas debe hacerse en áreas, locales o edificios destinados específicamente para tal efecto.

### III.- Del transporte.

4.- El transporte de las sustancias corrosivas, irritantes o tóxicas en los centros de trabajo, debe hacerse a través de sistemas de tuberías, en recipientes portátiles o en equipos similares cerrados herméticamente, provistos en su caso, de dispositivos de relevo de presión.

INSTRUCTIVO No. 5. (Instructivo No. 1 del Diario--  
Oficial) Relativo a las condiciones de Seguridad e Higiene en los edificios y locales de los centros de trabajo.

#### I.- Los pisos en los centros de trabajo.

1.- Los pisos en los centros de trabajo, deben mantenerse limpios, y tener superficies antirresbalantes, en los lugares donde deban transitar los trabajadores.

2.- Las superficies destinadas al tránsito de trabajadores y al transporte de materiales deben ser suficientemente llanas para circular con seguridad.

3.- En los pisos de los centros de trabajo, debe evitarse el estancamiento de líquidos.

#### II.- Las escaleras en los centros de trabajo.

4.- Las escaleras en los centros de trabajo, -

deben tener un ancho mínimo de un metro veinte centímetros, -  
exceptuando las escaleras de mantenimiento.

5.- Las huellas de las escaleras, tendrán un -  
ancho mínimo de veinticinco centímetros y sus peraltes un má-  
ximo de dieciocho centímetros, el ancho de las huellas debe  
medirse sobre la normal de la máxima proyección vertical de  
dos narices contiguas. El peralte debe medirse, sobre la --  
vertical entre las proyecciones horizontales de dos huellas-  
contiguas (ver figura 4.1.). Las medidas de los escalones -  
deberán cumplir con la siguiente expresión:

$$61 \text{ cm} \leq (2p + h) \leq 65 \text{ cm}.$$

Donde:

p = Peralte del escalón en cm.

h = Ancho de la huella en cm.

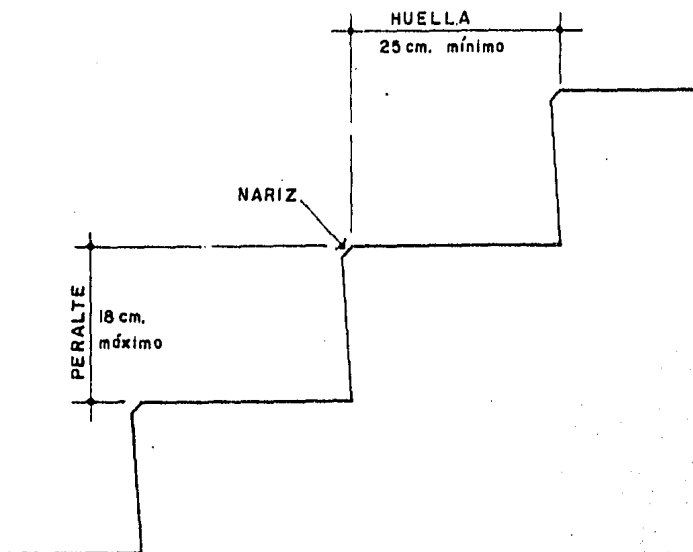


Fig. 4.1 DIMENSIONES DE ESCALONES.

6.- En cada tramo de las escaleras, todas las huellas deben tener el mismo ancho y todos los peraltes la misma altura.

ISTRUCTIVO No. 6. (Instructivo No. 17 del Diario Oficial) Relativo a los requerimientos y características del equipo de protección personal para los trabajadores.

I.- Disposiciones Generales.

1.- Las actividades que por su naturaleza requieran equipo de protección personal, cuando el control o la disminución de los riesgos de trabajo no se logre por medio de la sustitución o modificación del agente, de la reducción de los contaminantes al mínimo, de las modificaciones en los procedimientos de trabajo, maquinarias o equipos, del aislamiento total o parcial de las fuentes generadoras de los riesgos, o de la disminución del tiempo o frecuencia de la exposición, el patrón en su caso debe proporcionar equipos de protección personal específicos.

ISTRUCTIVO No. 7. (Instructivo No. 20 del Diario Oficial) Relativo a los requerimientos y características de los botiquines para primeros auxilios en los centros de trabajo.

I.- Los primeros auxilios en los centros de trabajo.

1.- Los primeros auxilios son los cuidados in-

mediatos y temporales que deben impartirse a los trabajado--  
res que sufran algún riesgo de trabajo en ejercicio o con mo  
tivo del mismo.

2.- El objetivo de los primeros auxilios es --  
tratar de salvar la vida y evitar o disminuir la aparición -  
de secuelas o de incapacidades, que puedan resultar como con  
secuencia del accidente que sufra el trabajador.

II.- Botiquines de primeros auxilios en los centros  
de trabajo.

3.- Para prestar los primeros auxilios, se re-  
quiere de un equipo compuesto por un conjunto de elementos -  
básicos, que deben mantenerse a disponibilidad permanente,-  
durante el trabajo.

4.- El equipo de primeros auxilios para los --  
centros de trabajo debe contener, como mínimo, lo siguiente:

Material	Cantidad
- Mascarilla para respiración artifi- cial, tipo mascarilla-nariz-boca -- con fuelle, sin contacto directo -- de boca a boca o algún dispositivo- equivalente.....	1 pieza
- Apósitos estériles de 6 X 10 cm.....	6 piezas
Apósitos estériles: pequeños de 10 x 10 cm.....	3 piezas
Medianos de 20 x 25 cm.....	3 piezas

- Grande de 25 x 40 cm..... 3 piezas
- Vendas elásticas:
  - Ancho 5 cm..... 2 piezas
  - Ancho 10 cm..... 2 piezas
- Vendas de gasa:
  - Ancho 5 cm..... 2 piezas
  - Ancho 10 cm..... 2 piezas
- Venda triangular (cabestrillo)..... 1 pieza
- Tela adhesiva:
  - Ancho de 2.5 cm..... 1 pieza
  - Ancho de 5 cm..... 1 pieza
- Tijeras angular de botón..... 1 pieza
- Alfileres de seguridad grandes., ,..... 6 piezas
- Cojín de hule espuma de 15 x 30 x 50 cm..... 1 pieza
- Abate lenguas (para ser usados como férulas)..... 1 caja
- Férulas de cartón de 15 x 50 cm..... 4 piezas
- Una caja de fácil transportación para guardar el material descrito anteriormente.



4.2. NORMAS QUE DEBE CUMPLIR EL PERSONAL DENTRO DEL LABORATORIO DE INGENIERIA QUIMICA

Consideramos que, para que alguien pueda o se le deba exigir que cumpla ciertas normas, se debe de empezar -- por que las instalaciones, o en general el centro de trabajo se encuentre o presente condiciones seguras. De no existir estas condiciones, se estaría fomentando la irresponsabilidad de los trabajadores a cometer faltas, que se pueden traducir en un momento dado en daños a su salud.

Con base a lo anterior, corresponde al personal -- sujetarse a las Normas de seguridad e higiene, para no exponer su propia integridad, así como la de sus compañeros. -- Estas normas están contenidas en la propuesta a el Instructivo interno de seguridad para el Laboratorio de Ingeniería -- Química, de la Facultad de Química de la U.N.A.M.

El Instructivo de Seguridad fue elaborado por el -- suscrito, bajo la Supervisión del Coordinador de Seguridad -- del Departamento de Ingeniería Química.

En el apéndice A, se anexa el Instructivo, que es de carácter preliminar y estará sujeto para su aprobación -- por las Autoridades de la Facultad de Química.

C A P I T U L O    5  
=====

ANALISIS DE RIESGOS EN EL LABORATORIO DE INGENIERIA

QUIMICA

5.1. SITUACION DEL LABORATORIO DE INGENIERIA QUIMICA

Actualmente en el Laboratorio de Ingeniería Química, se imparten los siguientes cursos: Laboratorio de Físico química IV, Laboratorio de Termodinámica Química, Laboratorio de Momentum y Calor Laboratorio de Transferencia de Masa y Laboratorio de Operaciones Unitarias Farmacéuticas y -- Alimentarias. Además ahí se elaboran tesis profesionales y se proporciona otros servicios a la Facultad; y en algunas ocasiones a la Industria y otras Instituciones.

De acuerdo a su funcionamiento se divide en las -- siguientes áreas:

- a).- AREA DE PROCESOS. En esta área se encuentran todos los equipos e instalaciones, que de -- acuerdo con el plano adjunto, se describen de la siguiente manera:

<u>Número</u>	<u>Equipo</u>
1 .....	Vibrador
2 .....	Descascarilladora
3 .....	Descascarilladora
4 .....	Cambiador de calor de flujo -- cruzado (equipo móvil)
5 .....	Prensa hidráulica
6 .....	Extractor centrífugo
7 .....	Secador de esprea
8 .....	Molino de martillos

<u>Número</u>	<u>Equipo</u>
9 .....	Molino abrasivo
10 .....	Molino abrasivo
11 .....	Pulverizador para minerales
12 .....	Cambiador de calor de horquilla
13 .....	Molino de bolas
14 .....	Secador rotatorio
15 .....	Secador de charolas al vacío
16 .....	Caldera
17 .....	Tanques para tratamiento de agua
18 .....	Equipo para fluidos no newtonianos
19 .....	Equipo para aire acondicionado
20 .....	Torre de enfriamiento
21 .....	Secador de charolas
22 .....	Bomba de vacío
23 .....	Tanque enchaquetado marmita
24 .....	Cambiador de calor aletado
25 .....	Caldera (fuera de servicio)
26 .....	Filtro prensa
27 .....	Torre empacada para inundación
28 .....	Torre empacada para enfriamiento y humidificación
29 .....	Cambiador de calor de coraza y - tubos con estructura (fuera de - servicio)
30 .....	Bomba de la cisterna

