

# MANEJO SEGURO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS



**Dr. Fernando Márquez R.**  
**Departamento de Ingeniería Química**  
**Universidad de Concepción**  
**Casilla 160-C, Correo 3, Concepción**  
**Fonos : 56-41-204534 – 204755**  
**Fax : 56-41-247491**  
**Celular. : 09-2249579**  
**Email : fmarquez@diq.udec.cl**

# MANEJO SEGURO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

<b>CONTENIDO</b>		
<b>CAPITULO I PRODUCTOS QUÍMICOS Y SU TOXICIDAD</b>		
1.1	La Industria Química y los Productos Químicos.....	1
1.2	Autoridades y Aspectos Legales.....	2
1.3	Accidentes con Sustancias Peligrosas.....	5
1.4	Antecedentes sobre Control de Sustancias Peligrosas.....	11
1.5	Toxicología Básica de las Sustancias Peligrosas.....	15
<b>CAPITULO II NORMAS DE SUSTANCIAS PELIGROSAS</b>		
2.1	Normas Chilenas Oficiales.....	29
2.2	Listado de Normas sobre Sustancias Peligrosas.....	37
2.3	Norma NCh 382 y otras Normas sobre Sustancias Peligrosas.....	40
2.4	Decreto Supremo N° 745 : .....	59
2.5	Decreto Transporte Sustancias Peligrosas N°298. ....	64
<b>CAPITULO III DEFINICIÓN DE SUSTANCIAS PELIGROSAS</b>		
3.1	Descripción de Sustancias Peligrosas.....	69
3.1.1	Clasificación oficial de sustancias peligrosas.....	70
	Clase 1:Explosivos.....	72
	Clase 2:Gases.....	72
	Clase 3:Líquidos Inflamables y Combustibles.....	73
	Clase 4:Sólidos Inflamables.....	73
	Clase 5:Sustancias Oxidantes y Peróxidos Orgánicos.....	74
	Clase 6:Sustancias Tóxicas e Infecciosas.....	74
	Clase 7:Sustancias Radioactivas.....	75
	Clase 8:Sustancias Corrosivas.....	75
	Clase 9:Sustancias Miscelaneas.....	76
	Simbologías en General.....	77
3.2	Descripción de Residuos Tóxicos.....	84
3.3	Definición y Clasificación de Residuos Peligrosos.....	90
<b>CAPITULO IV CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE SITIOS DE ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS</b>		
4.1	Localización y edificios.....	103
4.2	Ubicación en planta.....	103
4.3	Diseño de sitios de almacenamiento.....	104
4.4	Almacenamiento exterior.....	113

<b>CONTENIDO</b>		
<b>CAPITULO V GESTION DEL ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS</b>		
5.1	Condiciones de la operación.....	115
5.2	Recepción, despacho y transporte de sustancias.....	115
5.3	Separación y segregación de productos.....	117
5.4	Transporte interno de sustancias.....	121
5.5	Higiene personal y equipamiento de seguridad.....	122
5.6	Derrames y fugas de contenedores y envases.....	125
5.7	Disposición de residuos.....	127
5.8	Primeros auxilios.....	128
5.9	Entrenamiento, auditoria y permisos de trabajo.....	130
5.10	Inspecciones de seguridad.....	130
5.11	Señales y símbolos.....	131
<b>CAPITULO VI PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA GENERALES</b>		
6.1	Introducción.....	132
6.2	Planes de emergencia.....	137
6.3	Detección de incendios y equipo de protección.....	159
6.4	Medios de combate contra incendios.....	161
6.5	Ubicación de extinguidores y mangueras.....	164
6.6	Combate del fuego.....	165
6.7	Protección ambiental y de la comunidad.....	165
6.8	Operaciones de limpieza.....	166
6.9	Acciones de respuesta médica.....	168
<b>CAPITULO VII RESPUESTAS DE EMERGENCIA EN EL TRANSPORTE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS</b>		
7.1	Manejo de Emergencias con Sustancias Peligrosas.....	175
7.2	Fuga y Contención de Derrames Líquidos.....	182
7.3	Características de las Espumas.....	190
7.4	Información de Seguridad en el Manejo de Sustancias Peligrosas.....	195
<b>CAPITULO VIII ANALISIS DE RIESGOS : MÉTODO APELL</b>		
8.1	Introducción al Método APELL.....	217
8.2	Descripción de Método APELL.....	221
8.3	Ejemplos de Análisis del Método APELL.....	234
<b>CAPITULO IX PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD Y MANEJO ADECUADO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS EN LABORATORIOS</b>		
9.1	Control de Inventario.....	244
9.2	Información sobre Riesgos y Almacenamiento.....	246
9.3	Hojas de Seguridad y Equipos de Protección.....	252
9.4	Medidas de Seguridad en caso de incendio.....	259
9.5	Control de Derrames.....	264
9.6	Primeros auxilios en el Laboratorio.....	266
9.7	Tratamiento de residuos en el laboratorio.....	272
<b>APENDICE 1 : GLOSARIO DE TERMINOS</b>		279

## CAPÍTULO I

### PRODUCTOS QUÍMICOS Y SU TOXICIDAD

#### 1.1. La industria química y los productos químicos

En los últimos 40 años, se ha ampliado mucho la gama de productos químicos disponibles, contribuyendo a aumentar la expectativa de vida y mejorar las condiciones de la existencia humana. Gran cantidad de productos químicos son utilizados para proporcionar una gran variedad de objetos que hacen más fácil la existencia, ofrecen mayor agrado, aumentan la productividad o, algo más importante, salvan vidas. Muchos productos químicos no son utilizados directamente por los consumidores, pero son esenciales para proporcionar elementos que forman parte de nuestro vivir cotidiano. Es así como hoy en día se identifican más de 11 millones de productos químicos (entre naturales y fabricadas por el hombre), de los cuáles sólo una pequeña fracción está disponible para comercialización .

En el pasado, la producción mundial de productos químicos (incluyendo solventes, fertilizantes y metales no ferrosos ) estaba localizada principalmente en Europa y América del Norte. Sin embargo en la última década, los nuevos países industrializados del este de Asia, produjeron y aumentaron la proporción de productos químicos. Asimismo se ha informado de una proliferación de productos químicos que entran en el mercado cada año; probablemente entre 200 y 1000 de ellos son producidos anualmente en cantidades que sobrepasan ampliamente la tonelada .



Figura 1.1

Planta Industrial de Union Carbide, productora de metilisocianato, Bhopal , India. El accidente de esta industria ha sido uno de los más grandes de la era industrial de la historia.

Existen un sinnúmero de ejemplos de dramáticos accidentes en que intervienen el almacenamiento o manejo de materiales o sustancias peligrosas tales como combustibles, fertilizantes, pesticidas, productos químicos, etc. (Metilisocianato en Bophal, Radiactividad en Chernobyl, Gas Licuado en Ciudad de México, Gas Sarín en Japón, Gas Natural en Rusia, Químicos en Basel, etc., etc.), lo cual hace imprescindible una buena información en el Manejo Seguro de Sustancias Peligrosas. No solamente se han producido consecuencias desastrosas con

estos accidentes, sino que también se ha demostrado de que no existe una preparación adecuada para prevenir y combatir estas emergencias.

Existe una preocupación internacional acerca del peligro de los productos químicos para la humanidad y el ambiente natural, y es así como se expresó en la Conferencia de las Naciones Unidas para el Ambiente Humano realizada en Estocolmo, Suecia en 1972, así como también en el reconocimiento de la Organización Mundial de la Salud, OMS en 1977 de la necesidad de una acción internacional, lo cual llevo a establecer el año 1987 el Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas, (PISSQ) entre la OMS, el PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) y la OIT (Organización Internacional del Trabajo). El PISSQ esta localizado en las oficinas de la OMS en Ginebra, y fue establecido para entregar una base científica internacional sobre las cuales los países pueden desarrollar sus propias medidas de seguridad química, y para reforzar las capacidades de cada país para la prevención y tratamiento de los efectos dañinos de los productos químicos y para el manejo de los aspectos de salud en las emergencias químicas.

La Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) realizada en Río de Janeiro en Junio de 1992, reconoció la necesidad de asegurar el manejo ambientalmente seguro de los productos químicos tóxicos, dentro de los principios del desarrollo sustentable y del mejoramiento de la calidad de vida para la humanidad.



Es por lo anterior que hemos hecho un esfuerzo en preparar un texto que permita una introducción a los conceptos fundamentales del manejo seguro de las sustancias peligrosas, esperando crear una conciencia en relación a estos peligros.

## **1.2. Autoridades y aspectos legales**

Existen en nuestro país, las autoridades responsables del manejo de todos los aspectos relacionados con sustancias peligrosas. Cabe nombrar la responsabilidad de los Ministerios de Salud, de Minería, de Interior, de Transporte, etc. A nivel regional existen las respectivas autoridades responsables de este tema, tales como Intendencia, Seremi Salud, Seremi Transporte, Oficina Oremi, etc. A nivel local se pueden mencionar las oficinas de Medio Ambiente de Municipalidades, Servicios de Salud, Gobernación Marítima, etc. Sin embargo debe enfatizarse también la responsabilidad del sector privado (Industrias, Universidades, Sector Transporte, Servicios, Contratistas, etc) y de la comunidad. Otro organismo de gran importancia en relación al tema es el Instituto Nacional de Normalización, INN, quién es el responsable de dictar Normas sobre Sustancias Peligrosas. Las autoridades locales, regionales y nacionales deben tomar en cuenta los siguientes aspectos antes y después de autorizar cualquier actividad que incluya el manejo de sustancias peligrosas.

- Evitar las ampliaciones de los lugares de almacenamiento sin previo estudio;
- Evitar la localización de lugares de almacenamiento de sustancias peligrosas en las cercanías de lugares conflictivos;
- Considerar la posible contaminación de aguas superficiales y subterráneas en caso de incendios;
- Proveer los accesos adecuados hacia y desde el lugar de almacenamiento, con rutas expeditas y con infraestructura de servicios de emergencias, inspecciones, etc.



Una vez que se ha autorizado la instalación de un lugar como almacenamiento de sustancias peligrosas, el gobierno y las autoridades locales no debe permitir ninguna otra instalación o edificio incompatible cercano al lugar, es decir, autorizar una escuela, supermercado, instalaciones de gas licuado, etc.

### **1.2.1. El productor y el propietario de sustancias peligrosas**

Al considerar una instalación para el almacenamiento de sustancias peligrosas, la entidad responsable (industria, laboratorio, empresa, hospital, etc.), el propietario, o el productor debe considerar lo siguiente:

- Estar satisfecho con la conveniencia de las instalaciones;
- Tener el personal competente con las instalaciones;
- Entregar la información adecuada a las personas que atenderá las instalaciones;
- Asegurarse que las personas que trabajan en las instalaciones entienden los requerimientos y cuales son sus responsabilidades de acuerdo a sus contratos;
- Preparar y entregar la información necesaria de los productos para permitir un almacenamiento seguro;
- Asegurarse de que el personal recibe formalmente la información de la peligrosidad de los productos, las recomendaciones para el manejo seguro y las instrucciones para el caso de derrames;
- Asegurarse de que el personal entiende las implicaciones del manejo de estos productos, así como también las relativas a primeros auxilios y situaciones de emergencia;
- Confirmar de que los sistemas de emergencias son adecuados y se inspeccionan constantemente;
- Tener la información a mano de los teléfonos de emergencia a los que recurrir en caso de derrames, incendios, intoxicaciones

### **1.2.2. Responsabilidad del propietario**

El propietario además de las responsabilidades anteriormente nombradas, es también responsable de la salud ocupacional y de la higiene y seguridad de las personas y de los productos almacenados, así como de la protección ambiental ya sea que exista o no una autorización del sistema de almacenamiento de sustancias peligrosas. En el caso de almacenamientos en grandes empresas o industrias, el propietario debe asegurarse de que exista una política clara de la compañía sobre seguridad y medio ambiente elaborada al más alto nivel, y que sea conocida por todos los funcionarios. Deben nominarse las personas responsables para la operación del almacenaje, para la seguridad de la instalación, así como la persona que debe ser el contacto con las autoridades.

Es responsabilidad de la persona nominada en la seguridad y protección del ambiente, familiarizarse con los temas de seguridad, seguridad del establecimiento, analizar accidentes y establecer formas de prevenir su recurrencia. Esta persona debe revisar la eficiencia de las prácticas y procedimientos de trabajo desde el punto de vista de seguridad e higiene, además promover y mantener la concientización sobre seguridad e higiene ambiental entre el personal, y establecer programas efectivos de planes de entrenamiento y cursos ad-hoc. El encargado de seguridad debe contribuir a la implementación de planes de emergencia para eventuales incendios, explosiones, inundaciones, etc, y mantener completamente informado a los niveles gerenciales. cuando sea

apropiado se debe formar un Comité de Salud y Seguridad, compuesto por trabajadores y empleados (Comité Paritario, Recomendación N° 164, OIT), lo cual facilitará la concientización y la cooperación.

Son responsabilidades del propietario:

- Informarse y cumplir con todas las leyes y regulaciones concernientes al manejo y almacenamiento de sustancias peligrosas: notificaciones, permisos, etc.;
- Tener acceso a servicios de medicina ocupacional para accidentes en el trabajo;
- Tener contacto con autoridades locales y competentes en el ámbito de emergencias, es decir, brigada de bomberos, doctores, hospitales, policía, y otras entidades de modo de asegurar una buena coordinación entre los planes internos y externos de emergencias, y establecer una mutua consulta y asesoría sobre protección de seguridad y medio ambiental.
- Recolectar toda la información relevante sobre productos químicos a ser almacenados: clasificación, hojas de seguridad, hojas de emergencia en transporte, etc. y ordenar la segregación y almacenaje de acuerdo a esta información;
- Preparar instrucciones claras y comprensibles para procedimientos de seguridad bajo condiciones normales y de emergencia y efectuar arreglos de emergencia en el caso de falta de personal; preparar un plan de emergencia local y ayudar a la autoridad local para preparar los planes de emergencias externos.
- Proveer y mantener el equipamiento apropiado, organizar sistemas de trabajo seguros (permisos de trabajo, auditorías, informes...), enfatizar la formación de círculos de seguridad entre los trabajadores y asegurarse que todos los visitantes, contratistas, estudiantes, etc. conozcan los peligros y obedezcan las reglas de seguridad;
- Proveer los respectivos y adecuados seguros contra accidentes para todo el personal;
- Asegurar una buena comunicación con los proveedores de sustancias peligrosas, así como con las autoridades y con los medios de comunicación y la comunidad en caso de accidentes eventuales.

### **1.2.3. Principales aspectos a reglamentar**

Es una responsabilidad del Gobierno Central y de las Autoridades Locales formular e implementar las regulaciones apropiadas que reglamenten los principales aspectos del manejo y almacenamiento de sustancias que puedan ser peligrosas a la salud humana y al medio ambiente. Este marco legal debe incluir leyes y regulaciones que cubran lo siguiente:

- Planes reguladores, infraestructura y protección ambiental;
- Regulaciones respecto a construcciones;

- Precauciones respecto a seguridad e incendios;
- Regulaciones para el transporte, clasificación, empaque y etiquetado de sustancias peligrosas;
- Planificación, notificación y respuesta de emergencias.

#### **1.2.4. Estado actual de la legislación**

El propietario o responsable de lugares de almacenamiento de sustancias peligrosas debe conocer y cumplir con las leyes y regulaciones que se aplican en su país y localidad con respecto a los establecimientos, edificios, mano de obra, medicina ocupacional así como también el manejo y almacenamiento de estas sustancias. Muchos países tiene regulaciones para el uso de terrenos, que dejan de lado áreas protegidas, y proveen condiciones específicas para la construcción de plantas y locales de almacenamiento así como prever construcciones incompatibles alrededor de lugares de almacenamiento. Entre estas regulaciones se tienen: notificaciones, permisos o licencias, evaluaciones de impacto ambiental, etc.. Las leyes de protección al trabajador y otro tipo de regulaciones para controlar la salud y seguridad en el trabajo también deben ser tomadas en cuenta. Puede existir además legislación específica a cumplir en relación al almacenamiento y manejo de productos químicos y sustancias peligrosas.

Muchas organizaciones internacionales tienen relación con aspectos legales y técnicos del manejo y almacenamiento de sustancias peligrosas, entre las cuales se pueden mencionar: Organización Internacional del Trabajo, OIT, Organización Mundial de la Salud, OMS, El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA y su Registro Internacional de Químicos Potencialmente Tóxicos, RIPQPT, la Organización Internacional Marítima, OIM, Comunidad Económica Europea, CEE (Directiva Seveso 87/501, 2a. enmienda), La Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo, OCED, etc.

### 1.3 Antecedentes Generales sobre Accidentes con Productos Químicos

Como la población del mundo crece, el uso y la demanda por productos químicos también crece. Como resultado hay un aumento de la difusión de las facilidades de producción de productos químicos en los países desarrollados y en los no desarrollados. Un número excesivamente amplio de productos químicos es fabricado, registrado, transportado, almacenado y desechado; de este modo crean enormes beneficios, pero también aumentan las posibilidades de riesgo para la salud humana y el medio ambiente. Por otra parte, el aumento de la producción de agentes químicos se relaciona con un incremento de la capacidad y número de industrias químicas, lo cual hace aumentar también, el número de personas expuestas a accidentes industriales, acarreando importantes pérdidas, tanto humanas como materiales.

Algunos de los accidentes industriales de mayor proporción, llamados accidentes mayores, traspasan ampliamente los límites físicos de las industrias involucradas; estos accidentes pueden estar relacionados, ya sea con la fabricación, uso y/o transporte de productos químicos. A continuación se muestran ejemplos de algunos accidentes industriales mundiales y nacionales.

#### 1.3.1 Ejemplos de Grandes Accidentes Tecnológicos .

Accidente	Causas	Consecuencias
<b>Flixborough (Inglaterra), 1 de Junio de 1974.</b> La nube resultante da origen a una explosión de gran poder destructivo.	En una planta de Nypro la rotura de una tubería provoca la descarga de unas 80 toneladas de ciclohexano líquido y caliente.	28 muertos y cientos de heridos. Destrucción completa de las instalaciones. El Reino Unido decreta una serie de normativas relativas al manejo de residuos peligrosos.
<b>Cubatao (Brasil), 25 de Febrero de 1974.</b> Un oleoducto sufre daños. La gasolina que escapa se evapora y se inflama, dando origen a una gran esfera de fuego.	Error humano, por mala mantención del oleoducto y por fácil acceso a productos derramados	Al menos 500 muertes. En Brasil han continuado una serie de accidentes en poliductos por mala manipulación de combustibles
<b>Seveso (Italia), 9 de Julio de 1976.</b> En una planta de Icmesa (Hoffmann La Roche), una reacción química fuera de control provoca el venteo de un reactor, liberándose unas 2 toneladas de productos químicos a la atmósfera. Entre éstos había de 0.5 a 2 Kg de dioxina (TCDD), cuya dosis letal para una persona de sensibilidad promedio es inferior a 0.1 mg.	Grave error de diseño y operación de un reactor, por un "arranque" de temperatura y por mal funcionamiento de sistema de control y de seguridad. Desconocimiento de productos como las "Dioxinas y Furanos"	Fue preciso evacuar a más de 1000 personas. no hubo muertes como consecuencia directa del accidente, pero la dioxina afectó a muchas personas (acné por cloro), se produjeron abortos espontáneos y contaminación del suelo. Se dictan normativas a nivel de Europa.
<b>México D.F. (México), 19 de Noviembre de 1984.</b> Hacen explosión varios contenedores con LPG en San Juan de Ixtatepec, un suburbio de Ciudad de México	Error humano en mantención de equipos de planta de Gas Licuado. Ubicación muy cerca de zonas urbanas.	Más de 500 muertos y miles de heridos. Serie de explosiones producen incendios y destrucción de estanques .

<p><b>Bhopal (India), 17 de Diciembre de 1984.</b> Se produce un escape de gas venenoso (Isocianato de metilo) en una planta de Unión Carbide que producía una sustancia insecticida. La emisión se distribuye sobre una superficie de unos 40 Km<sup>2</sup>.</p>	<p>Mala mantención de equipos de seguridad como sistema de refrigeración, columna de absorción y chimenea de seguridad. Sobre almacenamiento de producto y error humano en operación</p>	<p>2500 muertes por intoxicación y 150.000 personas requirieron tratamiento médico. Efectos a largo plazo, como ceguera, trastornos mentales, lesiones hepáticas y renales, así como malformaciones embrionarias.</p>
<p><b>Chernobyl (Unión Soviética), 26 de Abril de 1986.</b> Explosión de planta nuclear, produjo grandes cantidades de Cs-137, y sus efectos produjeron daños irreparables a seres humanos y medio ambiente .</p>	<p>Grave error humano en prueba de reactor nuclear , dejando de lado normas de seguridad.</p>	<p>La explosión afectó una amplia zona, la radiación llegó hasta Europa y Asia Central. Las consecuencias no están completamente estimadas hasta ahora. Miles de afectados por cáncer y otras enfermedades.</p>
<p><b>Guadalajara (México), 23 de Abril de 1992.</b> Se produce una serie de explosiones en cadena a lo largo de una red urbana de alcantarillado de unos 13 Km de longitud, al parecer debido a vertidos de combustibles en los mismos por parte de la empresa Pemex.</p>	<p>Derrames de Gasolina de tuberías de Empresa del Petróleo Mexicana Pemex. Errores de seguridad en poliductos de combustibles.</p>	<p>Los datos oficiales informan de 200 muertos y 1500 heridos, 1200 viviendas destruidas, así como 450 inmuebles comerciales. Las estimaciones de daños económicos están en torno a los 7000 millones de dólares.</p>

**Longview, Texas, USA (1971) :**

Una cañería de gas etileno a presión se rompió y produjo una nube de vapor que exploto.

La explosión se generalizo a otras cañerías y ocurrió una explosión mayor en la cual hubo 4 personas muertas y más de 60 heridos.

**Bodega Sherwin-Williams (1987), U.S.A. :**

Aproximadamente unos 40 litros de liquido inflamable fueron derramados accidentalmente en un centro de distribución de pintura para autos en Daytona, Ohio. Una chispa de una grúa horquilla elevadora eléctrica encendieron el liquido derramado y el fuego destruyó la bodega entera, consumiendo 5 millones de litros de líquidos inflamables. La bodega estaba situada en un área de abastecimiento de agua potable. Los bomberos optaron por una quema controlada para salvar de una mayor contaminación las aguas subterráneas.

**Incendio Lo-Espejo, Santiago -Chile ( 1995 ) :**

Bodegas de almacenamiento de producto químicos en Complejo Industrial Mathiesen-Molypac en Lo Espejo, Santiago, Chile Por efecto de incendio de productos químicos en planta de productos plásticos, se produce una masiva emanación de gases tóxicos y una gran conmoción en una zona al sur de la Capital de Chile, con consecuencias en la población y una indeterminada cantidad de personal intoxicadas ( bomberos, personal de auxilio, población etc., 1 muerto ) y una grave contaminación del área tanto por aguas contaminadas como por emanaciones tóxicas del incendio.

En los accidentes aquí descritos, los derrames químicos llevan a daños como resultado de intoxicaciones y ocurrieron cuando las mercancías peligrosas estaban siendo transportadas o procesadas.

AÑO	UBICACIÓN	EVENTO	MUERTOS	HERIDOS
1959	California USA	Explosión y fuego de GLP	23	-
1968	Pernis, países bajos	Explosión y derrame de aceite	2	25
1976	Seveso, Italia	Fuga de dioxina	0	193
1977	Umm Said	Fuego (1 milla cuadrada) y explosión	7	muchos
1979	Bantry Bay, Eire	Explosión en terminal de un estanque con aceite	50	-
1984	San Juanico, Mexico	Explosión e incendio de GLP	600	7.000
1984	Bhopal, India	Fuga de metil isocianato	>2.500	>10.000

Accidentes de Carretera que involucraron Mercancías Peligrosas				
AÑO	LUGAR	EVENTO	MUERTOS	HERIDOS
1970	Ohio, U.S.	GLP	6	-
1973	Francia	PROPANO	9	45
1976	Houston, U.S.	AMONIACO	6	178
1987	Alemania	PETRÓLEO	4	-

### 1.3.2. . Accidentes Nacionales

En el ámbito nacional, muchos de los accidentes ocurridos han sido mal informados, o bien, no se han mencionado, sobretodo los más pequeños, perdiéndose valiosos datos que hubieran servido para posteriores análisis cuantitativos o cualitativos. De los casos conocidos, a continuación se enumeran algunos de ellos:

- **Temuco , 5 de Mayo de 1992.** Fuerte emanación y concentración de gases altamente combustibles en los ductos subterráneos de evacuación de aguas lluvias en un sector donde había ocurrido la misma situación el año anterior.
- **San Vicente, Talcahuano, 6 de Marzo de 1993.** Incendio en puerto de San Vicente en Talcahuano por causa de derrame de petróleo en terminal de Petrox y chispa de máquina soldadora en una embarcación. 1 muerto y 80 MUS\$ en pérdidas por incendio de embarcaciones e instalaciones pesqueras de la bahía.
- **Iquique, 21 Junio 1993 .** Fuga de Cloro de Contenedor en playa Chauca de Iquique. Contenedor estaba destinado a la empresa ESSAT de Iquique. No hubo lesionados

- **Concepción (Chile), 15 de Octubre de 1994.** Intoxicación masiva con Sulfato de Trementina descargado en un sitio próximo a una población, por camión que transportaba Trementina desde Argentina a Parque Industrial de Coronel.
- **Arauco, Octubre 1994, Planta Celulosa.** Explosión Masiva de Bolsas de Clorato de Sodio. Por calentamiento y efecto de la ignición se combustionan y explotan mas de 300 toneladas de Clorato de Sodio en bolsas. Gran conmoción en la zona de Arauco y Concepción.
- **Lo Espejo, Santiago, Diciembre 1995, Explosión de Productos Químicos en Industria Mathieson-Molypac.** Combustibles y solventes se incendian y explotan en un barrio al sur de Santiago, provocando alarma y contaminación atmosférica y de agua de incendio. Un muerto y millones en daños.
- **Quilpue, Agosto 1996. Derrame de Gasolina en Poliducto de Sonacol.** El Domingo 4 de Agosto de 1996 más de cien mil litros de gasolina de alto octanaje se derraman desde el poliducto que transporta combustibles desde Con-Con a Maipu-Stgo.
- **Viña del Mar, Enero del 2001. Incendio en Planta Química de Oxiquim.** Cientos de tambores con solventes se incendian en el barrio industrial de Viña del Mar provocando contaminación atmosférica y alarma en la población.

A nivel nacional muchos de los accidentes ocurridos han sido mal informado (o no se han mencionados, en particular los menores), perdiéndose valiosos datos que hubiésern servido para posteriores análisis cuantitativos o cualitativos. Algunos de los accidentes mejor informados y que están relacionados con los productos de la industria de Cloro-Soda , son:

<p><b>1. Fuga de cloro desde un contenedor alemán a través del hilo de una de sus válvulas. El contenedor iba destinado a la empresa ESSAT Iquique.</b>  Fecha: 21 de junio de 1993  Lugar: Playa de Chauca, a 78 Km. de Iquique  Cantidad fugada: 31.4 Kg. de cloro  Lesionados: no hubo  Fallecidos: no hubo</p>	<p><b>2. Fuga de cloro desde un ISO Tank que transportaba 18.5 TM con destino a Colombia, a través del flange que une la válvula de seguridad al manhole, debido a que se dañó la empaquetadura, y se rompió el disco ruptura.</b>  Fecha: 11 de agosto de 1993  Lugar: Puerto de San Antonio  Cantidad fugada: no se informó  Lesionados: no hubo  Fallecidos: no hubo</p>
<p><b>3. Derrame de ácido clorhídrico al 32% desde uno de los estanques de un camión de transporte.</b>  Fecha: 30 de junio de 1994  Lugar: cercanías de San Carlos  Cantidad fugada: se desconoce  Lesionados: no hubo  Fallecidos: no hubo  Daño ambiental: el ácido se contuvo y neutralizó con caliza y carbonato de sodio. Efecto ambiental mínimo</p>	<p><b>4. Derrame de ácido clorhídrico al 32% por rompimiento de un bidón de 250 Kg. Se desconoce el destino de dicho cargamento.</b>  Fecha: 25 de julio de 1995  Lugar: Avda. Blanco Encalada con calle Abate Molina, Santiago  Lesionados: no hubo  Fallecidos: no hubo  Daño ambiental: para la limpieza de la calle se ocuparon 12000 litros de agua. El efecto ambiental mínimo</p>
<p><b>5. Derrame de soda cáustica al 50% que escapó por el venteo de los estanques, debido al volcamiento del camión. El estanque no se rompió.</b></p>	

Fecha: 8 de Agosto de 1995  
 Lugar: Camino entre San Javier y Constitución  
 Cantidad derramada: 2 m<sup>3</sup>, recuperándose más tarde en bidones de 1 m<sup>3</sup>.  
 Lesionados: no hubo,; Fallecidos: no hubo  
 Daño ambiental: el derrame se controló con un dique de arcilla construido aguas abajo.  
 Efecto ambiental mínimo

## Lista de Catástrofes Conocidas por Fallas en Tanques de Cloro Líquido

### Tanques de Almacenamiento Estático

<i>Fecha</i>	<i>Ubicación</i>	<i>Tons Perdidas</i>	<i>Causa</i>	<i>Fallecidos</i>	<i>Lesionados</i>
1917	Wyandotte, USA	13.5		1	
1926	St. Auban, Francia	20	Explosión	23	
1929	Syracuse, USA	23	H <sub>2</sub> /Cl <sub>2</sub> expl.	1	
1939	Zarnesti, Rumania	11	Explosión	60	330
1947	Rauma, Finlandia	30	Rebosamiento	19	30
1952	Walsum, Alemania	18	Metal Frágil y Rebosamiento	7	240
1976	Baton Rouge, USA	90	Fisura Explosión	0	
1985?	Rosario, Argentina	Despreciable	NCl <sub>3</sub>	0	

### Tanques de Carga (en camiones)

<i>Fecha</i>	<i>Ubicación</i>	<i>Tons Perdidas</i>	<i>Causa</i>	<i>Fallecidos</i>	<i>Lesionados</i>
1965	Egipto	2	Colisión	5	365
1981	Foggia, Italia	14	Colisión	0	14

### Carros Tanque de Ferrocarril

<i>Fecha</i>	<i>Ubicación</i>	<i>Tons Perdidas</i>	<i>Causa</i>	<i>Fallecidos</i>	<i>Lesionados</i>
1934	Niagara Fall, USA	14	Ruptura por colisión	1	40
1935	Griffith, USA	27	Falla del soporte	0	5
1940	Mjodalen, Noruega	7	Ruptura en una colisión	3	85
1961	La Barre, USA	28	Fisura en descarrilamiento	1	65
1962	Cornwall, USA	28	Falla de soporte Rompimiento	0	89
1967	Newton, USA	50	Descarrilamiento, Fire hole	0	0
1971	Corbin, USA	2	Descarrilamiento, Fisura	0	0
1973	Loos, Canadá	17	Descarrilamiento, Fisura	0	1

1977	Edmonton, Can.		Descarrilamiento	0	7
1978	Youngstown, USA	45	Descarrilamiento, Fisura	8	89
1979	Crestview, USA	40	Descarrilamiento, Fisura	0	1
1979	Mississauga, Can.	81	Descarrilamiento, Fire hole	0	0
1981	Montanas, Méx.	100	Descarrilamientos(Cinco)	17	1000
1986	Collins, USA	81	Descarrilamiento	0	5

Por otra parte, los productos químicos pueden afectar al medio ambiente en cualquier etapa, desde el descubrimiento de una sustancia hasta su uso final y su eliminación. Actualmente las áreas de preocupación principal son la contaminación atmosférica, del agua y del suelo/agua subterránea. La contaminación de la atmósfera tiene su origen directamente de las emisiones o, indirectamente, del efecto de las numerosas reacciones químicas que ocurren en la atmósfera. Preocupan, de modo especial, los daños a los bosques y la acidificación del suelo y el agua, la formación de smog y el efecto de invernadero. La reducción de la capa de ozono en la estratosfera es otra causa de inquietud. Esta reducción se atribuye a complejas reacciones químicas, además de la utilización de clorofluorocarbonos (CFC). El ozono constituye un filtro de la radiación ultravioleta y su agotamiento podría tener importantes consecuencias en la salud humana y el medio ambiente (2).

La contaminación del agua y el suelo/agua subterránea, producida por la aplicación directa de agroquímicos o fertilizantes es otro punto de preocupación. En ciertos casos pueden llegar a las aguas superficiales o, por lixiviación, al agua subterránea y contaminar las fuentes de agua potable; o ya sea por la descarga de efluentes de residuos, que pueden liberar productos químicos al ambiente. Este hecho podría tener consecuencias fatales, tanto para la salud humana como para las plantas y los animales (3).

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, se desprende que no es posible ignorar el efecto que tienen los productos químicos en la salud humana y el medio ambiente. Es necesario disponer de información del tema para establecer procedimientos de reducción de la contaminación y los riesgos de exposición a los diferentes productos químicos. Con esta motivación se desea reunir información y confeccionar un manual de productos químicos y sustancias peligrosas, conteniendo efectos a la salud, manejo seguro, transporte, normas, etc., de productos químicos tóxicos, al alcance de cualquier persona que de alguna forma esté en contacto con tales productos, o sólo desee obtener información.

#### **1.4. Antecedentes sobre Control de Productos Químicos. Organizaciones Mundiales Involucradas.**

El comienzo de la era de la post guerra fue el tiempo de esperanza, dominado por el optimismo y confianza en el desarrollo; comenzó la reconstrucción. La guerra fue reemplazada por disposiciones para una cooperación pacífica. El mundo fue testigo del establecimiento sin precedentes de un gran número de organizaciones internacionales, no sólo para fines políticos, sino que también sociales, económicos, técnicos y culturales, las cuales se relacionan con la internacionalización de muchas actividades humanas, y el aumento del interés en la protección de la salud humana y el medio ambiente. En Junio de 1945 se estableció la Organización de las Naciones Unidas y antes que finalizaran los años cuarenta, no menos de diez agencias especializadas tenían relación con esta organización (4).

En el campo de los productos químicos existían buenas razones para tener altas expectativas, debido a los notables logros que tuvieron lugar en unos pocos años. El desarrollo del área farmacéutica fue dramático. La introducción de sulfanilamidas como quimioterapéuticos contra varias enfermedades infecciosas al final de los años treinta, inició la revolución terapéutica, la que continuó prósperamente después del descubrimiento de la penicilina y otros antibióticos en los años cuarenta. La aislación de la cortisona y el descubrimiento de su positiva influencia sobre la artritis, y la introducción de xilocaína como nuevo anestésico local con propiedades superiores, fueron apenas dos ejemplos de los progresos adicionales en química farmacéutica durante esos años (4).

El descubrimiento, en el año 1937, sobre el posible efecto insecticida del DDT, lo hizo una herramienta indispensable para el servicio sanitario militar durante la guerra. En las campañas antimalaria, rápidamente logró la condición de “químico milagroso”, y aumentó la esperanza en lograr la erradicación de esta enfermedad. En agricultura, la introducción del DDT y otros pesticidas, aumentó las cosechas. Los nuevos productos parecían ser las llaves para incrementar la producción, haciendo posible una nutrición satisfactoria para un rápido crecimiento de las poblaciones (4).

El descubrimiento de nuevos productos farmacéuticos y pesticidas fueron ejemplos del poderoso comienzo de la “era química”. En casi todos los sectores de la sociedad aparecieron nuevas sustancias químicas, que parecían conducir al progreso. Nuevos procesos químicos abrieron nuevos caminos para la industria química. El rápido desarrollo de técnicas de polimerización dio como resultado la aparición de fibras sintéticas y otros nuevos materiales para el uso diario. Detergentes y otros productos químicos del hogar se tornaron muy conocidos y ampliamente utilizados (4).

Aunque no se puso mucha atención sobre los riesgos de los nuevos productos químicos, algunas de las nuevas organizaciones internacionales establecidas tomaron la iniciativa en cuanto a prevenir los efectos adversos de los productos químicos. Algunas de estas iniciativas se originaron del interés

creciente en los efectos secundarios de los pesticidas, que afectaban a los trabajadores durante su aplicación, o sobre los consumidores, debido a los residuos de pesticidas en los alimentos. Estos aspectos fueron abarcados principalmente por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y los Alimentos (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS). Otras iniciativas tuvieron sus raíces en el interés en los riesgos ocupacionales, debido a la falta de información sobre los potenciales riesgos que poseen productos químicos específicos (4). El propósito de estas iniciativas era incrementar la seguridad con una apropiada clasificación de los productos químicos. Los primeros participantes en esta área fueron el consejo Económico y social de las Naciones Unidas (ECOSOC), la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Organización del Pacto Oeste, la Unión Europea Occidental y más tarde el Consejo de Europa (4).

A pesar de estas iniciativas, el conocimiento de los potenciales efectos de los productos químicos fue escaso hasta los años sesenta. Sin embargo, dos hechos cambiaron rápidamente la ligera visión que se tenía de ellos. Uno fue la inesperada aparición de anomalías congénitas en los niños nacidos de madres tratadas con talidomida durante los primeros meses de embarazo. El otro, fue la publicación del libro de Rachel Carson, "Silent Spring", la que basada en datos recogidos por científicos de todo el mundo, mostró muchos argumentos pesimistas sobre los peligrosos efectos de los insecticidas y otros productos químicos tóxicos (4, 5).

Estos dos hechos alteraron drásticamente el clima que rodeaba el desarrollo de los productos químicos, tornándolo pesimista. Los argumentos incrementaron un control más eficiente de los productos farmacéuticos y pesticidas, y tuvieron ramificaciones en el control de productos químicos en general. La reacción contra la sociedad química fue mayormente fortalecida por la aparición de información sobre una severa contaminación química en el medio ambiente, incluyendo detalles sobre el caso de Minamata, causado por la ingestión de mariscos y pescados envenenados con mercurio, emitido por las plantas químicas en Japón. El interés por el control fue realzado por la aparición mundial de los BPCs (bifenilos policlorados) como contaminantes ambientales (4).

Estos y otros hechos ocurridos durante los años sesenta, movilizaron a toda la comunidad científica. Se establecieron contactos internacionales, y se crearon nuevas agrupaciones y organizaciones. La Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) estableció un comité ambiental. Una de sus primeras acciones fue instituir lo que más tarde se conocería como el Grupo de Productos Químicos.

Una de las actividades logradas por la Organización de las Naciones Unidas, fue la decisión tomada en la Asamblea General, en 1968, de convocar una Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano. La Conferencia celebrada en Estocolmo en 1972, tuvo como tema principal la contaminación. En ella se examinaron los efectos secundarios que traía aparejado el desarrollo en la agricultura, la industria, el transporte y los asentamientos humanos, estableciéndose que uno de esos efectos era la contaminación química; ésta fue definida como una consecuencia de los contaminantes atmosféricos, los efluentes

industriales, los plaguicidas, los metales y los detergentes. Como resultado de la Conferencia, se estableció el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), como un cuerpo permanente de las Naciones Unidas con gran interés en el área química. Además, la OMS lanzó su programa sobre Criterio de Salud Ambiental (4). Como respuesta a una de las Recomendaciones de la Conferencia de Estocolmo, el PNUMA estableció el Registro Internacional de Potenciales Productos Químicos Tóxicos (en inglés IRPTQ).

La recientemente creada Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), lanzó su Programa Monográfico sobre la Evaluación de Riesgos Carcinogénicos de los Productos Químicos sobre el Hombre.

Varias convenciones de la OIT fueron adoptadas con el fin de aumentar la seguridad química en los lugares de trabajo. El Programa Internacional para el Mejoramiento de las Condiciones de Trabajo y Ambientales (PIACT), que fue presentado en 1976, contenía importantes temas sobre el control de productos químicos.

Muchos de los trabajos internacionales en el control de productos químicos peligrosos fueron mejorados bajo el auspicio de las principales organizaciones, dentro y fuera de la ONU. No obstante, por un considerable período de tiempo, observadores en amplios círculos consideraron este trabajo como un negocio especializado de expertos dedicados sin un importante significado político. Durante el año 1980 esta situación cambió; varios hechos ocurridos durante los últimos años contribuyeron a colocar la seguridad química dentro de la agenda política internacional. La descarga de TCDD en Seveso, el desastre de Bhopal, el incendio de un depósito de la Sandoz en Basle, y el reconocimiento de la participación de los clorofluorocarbonos en la disminución de la capa de ozono, tuvieron una incidencia particular. Estos y otros accidentes químicos tuvieron como resultado un intensivo trabajo en muchos cuerpos internacionales, incluyendo el PNUMA, la OIT, la OMS, la OCDE y otros (4).

Muchos trabajos han sido llevados a cabo para balancear los beneficios y los riesgos de los productos químicos, y para promover medidas preventivas cuando es necesario. Políticamente, estos han dado como resultado la promoción de un mutuo entendimiento y el aumento de la seguridad para las poblaciones del mundo. El ejemplo más notable de implicancia política en el control de productos químicos fue el gran interés mostrado por el Comité preparatorio para la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) en Río de Janeiro en junio de 1992 (4).

Uno de los principales intereses de la CNUMAD, fue la búsqueda de una estrategia internacional para la gestión ecológicamente racional de los productos químicos tóxicos. La Conferencia estimó que el IPCS debería ser el núcleo de esa estrategia y que debía estrecharse la cooperación con las demás organizaciones que tenían alguna participación en seguridad química, como organismos de las Naciones Unidas, programas de la OCDE, la Comunidad Europea y otros. Además, la CNUMAD subrayó la necesidad de ampliar la colaboración con los gobiernos, las industrias, los sindicatos, los consumidores y las corporaciones profesionales. Se propuso que el fortalecimiento del IPCS vaya acompañado de la

creación de un foro intergubernamental para la evaluación y gestión de los riesgos derivados de los productos químicos. La idea básica es que las organizaciones cooperantes aúnen sus recursos y compartan la carga de trabajo, evitando así la duplicación de esfuerzos, tan frecuente en el pasado (5).

## **1.5. Toxicología Básica de las sustancias peligrosas**

Los efectos nocivos de algunas sustancias se conocen desde el tiempo de los Griegos. Pero no fue hasta la Edad Media que se formularon los primeros principios de toxicología. Algunos conceptos provinieron de trabajos y escritos de importantes físicos, sin embargo, es en este siglo donde se ha logrado un importante desarrollo de esta disciplina y su establecimiento como una actividad profesional. Este desarrollo se ha debido, por lo menos en parte, al incremento de productos químicos sintéticos y preparaciones farmacéuticas .

Respaldados particularmente en los descubrimientos de las ciencias químicas, físicas, y biológicas , los toxicólogos han logrado considerables adelantos en la definición de la naturaleza y los mecanismos de los daños tóxicos, en la determinación de los factores que pueden influir la aparición de un efecto tóxico, en el descubrimiento de metodologías, y en la obtención de la información sobre la toxicidad de una multitud de sustancias combinadas o discretas .

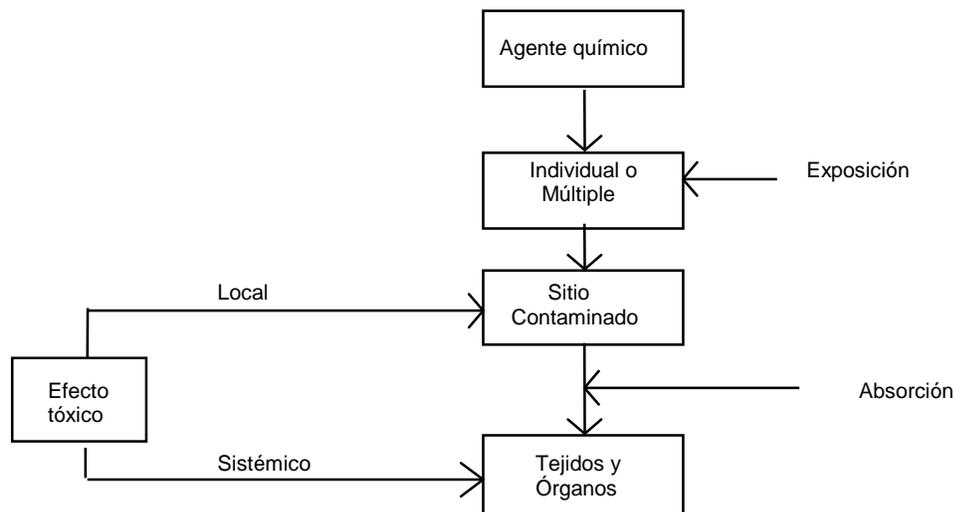
La toxicología es la “ciencia que se dedica al estudio de las sustancias tóxicas y sus efectos adversos en los organismos vivos”. También se define como “la ciencia que estudia los compuestos tóxicos (venenos) , su mecanismo de acción y sus antídotos”. También es importante definir lo que es veneno, o tóxico o toxón: “es toda sustancia que modifica algún mecanismo bioquímico del metabolismo del objeto biológico”

### **1.5.1 Clasificación de los Efectos Tóxicos**

La figura 2.1 muestra una base para la clasificación de los efectos tóxicos según el sitio y grado de exposición. Para que un agente pueda causar un daño en un tejido, debe ponerse en contacto con la superficie del cuerpo expuesto; esta puede ser la piel, los ojos, o las membranas de revestimiento del tracto respiratorio y digestivo. Los efectos tóxicos producidos por el contacto con la superficie del cuerpo, se llaman **efectos locales**. Sin embargo, también puede ocurrir que el material sea absorbido desde un sitio contaminado y luego ser diseminado a través del sistema circulatorio a diversos órganos y tejidos del cuerpo. Como consecuencia de esto, el daño tóxico puede ser producido en tejidos y órganos que estén alejados del principal sitio de absorción; en este caso, los efectos originados se conocen como **efectos sistémicos**. Existe una gran cantidad de materiales que pueden ocasionar ambos efectos .

Por otra parte, el tipo de efecto tóxico, y la probabilidad de ocurrencia, está frecuentemente relacionada con el número y el tipo de exposiciones. De acuerdo a esto, se puede también clasificar a los efectos tóxicos respecto a su desarrollo, como una función del número y tipo de exposiciones. Por ejemplo, los **efectos tóxicos agudos** son aquellos que resultan de una exposición única bastante grande al agente de prueba y se desarrollan dentro del corto tiempo de la exposición; en contraste con los **efectos tóxicos crónicos**, que resultan de exposiciones repetitivas sobre un período mucho mayor que el tiempo de vida del animal en estudio .

Al respecto, los siguientes términos descriptivos adicionales también son útiles en la clasificación de efectos tóxicos.



**Figura 1.1 Representación esquemática que muestra la base para la clasificación de los efectos tóxicos locales y sistémicos por exposiciones individuales o múltiples .**

Los **efectos latentes** ocurren solamente después de que ha habido un importante período libre de síntomas y signos de intoxicación, posteriores a la exposición, o aquellos que ocurren después de la eliminación de efectos tóxicos agudos, los cuales tuvieron su aparición inmediatamente después a la exposición. Este tipo de efectos se conocen también como efectos de aparición tardía.

Los **efectos persistentes** no desaparecen y pueden llegar a ser aún más severos después de la remoción de la fuente de exposición. Pueden producirse como consecuencia de condiciones de exposición aguda o repetida. Es por esto que, el uso del término persistente debe ser claramente diferenciado del crónico. Debe notarse, sin embargo, que algunos efectos crónicos pueden ser persistentes; un ejemplo de estos es la neoplasia .

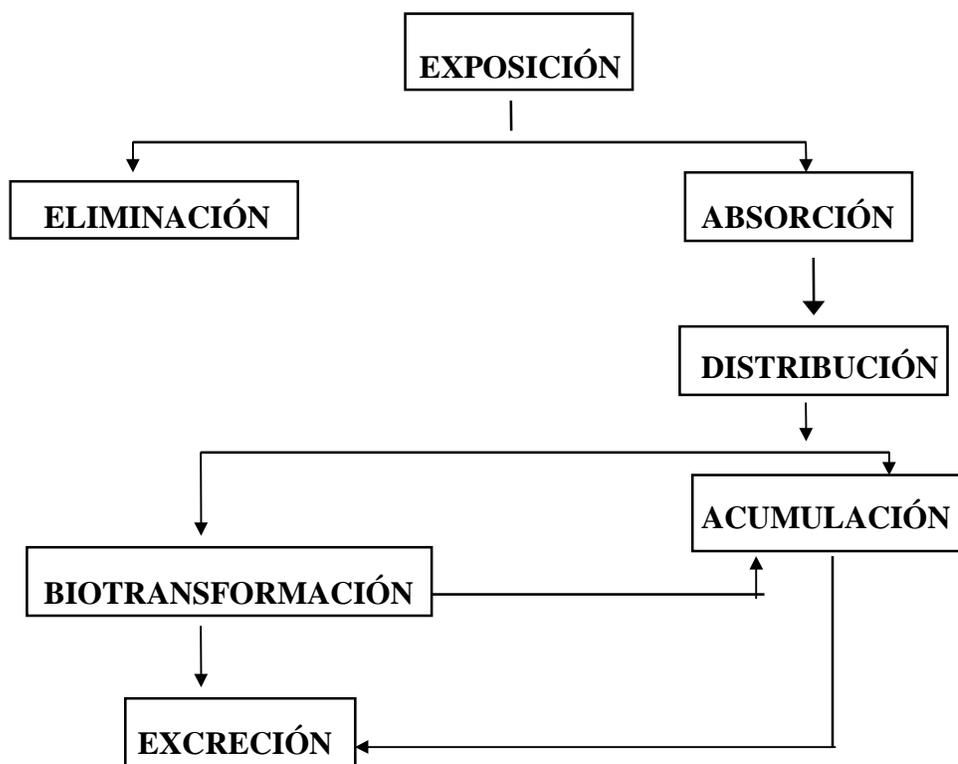
Los **efectos acumulativos** son aquellos donde existe un daño progresivo y un empeoramiento de los efectos tóxicos como resultado de condiciones de exposición repetidas. Cada exposición produce un incremento adicional de daño, que se agrega al que ya existe. Muchos materiales, que se sabe inducen un tipo particular de efecto tóxico por una exposición aguda, pueden tener también el mismo efecto por un procedimiento acumulativo de exposiciones repetitivas a una dosis menor que el umbral de efecto dañino, ocasionado por una exposición aguda .

Los **efectos transitorios** son aquellos donde existe reparación del daño tóxico o una reversibilidad de las anomalías bioquímicas inducidas .

Dependiendo de las circunstancias de exposición, cualquier material puede producir más de un tipo de efecto tóxico; por lo tanto, cuando se describe la toxicidad para un material en particular, es necesario especificar: si el efecto es local, sistémico, o mezclado; la naturaleza del daño; los órganos y los tejidos afectados; y las condiciones de exposición, incluyendo la ruta de exposición, número de exposiciones, y la magnitud de exposición.

### **1.5.2 Toxicocinética**

La toxicocinética es el estudio de los cambios que ocurren a través del tiempo en la absorción, distribución, biotransformación y eliminación de un agente tóxico en el organismo (9). El esquema siguiente muestra el trayecto de un agente químico en el organismo desde la exposición hasta su excreción.