<u>Número</u>	<u>Equipo</u>
31 .....	Equipo para descarga de tanques
32 .....	Minifiltro prensa
33 .....	Torre de paredes húmedas
34 .....	Equipo para destilación de arras tre con vapor
35 .....	Torre empacada de cobre para des tilación
36 .....	Tunel de viento
37 .....	Tanque de agua
38 .....	Columna de platos de vidrio
39 .....	Columna empacada de vidrio
40 .....	Equipo para flujo de fluidos
41 .....	Columna de platos
42 .....	Filtro rotatorio al vacío
43 .....	Evaporador doble efecto
44 .....	Equipo de lecho fluidizado
45 .....	Equipo para factor de fricción
46 .....	Compresor
47 .....	Tablero de control
48 .....	Tanque de agua destilada

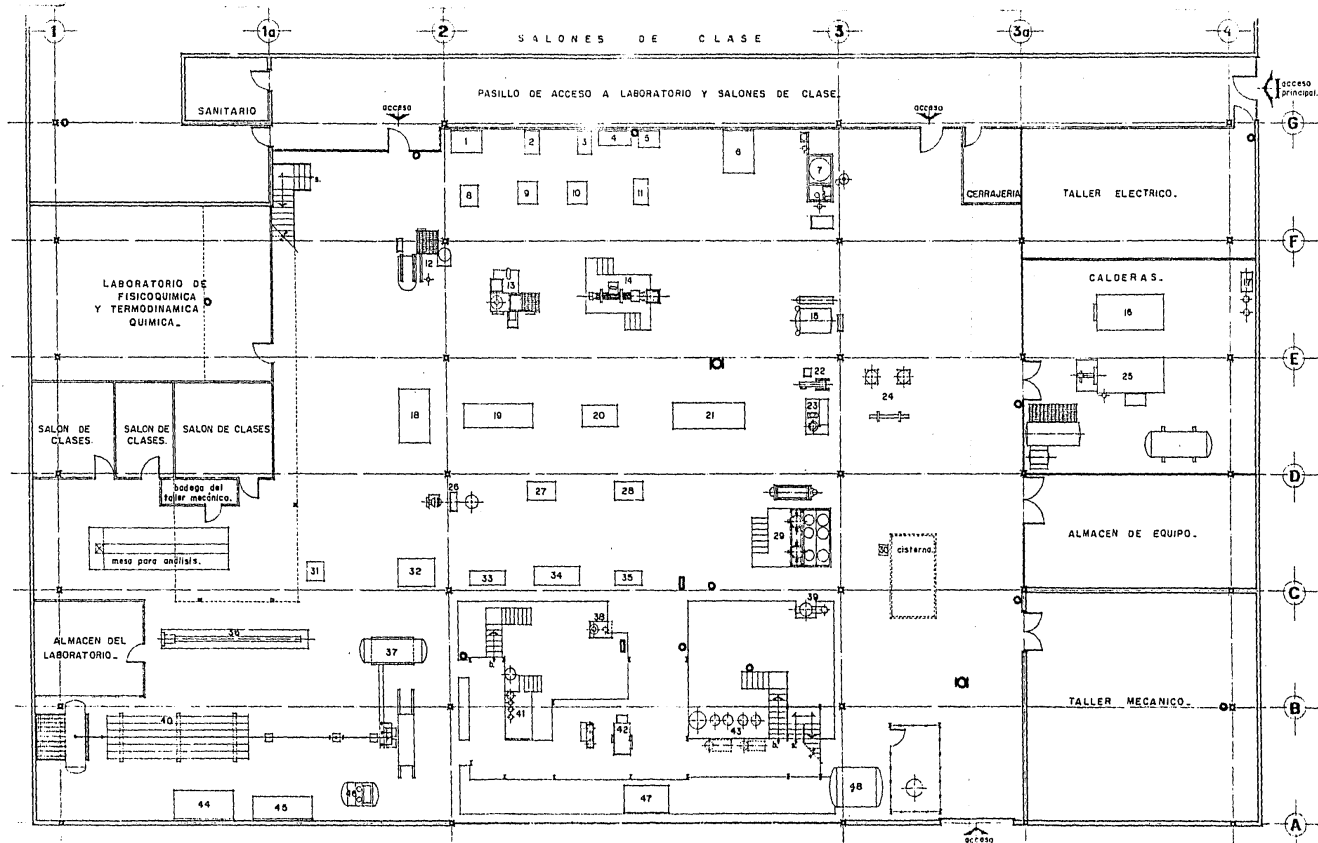
b).- AREA DE MANTENIMIENTO. Esta la constituyen el taller mecánico y su almacén; cuya finalidad es proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo tanto a equipos como a instalaciones. Dentro de esta área se encuentra también el taller eléctrico, cuyo servicio no es exclusivo del laboratorio.

c).- AREA DE SERVICIOS GENERALES. En esta se incluyen: Salones de clases, Oficinas, cibículos, almacén de sustancias y materiales y equipos de protección contra incendio.

Respecto a equipos de protección contra incendio, actualmente el Laboratorio cuenta con:

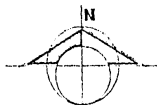
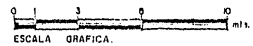
- 12 extintores portátiles
- 2 extintores sobre ruedas y,
- 2 mantas contra incendio

La ubicación de estos extintores se indican en el plano general del Laboratorio de Ingeniería Química, página siguiente.



**SIMBOLOGIA DE EQUIPOS VS. INCENDIO**

- EXTINTOR PORTAL.
- ⊗ EXTINTOR SOBRE RUEDAS
- ▮ MANTA CONTRA INCENDIO.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		
FACULTAD DE QUIMICA		
LABORATORIO DE INGENIERIA QUIMICA		
ASISTENTE: LUIS LOPEZ S.	FECHA: ABRIL 1964	
COORDINADOR: C. A. M.	TITULO PROFESIONAL: INGENIERIA QUIMICA	
PLANO GENERAL PLANTA		TITULO PROFESIONAL: INGENIERIA QUIMICA

5.2. ANALISIS DE RIESGOS EN EL LABORATORIO DE INGENIERIA QUIMICA

El analizar las condiciones de peligro en un centro de trabajo, es el primer paso para la protección del individuo; el reconocimiento de los riesgos debe ser necesario para poder prevenirlos y controlarlos.

Tomando en cuenta que los accidentes no ocurren -- al azar, sino que son causados por circunstancias o prácticas inseguras, combinadas o individuales, resulta obvio que si se quieren evitar, es necesario descubrir cuales son los factores que los causan y aplicar medidas preventivas y correctivas adecuadas, antes de que éstos ocurran. La inspección planeada y sistemáticamente constituye un medio eficaz para detectar condiciones o actos que entrañen peligro.

De esta manera, en el Laboratorio de Ingeniería Química, se inspeccionaron las instalaciones que pudieran -- presentar algún riesgo.

También, es importante detectar actos inseguros y conocer las propiedades de las sustancias o materiales manejados, ya que estos dos aspectos junto con las condiciones, -- al estar combinados de una forma u otra pueden causar el ac-



cidente. De aquí, que se analicen en el Laboratorio, los -- riesgos más ordinarios o comunes en: las instalaciones, los materiales y las operaciones.

### 5.2.1. RIESGOS EN LAS INSTALACIONES

Para el análisis de riesgos en las instala-- ciones, se tomaron en cuenta dos aspectos: general y particu-- lar.

#### a).- ASPECTOS GENERALES

- ORDEN Y LIMPIEZA: En cuanto a limpieza, las instalaciones se encuentran en condiciones aceptables, -- no así la ubicación de los accesorios en desuso como: válvu-- las, bombas etc., que se encuentran en forma desordenada -- obstruyendo la salida.

- ESPACIO DE TRABAJO: El espacio de opera-- ción en la mayoría de los equipos es insuficiente y esto se-- agudiza en la zona conocida como la "fosa".

- PISOS, PLATAFORMAS, ESCALERAS Y PASAMA-- NOS: Los pisos en un 100% de su superficie están lisos. --- (ver el inciso I del instructivo No. 5; capítulo IV, Pág. 89).

Las plataformas se encuentran en un estado aceptable de seguridad.

Escaleras. Existen escaleras con peralte y huella desiguales por la zona de evaporación. (ver inciso II del Instructivo No. 5; capítulo IV, pág. 89 ).

Pasamanos. También estos se encuentran en condiciones aceptables de seguridad.

- ALUMBRADO: Se encuentra deficiente, porque no existe una distribución adecuada de lámparas en los equipos; además hay lámparas fuera de servicio, y las que se encuentran en zonas con riesgo no son a prueba de explosión.

- VENTILACION: Aunque el Laboratorio de Ingeniería Química, se encuentra cerrado prácticamente por tres lados (N, E y O), el lado sur se encuentra con una mayor ventilación natural, no así en la "fosa" donde por ser un lugar bajo nivel de piso, ahí la ventilación es deficiente.

- SALIDAS: El Laboratorio cuenta con tres puertas, dos ubicadas en el norte, que comunican con el pasillo de los salones adyacentes, convirtiéndose finalmente en una sola hacia el patio principal de la Facultad. La otra -

se encuentra al sur, y normalmente se encuentra cerrada.

- TECHO: Las bajadas del agua pluvial se encuentran deficientes u obstruidas; así como algunas hojas de las persianas están rotas, provocando goteras en tiempos de lluvia.

b).- ASPECTOS PARTICULARES

Particularmente se analizaron los servicios: vapor y energía eléctrica; así como algunos equipos en los que se detectaron defectos o condiciones inseguras, por lo que se anexan sugerencias de medidas preventivas para minimizar el riesgo, y de ser posible erradicarlo.