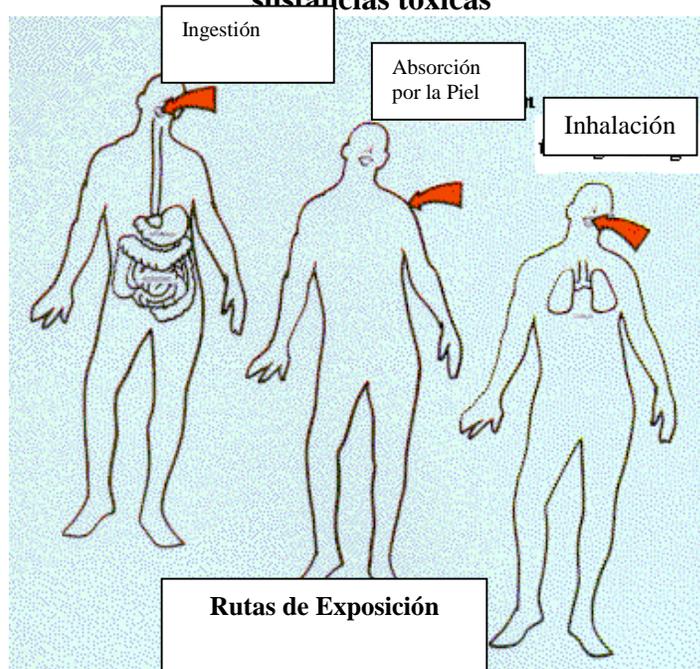
**Figura 1.2: Toxicocinética (9)**

**Rutas de entrada de las sustancias tóxicas:**

Para fines prácticos en casos de emergencias con sustancias peligrosas, de todas las vías de acceso al organismo las mas importantes son las siguientes :

- **Inhalación** : Cuando el compuesto tóxico ingresa al sistema respiratorio. Esta es la vía de ingreso más rápida al organismo porque la sustancia se absorbe por medio del sistema sanguíneo.
- **Absorción por la Piel** : Consiste en el ingreso de la sustancia por la epidermis, lo cual implica que en la mayoría de los casos el elemento tóxico debe ser liposoluble.
- **Ingestión** : Es el ingreso al organismo por el sistema digestivo, siendo el compuesto tóxico absorbido en el estomago o intestino para llegar a la vena porta.

**Figura 2 : Rutas de entrada al organismo de sustancias tóxicas**



## Absorción

La absorción es el proceso por el cual el agente tóxico atraviesa las membranas e ingresa en la circulación sanguínea.

Los agentes pueden ser absorbidos por una serie de mecanismos. Dependiendo de la naturaleza del material y el lugar de absorción, puede existir: difusión pasiva, procesos de filtración, difusión facilitada, transporte activo y la formación de micromoléculas por las membranas celulares (pinocitosis) y fagocitosis.

En la tabla 1.2 se presenta la absorción digestiva de algunos agentes químicos presentes en el agua.

**Tabla 1.1: Absorción digestiva de los principales metales presentes en el agua .**

<b>Metal</b>	<b>Absorción (porcentaje de lo ingerido)</b>	<b>Metal</b>	<b>Absorción (porcentaje de lo ingerido)</b>
Arsénico metálico	baja	Hierro	10
Arsénico inorgánico	mediana	Manganeso	3
Arsénico orgánico	alta	Mercurio metálico	0.01
Bario	baja	Mercurio inorgánico	-100
Berilio	1	Níquel	1
Cadmio	5 - 7	Plata	10
Cromo +3	0.1 - 1	Plomo	10 - 30
Cromo +6	10	Selenio	-95
Flúor	-100	Sodio	>90

## **Distribución**

Después de la absorción, los agentes tóxicos son transportados en la circulación libre de los constituyentes, tales como proteínas plasmáticas o células sanguíneas .

Después de pasar desde el plasma a los tejidos, los materiales pueden tener una variedad de efectos y destinos, incluyendo desde no efectos en el tejido hasta producción de daño, conversión bioquímica (metabolizada o biotransformada) o excreción (ej. desde el hígado y los riñones) .

El proceso de distribución depende de :

- Características fisico-químicas del agente químico: solubilidad, grado de ionización y afinidad química con las moléculas orgánicas.
- Características del tejido: composición acuosa y lipídica.
- Capacidad de biotransformación del organismo
- Condiciones orgánicas (existencia o no de lesiones).

## **Acumulación**

Después de ser distribuidos en el organismo, los agentes tóxicos se acumulan en el propio sitio de acción o incluso se acumulan en sitios específicos o finalmente son transportados a órganos con capacidad de biotransformarlos y eliminarlos . Por sus características físico-químicas la sustancia puede, al interaccionar con macromoléculas celulares, fijarse en ciertos tejidos y acumularse en ellos . Los principales tejidos de depósito de sustancias xenobióticas son:

- Óseo (metales, ej.: plomo)
- Adiposos (ejemplo: sustancias lipofílicas)
- Capilar (también puede ser forma de excreción)
- Hígado y riñón (metales, ej.: cadmio)

A continuación se nombran algunos agentes químicos y los órganos donde se concentran preferentemente :

<b>Arsénico:</b>	<u>hígado</u> , músculo, <u>riñones</u> , <u>bazo</u> , piel, cerebro, corazón, tiroides, páncreas, pelo y uñas.
<b>Asbesto:</b>	tracto respiratorio, tracto digestivo, (bazo).
<b>Bario:</b>	<u>huesos</u> , <u>hígado</u> , <u>riñones</u> , corazón.
<b>Berilio:</b>	<u>huesos</u> , <u>riñones</u> , pulmón, bazo, corazón.
<b>Cadmio:</b>	<u>hígado</u> , <u>riñones</u> , páncreas, glándulas salivales, (huesos).
<b>Cromo:</b>	<u>hígado</u> , <u>bazo</u> , fanéreos, piel, músculos, grasa.
<b>Flúor:</b>	<u>huesos</u> , dientes.
<b>Mercurio inorgánico:</b>	<u>hígado</u> , <u>riñones</u> , bazo, piel, testículos.
<b>Mercurio orgánico:</b>	<u>cerebro</u> , médula espinal, nervios periféricos, pelo.
<b>Nitratos / nitritos:</b>	glándulas salivales, hemoglobina.
<b>Plata:</b>	<u>hígado</u> , <u>bazo</u> .
<b>Plomo:</b>	huesos, hígado, músculos, cerebro.
<b>Selenio:</b>	<u>hígado</u> , <u>riñones</u> .

## **Biotransformación**

La biotransformación es el proceso de transformación en el organismo de una sustancia xenobiótica en otro derivado ("metabolito") . El metabolismo de un agente tóxico puede ocasionar la transformación de un producto de una toxicidad intrínseca más baja que la de la molécula original (inicial), es decir, puede ocurrir un proceso de reducción de toxicidad, que es el caso más frecuente. En otros casos, el resultado final es un metabolito, o metabolitos, de toxicidad intrínseca mayor que la de la molécula original, es decir, se produce una activación metabólica .

Los procesos de biotransformación se efectúan de preferencia en el hígado, también en el plasma y otros tejidos. Las principales reacciones de biotransformación de agentes tóxicos son de: oxidación, acetilación, reducción, metilación, hidrólisis, y conjugación (10).

Los derivados de la biotransformación son, en general, más fáciles de excretar que las sustancias originales, ya que se ve favorecida la producción de compuestos polares, fácilmente eliminables por la orina .

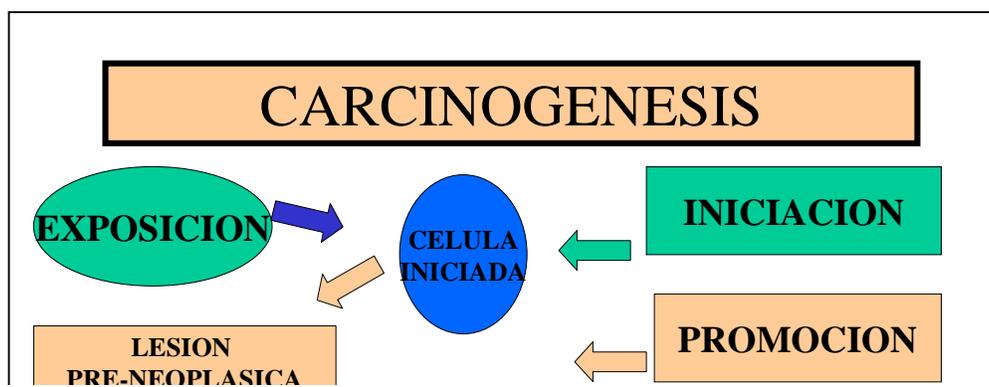
## Eliminación

Los agentes químicos absorbidos por el organismo son eliminados inalterados, o en la forma de productos de biotransformación.. Las principales vías de eliminación son las siguientes:

- **Renal:** El riñón es muy importante en la eliminación de agentes tóxicos, siendo eliminados por esta vía muchos agentes químicos y sus productos de biotransformación a través de la orina .
- **Respiratoria (Pulmonar):** Los pulmones son importantes en la eliminación de agentes químicos gaseosos y volátiles .
- **Biliar:** Los agentes tóxicos absorbidos por vía gastrointestinal llegan rápidamente al hígado antes de ser distribuidos en el organismo por la sangre; de aquí son excretados por la bilis sin ser distribuidos .
- **Sudor y saliva:** La eliminación de agentes tóxicos por estas vías es de poca importancia en términos cuantitativos .
- **Leche:** Esta vía es de importancia en el caso de la mujer embarazada, ya que los agentes tóxicos absorbidos por la madre podrán pasar al hijo.
- **Gastrointestinal:** Los agentes tóxicos aparecen en las heces cuando no son absorbidos, cuando son excretados por vía biliar y no son reabsorbidos íntegramente y cuando son secretados por el tracto gastrointestinal .

### 1.5.3 Toxicidad genética o genotoxicidad. Cáncer.

El cáncer es la segunda causa de muerte. La mayoría de la gente piensa que está asociado con la exposición a tóxicos. Actualmente, aproximadamente 500,000 personas mueren cada año de cáncer en los Estados Unidos (aproximadamente una de cada cuatro muertes), y un millón de nuevos casos se diagnostican anualmente. Desgraciadamente, en contraste a la declinación de las enfermedades cardiovasculares, las distintas formas de cáncer aumentan (debido, principalmente, al aumento del consumo de cigarrillos), conduciendo a un aumento en el número total de muertes por cáncer. Entre 1950 y 1985 la incidencia anual de casos reportados de cáncer subió alrededor del 1% por año (36.5% total).



### Figura 3 : Etapas de la Carcinogenesis

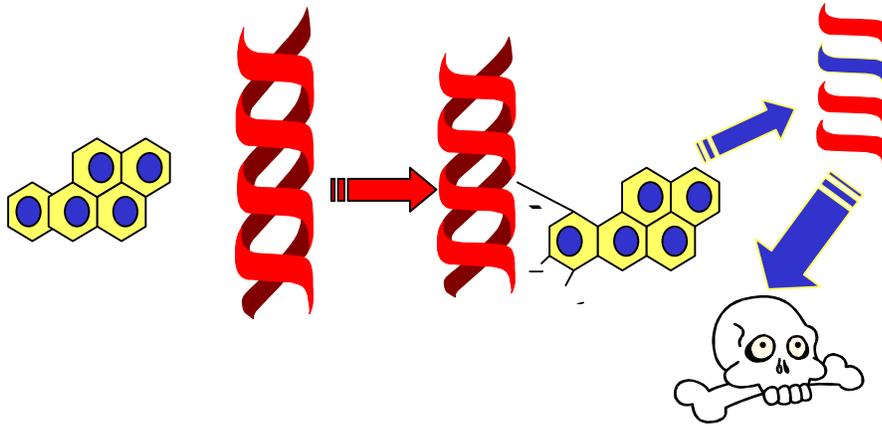
No está totalmente comprendido cómo comienza el cáncer. Se creen involucrados varios pasos o etapas. En la primera etapa, llamada **iniciación**, ocurre un cambio en el material genético (ADN) de una célula. El cambio puede ser ocasionado por un producto químico, un virus, o una radiación, y prepara a la célula para la próxima etapa, llamada **promoción**. La promoción involucra un segundo cambio del material genético que ocasiona el comienzo de la multiplicación de la célula formando un tumor. La tercera etapa y final se llama la **proliferación**, en la que algunas células rompen el tumor, entran en la corriente sanguínea o sistema linfático, y colonizan otros tejidos. Este proceso se llama metástasis, y el tumor original pasa a ser maligno. (Los tumores benignos no sufren metástasis). El cáncer llega a ser mortal solamente después de que ha ocurrido la metástasis.

A diferencia de los problemas asociados a la toxicidad aguda o crónica, la genotoxicidad se relaciona con problemas de toxicidad al ADN; se preocupa de identificar agentes mutagénicos y sus efectos sobre la estructura cromosómica, además de los mecanismos por los cuales estos efectos se heredan en células y organismos.

La *mutagénesis* incluye inducción de daño al ADN y todos los tipos de alteraciones genéticas; desde el cambio de una a unos pocos pares de bases en el ADN (mutación de genes), a cambios importantes en la estructura de cromosomas (aberración cromosómica), o en el número de cromosomas (aneuploidía).

*Agentes carcinogénicos*: Son compuestos químicos que producen cáncer en animales o humanos

*Carcinógenos genotóxicos*: Interactúan y alteran el ADN, son mutagénicos y pueden producir alteraciones en genes regulatorios, cambios en la expresión de grandes regiones del genoma, afectar genes supresores de tumores.



**Figura 4 :**  
Esquematación del daño en el ADN por un hidrocarburo policíclico organoclorado.

### **Daño genético y cancer.**

El ADN es el blanco crítico de los carcinogénicos. Esto se puede explicar por diversos motivos, destacando los siguientes:

- Muchos carcinógenos son metabolizados a agentes electrófilos que reaccionan covalentemente con ADN.
- La mayor parte de los carcinógenos son mutagénicos.
- Defectos en la reparación del ADN predisponen al desarrollo de cáncer.
- Anormalidades cromosómicas predisponen al desarrollo de cáncer.
- El cáncer es heredable a nivel celular (la progenia de las células cancerosas son células cancerosas). Y por lo tanto resultan en una alteración permanente del ADN.
- Muchos cánceres muestran expresiones genéticas aberrantes.
- Muchas células cancerosas contienen oncogenes amplificados o pérdida de genes supresores de tumores.

### **Mutación y cancer.**

Los carcinogénicos interactúan con numerosos constituyentes de los tejidos y producen variados efectos. La inducción de cáncer en humanos procede a través de una serie de procesos y reacciones complejas que están controladas por una serie de factores. El proceso provoca que células en estado normal pasen a un estado alterado, no diferenciado y con división alterada. Se podría visualizar como un escape de células somáticas de los complejos sistemas de control, que regulan su crecimiento.

Las tablas siguientes nos muestra la clasificación de la EPA ( Agencia Ambiental de Estados Unidos ) de los diferentes grupos de cáncer.

**Tabla 1.2 : Sistema de clasificación de la EPA para carcinógenos.**

**Grupo A, Carcinógeno humano.**

Esta clasificación indica que existe suficiente evidencia a partir de estudios epidemiológicos para suponer una relación de causa-efecto entre la sustancia y el cáncer.

**Grupo B, Probable carcinógeno humano.**

B<sub>1</sub>: existe suficiente evidencia a partir de estudios en animales, pero evidencia limitada desde estudios epidemiológicos.

B<sub>2</sub>: existe suficiente evidencia a partir de estudios en animales, pero los estudios epidemiológicos son inadecuados o inexistentes.

**Grupo C, Posible carcinógeno humano.**

Para esta clasificación, existe evidencia limitada de carcinogenicidad a partir de estudios en animales y no existen datos epidemiológicos.

**Grupo D, No clasificable como para carcinogenicidad humana.**

Los datos de estudios epidemiológicos humanos y animales son inadecuados o completamente inexistentes, de modo que no se puede imponer a la sustancia el riesgo de causar cáncer.

**Grupo E, Evidencia de no carcinogenicidad para los humanos.**

Las sustancias de esta categoría han dado resultados negativos en al menos dos pruebas adecuadas de cáncer en animales de diferentes especies y en adecuados estudios epidemiológicos en animales y humanos. La clasificación del grupo E se basa en evidencia disponible; las sustancias pueden probar ser carcinogénicas bajo ciertas condiciones.

**Tabla 1.3 : Tipos y fuentes de agentes potencialmente tóxicos.**

TIPOS	EJEMPLOS
ENDÓGENOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Oxido nítrico</li> <li>▪ Radicales libres</li> <li>▪ Nitrosaminas endógenas</li> </ul>

OCUPACIONALES	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Manufactura del petróleo</li> <li>▪ Producción de hierro y acero</li> <li>▪ Producción de energía nuclear</li> </ul>
DIETA	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mutágenos presentes en la comida</li> <li>▪ Mutágenos generados en la preparación</li> <li>▪ Mutágenos en los conservantes</li> </ul>
ESTILO DE VIDA	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Trabajo y otras drogas recreacionales</li> <li>▪ Exposición a la radiación UV</li> </ul>
MÉDICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Quimioterapia</li> <li>▪ Tratamiento de psoriasis ( psoraleno + UV )</li> </ul>
RADIACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Radiación natural</li> <li>▪ Radiación diagnóstica</li> <li>▪ Ensayos nucleares</li> <li>▪ Emisiones centrales nucleares (Chernobyl)</li> </ul>
CONTAMINACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Efluentes industriales</li> <li>▪ Subproductos de la cloración del agua</li> <li>▪ Emisión de los vehículos a motor</li> <li>▪ Pesticidas utilizados en la agricultura</li> <li>▪ Incineración</li> </ul>
BIOLÓGICOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Generación de mutágenos como consecuencias de infecciones crónicas con virus, bacterias o parásitos.</li> </ul>

**Tabla 1.4 : Ejemplos de sustancias cancerígenas para el ser humano.**

SUSTANCIA CANCERIGENA	CANCER OCASIONADO
Amianto (Asbesto)	Pulmón, mesotelioma
Arsénico	Pulmón, piel
Benceno	Leucemia
Bencidina	Vesícula
Berilio	Piel
Cloruro de vinilo	Hígado, angiosarcoma
Cromo hexavalente	Pulmón
Eter bisclorometilo	Pulmón
2-Naftilamina	Vesícula, pulmón
Níquel	Pulmón
Plutonio-239	Pulmón
Radio-226	Pulmón, osteosarcoma
Radón-222	Pulmón

Existe una clasificación en cuanto a la acción tóxica de los agentes químicos, la que se presenta en la tabla 4. Aunque no es ideal, ya que presenta una serie de fallas como consecuencia de las características de los agentes químicos al provocar acciones tóxicas, la mayoría de las veces complejas y múltiples; a la hora de realizar una investigación es de bastante utilidad.

**Tabla 1.5 : Clasificación de las sustancias por las consecuencias de sus acciones tóxicas.**

<b>Cancerígenas</b>	Aquellas sustancias que causan anomalías de las células, las cuales sufren alteraciones incontroladas, resultando en tumores o neoplasmas. Los procesos cancerosos pueden ser iniciados a través de diversos mecanismos, como los genotóxicos, que desencadenan la progresiva mutación de las células, o mecanismos no genotóxicos, que permiten el desarrollo del cáncer a través de otros procesos, como la supresión del sistema inmunológico.
<b>Mutagénicas</b>	Las sustancias que provocan una alteración de la información genética a nivel molecular de la ADN o de los cromosomas. Los mecanismos de sustancias mutagénicas son similares a las cancerígenas, pero no necesariamente resultan en cáncer.
<b>Teratogénicas</b>	Comprenden todas las sustancias que causan efectos patológicos durante la fase sensitiva de desarrollo fetal, desde la implantación del embrión hasta el tercer mes de embarazo. Las sustancias que causan trastornos del crecimiento normal del feto durante las últimas etapas del embarazo son clasificadas como fetotóxicos.
<b>No Genotóxicas</b>	Las sustancias tóxicas causan daños a sistemas, órganos o tejidos específicos, que se manifiestan en la alteración de sus funciones. Estas sustancias pueden ser asfixiantes (que interfieren con el transporte bioquímico del oxígeno), irritantes (que causan inflamaciones), toxinas (que envenenan), o alergénicas (que causan reacciones alérgicas). Frecuentemente se observan síntomas generales de intoxicación, como náuseas, malestares abdominales, pérdida del apetito, dolores de cabeza, somnolencia, etc. Ciertas sustancias no genotóxicas pueden acelerar un proceso canceroso, por ejemplo aumentando la tasa de duplicación de células cancerígenas iniciadas por sustancias mutagénicas. Estas sustancias se denominan activadores de cáncer.

Fuente : INN, 1990. Norma Chilena Oficial Nch382. Of89. Sustancias Peligrosas. Terminología y Clasificación General. Instituto Nacional de Normalización, INN.

#### **1.5.4 Toxicodinámica**

La fase toxicodinámica se caracteriza por la presencia, en sitio específicos, del agente tóxico o de su producto de biotransformación. al interactuar con moléculas orgánicas producen alteraciones bioquímicas, morfológicas y funcionales que caracterizan al proceso de intoxicación .

Las acciones sistémicas son las que mejor definen la fase toxicodinámica, aunque los agentes químicos también actúan en los lugares de contacto como la piel, ojos, vía digestiva y vías respiratorias. Las áreas que se ven afectadas frecuentemente por los efectos de agentes tóxicos se presentan en la lista siguiente:

- Parénquimas (hígado, riñón, páncreas, etc.)
- Neurológico ( Sistema nervioso central y periférico)
- Sistema reproductivo
- Daño a nivel celular (genético: teratogénesis, carcinogénesis)
- Sistema inmunológico (depresión, desregularización, autoinmunidad)
- Piel y mucosas
- Sistema ocular

En las tablas siguientes se puede observar la frecuencia en que algunos agentes químicos afectan a sistemas y órganos humanos, y el número de agentes químicos que causan un mismo efecto, según un recuento sobre una evaluación de 220 sustancias:

**Tabla 1.6 Frecuencia en que agentes químicos afectan diversos sistemas y órganos humanos (sobre 220 sustancias estudiadas)**

Sistemas u órganos	Sustancias ambientales	
	Nº	%
Sistema nervioso <sup>1</sup>	149	68
Sistema broncopulmonar <sup>2</sup>	99	45
Hígado	54	24
Riñón	36	16
Sistema hematológico	22	10
Sistema reproductivo <sup>3</sup>	6	3

1. Incluye un total de 20 signos y síntomas mayores.
2. Se excluyen los que causan sólo irritación de las vías aéreas.
3. Se excluyen la teratogénesis

**Tabla 1.7: Número de agentes químicos ambientales que causan un mismo efecto (sobre 220 sustancias estudiadas)**

Efecto	Sustancia	
	Nº	%
Convulsiones	91	41
Edema pulmonar	84	38

Gastroenteritis	82	37
Broncoconstricción	65	30

### 1.5.5 Clasificaciones y Categorías de Toxicidad. Relación entre Dosis y Respuesta

Para evaluar y cuantificar cuan tóxicas son algunas sustancias se efectúan estudios de la toxicidad de la sustancia o de su acción sobre un universo de un mínimo de 25 animales ( ratas, ratones, conejos, cuyes ,etc.), a los cuales se les hace ingresar el producto tóxico a su organismo por distintas vías ( digestiva, dérmica o respiratoria ).

La magnitud de los efectos de una sustancia tóxica depende , como se puede deducir intuitivamente, de la cantidad de sustancias absorbida, ingerida o inhalada. La incidencia (frecuencia) de una respuesta concreta de un organismo ( o población de organismos) en función de la dosis de una sustancias tóxica, por ejemplo la mortalidad de individuos de una población de animales experimentales expuestos a una dosis creciente de un compuesto tóxico, resulta en una correlación con características definidas.. Por medio de la relación dosis y respuesta así establecida , es posible estimar la toxicidad de una sustancia concreta.

Uno de los parámetros determinados por la vía digestiva se define como la **Dosis Letal 50, DL<sub>50</sub>** , como la dosis del compuesto tóxico que administrado por vía digestiva causa la muerte del 50 % del universo de individuos estudiados.

Para la vía respiratoria se define la **Concentración Letal 50, CL<sub>50</sub>**, como la dosis del compuesto tóxico que administrada por vía respiratoria causa la muerte del 50% de los individuos del universo estudiado.

Se han desarrollado un conjunto de categorías para toxicidad aguda, basadas en la LD<sub>50</sub> (definida como la dosis de una sustancia que mata el 50% de los organismos de prueba).

Los valores de DL<sub>50</sub> y CL<sub>50</sub> de una sustancias varían significativamente entre los animales experimentales, debido a la amplia variación entre las susceptibilidades de las diferentes especies. También se puede apreciar, que la dosis letal media depende de la forma en que se suministra la sustancias química, subrayando la importancia de la ruta de entrada ( inhalación, absorción o ingestión ), el transporte o distribución y metabolismo del agente tóxico en el organismo.

**Tabla 1.8 : Categorías de Toxicidad aguda**

Categoría de toxicidad	LD <sub>50</sub> Oral (mg/kg)	LD <sub>50</sub> Dérmica (mg/kg)	LC <sub>50</sub> Por inhalación	
			(mg/l polvo)	(ppm vapor/gas)
I(PELIGRO VENENO)	< 50	< 50	< 2	< 200
II (ADVERTENCIA)	50 - 500	200 - 2000	2 - 20	200 - 2000
III (PRECAUCIÓN)	500 - 5000	2000 - 20000	20 - 200	2000 - 20000
IV (precaución)	> 5000	> 20000	> 200	> 20000

Categoría de toxicidad	Efecto en los ojos	Irritación en la piel
I	Opacidad en la córnea irreversible en 7 días	Irritación severa o daño en 72 horas
II	Opacidad en la córnea reversible dentro de 7 días, o irritación durante 7 días	Irritación moderada en 72 horas
III	No se produce opacidad de la córnea, sólo irritación reversible dentro de 7 días	Irritación débil en 72 horas
IV	Sin irritación	Sin irritación en 72 horas

**Tabla 1.9 : Ejemplos de Toxicidad aguda según la dosis letal ( DL<sub>50</sub> ) en varios animales experimentales.**

COMPUESTO	ANIMAL	DL <sub>50</sub> , (mg/kg)	DESCRIPCION	CAT.
Alcohol etílico	Ratón	10.000	Etanol: Líquido incoloro, inflamable, volátil y miscible en agua. Se encuentra en bebidas alcohólicas y se usa como solvente.	<b>1</b>
Cloruro de sodio	Ratón	4.000	Sal Común: Se utiliza para conservar los alimentos y es parte imprescindible de la dieta.	<b>2</b>
Tolueno	Rata	3.000	Solvente orgánico muy utilizado en la industria química y en especial en la pequeña y mediana empresa	<b>2</b>

Acido Sulfúrico	Rata	2.140	Sustancia química utilizada en grandes volúmenes en la industria minera	<b>2</b>
Sulfato ferroso	Rata	1.500	Sal de Hierro: Es un sólido blanco en estado puro.	<b>2</b>
Sulfato de morfina	Rata	900	Alcaloide aromático y orgánico obtenido del opio. Es un narcótico y un potente calmante del dolor que conduce a la adicción. Reprime el reflejo de la tos.	<b>2</b>
Formaldehido	Rata	800	Producto químico altamente utilizado en la industria de tableros como resinas de fenol o urea-formaldehido.	<b>2</b>
2,4-D ( Herbicida )	Rata	375	Herbicida ampliamente utilizado como agente defoliante , es decir para eliminar hierbas.	<b>3</b>
Clordano ( Insecticida )	Rata	283	Insecticida muy utilizado para combatir plagas de insectos	<b>3</b>
DDT ( Insecticida )	Rata	100	Dicloro-difeniltricloroetano. Compuesto orgánico con doble anillo bencénico. Es una sustancia sólida, incolora, utilizada como polvo insecticida. Puesto que no es biodegradable y se acumula en tejido graso de muchos animales, su utilización ha sido restringida.	<b>3</b>
Pentaclorofenol	Rata	27	Compuesto químico muy utilizado como preservante de la madera.	<b>4</b>
Arsénico	Rata	25	Compuesto producido en la industria minera por el procesamiento de minerales de cobre.	<b>4</b>
Cianuro de Potasio	Rata	10	Compuesto químico utilizado como veneno para matar animales.	<b>4</b>
Sulfato de estricnina	Rata	2	Alcaloide incoloro, cristalino, ligeramente soluble y altamente venenoso, extraído de las semillas de ciertas plantas. Se utilizó en un principio como estimulante.	<b>5</b>
Nicotina	Rata	1	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> N <sub>2</sub> : Alcaloide aromático encontrado en las hojas del tabaco. Es un líquido incoloro altamente tóxico, utilizado como insecticida.	<b>5</b>
Dioxina	Rata	0,001	Sustancia muy venenosa que aparece como sustancia de desecho en la fabricación de ciertos tipos de herbicidas. Seveso, Italia, 1976.	<b>5</b>
Toxina botulinus	Rata	0,00001	Veneno de origen animal o vegetal.	<b>5</b>

Cat. = Categorías de Toxicidad :

1 : levemente tóxico DL<sub>50</sub> = 5.000 – 15.000 mg /kg  
2 : moderadamente tóxico DL<sub>50</sub> = 500 – 5.000 mg /kg  
3 : muy tóxico DL<sub>50</sub> = 50 – 500 mg /kg  
4 : altamente tóxico DL<sub>50</sub> = 5 – 50 mg /kg  
5 : extremadamente tóxico DL<sub>50</sub> < mg /kg

Otra clasificación que considera la dosis letal probable por vía oral para el hombre, se muestra en la tabla .6.3.

**Tabla 1.10 Grados de toxicidad**

<b>Grados de toxicidad</b>	<b>Dosis letal probable para humanos</b>
1. Prácticamente no tóxico	15 g/kg
2. Ligeramente tóxico	5 - 15 g/kg
3. Moderadamente tóxico	0.5 - 5 g/kg

4. Muy tóxico	50 - 500 mg/kg
5. Extremadamente tóxico	5 - 50 mg/kg
6. Super tóxico	5 mg/kg

Existe una clasificación en cuanto a la acción tóxica de los agentes químicos, la que se presenta en la tabla 6.4. Aunque no es ideal, ya que presenta una serie de fallas como consecuencia de las características de los agentes químicos al provocar acciones tóxicas, la mayoría de las veces complejas y múltiples; a la hora de realizar una investigación es de bastante utilidad.

---

### Resumen de Toxicología

---

Las rutas de entrada de las sustancias venenosas son:

- **Inhalación , Absorción por la Piel , Ingestión**

Los efectos más comunes de las sustancias tóxicas son:

#### ⚠ EXPOSICIÓN CORTA/NIVEL ALTO      ⚠ EXPOSICIÓN LARGA/NIVEL BAJO

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quemaduras y manchas</li> <li>• Náuseas</li> <li>• Daños en ojos</li> <li>• Irritación respiratoria</li> <li>• Envenenamiento agudo</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Efectos crónicos al pulmón</li> <li>• Efectos al corazón</li> <li>• Esterilidad</li> <li>• Envenenamiento crónico</li> <li>• Cáncer</li> </ul> |
|---|---|

Los Órganos afectados por los productos químicos industriales pueden ser los siguientes:

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hígado</li> <li>• Riñón</li> <li>• Sistema respiratorio</li> <li>• Piel</li> <li>• Sangre</li> <li>• Sistema nervioso central</li> <li>• Sistema reproductivo</li> </ul> | <p>Los factores que determinan el grado de u efecto tóxico son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema inmunológico</li> <li>• Sistema cardiovascular</li> <li>• Sistema ocular</li> <li>• Concentración</li> <li>• Duración de la exposición</li> <li>• Rutas de absorción</li> <li>• Dosis</li> </ul> |
|---|---|

Los Efectos beneficiosos o detrimentales son:

COMPUESTO	LD <sub>50</sub> (mg/kg)	Dosis Diaria para una Buena Salud
Vitamina D	10	10 mg

Fluoruro de sodio	35	2 mg
Cloruro de sodio	3000	200 mg

---

### **1.5.6 Factores que influyen en la Toxicidad**

Durante el diseño, manejo, y evaluación de los estudios toxicológicos, existe una constante necesidad de informar acerca de los numerosos factores que pueden influir en la naturaleza, severidad y probabilidad de la inducción del daño tóxico. A continuación se puntualizan algunos de los factores más importantes .

- **Número de exposiciones.**
- Algunos efectos tóxicos son producidos como respuesta a una sola exposición de gran magnitud, mientras que otros requieren exposiciones múltiples para su desarrollo.
- **Magnitud de la exposición.**
- La magnitud de la exposición puede influir sobre la probabilidad de que un efecto se produzca y también sobre su severidad.
- **Especies de prueba.**
- En adición a la variación en la susceptibilidad de un agente químico de inducir toxicidad entre miembros de una población dada, pueden existir marcadas diferencias entre las especies con respecto al potencial relativo de un material para producir un daño tóxico. Estas diferencias entre las especies pueden reflejar variaciones en los sistemas fisiológicos y bioquímicos, diferencias en la distribución y el metabolismo, y diferencias en la capacidad de ingestión y excreción.

## CAPÍTULO II

### NORMAS DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

#### 2.1. NORMAS Y LEYES CHILENAS OFICIALES SOBRE SUSTANCIAS PELIGROSAS

En Chile existe una amplia gama de leyes y normas relativas a las sustancias peligrosas y aspectos de salud ocupacional. Veremos aquí solo un resumen de las principales leyes, decretos y normas relacionadas con el tema.

##### **Normativas aplicables a la Localización de las Industrias**

- **Decreto Supremo Nº 458/76** (del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, publicado en el Diario Oficial del 13 de Abril de 1976): Aprueba nueva Ley General de Urbanismo y Construcciones (artículos 57, 58, 62 y 160). El artículo 62 se refiere a terrenos cuyo uso no está dentro del Plan Regulador se entienden congelados, es decir, no puede aumentarse el volumen de construcción existente en ellos. El artículo 160 expresa que las industrias expuestas a peligro de explosión, incendios, o que producen emanaciones dañinas y se encuentran en sectores habitados, deben retirarse de éstos en el plazo máximo de un año desde la fecha de notificación.
- **Decreto Supremo Nº 718/77** (del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, publicado en el Diario Oficial del 5 de Septiembre de 1977): Crea la comisión mixta de Agricultura, Urbanismo, Turismo y Bienes Nacionales. Contempla dentro de sus funciones la de estudiar e informar sobre el cambio de uso de suelos con fines no agrícolas, en todas las áreas rurales del país, de acuerdo al artículo 55 de la Ley de Urbanismo y Construcciones. Por lo tanto, para la construcción de un relleno sanitario fuera de los límites urbanos, se requerirá de un informe favorable que autorice el cambio de uso de suelo, permitiendo así, a las autoridades de Vivienda y Agricultura, intervenir en la determinación de la localización de los rellenos sanitarios y demás recintos de disposición de residuos, utilizando este instrumento como un modo de planificación urbana.
- **Decreto Supremo Nº 47/92** (del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, publicado en el Diario Oficial del 19 de Mayo de 1992): Establece la ordenanza general de urbanismo y construcciones. Establece la ordenanza general de urbanismo y construcciones. Todo proyecto relacionado con la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular, destinada a la provisión o

purificación de agua potable para el consumo humano, quedará sometido a lo dispuesto en el Código Sanitario y sus reglamentos. Así también, la explotación de los servicios públicos sanitarios que se vinculan con la producción y distribución de agua potable, o con la recolección y disposición de aguas servidas, quedará sometida a la Ley General de Servicios Sanitarios y normas sobre la materia que dicte la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

- **Resolución N° 20/94** (del Gobierno Regional Metropolitano, publicada en el Diario Oficial del 4 de Noviembre de 1994): Aprueba el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS). Establece, entre otros, requisitos exigidos para los rellenos sanitarios en la Región Metropolitana.

### **Normativas de Seguridad y Salud Ocupacional**

- **Decreto con Fuerza de Ley N° 725/67** (del Ministerio de Salud, publicado en el Diario Oficial del 31 de Enero de 1968): El Código Sanitario establece, en los artículos 90 a 93 del Libro Tercero "De la Higiene y Seguridad del Ambiente y de los Lugares de Trabajo", disposiciones relativas a: La tenencia, transporte y eliminación de sustancias tóxicas y productos peligrosos de carácter corrosivo o irritante, inflamable o comburente, explosivos de uso pirotécnico y demás sustancias que impliquen riesgos para la salud, la seguridad o el bienestar de los seres humanos y animales. También contempla disposiciones relativas a la fabricación, uso, manipulación, almacenamiento, importación, envase, distribución o expendio, formulación, uso o aplicación de los pesticidas de uso sanitario y doméstico. En los artículos 15 y 83 señala que previo a la autorización municipal para la instalación de una industria, se requiere de un informe de la autoridad sanitaria sobre los efectos que la industria puede ocasionar en el ambiente.
- **Decreto con Fuerza de Ley N° 1/89** (del Ministerio de Salud, publicado en el Diario Oficial del 21 de Febrero de 1990): Determina materias que requieren autorización sanitaria expresa (art. 1 N° 44), entre las que enumera: a) la acumulación o disposición final dentro del predio industrial o lugar de trabajo, de residuos inflamables o que contengan alguno de los elementos señalados en el artículo 13° del "Reglamento de Condiciones Sanitarias y Ambientales Mínimas en los Lugares de Trabajo" (Decreto Supremo N° 745, de 1992, del Ministerio de Salud); b) la instalación y funcionamiento de crematorios e incineradores de desechos biológicos; c) la destrucción, procesamiento y exportación de decomisos por mataderos; d) la desnaturalización de alimentos destinados a uso industrial no alimentario o alimentación animal; e) el

almacenamiento y abandono o desecho de sustancias radiactivas.

- **Decreto Supremo Nº 745/92** (del Ministerio de Salud, publicado en el Diario Oficial del 8 de Junio de 1993): Reglamenta las condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. Regula, entre otras cosas, la contaminación ambiental en los lugares de trabajo, y establece los máximos permisibles por sustancia y el modo de calcularlo. También establece concentraciones máximas de polvos y de agentes físicos (ruidos, vibraciones, radiaciones).
- **Decreto Supremo Nº 298/94** (del Ministerio de Transportes, publicado en el Diario Oficial del 11 de Febrero de 1995): Reglamenta las condiciones, normas y procedimientos aplicables al transporte de carga, por calles y caminos, de sustancias o productos que por sus características sean peligrosas o representen riesgos para la salud de las personas, para la seguridad pública o el medio ambiente. Además, establece la obligación de cumplir normas técnicas para los vehículos que transportan cargas peligrosas; condiciones de carga y manipulación; normas sobre circulación y estacionamiento; y una serie de obligaciones y responsabilidades para el transportista. Este reglamento, incorpora las siguientes NCh del INN, haciéndolas obligatorias:
  - **NCh 382/89** (publicada en el Diario Oficial del 29 de Noviembre de 1989): Sustancias peligrosas terminología y clasificación general.
  - **NCh 2.120/89** (publicada en el Diario Oficial del 7 de Noviembre de 1989): Sustancias peligrosas.
  - **NCh 2.190/93** (publicada en el Diario Oficial del 9 de Junio de 1993): Sustancias peligrosas. Marcas, etiquetas y rótulos para información del riesgo asociado a la sustancia.
  - **NCh 2.245/93** (publicada en el Diario Oficial del 18 de Enero de 1994): Hoja de datos de seguridad.
- **Decreto Supremo Nº 379/85** (del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, publicado en el Diario Oficial del 19 de Marzo de 1986): Aprueba reglamento sobre requisitos mínimos de seguridad para el almacenamiento y manipulación de combustibles líquidos derivados del petróleo destinados a consumos propios.
- **Decreto Supremo Nº 29/86** (del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, publicado en el Diario Oficial del 6 de Diciembre de

1986): Regula el almacenamiento de gas licuado. El reglamento se aplicará a las personas naturales y jurídicas que almacenen, envasen, transporten y expendan gas licuado.

- **Ley N° 16.744/68** (del Ministerio del Trabajo y Previsión Social, publicada en el Diario Oficial del 1° de Febrero de 1968): Establece disposiciones relativas a accidentes y enfermedades profesionales.
- **Decreto con Fuerza de Ley N°1/94** (del Ministerio del Trabajo y Previsión Social, publicado en el Diario Oficial del 24 de Enero de 1994): El Código del Trabajo, en sus artículos 153 a 157, establece disposiciones relativas a la seguridad y salud ocupacional.
- **Decreto Supremo N° 40/69** (del Ministerio del Trabajo y Previsión Social, publicado en el Diario Oficial del 7 de Marzo de 1969): Aprueba reglamento sobre prevención de riesgos profesionales.
- **Decreto Supremo N° 54/69** (del Ministerio del Trabajo y Previsión Social, publicado en el Diario Oficial del 11 de Marzo de 1969): Aprueba el reglamento para la constitución y funcionamiento de los comités paritarios de higiene y seguridad.
- **Decreto Supremo N° 20/80** (del Ministerio del Trabajo y Previsión Social, publicado en el Diario Oficial del 5 de Mayo de 1980): Modifica Decreto Supremo N° 40/69.
- **Ley N° 18.164/82** (del Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción, publicada en el Diario Oficial del 17 de Septiembre de 1982): Regula la internación de ciertos productos químicos.
- **Decreto Supremo N° 48/84** (del Ministerio de Salud, publicado en el Diario Oficial del 14 de Mayo de 1984): Aprueba reglamento de calderas y generadores de vapor.
- **Decreto Supremo N° 133/84** (del Ministerio de Salud, publicado en el Diario Oficial del 23 de Agosto de 1984): Reglamenta las autorizaciones para instalaciones radiactivas y equipos generadores de radiaciones ionizantes, personal que se desempeñe en ellas u opere tales equipos.
- **Decreto Supremo N° 3/85** (del Ministerio de Salud, publicado en el Diario Oficial del 25 de Abril de 1985): Aprueba reglamento de protección radiológica de instalaciones radiactivas.
- **Decreto Supremo N° 50/88** (del Ministerio del Trabajo y Previsión Social, publicado en el Diario Oficial del 21 de Julio de 1988): Modifica el Decreto Supremo N° 40/69, que aprobó el reglamento sobre prevención

de riesgos profesionales.

- **Decreto Supremo Nº 95/95** (del Ministerio del Trabajo y Previsión Social, publicado en el Diario Oficial del 16 de Septiembre de 1996): Modifica Decreto Supremo Nº 40/69 que aprobó el reglamento sobre prevención de riesgos profesionales.
- **Decreto Supremo Nº 369/96** (del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, publicado en el Diario Oficial del 6 de Agosto de 1996): Regula los extintores portátiles.
- **Decreto Supremo Nº 90/96** (del Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción, publicado en el Diario Oficial del 5 de Agosto de 1996): Establece el reglamento de seguridad para almacenamiento, refinación, transporte y expendio al público de combustibles líquidos derivados del petróleo.
- **Norma NCh 388** (del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, publicada en el Diario Oficial del 30 de Noviembre de 1955): Regula la prevención y extinción de incendios en almacenamiento de inflamables y explosivos.
- **Norma NCh 385** (del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, publicada en el Diario Oficial del 30 de Agosto de 1955): Establece las normas de seguridad en el transporte de materiales inflamables y explosivos.
- **Norma NCh 387** (del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, publicada en el Diario Oficial del 30 de Noviembre de 1955): Norma las medidas de seguridad en el empleo y manejo de materias primas inflamables.
- **Norma NCh 758** (del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, publicada en el Diario Oficial del 25 de Agosto de 1971): Regula las sustancias peligrosas, almacenamiento de líquidos inflamables. Medidas particulares de seguridad.
- **Norma NCh 389** (del Ministerio de Obras Públicas, publicada en el Diario Oficial del 4 de Noviembre de 1974): Regula respecto de las sustancias peligrosas. Almacenamiento de sólidos, líquidos y gases inflamables. Medidas generales de seguridad.
- **Norma NCh 1.411** (del Ministerio de Salud, publicada en el Diario Oficial del 10 de Noviembre de 1978): Prevención de Riesgos. Parte 4: Identificación de riesgos de materiales.

- **Norma NCh 2.164** (del Ministerio de Salud, publicada en el Diario Oficial del 30 de Enero de 1990): Regula los gases comprimidos, gases para uso en la industria, uso médico y uso especial. Sistema SI unidades de uso normal.
- **Norma NCh 1.377** (del Ministerio de Salud, publicada en el Diario Oficial del 16 de Mayo de 1991): Regula los gases comprimidos cilindros de gases para uso industrial. Marcas para la identificación del contenido y de los riesgos inherentes.

## **Normativa atingente a los servicios Fiscalizadores**

### **Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)**

El ordenamiento que regula los residuos líquidos industriales, se compone de los siguientes cuerpos normativos:

- **Ley Nº 3.133** que regula la "Neutralización de los Residuos Provenientes de Establecimientos Industriales", publicada en el Diario Oficial el 7 de Septiembre de 1916.
- **Decreto Supremo Nº 351**, que aprueba el "Reglamento para Neutralización y Depuración de los Residuos Líquidos Industriales", a que se refiere la Ley Nº 3.133, publicado en el Diario Oficial el 23 de Febrero de 1993; modificado por el D. S. MOP Nº 1.172, publicado en el Diario Oficial con fecha 17 de Febrero de 1998.
- **Decreto Ley Nº 3.557** que establece normas sobre Protección de Aguas en Pro de la Agricultura y la Salud de los Habitantes, publicado en el Diario Oficial el 9 de Febrero de 1981.
- **Art. 2º de la Ley 18.902** (Orgánica de la SISS) en cuya virtud corresponde a la SISS la fiscalización de los prestadores de servicios sanitarios y del cumplimiento de las normas relativas a servicios sanitarios y el control de los residuos líquidos industriales.
- Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado, publicada en el Diario Oficial el 20 de Julio de 1998, a través del Decreto Supremo Nº 609/98 del Ministerio de Obras Públicas.
- Norma Técnica Provisoria de la SISS de 1992, relativa a descargas de residuos industriales líquidos a cursos y masas de agua superficiales y subterráneas (actualmente en estudio en CONAMA, para transformar a norma ambiental).

Dadas las recientes modificaciones reglamentarias, los prestadores de servicios sanitarios, en particular los concesionarios de los servicios de recolección y disposición de aguas servidas, han adquirido mayores responsabilidades en el tema, y la SISS ha delimitado su accionar a aquello que en estricto rigor le compete. En la práctica, esto implica que:

La SISS no otorga (desde el 18 de abril de 1998) certificados de "No emisión de Riles", los que eran requeridos ya sea por los prestadores de servicios sanitarios al momento de solicitárseles una conexión a su sistema, o bien por las Municipalidades en la tramitación de los permisos de construcción, o por los Servicios de Salud en uso de sus facultades.

### **Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC)**

El ordenamiento que regula las atribuciones de la SEC, se compone de los siguientes cuerpos normativos:

- **Decreto Supremo Nº 379** del Ministerio de Economía, publicado en el Diario Oficial con fecha 1º de Marzo de 1986.
- **Decreto Supremo Nº 90** de del Ministerio de Economía, publicado en el Diario Oficial con fecha 5 de Agosto de 1996, que aprueba el "Reglamento de seguridad para almacenamiento, refinación, transporte, expendio de combustibles líquidos derivados del petróleo".
- Adicionalmente, las medidas contempladas en la Línea de Acción Nº 3 del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana (1997) establecen requisitos relativos a la reducción de emisiones fugitivas y mejora de los combustibles industriales.

### **Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente (SESMA)**

El ordenamiento, referente a actividades industriales, que fiscaliza el SESMA se compone de los siguientes cuerpos normativos, entre los cuales destacan:

**Código Sanitario (DFL 725/68) y sus reglamentos:**

**Decreto Supremo Nº 745/92** – Condiciones internas en los lugares de trabajo.

**Decreto Supremo Nº 48/84** – Calderas y autoclaves.

**Decreto Supremo Nº 133/84** – Instalaciones radioactivas.

**Decreto Supremo Nº 146/97** – Ruidos molestos.

**Decreto Supremo Nº 144/85** – Solventes orgánicos.

**Decreto Supremo Nº 144/61** Contaminantes atmosféricos.

**Decreto Supremo Nº 4/92** – Emisión material particulado.

**Resolución Nº 5081/93** - Declaración de residuos sólidos.

**Decreto con Fuerza de Ley Nº 1/91** – Autorización expresa.

**Decreto Supremo Nº 977/96** del Ministerio de Salud, Nuevo Reglamento Sanitario de los Alimentos.

**Decreto Supremo Nº 4/1992** del Ministerio de Salud ( D. Of. 2.03.92 ).

**Decreto Supremo Nº 32/90** del Ministerio de Salud (D. Of. 24.05.90).

**Resolución Nº 15.027** del Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente.  
Ley 16.744/68 y sus reglamentos:

**Decreto Supremo Nº 40/69** del Ministerio de Trabajo y Prevención Social,  
Departamento de prevención de riesgos profesionales, sobre 100 trabajadores.

**Decreto Supremo Nº 54/69** del Ministerio de Trabajo y Prevención Social.

## **2.2.- Normas Específicas sobre Sustancias Peligrosas del INN.**

En Chile existe el **Instituto Nacional de Normalización, INN - Chile**, cuya función es el estudio y preparación de las normas técnicas a nivel nacional. Es miembro de la INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) y de la COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS (COPANT), representando a Chile ante esos organismos. A continuación se presenta un resumen de las normas del **ÁREA C, CALIDAD DE VIDA, PREVENCIÓN DE RIESGOS Y SALUD.**

### **C.1 GENERAL**

### **C.2 CALIDAD DEL AIRE**

### **C.4 CALIDAD DEL AGUA**

### **C.5 ENERGÍA NUCLEAR**

### **C.6 ACÚSTICA**

### **C.8 DEFENSA CONTRA EL FUEGO**

### **C.9 PROTECCIÓN PERSONAL**

### **C.10 PREVENCIÓN DE RIESGOS**

**C.10.1 Sustancias Peligrosas**

**C.10.2 Soldadura**

**C.10.3 Transporte**

**C.10.4 Electricidad**

**C.10.5 Construcción**

**C.10.6 Minería y Metalurgia**

**C.10.7 Química**

**C.10.8 Mecánica**

**C.10.9 Textiles y Cueros (\*)**

**C.10.10 Alimentos (\*)**

**C.10.11 Forestal (\*)**

**C.10.12 Juegos y Deportes**

**C.10.13 Otros**

(\*) No existen normas chilenas oficiales sobre el tema

### **C.11 MEDICINA, MATERIAL MEDICO QUIRÚRGICO**

### **C.12 ODONTOLOGÍA**

## LISTADO DE NORMAS SOBRE SUSTANCIAS PELIGROSAS

**Área C. Calidad de Vida, Prevención de Riesgos y Salud**  
**Sub-Área C.10 Prevención de Riesgos**  
**C.10.1 Sustancias Peligrosas**

Algunas normas relativas al manejo de sustancias químicas peligrosas son:

NORMA	DESCRIPCION
<b>NCh122.Of62</b>	Guía o Mecha para Minas - Muestreo y ensayos.
<b>NCh123.Of62</b>	Detonadores – Clasificación y especificaciones
<b>NCh124.Of62</b>	Detonadores – Muestreo , inspecciones y ensayos.
<b>NCh125.Of62</b>	Detonadores eléctricos ( Estopines ) – Especificaciones
<b>NCh126.Of62</b>	Detonadores eléctricos ( Estopines ) – Muestreo, inspecciones y ensayos.
<b>NCh382.Of89</b>	Sustancias Peligrosas - Terminología y Clasificación General.
<b>NCh383.Of55</b>	Medidas de seguridad en el almacenamiento de explosivos
<b>NCh384.Of55</b>	Medidas de seguridad en el empleo de explosivos
<b>NCh385.Of55</b>	Medidas de seguridad en el transporte de materiales inflamables y explosivos
<b>NCh386.Of55</b>	Medidas de seguridad en la inutilización y destrucción de explosivos y municiones.
<b>NCh387.Of55</b>	Medidas de seguridad en el empleo y manejo de materiales inflamables
<b>NCh388.Of55</b>	Prevención y extinción de incendios en almacenamiento de materias inflamables y explosivas.
<b>NCh389.Of72</b>	Sustancias Peligrosas - Almacenamiento de Sólidos, Líquidos y Gases Inflamables- Medidas Generales de Seguridad.
<b>NCh390.Of60</b>	Medidas adicionales de seguridad en el transporte ferroviario de explosivos y materiales inflamables.
<b>NCh391.Of60</b>	Medidas adicionales de seguridad en el transporte en camiones de explosivos y de materias inflamables.
<b>NCh392.Of60</b>	Envases para el almacenamiento y transporte de explosivos y municiones.
<b>NCh393.Of60</b>	Medidas Especiales de Seguridad en el Transporte Ferroviario o en Camiones, de Petróleo, sus productos y de Materiales Similares.
<b>NCh758.EOf71</b>	Sustancias Peligrosas - Almacenamiento de Líquidos Inflamables - Medidas Particulares de Seguridad.
<b>NCh1061.Of94</b>	Cloro Líquido - Medidas de Seguridad en el Transporte por Ferrocarril, en Vagones-Tanque, y en la Carga, Recepción y Descarga de ellos.
<b>NCh1377.Of90</b>	Gases Comprimidos - Cilindros de Gas para Uso Industrial - Marcas para Identificación del Contenido y de los Riesgos Inherentes.