LINEAS DE VAPOR

Condición	Riesgo	Prevención
- Válvulas con fuga	- Quemaduras - Caídas	- Dar mantenimiento - Efectuar limpieza - Uso del equipo de protección personal adecuado
- Tramos sin aislamiento	- Quemaduras	- Colocar el aislamiento
- Falta de accesorios	- Golpe de ariete	- Instalar trampas de vapor

ENERGIA ELECTRICA

Condición	Riesgo	Prevención
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conexiones a motores no son a prueba de explosión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incendio o explosión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio de sustancias inflamables por otras menos inflamables</li> <li>- Instalación a prueba de explosión</li> <li>- Contar con equipos para extinción de incendios</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Algunos equipos no están debidamente aterrizados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incendio o explosión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aterrizarlos adecuadamente por personal capacitado</li> <li>- Contar con equipos para extinción de incendios</li> </ul>

MOLINO DE BOLAS

Condición	Riesgo	Prevención
- Escape de polvos	- Afectación al sistema respi-ratorio	- Verificar que el recolector de polvos funcione correctamente. - Uso del equipo de protección personal adecuado.
- Producción de ruido	- Alteración de los sistemas auditivo y nervioso	- Uso del equipo de protección personal adecuado.
- Sin protección la cadena del motor de la banda alimentadora	- Algún accidente de tipo mecánico	- Colocar la guarda

MOLINO DE MARTILLOS

Condición	Riesgo	Prevención
- Producción de ruido	- Alteración de los sistemas auditivo y nervioso	- Aislar el equipo con materiales absorbentes del ruido.  - Usar equipo de protección personal adecuado.
- La altura del arrancador del motor es inadecuada	- Por arranque involuntario, produzca algún accidente	- Subir el arrancador a una altura aproximadamente de 1.5 m.
- Sin tapa la caja de conexiones del arrancador	- Descargas eléctricas	- Colocar la tapa

SECADOR ROTATORIO

Condición	Riesgo	Prevención
- Sin protección la flecha del ventilador	- Algún accidente de tipo mecánico	- Colocar guarda
- Sin aislamiento el filtro de salida	- Quemaduras	- Aislar térmicamente el filtro

## TORRE DE ENFRIAMIENTO DE AGUA

Condición	Riesgo	Prevención
- Inapropiada su instalación eléctrica	- Corto circuito - Descargas eléctricas	- Hacer la instalación adecuadamente
- Inadecuada su conexión a tierra	- Formación de chispas debido a la electricidad estática	- Efectuar la conexión adecuadamente

## SECADOR DE ASPERSION

Condición	Riesgo	Prevención
- Sin protección el indicador de nivel	- Ruptura con fuga de líquido	- Colocar protección - Instalar válvula de sobreflujo
- Sin tapa la caja de conexiones eléctricas del motor	- Descargas eléctricas	- Colocar la tapa
- Cable de conexión al motor se encuentra cerca del suelo	- Tropiezos o caídas	- Librar el cable del paso - Colocar conduits adecuadamente

EVAPORADOR A DOBLE EFECTO

Condición	Riesgo	Prevención
- Tanque de concentra- dos (condensados) -- sin aislamiento	- Quemaduras leves	- Aislar térmica- mente el tanque - Colocar aviso, - indicando que - se encuentra ca liente
- Indicadores de nivel sin protección	- Ruptura con fuga de líquido	- Colocar protec- ción - Instalar válvu- la de sobreflu- jo
- Sin aislamiento la - línea de vapor de -- los eyectores	- Quemaduras leves	- Colocar aviso, - indicando que - se encuentra ca liente

DESTILADOR (ARRASTRE DE VAPOR)

Condición	Riesgo	Prevención
- El destilador sin -- aislamiento	- Quemaduras leves	- Colocar aisla-- miento
- Indicador de nivel - sin protección	- Ruptura con fuga de líquido	- Colocar protec- ción - Instalar válvu- la de sobreflujo
- El manómetro no fun- ciona	- Sobrepresionarse el equipo	- Reparar o cam-- biar el manóme- tro
- Empaque de la tapa- en mal estado	- Fuga de gases	- Cambiar empaque - Usar equipo de- protección per- sonal adecuado



CALDERA

Condición	Riesgo	Prevención
- Válvulas de seguridad sin mantenimiento	- No operar a sobrepresión	- Dar mantenimiento a las actuales o colocar nuevas válvulas
- Agua de suministro sin tratar	- Incrustación y agrietamientos de tubos	- Tratar el agua adecuadamente

COLUMNA DE PLATOS

Condición	Riesgo	Prevención
- Cuerpo sin aislamiento	- Quemaduras	- Colocar aislamiento
- Salida de condensados impropia e incomoda	- Quemaduras directas o por salpicaduras	- Instalar conexiones adecuadas y seguras - Uso de guantes de lona o de asbesto
- Iluminación deficiente	- Golpes o caídas	- Ampliar el número de lámparas - Uso de casco de protección

### 5.2.2. RIESGOS EN LOS MATERIALES

El manejo inadecuado de materiales es la causa de gran número de accidentes y enfermedades, esto se debe a la complejidad y amplitud en las necesidades del manejo.

Con el objeto de establecer procedimientos adecuados, es necesario considerar en primer lugar las propiedades de los materiales.

En la tabla No. 5.1. se muestran las propiedades de las sustancias empleadas en el Laboratorio de Ingeniería Química.

Es muy importante señalar que no es sola la propiedad de la sustancia, lo suficientemente significativa para el riesgo que se le atribuye, sino que junto con la cantidad de ésta y el tiempo de exposición, nos determinarían el potencial de riesgo.

Tabla B.1. MANEJO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

LIQUIDOS	RIESGOS PARA LA SALUD.	INFLAMABILIDAD.	REACTIVIDAD.	CONTACTO CON LOS OJOS.	INHALACION.	ABSORCION POR LA PIEL.	IRRITACION DE LA PIEL.	INGESTION.	TIPO DE RIESGO.	PRECAUCIONES.	COMBATE DEL INCENDIO.	CONCENTRACION MAXIMA PERMISIBLE (TLV)	TEMPERATURA DE INFLAMACION (°F) °C	TEMPERATURA DE AUTOIGNICION °C	DENSIDAD DEL VAPOR.	DENSIDAD.	PUNTO DE EBULLICION °C	PUNTO DE FUSION °C	PRESION DE VAPOR	SOLUBILIDAD.	APARIENCIA.	SINONIMOS.
ACETONA	1	3	0	2	3	1	1	1	A,E,I	E,G	1,2a,3	1000	-17.8	538	2.00	0.797	56.4	-94.6	400 <sup>300</sup>	M	Incoloro olor aromático.	DIMETIL-CETONA
ACIDO ACETICO	2	2	1	5	3y	3	3	2	A,D,G	E,G	1,2a,3	10	42.8	426	2.07	1.049	118.1	16.7	11.4 <sup>20</sup>	M	Incoloro olor picante.	ACIDO DEL VINAGRE
ACIDO SULFURICO	3	0	1	4	-	2x	4	4y	B,C,G	D,E	-	1	-	-	1.834	3300	10.49	1140	M	Incoloro oleoso.	ACEITE DE VITRILO	
ALCOHOL ETILICO	0	3	0	2	1	1	1	1	A,D,I	G,H	1,2a,3	1000	12.8	422	1.59	0.789	78.3	-	40 <sup>10</sup>	M	Incoloro Fragante.	ETANOL
ALCOHOL METILICO	1	3	0	2	2	2	1	1	A,E,H, I	E,F,G	2a,3	200	11.1	448	1.11	0.791	64.8	-	160 <sup>30</sup>	M	Incoloro.	METANOL
BENCENO	2	3	0	2	4	2	2	2	A,C,H, I	E,F, G,H	2,3	25c	-11.1	562	2.77	0.879	800	5.51	100 <sup>26</sup>	SL	Incoloro.	BENZOL
DIESEL	0	2	0	2x	2x	2x	2x	2x	A,I	G	2,3	-	37.8	257	-	0.940	-	-	-	I	Amarillo Viscoso.	-
ETILENGLICOL	1	1	0	1	1	1	1	2	A	G	1,2a,3	-	111.1	412	2.14	1.113	197.5	-	0.06 <sup>20</sup>	M	Incoloro Sabor Dulce.	1,2-ETANODIOL
GASOLINA	1	3	0	1x	1x	1	1x	2x	A,F,I	G,H	2,3	-	-43	257	3.0	0.8	-	-	-	I	Incoloro Aromático.	-
HEPTANO	1	3	0	1x	2x	1x	1	1	A,D,I	G,H	2,3	500	-3.9	222	3.48	0.684	98.5	-	150 <sup>26</sup>	I	Incoloro.	-
KEROSINA	0	2	0	1	2y	3	1	1	A,I	G	2,3	-	-37.8	229	4.5	0.80	175.0	-	-	I	Amarillo pálido Morado.	PETROLEO DIAFANO.
MERCURIO	-	-	-	-	(5)	-	-	(5)	C,H	A,F	-	(0.1)	-	-	-	13.546	366.9	-38.0	138.4	I	Plateado metálico.	-
TETRACLORURO DE CARBONO	-	-	-	3x	5z	2	2x	2	C,H	F,H	-	10	-	-	-	1.597	76.8	-22.6	100 <sup>23</sup>	SL	Incoloro Olor fuerte.	TETRACLORO METANO.
TOLUENO	2	3	0	4	3	2	2	2	A,D,I	G,H	2,3	200	4.4	508	3.14	0.866	110.4	-95	30 <sup>20</sup>	I	Incoloro.	TOLUOL, METILBENCENO
2-ETIL HEXANOL.	1	0	0	2	1	1	1	1	A	G,H	2,3	-	-	-	4.49	0.834	185.0	-76	0.2	I	Incoloro.	-

Tabla: 5.1 Cont.

**MANEJO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS**

	RIESGOS PARA LA SALUD.	IFLAMABILIDAD.	REACTIVIDAD.	CONTACTO CON LOS OJOS.	INHALACION.	ABSORCION POR LA PIEL.	IRRITACION DE LA PIEL.	INGESTION.	TIPO DE RIESGO.	PRECAUCIONES.	COMBATE DEL INCENDIO.	CONCENTRACION MAXIMA PERMISIBLE (TLV)	TEMPERATURA DE INFLAMACION (FP): °C	TEMPERATURA DE AUTOIGNICION °C	DENSIDAD DEL VAPOR	DENSIDAD	PUNTO DE EBULLICION °C	PUNTO DE FUSION °C	PRESION DE VAPOR	SOLUBILIDAD.	APARIENCIA.	SINONIMOS.
<b>GASES</b>																						
ACETILENO	1	4	3	-	3z	-	-	-	A,E,I D,G	4	-	17.8	209	0.91	1.173	-84.0	-81.2	-	L	Incoloro Oloro o Ajos.	ETINO.	
BUTANO	1	4	0	-	-	-	3x	-	A,I G,H	4	-	60	404	2.05	0.599	0.5	-	1823 <sup>20</sup>	V	Incoloro.	---	
OXIGENO	-	-	-	-	2x	-	-	-	B,I D,G	4	-	-	-	1.429	-	-18.3	-218.4	-	SL	Incoloro Inodoro.	---	
<b>SOLIDOS</b>																						
ARSENICO (COMPUESTOS DE)	4	-	-	TOXICO		(15)		H	E,F	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	---	---
BARIO (COMPUESTOS DE)	-	-	-	TOXICO				H	E,F	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	---	---
COBRE (COMPUESTOS DE)	1	0	1	3	-	1	2y	3	H	E,F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	---	---
HIDROXIDO DE SODIO.	3	0	1	5x	-	1x	5	3x	G,H	B,C, E,F	-	2.0	-	-	2.12	1300	318.4	1739	V	Escamas blancas.	SOSA CAUSTICA	

DESCRIPCION DE LA TABLA 5.1.

RIESGOS PARA LA SALUD.

- 0 NINGUNO: Exposición bajo condiciones de incendio, no representa mayor riesgo para la salud que los materiales--combustibles ordinarios.
- 1 MENOR: Solamente riesgos ligeros para la salud.
- 2 MODERADO: Puede causar incapacidades temporales o posibles lesiones permanentes a menos que se dé atención inmediatamente.
- 3 SEVERO: Exposiciones breves, pueden causar lesiones serias temporales o permanentes, si no se da atención médica inmediatamente.
- 4 EXTREMO: (cortas) breves exposiciones pueden causar muerte o lesiones mayores permanentes, si no se da atención médica inmediata.

INFLAMABILIDAD.

- 0 NINGUNA: El material no arde.
- 1 MENOR: El material requiere ser precalentado, antes de que pueda ocurrir la ignición.
- 2 MODERADO: Líquidos que deben ser moderadamente calentados antes de poder inflamarlos y sólidos que desprenden vapores inflamables.

- 3 SEVERA: Material que puede arder bajo las condiciones -- normales de temperatura ambiente.
- 4 EXTREMA: Gases muy inflamables, líquidos inflamables muy volátiles y materiales que en forma de polvo o niebla -- formen mezclas explosivas.

#### REACTIVIDAD.

- 0 NINGUNA: Normalmente estable, aún bajo exposición al fuego.
- 1 MENOR: Inestable a altas temperaturas y presiones o puede reaccionar con agua, con algún desprendimiento de - - energía.
- 2 MODERADA: Normalmente inestable efectuando cambios químicos violentos, pero no detona; puede formar mezclas ex-- plosivas con el agua.
- 3 SEVERA: Explosiva si es fuertemente iniciada calentada o adicionada agua.
- 4 EXTREMA: Explosiva bajo condiciones normales.

Clasificación de riesgos para la Salud por Contacto con los Ojos, Inhalación, Absorción por la piel, Irritación de la -- Piel e Ingestión.

1. No hay lesión posterior como resultado de una exposición accidental aún si no se aplica tratamiento.

2. Lesiones menores, pueden resultar de la exposición accidental, si no se aplica el tratamiento,
3. Lesiones menores, puede resultar a pesar de un tratamiento.
4. Lesiones mayores, pueden resultar a pesar de un tratamiento inmediato.
5. Lesiones mayores, son muy probables a pesar de un tratamiento inmediato.
- x. Anotaciones basadas en analogías con estructuras muy similares o información verbal fidedigna.
- y. Anotaciones basadas en pruebas no reconocidas como estándar.
- z. Anotaciones basadas en experiencia en seres humanos, reemplazando información en animales.

Las exposiciones para las cuales se ha preparado la información, son aquellos contactos breves y accidentales que pueden ocurrir, pero no se pueden evitar, durante el manejo de estas sustancias. Estos contactos son de los que ocurren "una vez en la vida", es decir, que se espera que transcurra el tiempo suficiente después de un contacto para que el individuo haya vuelto a su estado original, antes de otro contacto. Los espacios sin anotación indica que no hay suficiente información o bien que las propiedades físicas del material hacen el contacto bastante improbable.

TIPO DE RIESGOS.

- A. Material inflamable.
- B. Material oxidante, reacciona con sustancias reductoras.
- C. Que su gas o vapor es tóxico.
- D. Que su gas o vapor es irritante.
- E. Que su gas o vapor es narcótico.
- F. Que su gas o vapor no es peligroso, pero desplaza el oxígeno de la atmósfera pudiendo causar asfixia.
- G. Causa irritación o quemaduras en la piel.
- H. Sustancia tóxica.
- I. Material explosivo bajo condiciones apropiadas.

PRECAUCIONES QUE SE DEBEN TOMAR.

- A. No se maneje este material hasta que las reglas de seguridad para hacerlo hayan sido comprendidas.
- B. Evitar el contacto con la humedad.
- C. Evitar el contacto con ácidos.
- D. Evitar el contacto con materiales combustibles.
- E. Evitar el contacto con ojos, piel y ropa.
- F. Manejarlo como una sustancia tóxica.
- G. Mantener alejados chispas, flamas abiertas, fuentes de calor y agentes oxidantes.
- H. Usar ventilación adecuada.



## COMBATE DEL INCENDIO.

Agentes extintores recomendables para el caso de que se incendie el material.

1. Agua.
2. Espuma.
- 2a. Espuma resistente al alcohol.
3. Dióxido de carbono o polvo químico.
4. Mantener enfriamiento en los alrededores hasta que la fuga se haya controlado o el líquido volátil se haya apagado solo.
5. Polvo químico para combustibles metálicos.

## CONCENTRACION MAXIMA PERMISIBLE (TLV) (THRESHOLD LIMIT VALUE)

Los valores indican las concentraciones en aire de vapores, gases, humos o polvos a las cuales se puede exponer el ser humano un promedio de ocho horas diarias, sin sufrir daños para la salud. Estos valores sólo son una guía y no deberán ser extrapolados pensando en que mayores concentraciones en exposiciones de menor duración originan los mismos efectos fisiológicos. Hay sustancias de rápida acción, para las cuales sería inapropiado tratar de establecer una relación tiempo-TLV. Estas sustancias tienen un TLV "tope" que-

en ningún momento, por corto que sea el período, deberá superarse; estos toques se indican con la letra "C" a continuación del valor.

Los valores para gases y vapores están reportados en partes de gas o vapor por millón de partes de aire en volumen a 25° C y 760 mm de Hg. Los valores entre paréntesis y para partículas sólidas están reportados en miligramos por metro cúbico de aire.

NOTA: Tomado de la American Conference of Governmental Industrial Hygienists.

#### TEMPERATURA DE INFLAMACION (F.P.) (FLASH POINT)

Es la temperatura más baja a la cual un líquido desprende en la superficie o cerca de ella, vapores suficientes para permitir la combustión. Estos valores están reportados en grados celcius (°C). Líquidos que se encuentren en o arriba de su temperatura de inflamación deberán no exponerse a flamas, chispas y fuentes de ignición.

#### DENSIDAD DEL VAPOR

En el peso de un volumen de gas puro comparado con el peso de un volumen igual de aire seco a la misma presión-

y temperatura. Una densidad de vapor menor de 1 indica que el gas es más ligero que el aire y tenderá a subir. Un valor superior a 1 muestra que el gas es más pesado que el - - aire y tenderá a acumularse en las partes bajas y moverse de acuerdo a las corrientes de aire pudiendo recorrer grandes - distancias, pudiendo así alcanzar fuentes de ignición.

## DENSIDAD

Para gases, los valores están en gramos por litro y para sólidos y líquidos en gramos por centímetro cúbico -- ( $\text{Cm}^3$ ). A menos que se indique otra cosa, los valores han sido determinados a temperatura ambiente.

## PUNTO DE EBULLICION Y PUNTO DE FUSION

Los valores están reportados en grados celcius. - La letra "d" se emplea para indicar que la sustancia se descompone a la temperatura reportada.

## PRESION DE VAPOR

Esta es la presión en mm. de Hg., de vapor a la -- temperatura indicada. Estos valores son muy empleados para estimar la velocidad de vaporización de un líquido. Una sustancia inflamable tóxica con alta velocidad de evaporación -

es más peligrosa, que una sustancia de baja velocidad de evaporación. Aun cuando la velocidad de evaporación de un líquido depende de varios factores el empleo de la presión de vapor puede servir como base para formarse un criterio aproximado de la velocidad de evaporación.

#### SOLUBILIDAD EN AGUA

La solubilidad relativa de los materiales está reportada por los siguientes símbolos.

- M. Miscible.
- V. Muy soluble, más de 50 g. por 100 ml. de agua.
- S. Soluble, 5 a 50 g. por 100 ml. de agua.
- I. Insoluble.
- D. Se descompone en contacto con el agua.