<b>NORMA</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>NCh.2120/1.Of89</b>	Sustancias Peligrosas - Parte 1: Clase 1 - Sustancias y Objetos Explosivos
<b>NCh.2120/2.Of89</b>	Sustancias Peligrosas - Parte 2: Clase 2 - Gases Comprimidos, Licuados, Disueltos a Presión o Criogénicos.
<b>NCh2120/3.Of89</b>	Sustancias Peligrosas - Parte 3: Clase 3 - Líquidos Inflamables
<b>NCh2120/4.Of89</b>	Sustancias Peligrosas - Parte 4: Clase 4 - Sólidos Inflamables - Sustancias que presentan riesgos de combustión espontánea, sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables.
<b>NCh2120/5.Of89</b>	Sustancias Peligrosas - Parte 5: Clase 5 - Sustancias comburentes, peróxidos orgánicos.
<b>NCh2120/6.Of89</b>	Sustancias Peligrosas - Parte 6: Clase 6: Sustancias Venenosas (Tóxicas) y Sustancias Infecciosas.
<b>NCh2120/7.Of89</b>	Sustancias Peligrosas - Parte 7: Clase 7 - Sustancias Radiactivas.
<b>NCh2120/8.Of89</b>	Sustancias Peligrosas - Parte 8: Clase 8 - Sustancias Corrosivas.
<b>NCh2120/9.Of89</b>	Sustancias Peligrosas - Parte 9: Clase 9 - Sustancias Peligrosas Varias.
<b>NCh2136.Of89</b>	Sustancias Corrosivas - Ácido Sulfúrico - Disposiciones de Seguridad para el Transporte.
<b>NCh2137.Of92</b>	Sustancias Peligrosas - Embalaje/Envase - Terminología, Clasificación y Designación.
<b>NCh2190.Of93</b>	Sustancias Peligrosas - Marcas para Información de Riesgos.
<b>NCh2245.Of93</b>	Hoja de Datos de Seguridad de Productos Químicos - Contenido y Disposición de los Temas.
<b>NCh2353.Of96</b>	Sustancias Peligrosas – Transporte por carretera – Hoja de Seguridad

## 2.3 NORMA CHILENA NCh 382 Of 89 Y OTRAS NORMAS

---

NORMA CHILENA OFICIAL NCH 382. OF89

---

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN INN-CHILE

---

### SUSTANCIAS PELIGROSAS - TERMINOLOGÍA Y CLASIFICACIÓN GENERAL

Dangerous materials- General terminology and clasification

#### 1. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

1.1 Esta norma establece la terminología y una clasificación general de las sustancias peligrosas, incluye, además, un listado general de las sustancias que se consideran peligrosas, con información respecto al riesgo que presentan, según su Clase.

1.2 Esta norma se aplica a las sustancias peligrosas definidas según su clase y división, clasificadas atendiendo al tipo de riesgo más significativo que presentan fundamentalmente en su transporte y en la manipulación y almacenamiento relativos al transporte.

Notas:

1. En las operaciones en recintos portuarios se aplican las disposiciones del Código IMDG: Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas.

2. En las operaciones en recintos de aeródromos y aeropuertos se aplican las disposiciones que emanen de la Dirección General de Aeronáutica Civil, de acuerdo al DAR-18: Transporte sin riesgo de Mercancías Peligrosas por vía aérea.

3. Esta norma se aplica por sí y como base de las normas chilenas Nch 2120/1 a Nch 2121/9, con la finalidad principal de propender a la seguridad personal, la seguridad colectiva y la de la propiedad

## 2. TERMINOLOGÍA

- **Comburente:** sustancia o mezcla de ellas, que proporciona el oxígeno u otro elemento necesario para una combustión.
- **Combustible:** sustancia o mezcla de ellas que es capaz de entrar en combustión.
- **Combustión:** oxidación rápida de una sustancia por acción del oxígeno del aire u otro comburente con desprendimiento de calor y normalmente gases luz o llama.
- **Combustión espontánea:** encendido de una sustancia o materia, causado por un elemento que la integra o está en íntimo contacto y reacciona con ella.
- **Corrosión:** proceso de carácter químico, causado por determinadas sustancias, que desgasta a los sólidos o que puede producir lesiones más o menos graves a los tejidos vivos; pueden producirse ambos efectos a la vez.
- **Deflagración:** combustión que se propaga a través de la masa de una sustancia, con velocidad inferior a la del sonido, sin generarse una onda de presión.
- **Detonación:** explosión en la cual la reacción química produce una onda de choque o de presión, la que genera altas temperaturas y gradientes de presión; se transmite por onda explosiva que afecta a la totalidad de la masa casi instantáneamente y produce efectos rompedores y demoledores.
- **Estallido:** proceso físico, caracterizado por el destrozo repentino de un objeto por el impulso de tensiones internas, produciendo estruendo y proyecciones de este objeto.
- **Explosión:** acción y efecto de una reacción físico-química, caracterizada por su gran velocidad de desarrollo, que envuelve una expansión extremadamente rápida de los gases generados, la que se asocia a una onda de compresión; generalmente, va acompañada de liberación de calor
- **Explosivo:** sustancia o mezcla de sustancias capaz de hacer explosión.
- **Infección:** estado de enfermedad producido por la acción de microorganismos patógenos.
- **Inflamación:** iniciación de la combustión provocada por la elevación local de la temperatura. Este fenómeno se transforma en combustión propiamente tal cuando se alcanza la **temperatura de inflamación** .
- **Temperatura de inflamación:** Se conoce también como **punto de inflamación**; es la temperatura mínima, medida en condiciones prefijadas en el líquido, a la cual la sustancia desprende suficientes vapores para formar, con el aire, una mezcla inflamable, la cual puede encenderse en contacto con una chispa o una llama.
- **Temperatura de ignición:** temperatura mínima para que en una sustancia se inicie o en ella se cause una combustión autosostenida, independientemente de una fuente de energía externa.
- **Sustancia Peligrosa:** aquella que, por su naturaleza, produce o puede producir daños momentáneos o permanentes a la salud humana, animal o vegetal y a los elementos materiales tales como instalaciones, maquinarias, edificios, etc.
- **Sustancia Pirotécnica:** sustancia o mezcla de sustancias destinada a producir un efecto calorífico, luminoso, sonoro, gaseoso o fumígeno, o una combinación de tales efectos, como consecuencia de reacciones químicas exotérmicas autosostenidas, normalmente no detonantes.
- **Temperatura crítica:** aquella por encima de la cual la materia solamente puede existir en estado gaseoso.
- **Toxicidad:** propiedad de una sustancia que, por acción de contacto o absorbida por un organismo, sea por vía oral, respiratoria o cutánea, es capaz de producir efectos nocivos sobre la salud humana, animal o vegetal, incluso la muerte.

### 3. CLASIFICACIÓN SE SUSTANCIAS PELIGROSAS

Las sustancias peligrosas se clasifican, atendiendo a los riesgos que encierran las actividades incluidas las marítimas y aéreas, en Clases; estas, a su vez pueden clasificarse en Divisiones. Una sustancia peligrosa puede presentar más de un riesgo distinto a la vez, pero su ubicación en la Clase que corresponda estará determinada según su riesgo mayor.

- Clase 1      Sustancias y Objetos Explosivos**  
División 1.1    Los explosivos con un peligro de explosión masiva  
División 1.2    Los explosivos con un peligro de proyección  
División 1.3    Los explosivos con un peligro predominante de incendio  
División 1.4    Los explosivos sin ningún peligro significativo de estallido  
División 1.5    Los explosivos muy insensibles; los agentes explosivos  
División 1.6    Las sustancias de detonación extremadamente insensibles
- Clase 2      Gases comprimidos, licuados, disueltos a presión, o criogénicos**  
División 2.1    El gas inflamable  
División 2.2    El gas comprimido no inflamable, no venenoso  
División 2.3    El gas venenoso por la inhalación  
División 2.4    El gas corrosivo
- Clase 3      Líquido Inflamable y Líquido Combustible**
- Clase 4      Sólido Inflamable; Material Espontáneamente Combustible; y Material Peligroso cuando está Mojado**  
División 4.1    Sólido inflamable  
División 4.2    Material espontáneamente combustible  
División 4.3    Material peligroso cuando esta mojado
- Clase 5      Sustancias comburentes; Oxidantes y Peróxidos Orgánicos**  
División 5.1    Sustancias comburentes (oxidantes)  
División 5.2    Peróxidos Orgánicos
- Clase 6      Sustancias Venenosas (Tóxicas) y Sustancias Infecciosas**  
División 6.1    Sustancias venenosas (tóxicas)  
División 6.2    Sustancia infecciosa
- Clase 7      Sustancias Radiactivas**
- Clase 8      Sustancias Corrosivas**
- Clase 9      Sustancias Peligrosas Varias**

#### 4. LISTADO ORDENADO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

En los anexos C y D de la Norma Nch 382, se incluyen, a título informativo, 2 listados: alfabético de sustancias y numérico (N° de Naciones Unidas, N.U.), que contienen además la información siguiente:

- a) el número de Clase o División a que pertenece la sustancia en el listado, con el cual se puede entrar directamente en la parte específica de las normas **NCh 2120/1 a NCh 2120/9**;
- b) el número de referencia que, para efectos prácticos, se incluye en el documento **D.O.T. P 5800.4 *Emergency Response Guidebook for Hazardous Materials Incidents, 1987.***
- c) el número de referencia del código IMDG, que se inicia con el dígito de Clase y ubica la sustancia dentro de la Clase; y

#### 5. BIBLIOGRAFÍA

- **TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS**

Recomendaciones preparadas por el Comité de Expertos de las Naciones Unidas en Transporte de Mercancías Peligrosas- Edición en Español, Naciones Unidas, N.Y., 1984 (Publicación N° 5.83.VIII.1).

- **CÓDIGO MARÍTIMO INTERNACIONAL DE MERCANCÍAS PELIGROSAS (IMDG).**

Edición en Español, Organización Marítima Internacional (OMI), Londres, publicado por el Centro de Publicaciones del Ministerio de Transporte, Turismo y Comunicaciones, Madrid, España, 1986 (ISBN: 84-505-5612-0).

- **INSTRUCCIONES TÉCNICAS PARA EL TRANSPORTE SIN RIESGOS DE MERCANCÍAS PELIGROSAS POR VÍA AÉREA.**

Documento 9284-AN/905, Suplemento editado en español por la Organización de Aviación Civil Internacional, Canadá, 1939.

- **HAZARDOUS MATERIALS REGULATIONS OF THE DEPARTMENT OF TRANSPORTATION (D.O.T.);** Tariff BOE- 6 000 F, Bureau of Explosives, (USA) Agosto 1986.

- **EMERGENCY RESPONSE GUIDEBOOK FOR HAZARDOUS MATERIALS INCIDENTS.** Department of Transportation, D.O.T., P 5800.4, 1987.

- **DAR-18 TRANSPORTE SIN RIESGOS DE MERCANCÍAS PELIGROSAS POR VÍA AÉREA,** Dirección General de Aeronáutica Civil, 1989.

---

**NORMA CHILENA OFICIAL NCH 389. OF72**

---

**INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN INN-CHILE**

---

**SUSTANCIAS PELIGROSAS - ALMACENAMIENTO DE SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y GASES INFLAMABLES - MEDIDAS GENERALES DE SEGURIDAD**

**Dangerous substances- Storage of flammable solids, liquids and gases- General safety measures**

### **1. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN**

**Esta norma establece las medidas generales de seguridad, que deben adoptarse en el almacenamiento de sustancias inflamables que se encuentran en estado sólido, líquido o gaseoso.**

### **2. REFERENCIAS**

**NCh 382 : Sustancias Peligrosas**

**NCh 933 : Arquitectura y Construcción**

**NCh 934 : Seguridad- Defensa contra el fuego**

### **3. TERMINOLOGÍA**

3.1 Ambiente

3.2 Construcción resistente al fuego

3.3 Envase

3.4 Instalación a prueba de explosión

3.5 Local o depósito para sustancias inflamables

3.6 Muro cortafuego

3.7 Parapeto

3.8 Recinto para sustancias inflamables

#### **4. DISPOSICIONES GENERALES**

- 4.1 Envases, locales y recintos
- 4.2 Responsable legal del local
- 4.3 Reglamento de Seguridad Interno

#### **5. EDIFICIOS, CONSTRUCCIONES E INSTALACIONES ANEXAS**

- 5.1 Ubicación
- 5.2 Distribución de las construcciones
- 5.3 Construcción y materiales
  - Pisos
  - Puertas
  - Ventanas
  - Techos
- 5.4 Instalaciones anexas
  - Electricidad estática
  - Instalaciones eléctricas
  - Pararrayos
  - Ventilación
  - Sistema de Alarma

#### **6. SEGURIDAD**

- 6.1 Aseo y orden
- 6.2 Avisos y carteles
- 6.3 Chispas y llamas
- 6.4 Equipo, elementos y herramientas
- 6.5 Faenas Peligrosas
- 6.6 Filtraciones y fugas
- 6.7 Habitaciones
- 6.8 Iluminación
- 6.9 Instrucción
- 6.10 Vehículos
- 6.11 Vías de acceso
- 6.12 Reglamento de Seguridad Interno

#### **7. LUCHA CONTRA INCENDIOS U OTROS SINIESTROS**

- 7.1 Personal
- 7.2 Equipo y personal
- 7.3 Elementos e instalaciones
- 7.4 Control de equipo, elementos e instalaciones
- 7.5 Ejercicios
- 7.6 Reglamento de Seguridad Interno

**GASES COMPRIMIDOS - CILINDROS DE GAS PARA USO INDUSTRIAL -  
MARCAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL CONTENIDO Y DE LOS RIESGOS  
INHERENTES**

**Compressed gases - Gas cylinders for industrial use - Marking for identification of  
content and hazards.**

## **1. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN**

**Esta norma establece un sistema de marcas para identificar el gas comprimido para uso industrial, contenido en cilindros; establece también las marcas para identificar las clases de riesgos y la forma en que deben presentarse las principales precauciones de seguridad.**

**Esta norma se aplica en la comercialización, distribución, transporte, manipulación y uso de los gases comprimidos para uso industrial, contenido en cilindros de procedencia nacional o de importación**

## **4. MARCAS DE IDENTIFICACIÓN DEL PROVEEDOR, DEL CONTENIDO Y PRESENTACIÓN DE PRECAUCIONES DE SEGURIDAD**

- 4.1 Aspectos Generales.
- 4.2 Identificación del contenido mediante signos.
- 4.3 Identificación del riesgo mediante un rótulo.
- 4.4 Forma de presentación de las precauciones de seguridad.
- 4.5 Identificación del contenido mediante colores

**Tabla 1. N6mina de principales gases para uso industrial, f6rmula e identificaci6n del contenido**

<b>NOMBRE DEL GAS</b>	<b>NUMERO NU</b>	<b>FORMULA</b>	<b>COLOR</b>	<b>ROTULO PARA RIESGO</b>
Acetileno disuelto	1001	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	Amarillo	A.1
Aire	1002	-	Negro con Blanco	A.2
Arg6n	1006	Ar	Verde	A.2
Di6xido de carbono	1013	CO <sub>2</sub>	Gris	A.2
Etileno	1962	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	Violeta	A.1
Helio	1046	He	Caf6	A.2
Hidr6geno	1049	H <sub>2</sub>	Rojo	A.1
Nitr6geno	1066	N <sub>2</sub>	Negro	A.2
Oxido nitroso	1070	N <sub>2</sub> O	Azul	A.2
Ox6geno	1072	O <sub>2</sub>	Blanco	A.2

**Riesgos Primarios en Gases Comprimidos:**

- A.1: Gas Comprimido Inflamable; Color: Rojo**
- A.2: Gas Comprimido No Inflamable**
- A.3: Gas Comprimido Venenoso; Color: Violeta**
- A.4: Gas Comprimido Oxidante; Color: Amarillo**
- A.5: Gas Comprimido Corrosivo; Color: Anaranjado**

**5 . IDENTIFICACI6N DE RIESGOS MEDIANTE COLORES**

- 5.1 C6digo de colores**
- 5.2 Forma de aplicaci6n de los colores**
- 5.3 Precauci6n adicional**
- 5.4 Colores para identificaci6n de riesgos**

**Tabla 2. Nómina de gases comprimidos más usuales para uso industrial. Marcas de identificación de riesgos del contenido**

NOMBRE DEL GAS	NÚMERO <sup>1</sup>	FORMULA	RÓTULOS RIESGOS <sup>2</sup>	COLORES IDENTIFI CA		
				T.S.	T.M.	T.I.
				1 Amoniacó	1005	NH <sub>3</sub>
2 Bromuro de metilo	1062	CH <sub>3</sub> Br	A.3	Violeta	Violeta	Negro
3 Butano (comercial) <sup>3</sup>	1011	- <sup>4</sup>	A.1	Rojo	Rojo	Negro
4 Cianuro de H <sub>2</sub>	1051	HCN	A.3-A.1	Violeta	Rojo	Negro
5 Cloro	1017	Cl <sub>2</sub>	A.3	Violeta	Violeta	Negro
6 Cloruro de Etilo	1037	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Cl	A.1-A.3	Rojo	Violeta	Negro
7 Cloruro de H <sub>2</sub>	1050	HCl	A.2-A.5	Anaranjado	Anaranjado	Negro
8 Cloruro de Metilo	1063	CH <sub>3</sub> Cl	A.3-A.1-A.5	Violeta	Rojo	Negro
9 Cloruro de Nitrosilo	1069	NOCl	A.3-A.5	Violeta	Naranja	Negro
10 Cloruro de Vinilo	1086	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Cl	A.1	Rojo	Rojo	Negro
11 Diclorodifluorometano <sup>5</sup>	1028	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	A.2	Verde	Verde	Negro
12 Dióxido de Azufre	1079	SO <sub>2</sub>	A.3	Violeta	Violeta	Negro
13 Etano	1035	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	A.1	Rojo	Rojo	Negro
14 Flúor	1045	F <sub>2</sub>	A.3-A.4	Violeta	Amarillo	Negro
15 Fosgeno	1076	COCl <sub>2</sub>	A.3-A.5	Violeta	Naranja	Negro
16 Hexafluoruro de azufre	1080	SF <sub>6</sub>	A.2	Verde	Verde	Negro
17 Kriptón	1056	Kr	A.2	Verde	Verde	Negro
18 Metano	1971	CH <sub>4</sub>	A.1	Rojo	Rojo	Negro
19 Freón 22 <sup>5</sup>	1018	CHClF <sub>2</sub>	A.2	Verde	Verde	Negro
20 Monóxido de Carbono	1016	CO	A.3-A.1	Violeta	Rojo	Negro
21 Neón	1065	Ne	A.2	Verde	Verde	Negro
22 Oxido de Etileno	1040	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	A.3-A.1	Violeta	Rojo	Negro
23 Propano (comercial) <sup>3</sup>	1978	- <sup>4</sup>	A.1	Rojo	Rojo	Negro
24 Propileno	1077	- <sup>4</sup>	A.1	Rojo	Rojo	Negro
25 Sulfuro de Hidrógeno	1053	H <sub>2</sub> S	A.3-A.1	Violeta	Rojo	Negro
26 Trifluoruro de Boro	1008	BF <sub>3</sub>	A.3	Violeta	Violeta	Negro
27 Xenón	2036	Xe	A.2	Verde	Verde	Negro

- 1: Número de Naciones Unidas, según Nch 2120/2.  
 2: Rótulos según Anexo A, NCh1377.  
 3: Mezcla de Hidrocarburos gaseosos.  
 4: No se indica fórmula.  
 5: Freón 12, nombre comercial.  
 6: Color Tercio Superior es riesgo más importante; color Tercio Medio corresponde al riesgo de segunda importancia.

---

**NORMA CHILENA OFICIAL NCH 2120/2.OF89**

---

**INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN INN-CHILE**

---

**SUSTANCIAS PELIGROSAS - PARTE 2: CLASE 2 -GASES COMPRIMIDOS, LICUADOS, DISUELTOS A PRESIÓN O CRIOGÉNICOS**

**Hazardous materials - Part 2: Hazard class 2 - Compressed gases, liquefied gases, pressured solved gases, criogenic gases.**

## **1. ALCANCE**

**Esta norma establece el listado de los gases comprimidos, licuados, disueltos a presión, o criogénicos pertenecientes a la Clase 2 definida según la norma NCh 382**

## **2. CAMPO DE APLICACIÓN**

**Esta norma se aplica a los gases comprimidos, licuados, disueltos a presión, o criogénicos que aquí se indican, atendiendo al riesgo más significativo que presentan fundamentalmente en su transporte y en la manipulación y almacenamiento relativos al transporte.**

## **5. CLASIFICACIÓN**

### **5.1 Gases comprimidos, licuados, disueltos a presión, o criogénicos.**

**5.1.1 Sistema A:** Se incluye una sustancia en esta Clase si:

- A.1 Tiene una temperatura crítica inferior a 50 ° C, o
- A.2 Ejerce, a 50 ° C una presión absoluta de vapor superior a 294 kPa (3 kgf/cm<sup>2</sup>).

**5.1.2 Sistema B:** Se incluye una sustancia en esta Clase si:

- B.1 Ejerce una presión absoluta de vapor superior a:
  - B.1.1 - 275 kPa (2,8 kgf/cm<sup>2</sup>) a la temperatura de 21,1 °C;
  - B.1.2 - 716 kPa (7,3 kgf/cm<sup>2</sup>) a la temperatura de 54,4 °C;
- B.2 Ejerce una tensión de vapor Reid superior a 275 kPa (2,8 kgf/cm<sup>2</sup>) a la temperatura de 37,7 ° C.

## 5.2 Pertenecen a esta Clase:

- a) Los **Gases Permanentes**: gases que no se licúan a las temperaturas ambientes.
- b) Los **Gases Licuados**: gases que pueden licuarse a presión a las temperaturas ambientes.
- c) Los **Gases Disueltos**: gases disueltos a presión en un disolvente, que puede estar adsorbido por una sustancia porosa.
- d) Los **Gases Criogénicos**: gases que en fase líquida tienen un punto de ebullición inferior a  $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $183,15\text{ K}$ ), la presión absoluta de  $100,325\text{ kPa}$  ( $1\text{ atm.}$ ). Ej.: Argón, Nitrógeno, Oxígeno, etc....en fase líquida.

## 5.3 Para los efectos de estiba y segregación, la Clase 2 se subdivide en las Divisiones 2.1 a 2.3 siguientes:

- a) División 2.1: Gases Inflamables.
- b) División 2.2: Gases No Inflamables.
- c) División 2.3: Gases Venenosos

---

NORMA CHILENA OFICIAL    NCH                    2120/6.OF89

---

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN INN-CHILE

---

**SUSTANCIAS PELIGROSAS - PARTE 6: CLASE 6 -SUSTANCIAS VENENOSAS  
(TÓXICAS) Y SUSTANCIAS INFECCIOSAS**

**Hazardous materials - Part 6: Hazard class 6 - Poisonous materials - Infections  
substances**

### 1. ALCANCE

Esta norma establece el listado de las sustancias venenosas (tóxicas) y sustancias infecciosas pertenecientes a la Clase 6 definida según la norma NCh 382

### 2. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma se aplica a las sustancias venenosas (tóxicas) que aquí se indican, atendiendo al tipo de riesgo más significativo que presentan fundamentalmente en su transporte y en la manipulación y almacenamiento relativos al transporte.

### 3. REFERENCIAS

NCh 382 Sustancias Peligrosas - Terminología y Clasificación General.  
S.A.G Resolución 1177, exenta.  
S.A.G Resolución 1179, exenta.

### 4. TERMINOLOGÍA

#### 4.1. Terminología de Sustancias Venenosas (Tóxicas)

**LC<sub>50</sub> - Concentración Letal 50 de Sustancias de Toxicidad Aguda por Inhalación:**  
Concentración de vapor, niebla o polvo que, administrado por inhalación continua durante una hora a un grupo de ratas albinas adultas jóvenes, machos y hembras, causa con la máxima probabilidad, en el plazo de 14 días, la muerte de la mitad de los animales del grupo.

Los resultados se expresan en **miligramos por decímetro cúbico de aire**, en el caso de polvo y las nieblas, o en **centímetro cúbico por metro cúbico de aire** (partes por millón), en el caso de los vapores .

**LD<sub>50</sub> - Dosis Letal 50 de Sustancias de Toxicidad Aguda por Ingestión:**  
Dosis de la sustancia que, administrada por vía oral a un grupo de ratas albinas adultas jóvenes, machos y hembras, causa con la máxima probabilidad, en el plazo de 14 días, la muerte de la mitad de los animales del grupo.