#### 5.2.3. RIESGOS EN LAS ACTITUDES DE TRABAJO

En la mayoría de los accidentes en el trabajo, son contribuyentes tanto las condiciones como los actos inseguros. Algunas actitudes que pueden dar origen a dichos accidentes son:

- Operar máquinas o equipos sin permiso.

- Hacer inoperantes los dispositivos de seguridad (quitarlos, desajustarlos, desconectarlos, etc.)
- Descargar, colocar, mezclar o combinar materiales, en forma insegura.
- Usar equipo inseguro, usar las manos en lugar de herramientas.
- Adoptar posiciones o posturas inseguras (pararse bajo cargas suspendidas, subirse a barandales, etc.)
- Trabajar en equipo en movimiento o peligroso (lubricando, ajustando, limpiando, etc.)
- Distraerse, discutir, jugar, correr en el trabajo.

Cabe señalar que, para que cada uno de estos actos inseguros se realicen con poca incidencia, se elaboró el instructivo de Seguridad para el Laboratorio de Ingeniería Química, que se anexa a este trabajo.

C A P I T U L O    6

=====

PROGRAMA DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA EL LABORATORIO DE  
INGENIERIA QUIMICA

## PROGRAMA DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA EL LABORATORIO DE INGENIERIA QUIMICA

El programa de Seguridad e Higiene pretende ofrecer a toda persona involucrada con el Laboratorio de Ingeniería Química, actividades que:

- Cubran aspectos específicos de Seguridad con respecto a su trabajo, contribuyendo al desarrollo de hábitos y actitudes seguros.
- Permitan la concientización y el interés hacia la Seguridad.
- Sean factibles de realizarse.

Aunque la finalidad de este programa sea de prevenir los accidentes, no siempre podrá preverse todas las condiciones peligrosas ni todos los actos inseguros, es por eso que cada persona al trabajar en el Laboratorio habrá de emplear, además su sentido común y su autodisciplina para protegerse.

Para la elaboración de este programa se tomará en cuenta:

- Los capítulos anteriores como base descriptiva de información y antecedente.
- La política y experiencia de las Autoridades del

Laboratorio, respecto a la Seguridad e Higiene.

- El presupuesto, equipo e instalaciones.
- Los materiales con los cuales se trabaja.
- La naturaleza de las operaciones.



6.1. DESARROLLO

Por las necesidades y condiciones en que se encuentra el Laboratorio de Ingeniería Química, las actividades básicas consideradas para el programa son:

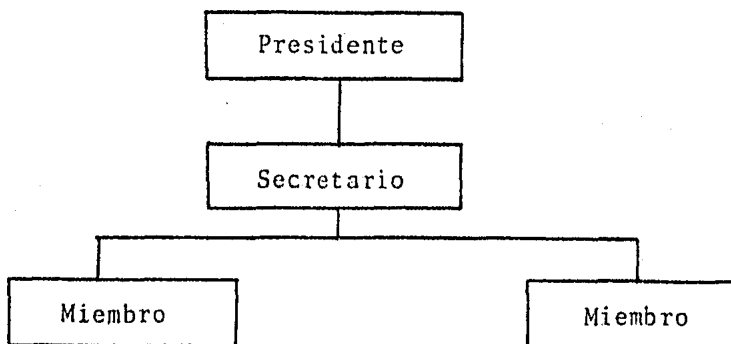
- A).- Integración del comité de Seguridad para el Laboratorio de Ingeniería Química, registrándolo ante las Autoridades competentes de la Facultad.
- B).- Cursos de capacitación y adiestramiento.
- C).- Inspecciones periódicas a equipos e instalaciones con fines de Seguridad.
- D).- Investigación, análisis y estadística de accidentes.
- E).- Campaña permanente de Seguridad.
- F).- Servicio Médico.
- G).- Plan de evacuación en caso de emergencia.

A. - INTEGRACION DEL COMITE DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA EL LABORATORIO DE INGENIERIA QUIMICA

La organización de este comité permitirá:

- Que en el Laboratorio se cumpla con las disposiciones basadas en el Instructivo Interno de Seguridad.
- Poner de manifiesto las condiciones y prácticas inseguras y determinar sus medidas de prevención.
- Crear y mantener un interés activo por la Seguridad.

Su integración de dicho comité, estará de la siguiente manera:



Las responsabilidades de los integrantes deben ser:

- Presidente:
- Disponer el lugar de la reunión.
  - Notificar a los miembros su celebración.
  - Disponer el programa.
  - Fijar el horario de la reunión.
  - Revisar el acta anterior y los materiales de la reunión.
- Secretario:
- Preparar el acta de las reuniones.
  - Distribuir las actas.
  - Informar sobre el estado de las recomendaciones de Seguridad efectuadas, según actas levantadas.
  - También puede asumir los deberes del presidente en su ausencia.
- Miembros:
- Informar sobre las condiciones inseguras.
  - Asistir a todas las reuniones.
  - Informar todos los accidentes o casi accidentes.
  - Investigar todos los accidentes.
  - Contribuir con ideas y sugerencias para mejorar la Seguridad.
  - Trabajar según las normas de Seguridad.
  - Influenciar a otros para que trabajen con Seguridad.
  - Efectuar recorridos de inspección.

B).- CAPACITACION Y ADIESTRAMIENTO

Cualquiera que sea la excelencia del programa de Seguridad e Higiene en un centro de trabajo, gran parte de la Seguridad de los trabajadores depende de su propia conducta. Hay personas que actúan con Seguridad en ambientes peligrosos, mientras que otras son víctimas de accidentes en trabajos que parecen absolutamente seguros.

Este contraste se debe a que muchas de estas personas que trabajan con conducta insegura, no han sido motivadas ni concientizadas hacia la seguridad.

Por eso es prioridad empezar con cursos para introducirse al campo de la Seguridad y, posteriormente continuar con el adiestramiento:

CURSOS DE CAPACITACION

- 1.- Seguridad e Higiene.
- 2.- El fuego y sus causas.
- 3.- Fundamentos de toxicología.

EVENTOS DE ADIESTRAMIENTO

- 1.- Práctica "El Laboratorio del fuego"
- 2.- Práctica "Determinación del punto de inflamación"
- 3.- Prácticas "Utilización del equipo de protección personal"
- 4.- Simulacro "Manejo y uso de extintores"

C).- INSPECCIONES PERIODICAS A EQUIPOS E INSTALACIONES-  
CON FINES DE SEGURIDAD

Los recorridos por el Laboratorio de Ingeniería -- Química son necesarios para poder detectar alguna condición o acto inseguro. Estos recorridos deben realizarse por lo menos una vez al mes. Se pueden realizar tomando en cuenta el área de operación y se deben observar los siguientes lugares:

- Las instalaciones
- Los locales de servicio
- Los talleres de mantenimiento

Algunos de los puntos por revisar durante el recorrido pueden ser:

- 1.- Aseo y orden
- 2.- Métodos de manejo de materiales
- 3.- Espacio de trabajo
- 4.- Protecciones en los mecanismos de transmisión
- 5.- Estado del mantenimiento preventivo y correctivo
- 6.- Estado y uso de herramientas manuales
- 7.- Escaleras y barandales
- 8.- Pisos y plataformas
- 9.- Alumbrado y ventilación

- 10.- Equipo eléctrico (extensiones, conexiones, --  
etc.)
- 11.- Agentes dañinos: ruido, polvo, gases
- 12.- Equipo de protección personal
- 13.- Recipientes a presión (valv. de Seg., y otros)
- 14.- Peligros de explosión por gases o polvos
- 15.- Relación de sustancias químicas
- 16.- Accesos a equipos elevados.
- 17.- Salidas normales y de emergencia
- 18.- Paredes y techos
- 19.- Sistemas o equipos de prevención de incendios

D).- INVESTIGACION, ANALISIS Y ESTADISTICA DE ACCIDENTES

Es muy necesario investigar a fondo todo accidente producido o que haya estado a punto de ocurrir, con la mayor brevedad para averiguar sus causas reales y las circunstancias que atribuyen a él, con el objeto de impedir que vuelva a producirse. Durante la investigación es esencial efectuar una inspección especial de la escena del accidente.

En la tabla 6.1. se muestra una forma para la investigación del accidente.



TABLA 6.1. INVESTIGACION DEL ACCIDENTE

Nombre: \_\_\_\_\_ Ocupación: \_\_\_\_\_  
Fecha en que ocurrió: \_\_\_\_\_ Naturaleza de la lesión: \_\_\_\_\_  
Parte del cuerpo: \_\_\_\_\_ Clase de accidente: \_\_\_\_\_

ANALISIS DE LA CAUSA

CAUSAS BASICAS

FACTORES PERSONALES:

- Falta de conocimiento o capacidad
- Motivación inadecuada
- Problemas físicos o mentales

FACTORES DE TRABAJO:

- Normas inadecuadas
- Diseño o mantenimiento inadecuado
- Normas de compra inadecuadas
- Hábitos de trabajo incorrectos

CAUSAS INMEDIATAS

CONDICIONES INSEGURAS:

- Resguardos inadecuados
- Sistemas de aviso o llamadas de atención inadecuadas
- Peligro de incendios y explosiones

ACTOS INSEGUROS:

- Trabajar sin autorización
- Trabajar a velocidades inseguras
- No dar aviso o no señalar
- Anular los dispositivos de seguridad

- |                                                               |                                                             |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Movimientos peligrosos - inesperados | <input type="checkbox"/> Usar equipos defectuosos           |
| <input type="checkbox"/> Orden y limpieza malos               | <input type="checkbox"/> Usar equipos en forma insegura     |
| <input type="checkbox"/> Peligros de proyecciones             | <input type="checkbox"/> Adoptar posiciones inseguras       |
| <input type="checkbox"/> Poco espacio                         | <input type="checkbox"/> Reparar equipos peligrosos         |
| <input type="checkbox"/> Condiciones atmosféricas peligrosas  | <input type="checkbox"/> No usar las protecciones adecuadas |
| <input type="checkbox"/> Almacenamiento peligroso             | <input type="checkbox"/> Bromas y juegos                    |
| <input type="checkbox"/> Iluminación inadecuada               |                                                             |
| <input type="checkbox"/> Ruido                                |                                                             |

Especifique la causa si no corresponde a ninguna de las enumeradas: \_\_\_\_\_

Que medidas se tomarán para evitar la repetición? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

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

Preparado por: \_\_\_\_\_

## DESCRIPCION DE LA TABLA 6.1. "INVESTIGACION DEL ACCIDENTE"

El primer paso para el análisis de un informe con fines estadísticos, de lesión o de un accidente, debe contener las respuestas de las siguientes preguntas:

- 1.- Nombre del accidentado.
- 2.- Ocupación.
- 3.- Fecha en que ocurrió el accidente.
- 4.- Naturaleza de la lesión. Este punto comprende:
  - Corte
  - Magulladuras y contusiones
  - Fractura
  - Quemaduras
  - Amputación
  - Herida punzante
  - Hernia
  - Dermatitis
  - Abrasiones
  - Otras...
- 5.- Parte del cuerpo. Que parte del cuerpo se vio afectada por la lesión indicada, esto es:

CABEZA Y CUELLO	EXTREMIDADES SUPERIORES
- Cuero cabelludo	- Hombro
- Ojos	- Brazos
- Oreas	- Codo
- Boca, dientes	- Antebrazo
- Cuello	- Muñeca
- Cara	- Mano
- Cráneo	- Dedos

CUERPO

- Espalda
- Pecho
- Abdomen
- Ingle

EXTREMIDADES INFERIORES

- Cadera
- Muslo
- Pierna
- Rodilla
- Tobillo
- Pies
- Dedos

6.- Clase de accidente. Como se puso el lesionado en contacto con el objeto, la sustancia o exposición.

- Golpeó contra...
- Golpeado por objetos volantes
- Caída al mismo nivel
- Caída de distinto nivel
- Resbalones (no caídas)
- Inhalación
- Absorción
- Ingestión
- Contacto con corriente eléctrica
- Otras...

7.- Análisis de la causa

CAUSAS BASICAS

- Factores personales
- Factores del trabajo

CAUSAS INMEDIATAS

- Condiciones inseguras
- Actos inseguros

E).- CAMPAÑA PERMANENTE DE SEGURIDAD

Las campañas sirven para centrar la atención de -- todo el personal del Laboratorio en un problema específico - de accidentes. Son complementarias, no sustitutivas, de la constante labor preventiva de accidentes y de la concientización del trabajo con Seguridad, que se realiza durante el -- año por el comité de Seguridad.

Para el caso del Laboratorio de Ingeniería Química se pueden emprender campañas para promover:

- El uso de equipo de protección personal.
- El no fumar en áreas peligrosas.
- El uso de vestimenta apropiadas.
- El comportamiento adecuado de acuerdo al Instructivo Interno de Seguridad.

F).- SERVICIO MEDICO

Aunque se cuenta con un Servicio Médico para toda la Facultad, es necesario que el Laboratorio de Ingeniería - Química tenga por lo menos un botiquín de primeros auxilios.

El botiquín de primeros auxilios debe satisfacer - cualquier necesidad; según el tipo de peligro que se desee - prevenir.

La dimensión y contenido de un botiquín, está en - función del uso al que pretende destinársele y a la naturaleza de las posibles lesiones que se produzcan. (ver inciso - II del Instructivo No. 7; capítulo IV pag.92 ).

Su ubicación debe estar estratégicamente localiza- do en áreas donde la probabilidad de accidente sea mayor y - la unidad debe estar bajo la responsabilidad de una persona, debidamente preparada para aplicar los primeros auxilios en- caso de que sea necesario.

C).- PLAN DE EVACUACION EN CASO DE EMERGENCIA

En caso de una emergencia por algún siniestro, es necesario contar con una organización o brigada que logre la evacuación rápida del personal, salvaguardando los recursos humanos del Laboratorio, así como tratar de reducir las pérdidas económicas que pudiera sufrir la Facultad.

Es indispensable contar con un plan de evacuación para casos de emergencia, de observación general para toda persona que permanezca en el Laboratorio, independientemente de la integración de la brigada.

Para que el plan sea funcional, el Laboratorio debe contar con:

- Sistema de alarma.
- Número de extintores suficientes, con capacidad y agente extintor adecuado, además que esté en condiciones de uso.

Los integrantes de la brigada deberán conocer:

- Ubicación del equipo contra incendio.
- Salidas normales y de emergencia.
- Ubicación de la zona del personal evacuado.
- Teléfonos de ayuda exterior (Departamento de prevención y combate de siniestros de la U.N.A.M.).

#### ACCION A TOMAR EN CASO DE FUEGO (CONATO)

- 1.- Sonar la alarma.
- 2.- Combatir el fuego, utilizando el extintor adecuado.
- 3.- Si el fuego no está controlado al quedar descargado un extintor, o si el fuego va en aumento deberá evacuarse el Laboratorio tan rápidamente como sea posible.
- 4.- Comprobar que se ha llamado al Departamento de prevención y combate de siniestros de la U.N.A.M.
- 5.- No volver a entrar al Laboratorio hasta recibir aviso o permiso oficial.

#### ACCION A TOMAR EN CASO DE INCENDIO

- 1.- Sonar la alarma.
- 2.- En caso de ser posible, los miembros de la brigada, cerrarán las válvulas de combustible y desconectarán el circuito eléctrico.
- 3.- Asegurarse que ha sido llamado el Departamento de prevención y combate de siniestros de la U.N.A.M.

Todos estos puntos deben ser registrados en el acta correspondiente.



C A P I T U L O    7  
-----

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

El motivo principal por el cual se elaboró el presente estudio fue que en el Laboratorio de Ingeniería Química, no se contaba con un programa de Seguridad e Higiene, -- que lograra:

- Destacar la importancia que tiene la Seguridad - como elemento trascendental en el ámbito laboral del futuro Ingeniero Químico.
- Presentar los aspectos básicos de Seguridad que deben manejarse en un centro de trabajo.
- Ampliar la conciencia de todos los que ahí laboran, para efectuar su trabajo como hábitos seguros.

En este trabajo se lograron los siguientes puntos:

- Se proporciona la información básica de Seguri-- dad, para la continuación de otros trabajos afines al tema.
- Se analizaron los riesgos más comunes en los -- equipos, proponiendo sus medidas de prevención, para la eliminación de éstos.
- Se presenta información respecto a las sustan-- cias más empleadas, indicando propiedades físii--

cas, químicas y toxicológicas.

- Se propone un programa de Seguridad e Higiene -- para el Laboratorio, con la finalidad de fortalecer aún más las actividades que ya se realizan.
- Finalmente se elabora el Instructivo Interno de Seguridad para el Laboratorio.

7.2. RECOMENDACIONES

En el capítulo cinco (Análisis de riesgos en el Laboratorio de Ingeniería Química) se mencionan algunas medidas preventivas y correctivas para eliminar los riesgos que se observaron; cabe señalar que algunos de éstos ya han sido eliminados.

Como complemento a dichas medidas y enfatizando sobre los riesgos más peligrosos, a continuación se da una relación de actividades que siempre deben tenerse en cuenta:

A.- EXTINTORES. El comité de Seguridad del Laboratorio, debe contar con una bitácora donde estén registrados todos los extintores; conteniendo la siguiente información:

- Numeración.
- Ubicación.
- Tipo de agente, e indicando para que tipo de incendio puede usarse.
- Capacidad.
- Fecha en que se efectuó la última prueba hidrostática (es recomendable efectuarla cada cinco años).

Además en el sitio donde se encuentran los extintores debe haber señalamiento visible y adecuado para cada uno de ellos.

- Debe instalarse un sistema de alarma para poner alerta al personal en caso de un incendio.

#### B.- EQUIPOS EN MOVIMIENTO

- Todos los acoplamientos, bandas y sistemas de propulsión de cadenas deben tener guardas.
- Debe haber espacio suficiente entre unidades para atenderlas en forma cómoda y segura.

#### C.- TUBERIAS

- Es preferible las tuberías aéreas. Pueden ser elevadas o colocarse al nivel del suelo. Las tuberías enterradas constituyen un riesgo porque no se pueden localizar las fugas fácilmente.
- Aislar todas las tuberías calientes con las que el personal pueda quedar en contacto. Con temperaturas arriba de 50° C representan el riesgo.

#### D.- EQUIPOS A PRESION

- En el caso de la caldera, ésta debe registrarse ante la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
- Registrar al operador ante dicha Secretaría, para obtener la licencia de fogonero.

- Efectuar mantenimiento periódico.
- Contar con un programa de paro y arranque, para evitar daños innecesarios.

#### E.- EDIFICIO

- Las escaleras deben contar con sus peraltes y huellas uniformes, además no deben ser lisas.
- Los pisos no deben estar lisos.
- Utilizar conduit para instalaciones eléctricas.
- Donde se maneje sustancias corrosivas debe instalarse un lavajos y una regadera de emergencia.
- Todas las líneas (vapor, eléctricas, aire, etc.) deben contar con un código de colores, establecido por el Laboratorio o por normas reconocidas.
- Por considerar que la conexión eléctrica de motores a prueba de explosión es muy costosa, es necesario continuar con el cambio de sustancias peligrosas (inflamables, tóxicas) por otras menos peligrosas, sin que se deforme la enseñanza experimental.

F.- EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

- Aunque todas las medidas y recomendaciones-- antes mencionadas se llevaran a cabo; será - indispensable que dentro del Laboratorio, se utilice: overol, guantes, casco de seguridad.