**LD<sub>50</sub> - Dosis Letal 50 de Sustancias de Toxicidad Aguda por Absorción Cutánea:**  
Dosis de la sustancia que, administrada por contacto continuo con la piel desnuda de un grupo de conejos albinos, causa con la máxima probabilidad, en el plazo de 14 días, la muerte de la mitad de los animales del grupo.

### 5. CLASIFICACIÓN

#### 5.1. Sustancias Venenosas (Tóxicas) y Sustancias Infecciosas

##### a) División 6.1.: Sustancias Venenosas (Tóxicas)

Sustancias que pueden causar la muerte o lesiones graves o que pueden ser nocivas para la salud humana y/o animal si se ingieren o inhalan o si entran en contacto con la piel.

## b) División 6.2.: Sustancias Infecciosas

Sustancias que contienen microorganismos viables o toxinas de microorganismos de los que se sabe, o se sospecha, que pueden causar enfermedades en los animales o en el hombre.

## 5.2. Grupos de Embalaje/Envase para Sustancias Venenosas

### 5.2.1. Transporte Internacional

#### 1. Clasificación de Grupos:

Las sustancias de la División 6.1 deben clasificarse en uno de los tres grupos de embalaje/envasado según el riesgo que por su toxicidad presenten durante el transporte.

**a) Grupo de Embalaje/Envasado I:** Sustancias y preparados que presentan un **riesgo muy grave** de intoxicación.

**b) Grupo de Embalaje/Envasado II:** Sustancias y preparados que presentan un **riesgo grave** de intoxicación.

**c) Grupo de Embalaje/Envasado III:** Sustancias y preparados nocivos que presentan un **riesgo relativamente leve** de intoxicación.

#### 2. Criterios de Clasificación de los Grupos de Embalaje/Envasado en función del Grado de Toxicidad.

##### Cuadro A

**Criterios de Clasificación en función de la Toxicidad por Ingestión y por Absorción Cutánea**

<b>GRUPO DE EMBALAJE/ENVASADO</b>	<b>TOXICIDAD POR INGESTIÓN (DOSIS LETAL 50, LD<sub>50</sub>) mg/kg</b>	<b>TOXICIDAD POR ABSORCIÓN CUTÁNEA (DOSIS LETAL 50, LD<sub>50</sub>) mg/kg</b>
<b>I</b>	<b>LD<sub>50</sub> (5</b>	<b>LD<sub>50</sub> (40</b>
<b>II</b>	<b>5 (LD<sub>50</sub> (50</b>	<b>40 (LD<sub>50</sub> (200</b>
<b>III</b>	<b>Sólidos 50 (LD<sub>50</sub> (200</b>	<b>200 (LD<sub>50</sub> (1000</b>

	<b>Líquidos 50 (LD<sub>50</sub> (500</b>	
--	--	--

**Cuadro B**

**Criterios de Clasificación en función de la Toxicidad por Inhalación de Polvos o Nieblas**

<b>GRUPO DE EMBALAJE/ENVASADO</b>	<b>TOXICIDAD POR INHALACIÓN DE POLVOS O NIEBLAS (CONCENTRACIÓN LETAL 50, LD<sub>50</sub>) mg/dm<sup>3</sup></b>
<b>I</b>	<b>LC<sub>50</sub> (0,5</b>
<b>II</b>	<b>0,5 (LC<sub>50</sub> (2,0</b>
<b>III</b>	<b>2,0 (LC<sub>50</sub> (10</b>

**Cuadro C**

**Criterios de Clasificación en función de la Toxicidad por Inhalación de Vapores emitidos por Líquidos**

<b>GRUPO DE EMBALAJE/ENVASADO PARA EL LIQUIDO QUE EMITE VAPORES TÓXICOS</b>	<b>TOXICIDAD POR INHALACIÓN (CONCENTRACIÓN LETAL 50, LD<sub>50</sub>) cm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> (ppm.)</b>
<b>I</b>	<b>Si LC<sub>50</sub> (V/10 y LC<sub>50</sub> (1000</b>
<b>II</b>	<b>Si LC<sub>50</sub> (V/50 y LC<sub>50</sub> (3000</b>
<b>III</b>	<b>Si LC<sub>50</sub> (5 y LC<sub>50</sub> (5000</b>

**V:** representa la concentración de vapor en condiciones de saturación, a 20° C y a presión normal, en cm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> (ppm).

**ANEXO A**  
**LISTADO DE SUSTANCIAS VENENOSAS (TÓXICAS) Y SUSTANCIAS  
 INFECCIOSAS DE LA CLASE 6**

<b>NOMBRE Y DESCRIPCIÓN (1)</b>	<b>N.U. (2)</b>	<b>CLASE (3)</b>	<b>RIESGO (4)</b>	<b>DISP. ESP.(5)</b>	<b>GRUPO (6)</b>	<b>MÉTODO (7)</b>
ÁCIDO ARSÉNICO LIQUIDO	1553	6.1			I	M
AC. CIANHÍDRICO SOLUCIÓN	1613	6.1		48	I	M
ÁCIDO FLUOROACÉTICO	2642	6.1			I	
ALCALOIDES, n.e.p., TÓXICOS	1544	6.1		44	I	
ANILINA	1547	6.1			II	M
ANTIMONIO, COMP. INORG., n.e.p.	1549	6.1		44	I	
ARSÉNICO, COMP. LÍQUIDOS, n.e.p	1556	6.1	3	44	I	
ARSÉNICO, COMP. SÓLIDOS, n.e.p.	1557	6.1		44	I	
BARIO, COMPUESTOS DE, n.e.p.	1564	6.1		44	I	
BROMURO DE CIANÓGENO	1889	6.1	8		I	
CADMIO, COMPUESTOS DE	2570	6.1		44	I	
CIANHIDRINA DE LA ACETONA	1541	6.1			I	M
CIANURO CÁLCICO	1575	6.1			I	
CIANURO DE HIDROGENO ANHIDRO	1051	6.1	3		I	
CIANURO DE MERCURIO Y POTASIO	1626	6.1			I	
CIANURO DE ZINC	1713	6.1			I	
CIANURO POTÁSICO	1680	6.1			I	M
CIANURO SÓDICO	1689	6.1			I	M
CIANUROS DE BROMOBENCIOLO	1694	6.1		138	I	M
CIANUROS EN SOLUCIÓN	1935	6.1			I	M
CIANUROS INORGÁNICOS, n.e.p.	1588	6.1		44	I	
CLOROFORMIATO DE n-PROPILO	2740	6.1	3		I	M
CLOROPICRINA	1580	6.1			I	M
CLORURO DE FENILCARBILAMINA	1672	6.1			I	M
COLORANTES n.e.p., Tóxicos	1602	6.1	3	44	I	
COMP. A BASE DE ORGANOESTAÑO	2788	6.1		44	I	

CUPROCIANURO SÓDICO EN SOLN.	2317	6.1			I	M
CUPROCIANURO SÓDICO SÓLIDO	2316	6.1			I	
DESINFECTANTES n.e.p., Tóxicos	1601	6.1		44	I	
DIFENILCLOROARSINA	1699	6.1			I	
DIFENILAMINOCOLOROARSINA	1698	6.1			I	
DITIOPIROFOSFATO DE TETRAETILO, SECO, LIQUIDO	1704	6.1		43	I	
EPIBROMHIDRINA	2558	6.1	3		I	M
ESTRICNINA O SALES DE	1692	6.1			I	
ÉTER DICLORODIMETILICO	2249	6.1	3	76	I	M
ETILDICLOROARSINA	1892	6.1			I	M
FENILMERCAPTANO	2337	6.1			I	M
FENILMERCÚRICOS, COMPS, n.e.p.	2026	6.1		44	I	
FLUOACETATO DE POTASIO	2628	6.1			I	
FLUOACETATO DE SODIO	2629	6.1			I	
GASES LACRIMÓGENOS, n.e.p	1693	6.1		44	I	
HALÓGENOS IRRITANTES LÍQUIDOS	1610	6.1	3	44	I	
HEXACLOCICLOPENTADIENO	2646	6.1			I	
HIERRO PENTACARBONIL	1994	6.1	3		I	M
LÍQUIDOS TÓXICOS CORROSIVOS, n.e.p	2927	6.1	8	109	I	
LÍQUIDOS TÓXICOS INFLAMABLES	2929	6.1	3	109	I	
LÍQUIDOS TÓXICOS, n.e.p	2810	6.1		44	I	
MERCURIO COMP. LÍQUIDOS DE, n.e.p.	2024	6.1		44	I	
MERCURIO COMP. SÓLIDOS DE, n.e.p.	2025	6.1		44	I	
MEZCLAS ANTIDETONANTES PARA COMBUSTIBLES DE MOTORES	1649	6.1	3		I	M
MEZCLAS DE BROMURO DE METILO Y DIBROMURO DE ETILENO, LIQUIDAS	1647	6.1			I	
MEZCLAS DE CLOROPICRINA, n.e.p.	1538	6.1		44	I	
NÍQUEL CARBONIL	1259	6.1	3		I	M
PERCLOROMETILMERCAPTANO	1670	6.1			I	M
RESINA, SOLUCIONES DE, TÓXICAS	1896	6.1	3	44	I	

RODENTICIDAS, n.e.p.	1681	6.1		43	I	
SÓLIDOS TÓXICOS CORROSIVOS, n.e.p	2928	6.1	8	109	I	
SÓLIDOS TÓXICOS INFLAMABLES, n.e.p	2930	6.1	4.1	109	I	
SULFATO DE DIMETILO	1595	6.1			I	M
SUSTANCIAS INFECCIOSAS PARA LOS ANIMALES, n.e.p	2900	6.2		109 125		
SUSTANCIAS INFECCIOSAS PARA EL HOMBRE, n.e.p.	2814	6.2		109 124		
TETRAFOSFATO DE HEXAETILO	1611	6.1		43	I	
TETRÓXIDO DE OSMIO	2471	6.1			I	
TRICLORURO DE ARSÉNICO	1560	6.1			I	M

**ANEXO A**  
**LISTADO DE SUSTANCIAS VENENOSAS (TÓXICAS) Y SUSTANCIAS  
INFECCIOSAS DE LA CLASE 6**

**TABLA DE PLAGUICIDAS DEFINIDOS COMO SUSTANCIAS VENENOSAS**

<b>NOMBRE Y DESCRIPCIÓN (1)</b>	<b>N.U. (2)</b>	<b>CLASE (3)</b>	<b>RIESGO (4)</b>	<b>DISP. ESP.(5)</b>	<b>GRUPO (6)</b>	<b>MÉTODO (7)</b>
PLAGUICIDAS A BASE DE CARBAMATOS, LÍQUIDOS TÓXICOS	2991	6.1	3	61 109	I	
PLAGUICIDAS A BASE DE CARBAMATOS, SÓLIDOS TÓXICOS,	2757	6.1		61 109	I	
PLAGUICIDAS A BASE DE COBRE, LÍQUIDOS TÓXICOS, n.e.p.	3010	6.1	3	61 109	I	
PLAGUICIDAS DE COMPUESTOS DE ORGANOESTAÑO, LÍQ. TÓXICOS, n.e.p.	3020					
PLAGUICIDAS DE COMPUESTOS DE ORGANOFÓSFORO LÍQ. TÓXICOS, n.e.p.	3018	6.1		61 109	I	
PLAGUICIDAS A BASE DE DERIVADOS BENZOICOS, LÍQUIDOS TÓXICOS, n.e.p.	3004	6.1		61 109	I	

PLAGUICIDAS A BASE DE DERIVADOS DE LA CUMARINA, LÍQ. TÓX., n.e.p.	3025	6.1	3	61 109	I	
PLAGUICIDAS A BASE DE DERIVADOS DE LA FTALIMIDA, LÍQ. TÓX., n.e.p.	3008	6.1		61 109	I	
PLAGUICIDAS A BASE DE DIPIRIDILO, LÍQUIDOS TÓXICOS, n.e.p.	3016	6.1		61 109	I	
PLAGUICIDAS A BASE DE DITIOCARBAMATOS, LÍQ. TÓX., n.e.p.	3006	6.1	3	61 109	I	
PLAGUICIDAS A BASE DE FENILUREA, LÍQUIDOS TÓXICOS, n.e.p.	3002	6.1		61 109	I	
PLAGUICIDAS A BASE DE FOSFURO DE ALUMINIO	3048	6.1		153	I	
PLAGUICIDAS A BASE DE MERCURIO, LÍQUIDOS TÓXICOS, n.e.p.	3012	6.1		61 109	I	
PLAGUICIDAS DE NITROFENOLES SUSTITUIDOS LÍQ. ,TÓX., n.e.p.	3014	6.1		61 109	I	
PLAGUICIDAS A BASE DE TRIAZINA, LÍQUIDOS TÓXICOS, n.e.p.	2998	6.1		61 109	I	
PLAGUICIDAS ARSENICALES, LÍQ. TÓXICOS, INFLAMABLES n.e.p	2993	6.1				
PLAGUICIDAS DE RADICAL FENOXI, LÍQUIDOS, TÓXICOS, INFLAMABLES.	2999	6.1	3	61 109	I	
PLAGUICIDAS ORGÁNICOS CLORADOS, LÍQUIDOS, TÓXICOS, n.e.p.	2588	6.1		61 109	I	
PLAGUICIDAS LÍQUIDOS TÓXICOS, n.e.p	2902	6.1		61 109	I	
PLAGUICIDAS TÓXICOS SÓLIDOS, n.e.p.	2588	6.1		61 109	I	
PLAGUICIDAS LÍQUIDOS, INFLAMABLES, TÓXICOS, n.e.p.	20903	6.1	3	61 109	I	

## **REFERENCIAS A LISTADO DE SUSTANCIAS VENENOSAS (TÓXICAS)**

**Columna (1): Nombre de la Sustancia u Objeto.**

**Columna (2): Número de referencia de N.U.**

**Columna (3): Cifra que indica la Clase del Riesgo y la División.**

**Columna (4): Cifra que indica la Clase y División de Riesgo Secundario adicional al riesgo principal indicado en (3).**

**Columna (5): Cifra referida a una disposición especial incluida en Anexo B de la Norma.**

**Columna (6): Un numeral romano (I, II ó III) que indica el grupo de embalaje/envasado de la sustancia u objeto, en función de su grado de peligrosidad; este grupo se define en norma aparte.**

**Columna (7): Clave alfanumérica que indica el método específico de embalaje/envasado. La letra M está relacionada con recomendaciones especiales para el transporte multimodal en vehículos-tanque de carretera, vagones-tanque o contenedores cisternas.**

<b>NUMERO DE REFERENCIA</b>	<b>DISPOSICIONES ESPECIALES</b>
43	Ver lista de plaguicidas, Clase 6
44	El grupo de embalaje/envasado debe determinarse conforme a los criterios de agrupación de las sustancias venenosas (tóxicas)
45	No se consideran peligrosos los sulfuros u óxidos de antimonio en que el contenido de arsénico sea inferior o igual a 0,5 %, calculado sobre la masa total
47	No se consideran peligrosos los ferricianuros y los ferrocianuros
48	El transporte de esta sustancia debe estar prohibido cuando su contenido de ácido cianhídrico es superior al 20 %, salvo con autorización especial de la Autoridad Competente.
61	Ver la lista de plaguicidas, Clase 6 . Las sustancias no incluidas en dicha lista se clasifican conforme a los criterios de toxicidad.
76	El transporte de esta sustancia debe ser prohibido salvo con autorización especial de la Autoridad Competente.
109	El transporte de esta sustancia debe efectuarse conforme a las disposiciones del Capítulo 8 RUBRO GENÉRICO DE SUSTANCIAS, de la Norma Nch382.
124	Estas sustancias son peligrosas para el hombre y los animales; en caso de escape debe avisarse a la Autoridad Sanitaria.
125	Estas sustancias son peligrosas para los animales solamente; en caso de derrame o escape debe avisarse a la Autoridad Sanitaria.
138	El cianuro de p-bromo benzilo no se considera peligroso.

## **2.4 DECRETO SUPREMO N° 745 : (DECRETO OFICIAL 8. 6. 93)** **“CONDICIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES BÁSICAS EN LOS LUGARES DE TRABAJO”,**

### **Título I: Disposiciones Generales**

**Art. 1°.** Este reglamento establece las condiciones sanitarias y ambientales básicas que deberá cumplir todo lugar de trabajo, sin perjuicio de la reglamentación específica que se haya dictado o se dicte para aquellas faenas que requieren condiciones especiales. Establece además, los límites permisibles de exposición ambiental a agentes químicos y agentes físicos, y aquellos límites de tolerancia biológica para trabajadores expuestos a riesgo ocupacional.

### **Título II: Del Saneamiento Básico de los Lugares de Trabajo**

- Párrafo I: De las Condiciones Generales de Construcción y Sanitarias
- Párrafo II: De la Provisión de Agua Potable
- Párrafo III: De la Disposición de Residuos Industriales Líquidos y Sólidos
- Párrafo IV: De los Servicios Higiénicos y Evacuación de Aguas Servidas
- Párrafo V: De los Guardarropías y Comedores

### **Título III: De las Condiciones Ambientales**

- Párrafo I: De la Ventilación
- Párrafo II: De las Condiciones Generales de Seguridad
- Párrafo III: De la Prevención y Protección Contra Incendios
- Párrafo IV: De los Equipos de Protección Personal

### **Título IV: De la Contaminación Ambiental**

- Párrafo I: Disposiciones Generales
- Párrafo II: De los Contaminantes Químicos
- Párrafo III: De los Agentes Físicos:
  - 1. Del Ruido
  - 2. De Las Vibraciones
  - 3. De la Digitación
  - 4. De la Exposición Ocupacional al Calor
  - 5. De la Exposición Ocupacional al frío
  - 6. De la Iluminación
  - 7. De las Radiaciones No Ionizantes

### **Título V: De los Límites de Tolerancia Biológica**

### **Título VI: Del Laboratorio Nacional de Referencia**

### **Título VII: De las Sanciones**

**DECRETO N° 745**  
**“CONDICIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES BÁSICAS EN LOS  
LUGARES DE TRABAJO”, (DECRETO OFICIAL 8-6-93)**

**Título II**  
**Del Saneamiento Básico de los Lugares de Trabajo**  
**Párrafo III**  
**De la Disposición de Residuos Industriales Líquidos y Sólidos**

**Art. 19°.**

**Para los efectos del presente reglamento se entenderá por residuos peligrosos los señalados a continuación, sin perjuicio de otros que pueda calificar como tal la autoridad sanitaria:**

**Antimonio, compuestos de antimonio**  
**Arsénico, compuestos de arsénico**  
**Asbesto (polvo y fibras)**  
**Berilio, compuestos de berilio**  
**Bifenilos polibromados**  
**Bifenilos policlorados**  
**Cadmio, compuestos de Cd**  
**Cianuros inorgánicos**  
**Cianuros orgánicos**  
**Compuestos de cobre**  
**Compuestos de cromo hexavalente**  
**Compuestos de zinc**  
**Compuestos inorgánicos de Flúor**  
**(con exclusión de fluoruro cálcico)**  
**Compuestos orgánicos de fósforo**  
**Dibenzoparadióxinas policloradas**  
**Dibenzofuranos policlorados**  
**Desechos clínicos**  
**Desechos farmacéuticos**  
**Talio y compuestos**

**Éteres**  
**Fenoles**  
**Clorofenoles**  
**Medicamentos**  
**Mercurio y cptos.**  
**Metales carbonilos**  
**Nitratos y nitritos**  
**Plomo y cptos.**  
**Prod. Químicos del**  
**trat. de la madera**  
**Selenio y cptos.**  
**Soluciones ácidas**  
**Soluciones básicas**  
**Ácidos y bases sólidas**  
**Solventes orgánicos**  
**Sustancias corrosivas**  
**Sustancias explosivas**  
**Sustancias infecciosas**  
**Sustancias inflamables**  
**Telurio y compuestos**

**DECRETO N° 745**  
**“ CONDICIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES BÁSICAS EN  
LOS LUGARES DE TRABAJO “, (DECRETO OFICIAL 8-6-93)**

**Título IV**  
**De la Contaminación Ambiental**  
**Párrafo II**  
**De los Contaminantes Químicos**

**Art. 59°:**

**Prohíbese el uso en los lugares de trabajo de las sustancias que se indican a continuación, con excepción de los casos calificados por la autoridad sanitaria:**

**Benzidina**  
**Beta-Naftilamina**  
**Beta-Propiolactona**  
**Clorometil-Metileter**  
**Dibromochloropopano**  
**Dibromo Etileno**  
**Dimetilnitrosamina [N-Nitrosodimetilamina]**  
**4-Nitro Difenilo**  
**4Amino Difenilo [para-Xenilamina]**  
**Bencina o Gasolina**

**DECRETO N° 745**  
**“CONDICIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES BÁSICAS EN**  
**LOS LUGARES DE TRABAJO”, (DECRETO OFICIAL 8-6-93)**

**Título IV : De la Contaminación Ambiental**  
**Párrafo II : De los Contaminantes Químicos**

**Art. 60°:**  
**Los límites permisibles para las concentraciones ambientales de las sustancias**  
**que se indican serán los siguientes:**

Sustancia	Límite Permisible Ponderado		Límite Permisible Absoluto mg/m <sup>3</sup>	Obs.
	ppm	mg/m <sup>3</sup>		
Ácido Cianhídrico	8	9	9	Piel
Alcohol Metílico	160	210	328	Piel
Anhídrido Carbónico	4200	7200	54000	
Asbesto-Crisotilo	0,4 fibras/cc			Ca. 1
Estireno (monómero)	40	170	425	Piel
Formaldehído	0,8	0,9	2,5	Ca. 2
Gas Licuado de Petróleo	800	1400		
Ozono	0,08	0,16	0,20	
Pentaclorofenol		0,4		
Plomo Tetraetílico (como Pb)		0,08		
Talco Fibroso	1,6 fibras/cc			
Trementina	80	445		
1,1,2 Tricloroetano	8	44		Piel Ca.3
Varsol (Aguarrás)	240	1100		
Xileno	80	347	651	
Yodo	0,08	0,8	1	

**Art. 61° .** Las sustancias del artículo 60 que llevan calificativo “ Piel “ son aquellas que pueden ser absorbidas a través de la piel humana. Con ellas deberán adoptarse todas las medidas necesarias para impedir el contacto con la piel de los trabajadores y se extremarán las medidas de protección y de higiene personal.

**Art. 62° .** Las sustancias calificadas como “ Ca.1 ” son comprobadamente cancerígenas para el ser humano, por lo cual se deberán extremar las medidas de protección frente a ellas.

Aquellas calificadas como “ Ca.2 “ no se ha demostrado que sean cancerígenas para seres humanos pero si lo son para animales de laboratorio. Las que se designan como “ Ca.3 “ son sospechosas de ser cancerígenas. En ambos casos, la exposición de los trabajadores a ellas deberá ser mantenida en el nivel más bajo posible.

**Título V**  
**De los Límites de Tolerancia Biológica**

**Art. 101 °:**  
**Los límites de tolerancia biológica son los que se indican en el siguiente listado**

<b>AGENTE QUÍMICO</b>	<b>INDICADOR BIOLÓGICO</b>	<b>MUES-TRA</b>	<b>LIM. TOL. BIOL.</b>	<b>MOMENTO MUESTREO</b>
Acetona	Acetona	Orina	30 mg/100 ml	Fin de Turno Fin de semana
Arsénico	Arsénico	Orina	220 ug/g creat. (o) 200 ug/l	Después del 2° día de la jornada
Cromo	Cromo	Orina	30 ug/g creat. (o) 10 ug/l	Fin de turno
Estireno	Ac. Mandélico	Orina	800 mg/g creat. (o) 1000 mg/l	Fin de turno
Hexano	2,5 hexanodiona	Orina	4 mg/g creat. (o) 5 mg/l	Final de semana de trabajo
Pentaclorofenol	PCF libre plasma	Sangre	5 mg/l	
Plomo	Plomo	Sangre	50 ug/100 ml	No crítico
Selenio	Selenio	Orina	100 ug/g creat.	No crítico
Tolueno	Ac. Hipúrico	Orina	2500 mg/g creat.	Fin de turno, Fin de semana de trabajo.

## **2.5. Decreto del Ministerio de Transporte N°298 que reglamenta el Transporte de Materiales Peligrosos**

Tras la publicación en el Diario Oficial del *Decreto del Ministerio de Transporte N°298* con fecha 11 de febrero de 1995, se hace ley, a nivel nacional, un reglamento del transporte de carga peligrosa por calles y caminos. Este reglamento define como sustancia peligrosa toda aquella definida por las Normas Chilenas caratuladas como NCh 382.Of89 y NCh2120/1 al 9.Of89.

La NCh 382.Of89 coincide con el capítulo correspondiente del documento "Transporte de Mercancías Peligrosas" de las Naciones Unidas , y del documento "Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas", I.M.D.G., y otros documentos con los que coincide parcialmente, como son "Instrucciones Técnicas para el Transporte sin Riesgo de Mercancías Peligrosas por Vía Aérea" , "Hazardous Materials Regulations of the Department of Transportations ", "Federal Register", " Emergency Response Guidebook for Hazardous Materials Incidents" y " Transporte sin Riesgo de Mercancías Peligrosas por Vía Aérea ".

Las NCh 2120/1 al 9.Of89 son normas complementarias que presentan un listado de las sustancias peligrosas desde las de Clase 1 hasta la Clase 9. Esta norma también concuerda con los documentos señalados en el párrafo anterior.

Este decreto establece como un máximo de 15 años de antigüedad para los vehículos que transportan sustancias peligrosas, a contar del 1° de octubre de 1998, determinando en su Artículo 36° un calendario para ir bajando gradualmente esta edad máxima. Además prohíbe el uso de vehículos hechizos para este tipo de transporte.

Exige, además, el uso de los rótulos según la norma chilena NCh 2190.Of93 durante las etapas de carga, transporte, descarga, transbordo y limpieza. Estos rótulos deben ser legibles y en cualquiera de las direcciones en que se observe el vehículo. Es obligatorio en estos vehículos el uso de tacógrafo u otro dispositivo que registre como mínimo la distancia recorrida y la velocidad en función de el tiempo.