G.- OTRAS

- Poner a la brevedad posible en observancia - el Reglamento Interno de Seguridad.
- Estudiar con detalle, la posibilidad de im-- plementar una red de agua contra incendio.
- Continuar con las modificaciones técnicas de instalación, para que la operación de los -- equipos sea la adecuada y segura.

A P E N D I C E     A  
=====

INSTRUCTIVO INTERNO DE SEGURIDAD PARA EL LABORATORIO  
DE INGENIERIA QUIMICA DE LA FACULTAD DE QUIMICA (UNAM)



I N D I C E  
=====

- 1.- Objetivo
- 2.- Alcance y responsabilidades
- 3.- Prevención de accidentes
- 4.- Accidentes de trabajo
- 5.- Equipos y herramientas de trabajo
- 6.- Prevención de incendios
- 7.- Permisos de seguridad para trabajos peligrosos
- 8.- Equipo de protección personal

1.- OBJETIVO

Propiciar y mantener condiciones de seguridad durante la estancia, operación y mantenimiento en las instalaciones del Laboratorio de Ingeniería Química, para evitar accidentes mediante la aplicación de medidas adecuadas a cada caso.

## 2.- ALCANCE Y RESPONSABILIDADES

- 2.1 El presente instructivo es de observancia general para todos los maestros, alumnos, trabajadores y toda persona que se encuentre dentro de las instalaciones del Laboratorio de Ingeniería Química.
- 2.2 La supervisión, aplicación y observancia se encomienda a la comisión de seguridad.
- 2.3 La comisión de seguridad interna del Laboratorio de Ingeniería Química, estará formada por los jefes académicos y el jefe de mantenimiento, como responsables de la aplicación y observancia del presente instructivo.
- 2.4 Para cumplir con las indicaciones marcadas en el presente instructivo se contará con los medios necesarios, así como de normas y recomendaciones particulares a cada caso.

### 3.- PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

- 3.1 Cada persona que se encuentre en las instalaciones del Laboratorio de Ingeniería Química, es responsable de su propia seguridad y de su equipo de trabajo.
- 3.2 Es responsabilidad de cada persona, desempeñar su labor de una manera segura, para no exponerse a riesgos ni a sí mismo ni a cualquier otra persona a accidentes, así como poner en peligro las instalaciones del Laboratorio.
- 3.3 La comisión de seguridad es responsable de que los trabajos se efectúen de acuerdo a las normas de seguridad. Toda persona que tenga conocimiento de que se estén efectuando labores peligrosas, sin tomar en cuenta las normas preventivas señaladas por este instructivo, deberá avisar a su jefe inmediato, y en su caso a la comisión de seguridad.
- 3.4 Los accidentes de trabajo deberán evitarse a toda costa; para ese fin, cualquier persona dentro del Laboratorio deberá hacer lo que esté a su alcance para conseguirlo; aunque para ello tenga que desempeñar en una circunstancia de peligro, las labores de otra persona.
- 3.5 Queda estrictamente prohibido entrar al Laboratorio, sin la autorización y supervisión de algún maestro.

- 3.6 Es requisito indispensable el uso del equipo de seguridad correspondiente.
- 3.7 Se prohíbe fumar, ingerir bebidas o alimentos dentro de las instalaciones del Laboratorio.
- 3.8 Queda prohibido tirar basura o desperdicios fuera de los colectores asignados a cada caso.
- 3.9 Quedan absolutamente prohibidos, los juegos o bromas, así como correr dentro del Laboratorio; deberá circularse por los pasillos marcados para tal fin.
- 3.10 Todas las personas deberán respetar los avisos y señalamientos de seguridad del Laboratorio.
- 3.11 Se prohíbe encender toda clase de fuegos en el Laboratorio.
- 3.12 Para prender cualquier fuego, será indispensable obtener previamente el permiso de la comisión de seguridad.
- 3.13 Se prohíbe entrar al Laboratorio en estado de ebriedad o bajo la influencia de narcóticos o drogas enervantes.
- 3.14 Se prohíbe alterar en cualquier forma los métodos, procedimientos o sistemas establecidos, o que se establecieran. Para cualquier cambio de procedimiento deberá ser aprobado por la comisión de seguridad.
- 3.15 Al operar cualquier maquinaria o equipo, no deben-

usarse prendas sueltas (corbatas, brazaletes, collares, pelo suelto o vestimenta) que se pueda enganchar, enredar o atorar con las máquinas en movimiento.

- 3.16 Se prohíbe quitar guardas o protecciones de seguridad sin una razón justificada, en cuyo caso deberá colocarse un aviso visible.
- 3.17 Es responsabilidad y obligación de toda persona reportar al maestro o responsable de la comisión de seguridad, cualquier condición insegura que detecte, y es responsabilidad de la comisión hacer que se elimine a la mayor brevedad dicha condición insegura.
- 3.18 Las personas que laboren en el Laboratorio, deberán conservar en buen estado de orden y limpieza todos los materiales y equipos que utilicen.
- 3.19 Se deberán mantener siempre limpios, ordenados y sin bloqueos los equipos contra incendio y las puertas de acceso.
- 3.20 Utilice siempre los pasamanos de las escaleras; no deben usarse escaleras defectuosas. Las escaleras deben bajarse o subirse despacio.
- 3.21 Se deberán conservar en condiciones óptimas de orden y limpieza los cubículos de análisis y de trabajo.
- 3.22 Proteja las fosas, registros o pozos con sus tapas

correspondientes, o circunde el área y coloque los letreros adecuados.

- 3.23 Se prohíbe reparar motores, flechas o transmisiones cuando las máquinas estén en movimiento.
- 3.24 Se prohíbe utilizar vapor, aire comprimido, agua a presión o extinguidores en casos que no sean de -- trabajo o de emergencia.
- 3.25 Evite golpear o aventar y trate con cuidado los cilindros de gases a presión (oxígeno, acetileno, -- etc.), retírelos de las áreas no asignadas cuando termine de usarlos.

En el caso de que los cilindros de gases a presión no se utilicen constantemente, deberán mantenerse siempre sujetos, asegurándose que tengan su capu--chón protector colocado.

- 3.26 Los materiales de tipo general, deberán manejarse siempre cuidadosamente de acuerdo con:
  - a) Su peso
  - b) Su volumen
  - c) Su forma
  - d) Su composición
- a) Cualquier material con peso superior a 25 Kg. - deberá transportarse con carretillas o aditamentos específicos para su transporte.
- b) Los recipientes con volúmenes mayores de 25 litros, deberán transportarse con aditamentos es-

peciales.

No deberán utilizarse recipientes de vidrio o frágiles para evitar que se rompan en su manejo.

c) Los materiales a granel deberán manejarse con los instrumentos adecuados, además de utilizar guantes y gafas. Cuando se almacenen piezas de gran longitud (tuberías), los extremos de éstas no deberán sobresalir hacia los pasillos o corredores.

d) Los materiales susceptibles de descomposición o degradación, deberán ser almacenados en lugares destinados expresamente para ellos, resguardándolos del frío o calor extremos.

Los recipientes que contengan líquidos volátiles o inflamables no deben dejarse expuestos a los rayos solares.

Al almacenar reactivos, no deben guardarse juntos aquellos que puedan reaccionar entre sí.

Todos los reactivos deben de estar claramente etiquetados indicando su contenido y toxicidad.

3.27 Todas las sustancias tóxicas e inflamables se deberán manejar con las máximas medidas de seguridad, evitando en lo posible su utilización.

3.28 La responsabilidad sobre el manejo adecuado y uso correcto de los reactivos y productos manejados en el Laboratorio recaerá en la Comisión de seguridad



dando a conocer los procedimientos de manejo a través de los maestros del Laboratorio de Ingeniería-Química.

- 3.29 Ninguna sustancia deberá inhalarse directamente, - sino llevarse los vapores hacia la nariz por medio de un ligero movimiento de la mano.
- 3.30 Todos los trabajadores, profesores y alumnos deberán conocer las propiedades principales de las sustancias que manejan, de tal manera que les permita tomar las medidas de seguridad adecuadas. Estas - propiedades son:
- a) Toxicidad
  - b) Vías de ingreso al organismo
  - c) Concentración máxima permisible en el ambiente
  - d) Estado de agregación o estado físico en que se debe manejar
  - e) Punto de inflamación
  - f) Temperatura de autoignición
  - g) Límites de inflamabilidad
  - h) Solubilidad en el agua .
  - i) Reactividad
  - j) Inestabilidad térmica
  - k) Punto de fusión y de ebullición
  - l) Presiones de vapor a temperatura ambiente
  - m) Antídotos

- 3.31 Cuando se desconozcan los efectos y propiedades de una sustancia química, antes de utilizarla o desecharla, debe consultarse y tomar las medidas de seguridad adecuadas.
- 3.32 Cuando exista peligro de una determinada reacción, o en el manejo de ciertos reactivos o sustancias, estos deberán diferirse hasta conocer sus riesgos y su forma adecuada de efectuar la operación con seguridad.
- 3.33 Toda tubería o equipo que conduzca vapor o productos arriba de una temperatura de 50-60° C, deberá aislarse térmicamente.
- 3.34 Todas las tuberías y equipos que trabajen o que exista la posibilidad de altas presiones (50 psig o mayores), deberán contar con válvulas automáticas de seguridad que desfoguen a lugares seguros aislados.
- 3.35 Las tuberías del Laboratorio, deberán pintarse de acuerdo al código de colores establecido para tal fin.
- 3.36 Al transvasar productos químicos de un recipiente metálico a otro, debe evitarse derrames y hay que conectar "a tierra" para evitar acumulación de electricidad estática.