En el cargamento a granel de sustancias peligrosas, los vehículos deberán cumplir con una adecuada estructura que permita la carga, descarga y transbordo en condiciones seguras, siendo el transportista el responsable de otorgar estas condiciones.

#### **a). De la carga, acondicionamiento, estiba y manipulación**

El expedidor de la carga será responsable de que las sustancias peligrosas estén en condiciones de soportar la carga, transporte, descarga y transbordo ( se entiende por expedidor a la persona natural o jurídica que por cuya cuenta se envía el cargamento, y que para tal efecto contrata el transporte de la carga ). En el caso de tratarse de productos importados, será el importador el responsable de cumplir las disposiciones anteriores.

Los bultos deberán estar correctamente estibados y atados para evitar los movimientos propios de la carga, ya sea entre ellos o con las paredes del vehículo. Además, los materiales utilizados para estibar los bultos en el interior de los vehículos no deberán ser inflamables.

La ley prohíbe estrictamente la carga de sustancias peligrosas en conjunto con: animales, alimentos o medicamentos para uso humano o animal, o cualquier otro tipo de carga, salvo que exista una compatibilidad entre ellos, en cuyo caso deben estibarse separadamente.

También se prohíbe el uso de estanques de transporte de sustancias peligrosas a granel para transportar alimentos para humanos o animales.

Lo dicho en los dos párrafos anteriores es también válido para cargas en el interior de contenedores, salvo para aquella carga que sea transportada en contenedores que aseguren la imposibilidad de dañar a personas, medio ambiente o cosas, a los que no se le aplicará las prohibiciones de incompatibilidad .

Para aquellos embalajes de bultos que sean sensibles a la humedad, la ley exige que deban ser cargados en el interior de los vehículos, o en forma abierta pero protegido de una lona, u otra cubierta.

Después de la descarga del vehículo, es responsabilidad del transportista y del nuevo expedidor, el limpiar el vehículo, el depósito y/o contenedor a la brevedad y sobre todo antes de otra carga, salvo que se trate de productos peligrosos a granel y que el nuevo cargamento sea del mismo producto anteriormente transportado. Los residuos líquidos provenientes de la limpieza deberán ser considerados como residuos industriales líquidos para efectos de su tratamiento.

Durante la carga y descarga de mercancías peligrosas, el vehículo deberá estar completamente inmovilizado y detenido el motor ( salvo que se necesite su

operabilidad debido al empleo de bombas u otro equipo de impulsión, pero bajo estrictas condiciones de seguridad ).

**b). De la circulación y estacionamiento**

Esta ley prohíbe el transporte de mercancías peligrosas por áreas densamente pobladas, o por túneles de más de 500 metros de largo, teniendo alguna ruta de alternativa. También esta ley impone restricciones al uso de vías de intenso flujo en horarios de mayor tráfico para el transporte de sustancias peligrosas, como así también prohíbe la detención o estacionamiento en zonas residenciales, lugares públicos o de fácil acceso al público, áreas densamente pobladas o de gran concentración de personas o vehículos. En caso de emergencia el conductor podrá detenerse, pero debe tener perfectamente señalizada la máquina, y sólo debe alejarse de ella para pedir socorro o para comunicar el hecho a la autoridad.

La legislación vigente prohíbe la circulación de los vehículos que transporten sustancias peligrosas en áreas de fuego abierto, y si se estacionan lo deben hacer a más de cien metros de una zona de fuego abierto.

**c). De las personas que participan en las operaciones de transporte**

El transportista debe asegurarse del buen estado del vehículo, poniendo especial atención al estanque, como a los accesorios, en particular válvulas, implementos de seguridad, etc.

Esta ley responsabiliza al conductor durante el viaje de la custodia y buen uso de los equipos y accesorios del vehículo. Además deberá revisar regularmente el estado del vehículo, así como las condiciones de seguridad de la carga que transporta, y en caso de existir alguna modificación de éstas, tal como pérdida o fuga de producto o cualquier otra alteración que pusiese en riesgo a personas, bienes o medio ambiente, deberá interrumpir el viaje y ponerse en contacto con la autoridad o entidad pertinente indicada en la Hoja de Datos de Seguridad . Exige además el empleo de los implementos de seguridad en caso de alguna intervención que requiera de estos elementos. Tampoco podrá beber alcohol durante el tiempo de conducción ni en las seis horas precedentes al viaje, ni ser acompañado (salvo que el transportista lo autorice).

También se establece que el conductor no debe participar de las actividades de carga, descarga o transbordo, exceptuando si está autorizado por el transportista o por el proveedor o por el destinatario. Además que todo personal que participe de las actividades de carga y descarga debe tener toda su indumentaria y su elementos de protección personal.

Se prohíbe fumar a una distancia menor de 10 metros; al conductor y a su acompañante si transporta explosivos, o sustancias oxidantes o inflamables; o que haya sido usado para transportar líquidos o gases inflamables. Tampoco podrán mantener tabaco, encendedores ni otras fuentes de ignición en la cabina del vehículo.

#### **d). De las obligaciones del transportista**

Según esta ley, el transportista debe exigir junto con la Guía de Despacho o Factura detalles o características de la carga que transporta; junto con su clasificación y Número de las Naciones Unidas, así como instrucciones a ejecutar en caso de accidente, número de teléfono de emergencia y otros datos contenidos en la Hoja de Datos de Seguridad a que hace referencia la norma chilena NCh 2245.Of93; intrucciones que deben estar en la cabina del vehículo. Esta información debe precisar al menos lo siguiente:

- a) naturaleza del peligro y medidas inmediatas para afrontarlo
- b) acciones aplicables en caso de contacto de alguna persona con el producto
- c) medidas en caso de incendio y medios de extinción que NO deben usarse
- d) medidas a tomar en caso de derrame de producto
- e) prohibición de manipular la carga y acciones a realizar en caso de interrupción del transporte

además debe contener el etiquetado correspondiente y es responsabilidad del transportista que el vehículo circule con estos rótulos, según hace referencia la norma chilena NCh 2190.Of93.

En el caso que el expedidor no entregue la Hoja de Datos de Seguridad, el transportista no debe recibir la carga y dejar estampada esta irregularidad en la Guía de Despacho o Factura. Si por desconocimiento el transportista no conociere la peligrosidad de la carga; por no estar consignada en la Guía de Despacho o Factura, la responsabilidad del traslado de la misma es del expedidor, quien quedará impedido de exigir indemnización en caso que la carga sea neutralizada o vuelta inofensiva según las exigencias del caso.

#### **e). De la fiscalización**

Los organismos encargados de velar por el cumplimiento de todas las disposiciones contenidas en este decreto, serán Carabineros de Chile e Inspectores Fiscales y Municipalidades.

Este decreto está en vigencia actualmente en todos sus artículos; a excepción del Artículo N°36, pues en éste se detalla, tal como se dijo anteriormente, un calendario gradual de renovación del parque de vehículos de transporte de sustancias peligrosas.

#### **2.3.2 Decreto del Ministerio de Transporte N°303 que regula la relación Potencia/Peso mínima de los Vehículos de Transporte**

Con fecha 16 de noviembre de 1994 se publicó en el *Diario Oficial* este decreto que dicta las exigencias en cuanto a la relación potencia/peso mínima de los vehículos de transporte.

En la primera de sus disposiciones establece que todo camión con remolque y tracto-camión con semiremolque, deberán satisfacer una relación entre potencia del motor y peso bruto total de la combinación igual o superior a 6 HP-SAE/Ton. Esta exigencia no es aplicable a aquellos vehículos inscritos antes del 1 de abril de 1995, ya que éstos pueden circular con una relación entre potencia del motor y peso bruto total de la combinación mínima de 4 HP-SAE/Ton hasta el 1 de enero de 1999.

Se entiende por peso bruto total de la combinación, a la suma de la tara de los vehículos con su combinación y la carga transportada por ellos.

Exige para aquellos vehículos de carga que tengan motores de potencia superior a los 360 HP-SAE, que a contar del 1 de abril de 1995 deberán circular con tacógrafo u otro dispositivo electrónico que registre en el tiempo, como mínimo, la velocidad y la distancia recorrida. Además estos registros deberán quedar en poder del transportista, a disposición del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, de Carabineros de Chile e Inspectores fiscales y municipales por un lapso de 90 días.

## CAPÍTULO III DEFINICIÓN DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

### 3.1. Definición de Sustancia Peligrosa

Al referirse al tema de las sustancias y los residuos peligrosos, es importante tener presente si la sustancia a la cual se hace referencia, se encuentra o no encasillada en alguna de las definiciones de estos importantes conceptos. A continuación se presentan las definiciones de sustancias y residuos peligrosos más utilizadas en el ámbito nacional e internacional:

La Comisión Nacional del Medioambiente (CONAMA), utiliza la siguiente definición de sustancia peligrosa:

***“Una sustancia peligrosa es aquella que, por su naturaleza, produce o puede producir daños momentáneos o permanentes a la salud humana, animal o vegetal y a elementos materiales tales como instalaciones, maquinarias, edificios, etc. Los criterios que normalmente definen la peligrosidad son la inflamabilidad, corrosividad, reactividad, toxicidad, patogenicidad y radiactividad.”***

La Ley para la protección ambiental de los Estados Unidos de 1975, proporciona una definición de los residuos peligrosos que es representativa de aquellas que utilizan muchos países:

*“Residuos peligrosos son los desechos que requieren precauciones especiales para su almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento o eliminación para evitar daños a personas o propiedades, e incluye residuos explosivos, inflamables, volátiles, radioactivos, tóxicos y patológicos”.*

Una definición abreviada de los residuos peligrosos, elaborada por la U.S. EPA, (Environmental Protection Agency) de los estados Unidos dice lo siguiente:

*“El término residuos peligrosos significa: un desecho sólido o combinación de ello que, a causa de la cantidad, concentración o características físicas, químicas o infecciosas puede*

- *Contribuir de manera significativa un aumento en la mortalidad o un incremento en una enfermedad grave irreversible o reversible que produzca incapacidad; o*
- *Plantear un peligro presente o potencial considerable para la salud humana o el ambiente cuando se trata, almacena, transporta, elimina o maneja de alguna otra manera incorrectamente”.*

De acuerdo a las definiciones anteriormente señaladas, es posible identificar con claridad si una sustancia o residuo se enmarca dentro de la definición de “*peligroso*”.

El Propietario o el Productor de las sustancias peligrosas debe suministrar las “Hojas de Datos de Seguridad” (Material Safety Data Sheet, MSDS) o una “Hoja de Datos de Producto” para cada producto de manera que las propiedades físicas, químicas y biológicas de los productos almacenados sean claramente entendidas por todo el personal.

Las hojas de datos de seguridad, algunas de las cuales se presentan en el Apéndice, deben contener lo siguiente:

- Datos de propiedades físicas y químicas (estado de agregación, apariencia, olor, inflamabilidad, estabilidad, reactividad);
- Datos e instrucciones de seguridad (toxicidad, ecotoxicidad, corrosividad);
- Clasificación y definición de clases de sustancias peligrosas según naciones unidas;
- Instrucciones de manejo seguro;
- Condiciones de almacenamiento;
- Ropa de protección personal;
- Procedimientos de limpieza, descontaminación y derrames;
- Instrucciones de disposición de residuos;
- Medidas de primeros auxilios, información a doctores;
- Instrucciones de prevención de incendios y de combate de incendios;
- Nombre, dirección, teléfonos, del productor y de fuentes de asesoría y asistencia en caso de emergencia.

### **3.1.1. Clasificación oficial de sustancias peligrosas**

De acuerdo con las propiedades entregadas en la hoja de datos de seguridad, los productos a ser manejados o almacenados, deben ser clasificados y etiquetados según la Clasificación y Definición de Sustancias Peligrosas de las Naciones Unidas, o de Comunidad Económica Europea (Directiva 67/548, 6a enmienda) o de algún otro sistema local de clasificación (Normas INN, Norma Chilena 382 )

Los productos pueden ser inflamables, explosivos, tóxicos, corrosivos, combustibles, reactivos con aire o agua, sujeto a combustión espontánea, oxidantes, químicamente inestable (descomposición, polimerización). Sin embargo los peligros más posibles de suceder son aquellos que se producen por la inflamabilidad, combustibilidad, corrosividad, toxicidad, y propiedades oxidantes.

La clase de peligro de un material peligroso se indica ya sea por su número de clase (o división), o su nombre de clase. Para un rótulo que corresponde a la clase de peligro principal de un material, el número de la clase de peligro o de la división debe indicarse en la esquina inferior del rótulo. Sin embargo, ningún número de clase o división de peligro se puede indicar en un rótulo, que

represente el peligro subsidiario del material. El número de clase o división debe aparecer en el documento de embarque después de cada nombre de embarque.

**Clase 1: Explosivos**

- División 1.1 Los explosivos con un peligro de explosión masiva
- División 1.2 Los explosivos con un peligro de proyección
- División 1.3 Los explosivos con un peligro predominante de incendio
- División 1.4 Los explosivos sin ningún peligro significativo de estallido
- División 1.5 Los explosivos muy insensibles; los agentes explosivos
- División 1.6 Las sustancias de detonación extremadamente insensibles

**Clase 2: Gases**

- División 2.1 El gas inflamable
- División 2.2 El gas comprimido no inflamable, no venenoso
- División 2.3 El gas venenoso por la inhalación
- División 2.4 El gas corrosivo

**Clase 3: Líquido Inflamable y Líquido Combustible**

**Clase 4: Sólido Inflamable; Material Espontáneamente Combustible; y Material Peligroso cuando está Mojado**

- División 4.1 Sólido inflamable
- División 4.2 Material espontáneamente combustible
- División 4.3 Material peligroso cuando esta mojado

**Clase 5: Oxidantes y Peróxidos Orgánicos**

- División 5.1 Oxidante
- División 5.2 Peróxido Orgánico

**Clase 6: Material Venenoso y Sustancia Infecciosa**

- División 6.1 Materiales venenosos
- División 6.2 Sustancia infecciosa

**Clase 7: Material Radiactivo**

**Clase 8: Material Corrosivo**

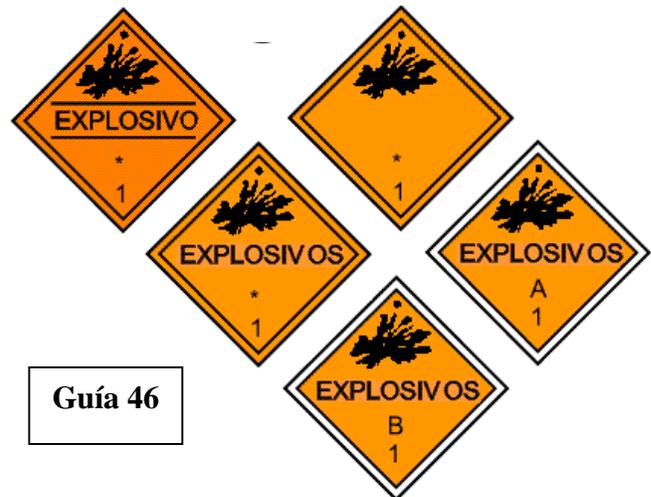
**Clase 9: Material Peligroso Misceláneo**

- División 9.1 : Sustancias Misceláneas
- División 9.2 : Sustancias Ambientalmente Peligrosas
- División 9.3 : Residuos Peligrosos

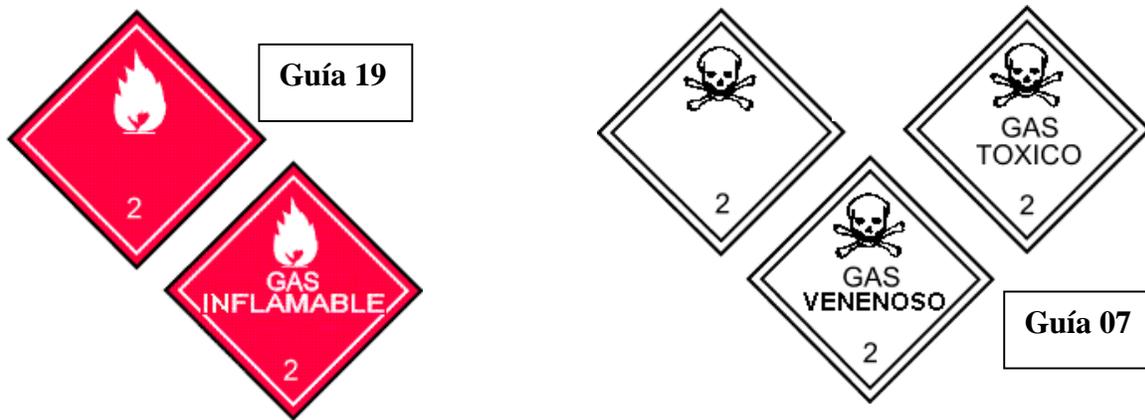
## GRUPO 1: EXPLOSIVOS

Un explosivo es cualquier dispositivo, mezcla o compuesto químico cuyo propósito es funcionar mediante explosión, es decir con liberación instantánea de gas y calor.

Los rótulos o placas se muestran en la Figura 3.1 junto con la indicación de la guía a la cual se debe recurrir en caso de accidentes. Esta guía se encuentran en el *Manual de Respuestas de Emergencias o "Libro Naranja"* junto con el listado de sustancias peligrosas por orden alfabético o por Número de las Naciones Unidas. La norma NCh.2120/1.Of89 define las Sustancias y Objetos Explosivos



## GRUPO 2: GASES



Esta clase comprende gases inflamables, no inflamables, gas comprimido, gas licuado, gas criogénico, gas tóxico, etc. Un Gas Comprimido es cualquier material o mezcla dentro de un contenedor o cilindro con una presión absoluta mayor a 3 bares a 21 °C (Ej. : Hidrogeno, Metano , etc). Un Gas Licuado es un gas en equilibrio con su liquido a una temperatura de 21 ° C (Gas Propano , Amoníaco, Cloro etc.). La norma NCh.2120/2.Of89 define los Gases Comprimidos, Licuados, Disueltos a Presión o Criogénicos

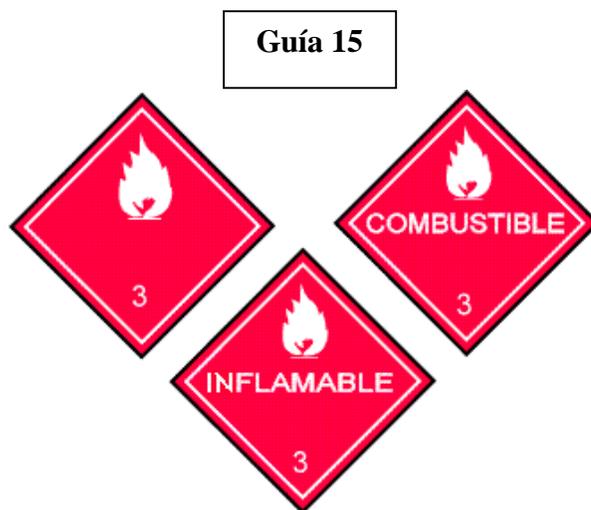
### CLASE 3: LIQUIDOS INFLAMABLES Y COMBUSTIBLES

Un *líquido inflamable* es cualquier líquido que tiene un punto de inflamación bajo los 37 °C : ( Ej.:Gasolina, Alcohol Etílico, Tolueno, etc).

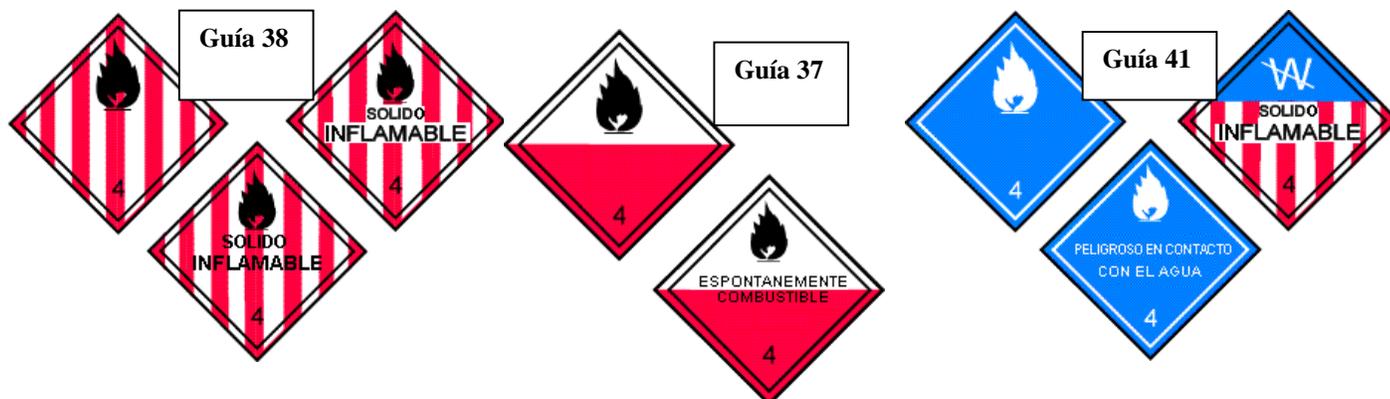
Un *líquido combustible* es cualquier líquido que tiene un punto de inflamación sobre los 37 ° C y bajo los 93 ° C ( Aceites Combustibles, Pétroleo Diesel, Kerosene, etc).

**Punto de Inflamación** es la menor temperatura a la cual los vapores del compuesto forman una mezcla inflamable con el aire u oxígeno.

La norma NCh.2120/3.Of89 define los Líquidos Inflamables y Combustibles.



## CLASE 4: SÓLIDOS INFLAMABLES



Un **Sólido Inflamable** es cualquier material sólido que no sea un explosivo, susceptible de causar fuego mediante fricción o por medio del calor retenido en un proceso de fabricación, o que puede inflamarse por contacto con agua o líquidos. ( Ej. : Fósforo blanco, Sodio Metálico, Carburo de Calcio, etc.) Sólidos de combustión espontánea son los que se pueden descomponer en presencia o ausencia de aire. ( Residuos de algodón aceitoso, fibras inflamables, etc.). La norma NCh.2120/4.Of89 define los Sólidos Inflamables, de Combustión espontánea y que desprenden gases en contacto con Agua.

## CLASE 5: SUSTANCIAS COMBURENTES (OXIDANTES) Y PEROXIDOS ORGANICOS



Una **Sustancia Oxidante** es un compuesto que produce oxígeno rápidamente para estimular la combustión de materias orgánicas e inorgánicas ( Acido Nítrico, Nitrato de Sodio, Hipoclorito de Calcio, Permanganato de Potasio, etc).

Un **Peróxido Orgánico** es un derivado orgánico del peróxido de Hidrogeno ( Agua Oxigenada).  
La norma NCh.2120/5.Of89 define los Sustancias Oxidantes y Peróxidos Orgánicos.

## CLASE 6: SUSTANCIAS TOXICAS E INFECCIOSAS

Una **sustancia Tóxica o “Venenosa”** es cualquiera sustancia capaz de causar daño a organismos vivientes como resultado de interacciones químicas ( Ej.: Cianuro de Hidrogeno, Fosgeno, Anilina, Paratión, etc.).

Un **agente etiologico o sustancias infecciosa** es un microorganismo viviente que puede causar enfermedades a los seres vivientes. ( Ej.: Virus Sida, Bacterias, etc.).

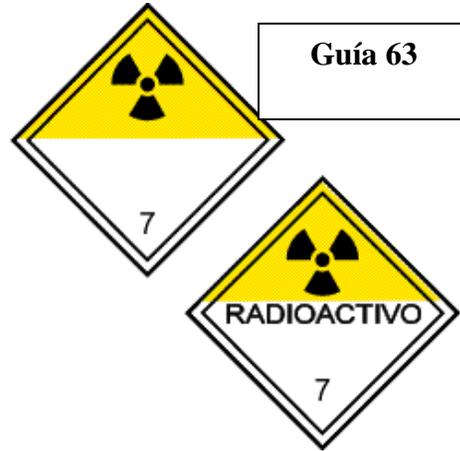
La norma NCh.2120/6.Of89 define las Sustancias Tóxicas o Infecciosas



## CLASE 7: SUSTANCIAS RADIOACTIVAS

Una sustancia radioactiva es cualquier material que emite radiaciones en forma espontanea. ( Ej. : Yodo radioactivo, Cobalto, Uranio, Plutonio,etc.).

La norma NCh.2120/7.Of89 define las Sustancias Radioactivas.



## CLASE 8: SUSTANCIAS CORROSIVAS

Una **sustancia Corrosiva** es cualquier líquido o sólido que puede destruir el tejido humano o animal ( Ej. : Acidos Nítrico, sulfúrico, clorhídrico, etc., Bases, Soda cáustica, hidróxido de potasio ,etc..

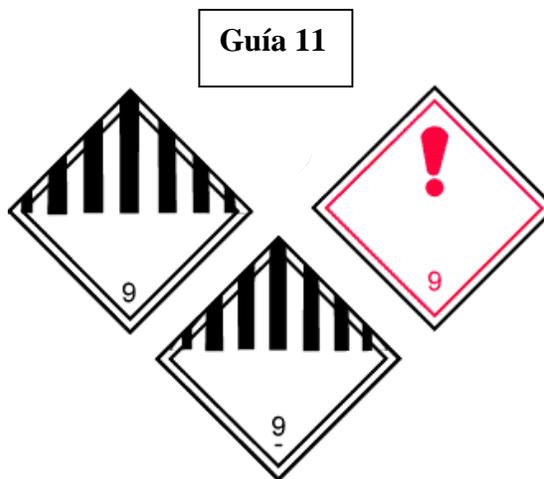
La norma NCh.2120/8.Of89 define las Sustancias Corrosivas.



## CLASE 9: SUSTANCIAS PELIGROSAS VARIAS

Sustancias Peligrosas varias o misceláneas corresponden a cualquier sustancia que cumpla con las características de peligrosa : Inflamable, Tóxica, Reactiva, Corrosiva, etc., y que no este clasificada dentro de las primeras ocho clases ( Ej. : Cloroformo, Naftaleno, Cal viva, aserrín, harina de Pescado, Residuos Peligrosos, etc.