- ACCIDENTES DE TRABAJO

- 4.1 En caso de existir un accidente con o sin lesión, -- leve o grave, debe reportarse inmediatamente a los responsables de seguridad o en su caso al maestro responsable de la práctica.
- 4.2 La persona que sufra un accidente, por leve que -- este sea deberá ser atendida en el servicio médico de la Facultad, donde le suministrarán los primeros auxilios y trasladarlo al Centro Médico de la UNAM -- o en su defecto a los centros de atención médica -- del ISSSTE.
- 4.3 La responsabilidad de que los accidentes ocurran -- dentro del área del Laboratorio, será de la comi--- sión de seguridad o en su caso del maestro responsable de la práctica o trabajo en que cause el accidente.
- 4.4 Es responsabilidad del maestro y de la comisión de seguridad, cuando ocurra un accidente, hacer la investigación del mismo, acompañándola del reporte es crito correspondiente que deberá ser turnado inme-- diatamente a la comisión de seguridad, a fin de encontrar las causas y emitir las recomendaciones más

adecuadas para que no vuelva a suceder.

4.5 En el caso de un accidente con lesión, el responsable deberá acompañar al accidentado para que se le proporcione la asistencia médica necesaria.

4.6 Es responsabilidad de la comisión de seguridad, ver que se lleven a cabo las recomendaciones surgidas de la investigación del accidente, así como tramitar y exigir a las autoridades de la Facultad para que proporcionen los medios necesarios, y así corregir los defectos que causaron el accidente.

## 5.- EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DE TRABAJO

- 5.1 Siempre debe de utilizarse equipo y herramienta adecuada y en buen estado.
- 5.2 Al utilizar cualquier equipo que se encuentre dentro del área del Laboratorio, deberá hacerse siguiendo estrictamente los instructivos de operación existentes y bajo la supervisión del maestro responsable de la práctica. Queda prohibido utilizar cualquier equipo si no existe una persona responsable de éste.
- 5.3 Las herramientas y los equipos del Laboratorio, solamente podrán utilizarse para el fin con el cual fueron diseñados.
- 5.4 Es responsabilidad de cualquier persona que utilice herramienta o equipo, si éste no está en condiciones de seguridad adecuadas.

## 6.- PREVENCIÓN DE INCENDIOS

6.1 La persona que descubra un incendio debe hacer lo siguiente:

a) Dar la voz de alarma.

b) Llamar a la extensión del Departamento de Bomberos de la UNAM.

c) Indicar: lugar del incendio y ubicación donde ocurre, nombre de la persona que llama y cualquier número de identificación.

d) Proceda a combatir el incendio o a evacuar al personal mientras llega la brigada contra incendio.

6.2 La comisión de seguridad es responsable de que el personal que labora en el Laboratorio, conozca de manera adecuada los puntos indicados en el inciso 6.1, mediante la publicación de éstos en lugares adecuados del Laboratorio de Ingeniería Química.

6.3 Es responsabilidad de la comisión de seguridad, conservar el equipo contra incendio en óptimas condiciones, así como evitar que se encuentren obstruidos o en un lugar no visible,

6.4 Deberá realizarse una inspección mensual del equiu

po contra incendio, revisando la presión de los extinguidores, el estado de las válvulas y seguros del equipo. Todo equipo que esté fuera de especificaciones deberá ser reemplazado, o ser reparado a la brevedad posible; deberá hacerse una auditoría con su correspondiente reporte en forma mensual del equipo contra incendio y entregar los resultados a la comisión de seguridad, turnándole una copia a las autoridades de la Facultad.

6.5 Cuando un equipo contra incendio haya sido usado, deberá de darse aviso a la comisión de seguridad, explicando la causa de haberlo utilizado, con el objeto de que sea recargado inmediatamente (en un plazo no mayor de 24 horas).

6.6 En los lugares donde se manejen productos combustibles deben instalarse, convenientemente ubicados, extinguidores de las características y capacidades apropiadas y además recipientes con arena que contenga un 10% de bicarbonato de sodio, con sus utensilios correspondientes. La comisión de seguridad deberá de sugerir, que otras medidas deberán de tomarse en cuenta, cuando se manejen estos productos combustibles.

- 6.7 Deberán existir áreas perfectamente definidas -- para efectuar trabajos con productos combusti--- bles o explosivos y en donde se almacenen produc tos o materiales susceptibles de inflamarse. - - En éstas áreas deberá haber el número y tipo de extinguidores adecuados.
- 6.8 No deberán utilizarse recipientes abiertos que - contengan materias primas combustibles.
- 6.9 Cuando se lleve a cabo una operación en la cual se utilice fuego abierto, o se produzca otra for ma de ignición, deberá tenerse preparado y a la mano el equipo de extinción adecuado.
- 6.10 En caso de incendio o desastre, todo el personal capacitado tiene la obligación de prestar ayuda por el tiempo que sea necesario.
- 6.11 Es obligación del personal del Laboratorio, cono cer el manejo de extinguidores y darlo a conocer a cualquier persona que utilice las instalacio-- nes.
- 6.12 En aquellas áreas donde se almacenan y manejan -



productos combustibles, queda prohibido terminantemente la presencia de fuentes de calor arriba de 275° C.

6.13 En los lugares mencionados en el artículo anterior debe colocarse el aviso de "PROHIBIDO FUMAR".

6.14 Cuando se presuma la existencia de atmósferas inflamables, deberá evacuarse inmediatamente el área, suspendiéndose todo trabajo, además, deberá realizarse la prueba de explosividad y cuando ésta resulte negativa, se podrá proseguir con la labor inicialmente prevista.

## 7.- PERMISOS DE SEGURIDAD PARA TRABAJOS PELIGROSOS

7.1 No se podrá realizar ninguno de los trabajos que a continuación se mencionan, hasta no haber recabado las autorizaciones necesarias y cumplido con las recomendaciones establecidas:

- a) Soldar, cortar con soplete o producir flamas.
- b) Producir chispas en áreas peligrosas.
- c) Transportar materiales inflamables, corrosivos o tóxicos.
- d) Reparar tuberías que contengan productos combustibles, corrosivos o tóxicos.
- e) Trabajos en alturas
- f) Entrar a tanques, equipos o áreas confinadas.
- g) Trabajar en circuitos eléctricos energizados.

7.2 Se prohíbe el uso de líquidos combustibles para cualquier labor no autorizada.

7.3 En áreas con riesgo de incendio debe de extremarse el orden y limpieza, y en caso necesario propiciarlo en mayor extensión.

7.4 En aquellas áreas en donde se puedan presentar -- acumulación de atmósferas inflamables o tóxica, - no deberá de realizarse ningún trabajo de repara-

ción, sin antes haber tomado las medidas específicas de seguridad para estos casos.

7.5 Cuando se trabaje en el Laboratorio, todas las --  
puertas de salida o acceso deben de funcionar libremente (sin llaves o candados) a fin de tener --  
vías escape adecuadas.

## 8.- EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

### 8.1 Lentes de seguridad.

Es obligatorio el uso de lentes de seguridad en todas las áreas del Laboratorio, exceptuando las oficinas, sanitarios y salones. En el caso de no tener lentes de seguridad, por lo menos deberán utilizarse lentes comunes (graduados o para el sol).

### 8.2 Accesorios varios.

Para todos los trabajadores de mantenimiento y operación del Laboratorio será obligatorio el uso de:

- a) Guantes
- b) Casco de seguridad
- c) Zapatos de seguridad
- d) Guantes y goggles de soldar en cualquier trabajo de ésta naturaleza.

### 8.3 Al efectuar cualquier reparación sobre equipos que puedan ser puestos en movimiento (mecánicos, eléctricos, etc.), se deberá colocar un candado de seguridad personal en interruptores o arrancadores, el cual podrá ser retirado únicamente por el propio responsable de la reparación, asegurándose que ya no exista ninguna persona trabajando sobre ésta máquina.

A P E N D I C E 3  
=====

REGLAMENTO GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

ART. 12 En los centros de trabajo, en que los procesos, ---  
operaciones y actividades que en ellos se realicen  
impliquen un alto riesgo para sus trabajadores, --  
como consecuencia de las materias primas, produc--  
tos o subproductos que se manejen, aquellas se - -  
efectuarán en áreas, locales o edificios aislados,  
según se indique el instructivo correspondiente.

ART. 15 Los centros de trabajo, deberán estar provistos de  
equipos suficientes y adecuados para la extinción-  
de incendios, en función de los riesgos que entra-  
ñe la naturaleza de su actividad, debiendo cumplir  
con la Norma Oficial Mexicana y los instructivos -  
que se expidan.

B I B L I O G R A F I A  
=====

- 1.- Manual Técnico de Seguridad.  
W. J. Hackett  
G.P. Robbins  
Ed. Representaciones y Servicios de Ingeniería, S. A.-  
México.
- 2.- La seguridad industrial, su administración.  
John V. Grimaldi  
Rollin H. Simonds  
Ed. Representaciones y Servicios de Ingeniería, S. A.-  
México.
- 3.- Manual de prevención de accidentes para operaciones industriales.  
Consejo interamericano de seguridad  
Ed. Mapfre
- 4.- Seguridad industrial.  
Roland P. Blake
- 5.- Guía para la selección y el uso del equipo de protección personal en el trabajo.  
I.M.S.S.

- 6.- Prevención y combate de incendios.  
Asociación mexicana de higiene y seguridad.
  
- 7.- Diario Oficial. (S.T.P.S.)  
Lunes 28 de marzo de 1983.
  
- 8.- Conocimientos Básicos de Seguridad en el Trabajo.  
José María Ruíz Iturregui  
Ed. Deusto.
  
- 9.- Readings in Industrial accident prevention  
Dan Petersen  
Jerry Goodale  
Ed. Mc. Graw Hill.
  
- 10.- Seguridad e Higiene en el Trabajo.  
J. A. Andraca Soto  
En Impresión.
  
- 11.- Manual de Protección contra incendio (N.F.P.A.)  
Edición No. 14  
1a. Edición en Español  
Ed. Mapfre.
  
- 12.- Industrial Noise and Vibration control.  
J.D. Irwin  
E.R. Graf  
Prentice Hall