La norma NCh.2120/4.Of89 define las Sustancias Peligrosas Varias o Misceláneas.



# SIMBOLOGIAS EN GENERAL



Guía 11



Guía 46



Guía 46



Guía 46



Guía 46



Guía 46



Guía 46



Guía 46



Guía 23



Guía 19



Guía 16



Guía 15





Guía 20



Guía 26



Guía 27



Guía 26



Guía 38



Guía 38



Guía 41



Guía 37



Guía 41



DESPACHOS INTERNACIONALES



Guía 47



Guía 52



Guía 53



Guía 55





Guía 63



Guía 59



Guía 11

### CARTELES CANADIENSES ADICIONALES

Clase 2, División 2.4  
Gas Corrosivo



Guía 11

Clase 9  
Misceláneos



Guía 11

Carga  
Mezclada



Guía 11

### **3.2. Descripción de Residuos Peligrosos**

Los Residuos Peligrosos se generan a partir de un amplio rango de actividades industriales, de la agricultura, y aún de las actividades domésticas.

**Tabla 3.1. Ejemplos de Residuos Peligrosos**

<b><u>Sector</u></b>	<b><u>Fuente</u></b>	<b><u>Residuo Peligroso</u></b>
<b>Comercio &amp; Agricultura</b>	<b>Servicio Autos Aeropuertos Secado al Vacío Transformadores Hospitales</b>	<b>Aceites Residuales Aceites, Fluidos, etc. Solventes Halogenados Bifenilos Policlorados(PCB) Residuos Patógenos e Infecciosos</b>
<b>Agrícolas</b>	<b>Zonas Rurales</b>	<b>Pesticidas, Residuos</b>
<b>Mediana y Pequeña Industria</b>	<b>Tratamiento de Metales(Electro- Plateado, Galvanizado, Cromado, Anodizado, etc. Industria Fotográfica Textiles Impresión Curtiembres</b>	<b>Ácidos, Metales Pesados  Solventes, ácidos, plata Cadmio, ácidos minerales Solventes, tintas, etc. Solventes, Cromo, Sulfuros</b>
<b>Industria de Gran Escala</b>	<b>Refinerías Petroquímica Química y Farmacéutica Celulosa y Papel</b>	<b>Catalizadores Residuos de Aceites Solventes, Residuos Tóxicos  Mercurio, Organoclorados</b>

Los Residuos Peligrosos pueden estar en la forma de sólidos, líquidos o borras. En la mayoría de las definiciones se excluyen los Residuos Domésticos y los Efluentes Líquidos. Sin embargo una importante fuente de residuos peligrosos se obtiene del pretratamiento de efluentes líquidos para cumplir con los controles de contaminación de aguas, teniendo como ejemplos las borras con metales pesados del electrotratamiento de metales, borras del tratamiento de efluentes de curtiembres, etc.

El grado de peligro de los residuos peligrosos varía ampliamente. Una distinción útil es entre aquellos residuos que poseen un riesgo potencialmente alto

para la salud humana, y aquellos donde el riesgo es menor, pero las cantidades son mucho mayores. Un ejemplo de la primera categoría incluyen solventes inflamables de bajo punto de inflamación, pesticidas altamente tóxicos o materiales persistentes clorinados como los PCB, mientras que en la última categoría se incluyen grandes volúmenes de actividades mineras (relaves) y borras de caliza u otros minerales.

### **3.2.1. Los problemas con los residuos peligrosos**

Solamente en los últimos 20-25 años se ha reconocido como un problema prioritario el manejo de los residuos peligrosos. Las acciones para controlar los residuos peligrosos ha menudo se han precipitado por efecto de un algún desastre ambiental.

- Japón fue una de los primeros países en introducir el control de residuos peligrosos, después del accidente de Bahía Minamata en los años 60, cuando muchas personas murieron por intoxicación al consumir pescados y mariscos contaminados con Mercurio que había sido descargado al mar por una planta química.
- En Inglaterra después de años en que un alto comité había investigado los problemas de residuos peligrosos, cuando en Febrero de 1972 se produjo indignación pública al descubrirse tambores con Salas de Cianuro en un sitio desocupado donde jugaban niños. Diez días después se estableció la legislación pertinente.
- En los Estados Unidos se ha desarrollado un rígido sistema de control sobre residuos peligrosos desde 1976, provocado especialmente por la indignación ciudadana por el descubrimiento de la contaminación causada por el vaciamiento descontrolado de residuos peligrosos (Love Canal, Three Mile Island, etc.)

A pesar de que la definición de Residuos Peligrosos excluye los Residuos Domésticos, puede ser difícil hacer una separación total de residuos industriales y domésticos. Los países en desarrollo necesitan algún tipo de estrategia para identificar y cuantificar los riesgos planteados por los residuos peligrosos en orden de lograr una lista de prioridades para tomar acción con los recursos limitados con que se cuentan. Algunos factores que afectan el grado de riesgo son:

- Reactividad (fuego, explosión, lixiviación);
- Efecto biológico (toxicidad, largo o corto plazo, ecotoxicidad);
- Persistencia (efecto en el ambiente, potencial destoxificación, factores múltiples);
- Riesgos indirectos a la salud (patógenos, vectores); y
- Cantidades Reales y Condiciones Locales (temperatura, suelo, agua, humedad, luz, sistemas receptores, formas de usos, etc.).

### **3.2.2. Aspectos de un sistema de control para residuos peligrosos**

Cada país necesita un Sistema de Control Nacional para los residuos peligrosos. Ese sistema debe contener cuatro componentes vitales para ser exitoso:

1. Legislación y regulaciones;
2. Implementación y procedimientos de control apropiados;
3. Adoptar servicios adecuados para el reciclaje, tratamiento y disposición de residuos peligrosos.
4. La introducción de la capacitación adecuada para los empleados del gobierno que fiscalizan, así como también para los operadores de plantas y para el público en general a través de programas educativos.

No importa cuán perfecto pueda aparecer un Programa Nacional de Control en el papel, si no es fiscalizado no tiene ningún valor. En forma similar, un programa de control no puede ser implementado si no existen los laboratorios, servicios y la capacitación adecuados. Por lo tanto la legislación y la provisión de los servicios adecuados deben proceder en paralelo, debiéndose tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Buena información sobre cantidades actuales de residuos y sobre procesos industriales para identificar las prioridades .
- Desarrollar una estrategia nacional para el manejo de residuos peligrosos, que incluya las necesidades de instalaciones (Incineradores, Vertederos, plantas de reciclaje, etc.)
- Un sistema de control que incluya todos los aspectos del manejo de residuos peligrosos, desde la generación, almacenamiento, transporte y tratamiento y disposición.
- Todos los actores involucrados, generadores, transportistas, recicladores, gobierno, público, etc., tienen sus roles y responsabilidades.

### **3.2.3. Esfuerzos internacionales en el manejo de residuos peligrosos**

Existen diversas organizaciones internacionales que han mostrado interés en el manejo de los residuos peligrosos.

- En 1985 la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA (UNEP) publican guías sobre políticas y códigos de prácticas, que sientan las bases y principios de la formulación e implementación de las políticas de manejo de residuos peligrosos (Suess y Huismans, 1983).
- A fines de 1985 un grupo de expertos que trabajan en el manejo ambientalmente seguro de residuos peligrosos bajo el auspicio del PNUMA, adoptan las "Guías del Cairo", sobre políticas y legislación (UNEP, 1985).
- En 1985 se publica un Archivo de Manejo de Residuos, por el "Registro Internacional de Químicos Potencialmente Tóxicos" (RIQPT), que contiene información sobre tratamiento y opciones de disposición de residuos conteniendo productos químicos específicos.
- Un Seminario organizado por ASEAN, UNEP (PNUMA) y CDG desarrolla guías para establecer políticas y estrategias para el manejo de residuos peligrosos en Asia y el Pacífico (UNEP, 1986)
- La Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OECD) y la Comisión de las Comunidades Europeas (CEC) han preparado una Convención Internacional sobre los movimientos transfronteros de residuos peligrosos. La mayor parte del trabajo se ha focalizado en la lista de residuos peligrosos (OECD, 1988). Existe además el Convenio de Basilea
- La Comisión Económica para Europa (ECE) y el Consejo para la Asistencia Mutua (CMEA) se han preocupado especialmente en tecnologías de baja producción de residuos o sin residuos (Tecnologías Limpias o Producción Limpia), (ECE, 1979-1987).

### **a) Cuantificación de Residuos Peligrosos**

El obtener una información confiable sobre las cantidades de Residuos Peligrosos producidos por cualquier país es muy difícil. El efectuar una comparación internacional también es casi imposible debido a las diferencias en la clasificación y definición de residuos peligrosos de país en país.

### **b) Progresos en el Control de Residuos Peligrosos**

Se ha hecho un considerable esfuerzo en los últimos diez años en el control de residuos peligrosos en los países en desarrollo. El progreso varía de país en país pero en algunos países:

- Existe una legislación efectiva;
- Se han introducido sistemas de control efectivos en el transporte de residuos;
- Se han entregado licencias a un número creciente de operadores para el tratamiento y disposición de residuos peligrosos.

- En algunos casos, se han implementado servicios adecuados para el tratamiento de residuos peligrosos, para incineración y para vertederos controlados;
- En unos pocos casos, buenos sistemas de recolección y de transferencia se han implementado.

La disposición de Residuos Peligrosos es un problema dinámico, y actualmente se está trabajando fuertemente en los países en desarrollo tanto en procedimientos estándares como en licencias.

### **3.2.4. Problemas en países en desarrollo**

Los principales problemas que deben enfrentar los países en desarrollo con respecto a enfrentar los problemas de los residuos peligrosos son:

- **Pobre control sobre la contaminación y la disposición de residuos**

En muchos países predominan los vertederos abiertos, y ante la ausencia de control, los residuos peligrosos encuentra fácilmente su camino a estos lugares. Existen personas que viven y trabajan entre estos residuos, y muchos de estos vertederos están causando problemas de contaminación. El manejo de estos depósitos es de alta prioridad en los países en desarrollo.

Los controles sobre la contaminación del agua y del aire son a menudo muy deficientes, y cuando estos controles se implementan, los lodos y polvos obtenidos en los tratamientos a menudo generan residuos peligrosos.

Esfuerzos aislados para controlar algunos residuos peligrosos específicos son a menudo inefectivos sin una práctica eficiente del manejo de residuos. Debe existir una buena coordinación entre los controles de la contaminación del aire y del agua y de los residuos peligrosos.

- **Los generadores de residuos pueden ignorar el peligro de sus residuos**

La ignorancia del potencial daño de los residuos peligrosos es normal en todos los países, pero es un problema particular en el caso de generadores pequeños en los países en desarrollo. Aunque las cantidades que ellos producen pueden ser pequeñas, los potenciales problemas pueden no ser insignificantes. Como ejemplo podemos citar la eliminación de contenedores con residuos de pesticidas que pueden envenenar seres humanos o contaminar fuentes sensibles de aguas potable y de regadío.

- **Acumulaciones de residuos en espera de tratamiento o eliminación**

En algunos países, las industrias nuevas pueden acumular sus residuos en sus propias plantas en espera de instalaciones de tratamiento o disposición. Después de 5, 10 ó 15 años comienzan a aparecer los problemas de

contaminación, y de repente el problema se transforma en urgente. Estos tipos de residuos se pueden reprocesar o se deben mantener controlados por las posibles fugas de sustancias tóxicas como a sucedido en numerosas ocasiones.

- **Fuentes de recursos limitadas**

Algunos países en desarrollo no tienen los recursos financieros ni humanos especializados para manejar adecuadamente los residuos peligrosos. Ciertas restricciones al acceso a financiamientos externos hace difícil financiar estas actividades. Una carencia de personal especializado puede impedir la planificación, el manejo, y la operación y mantención de estas instalaciones, y la fiscalización de las regulaciones y leyes.

- **Razones socio-políticas**

Sin una educación pública en el tema y con un desconocimiento de los peligros de la disposición impropia de los residuos va a existir una insuficiente demanda pública por acciones. En los países en desarrollo en general la focalización se acentúa en otros problemas también reales y más urgentes y no se ve la disposición de residuos peligrosos como una meta política inmediata y necesaria.

En estos países se debe priorizar el control de los residuos peligrosos, y se deben focalizar los recursos disponibles en los problemas más significantes, aunque se debe tener en cuenta también las soluciones a largo plazo, que pueden significar el establecimiento de instalaciones centralizadas de tratamiento o disposición. Aún en el largo plazo se deben desarrollar soluciones que sean compatibles con los recursos limitados disponibles.

### **3.3. Definición y clasificación de residuos peligrosos**

En los últimos años se ha puesto especial atención a la definición de “residuos”, “desechos” o “desperdicios” peligrosos. Cada país tiene un método diferente de definir este concepto, así como una diferente lista de compuestos.

Algunas organizaciones Internacionales europeas (OECD, CEC) está tratando de establecer listas cruzadas de residuos peligrosos, como un primer paso para armonizar las definiciones. La mayor preocupación actualmente es implementar un control estricto sobre los movimientos transfronteros de los residuos peligrosos.

También es importante entender los posibles efectos sobre la salud y el medio ambiente de los residuos. Para esto se debe entender claramente las propiedades químicas y físicas de los residuos así como el camino potencial a través del ecosistema hacia el hombre.

#### **3.3.1. Definición de residuo**

Típicamente, el concepto de “residuo” se refiere a algo que no tiene valor o que no puede ser utilizado. Esta definición se complica cuando se trata de definir lo que son propiamente residuos y subproductos; en otras palabras, si un residuo puede ser reciclado o usado de alguna manera, adquiere de inmediato un cierto valor y no se considera un residuo. Lo anterior requiere por lo tanto una definición de que es reciclable. Existe evidencia de que la relajación en los controles de residuos reciclables puede aumentar el riesgo de daño ambiental como resultado del mal manejo de los residuos reciclables. Como ejemplos de este mal manejo podemos citar el uso de residuos de aceites contaminados para el control de polvos; el almacenamiento a largo plazo y sin control de materiales que se consideran reciclables; la utilización de residuos metalíferos para construcción de edificios y carreteras; o la utilización de residuos como combustibles sustitutos, cuya combustión se efectúa en condiciones no adecuadas.

Por lo tanto definiremos un residuo como un material movable que no tiene un uso directo y que es descargado continuamente.

Todos los residuos deben recibir un tratamiento y disposición de modo de proteger el ambiente y aumentar la calidad de vida. Los residuos peligrosos son una categoría especial de residuos las cuales debido a su toxicidad, persistencia, movilidad, inflamabilidad, etc., requieren de una regulación y controles más exigentes comparados con los residuos comunes como los municipales.

La siguiente definición de Residuo Peligroso fue preparada bajo el auspicio del PNUMA (UNEP) por un grupo de trabajo de expertos en el Manejo Ambientalmente Adecuado de Residuos Peligrosos en Diciembre de 1985:

“Residuos Peligrosos son aquellos Residuos diferentes a los Radioactivos que por razones de su reactividad química, toxicidad, explosividad, corrosividad u otras características provocan un peligro o pueden causar peligro para la salud o el ambiente, ya sea por si solos o cuando se ponen en contacto con otros residuos, y se definen legalmente como peligrosos en el estado en el cual son generados o en el cual son eliminados o de la forma como son transportados”.

### **3.3.2. Inclusiones y exclusiones de la definición**

De acuerdo a la definición, los residuos peligrosos pueden incluir sólidos, líquidos, gases, borras, gases contenidos o contenedores contaminados, y se pueden originar de un amplio rango de fuentes comerciales, agrícolas, e industriales. En general los residuos peligrosos no pueden ser manejados en forma segura por medio de los sistemas de tratamientos de aguas servidas o por medio de los vertederos de residuos domésticos.

Se excluyen específicamente de la definición de residuos peligrosos:

- Los Residuos Radioactivos que son considerados peligrosos, pero se excluyen debido a que la mayoría de los países controlan y manejan estos materiales en una forma separada.
- Los Residuos Domésticos que pueden causar una significativa contaminación ambiental y que pueden incluir incluso pequeñas cantidades de materiales peligrosos (mercurio de pilas secas o termómetros, solventes de residuos de pinturas, etc.). De la misma manera estos residuos son manejados y controlados por organizaciones separadas, aunque interrelacionadas con las de residuos peligrosos. Algunos países con buenos sistemas de control están preocupándose de separar y/o eliminar los componentes peligrosos de los residuos domésticos.
- El Grupo de Trabajo del PNUMA también ha considerado la definición de cantidad de residuos peligroso.
- Para pequeñas cantidades, todos los países han escogido excluir los residuos domésticos de los “residuos peligrosos”. Al mismo tiempo, algunos países también excluyen a los generadores menores de residuos peligrosos. El punto de corte es muy importante para las normas de regulación. En los Estados Unidos por ejemplo, recientemente el valor máximo de control se ha reducido de 1000 kg./mes a 100 kg./mes, aumentando de esta manera el número de generadores de residuos peligrosos por un factor de diez.
- Para grandes cantidades, los reguladores desearían controlar los residuos que contienen bajas concentraciones de contaminantes, puesto que el volumen hace que aún sean peligrosos para el medio ambiente. Sin embargo, debido a

los problemas prácticos que presenta el control de este tipo de residuos, algunos países excluyen los grandes volúmenes de residuos producidos por actividades mineras o agrícolas del control bajo la legislación de residuos peligrosos.

### **3.3.3. Identificación y Clasificación de Residuos Peligrosos**

Para desarrollar un sistema organizado para la cuantificación y manejo de residuos peligrosos, se debe formular un sistema de identificación y clasificación de los residuos (ver Tabla 3-1). En muchos países, este sistema es una parte integral de una definición legal de residuos peligrosos. La mayoría de los países han usado una definición basada en una lista inclusiva de los siguientes factores:

- Tipos particulares de residuos peligrosos;
- Procesos industriales a partir de los cuales los residuos se definen como peligrosos.
- Sustancias, ya sea específicas o por clases, cuya presencia es indicativa de una potencial peligro a la salud humana y/o al medio ambiente.

En algunos casos, un listado de uno o más de estos criterios es usado como definición. En otros casos, se hace referencia a un nivel particular de concentración para cada sustancia peligrosa.

Otro criterio puede incluir la toxicidad de un extracto del residuo, obtenido usualmente por medio de un test específico del lixiviado. La toxicidad se define generalmente por referencia a las concentraciones de sustancias específicas en el extracto:

- La posibilidad de ignición o la inflamabilidad del residuo;
- La corrosividad del residuo;
- La reactividad del residuo.

### **3.3.4. Esquema de clasificación - notación de tipo salud/ecológica**

Una clasificación de los residuos que relaciona las categorías de industrias se muestra en el Anexo 2. El propósito de este anexo es permitir al planificador identificar el principal tipo de residuos asociados con un amplio grupo industrial. Los distintos grupos industriales utilizados para el esquema de clasificación de residuos se presenta en la Tabla 3.3.

A continuación se dará una descripción breve de cada tipo de residuo incluyendo su fuente de generación:

## **I. Residuos inorgánicos**

Ácidos y Alkalís están entre los mayores componentes de la totalidad de los residuos peligrosos generados. Aparecen en muchos sectores de la Industria, aunque en término de cantidad, los residuos ácidos provienen fundamentalmente de la industria de preparación y terminado de metales.

El mayor peligro con los ácidos y los álcalis es su acción corrosiva, complicada a veces por la presencia de componentes tóxicos.

Los residuos de Cianuros son generados principalmente en la industria de terminado de metales y en el tratamiento térmico de ciertos aceros. El principal riesgo asociado con los cianuros es su aguda toxicidad.

Las borras y soluciones de metales pesados de mayor preocupación son aquellas que contienen metales tóxicos, arsénico, cadmio, cromo hexavalente, plomo, mercurio, níquel, zinc, y cobre. Estos residuos son generados por un amplio rango de procesos de manufactura que incluyen la producción de Cloro, Textiles, Plateado de Metales y Curtiembres.

Los Residuos de Asbestos normalmente se encuentran de edificios antiguos, centrales eléctricas, plantas industriales, hospitales, establecimientos educacionales, muelles,, etc. Materiales que contiene asbestos aparecen como residuos de locomotoras y carros de ferrocarril, y en demoliciones de edificios.

Los riesgos a la salud asociados con la inhalación de fibras y polvo de asbesto se acrecientan por el potencial cancerígeno de este material. Los problemas producidos por las cañerías de cemento-asbesto y las planchas de asbesto son menores comparados con los relacionados con fibras o polvos.

Otros residuos sólidos son generados de una variedad de fuentes de las cuales las más importantes son la fundición y refinado de metales. Los polvos y borras producidos por estos procesos contienen típicamente metales tóxicos que incluyen níquel, arsénico, zinc, mercurio, cadmio y plomo.

## **II. Residuos aceitosos**

Los Residuos Aceitosos se generan principalmente a partir del procesamiento, uso y almacenamiento de aceites minerales. Como ejemplos podemos citar los residuos de aceites lubricantes y de líquidos de frenos o hidráulicos, borras de los estanques de almacenamiento. En algunos casos, estos materiales pueden estar contaminados con metales tóxicos (e.g., borras de estanques de gasolina con plomo).

## **III. Residuos orgánicos**

Los Solventes Halogenados son generados principalmente por operaciones de secado en seco, limpieza de metales y en menor extensión por desengrasado y eliminación de aceites en la industria textil y del cuero. Los peligros de estos residuos consisten en su gran toxicidad, movilidad y relativamente alta persistencia en el ambiente.

Los residuos de Solventes no-halogenados incluyen un gran número de hidrocarburos (algunos oxigenados), de los cuales los más comunes son el tolueno, metanol, isopropanol y etanol. Estos solventes se utilizan amplia aplicación en la producción de pinturas, tintas, adhesivos, resinas, preservantes de madera en base a solventes, artículos de tocador, saborizantes de alimentos, cosméticos y también para la limpieza de equipos. También son utilizados como desengrasantes en la industria de ingeniería y de vehículos, así como se usan como extractantes de productos naturales de fuentes animales y vegetales. La toxicidad de estos productos varía grandemente, y en muchos casos el mayor peligro es la inflamabilidad.

Los Residuos de Bifenilos Policlorinados, PCBs, son generados en la producción de PCBs y en el desarme de equipos en los cuales se utilizan, tales como fluidos dieléctricos en transformadores y capacitadores, y también como fluidos hidráulicos y fluidos de transferencia de calor. La mayor preocupación con los PCBs esta asociada con su alta persistencia y su potencial bioacumulación.

Los Residuos de Pinturas y Resinas son generados de una gran variedad de procesos químicos terciarios, y también en la aplicación de pinturas y resinas a productos terminados. En general son una combinación típica de solventes y compuestos poliméricos y en algunos casos metales tóxicos.

Los Residuos de Biocidas son generados tanto en la manufactura como en la formulación de biocidas y en el uso de estos compuestos en agricultura, horticultura y una variedad de otras industrias. El rango de biocidas utilizados es de varios miles de compuestos (ver Anexo 2).

Además de los residuos orgánicos concentrados descritos, otros residuos químicos orgánicos son también generados a partir de la gasificación de carbón y de la manufactura de productos químicos primarios, secundarios y terciarios. Los residuos de la destilación y de material filtrado son típicos residuos. Estos residuos incluyen tanto productos químicos halogenados como no-halogenados, y son generados por un amplio rango de industrias tales como la refinación de petróleo, la industria química, de tinturas, farmacéutica, plásticos, gomas, y resinas.

#### **IV. Residuos orgánicos putrefactos**

Los Residuos Orgánicos Putrefactos incluyen los residuos de la producción de aceites comestibles, así como también los residuos de mataderos, curtiembres y otras industrias basadas en animales. El manejo apropiado de residuos putrecibles es de particular importancia en países en desarrollo donde las condiciones climáticas extremas pueden exacerbar los peligros a la salud asociados con estos residuos.

#### **V. Residuos de alto volumen/baja peligrosidad**

Los residuos de alto volumen/baja peligrosidad incluyen aquellos residuos que basados en sus propiedades intrínsecas, presentan peligros relativamente bajos, pero pueden presentar problemas debido a su alto volumen. Como ejemplos se incluyen: barros de perforaciones de la extracción de petróleo y gas natural, cenizas de plantas de fuerza a petróleo, relaves de faenas mineras, o residuos metalíferos.

#### **VI. Residuos misceláneos**

Además de los residuos nombrados existen un gran número de otros residuos que incluyen, residuos infecciosos asociados con tejidos humanos o animales; productos químicos redundantes que se han deteriorado o excedido su período de vida y provienen de tiendas comerciales, almacenes fiscales, etc.; residuos de laboratorios de investigación o de empresas; residuos de explosivos y de la manufactura de municiones. Aunque estos residuos no representan una gran proporción de la generación de residuos peligrosos, se deben tomar en cuenta para asegurar su seguridad y su adecuada disposición.

#### **VII. Residuos de pesticidas**

Disposición de residuos generados por el uso de pesticidas:

- “Containers” o contenedores ya utilizados.
- Materiales contaminados
- Sustancias químicas deterioradas o fuera de uso.
- Pesticidas sobrantes, etc.

Para evitar acumular excesos de pesticidas o pesticidas obsoletos y además reducir las posibilidades que los pesticidas sufran algún daño se sugieren los siguientes métodos:

1. Comprar pequeñas cantidades de pesticidas y evitar el apilamiento de estos.
2. Evaluar anticipadamente las necesidades que se tengan de pesticidas.
3. No aceptar contenedores de pesticidas dañados.
4. Mantener registros exactos de los pesticidas almacenados y utilizados.

5. Guardar los pesticidas en condiciones adecuadas.
6. Utilizar el método de inventario FIFO.

Métodos para disponer de los pesticidas y sus residuos:

- Tratamiento de los suelos.
- Incineración.
- Métodos Químicos.
- Almacenamiento temporal.
- Disposición de los contenedores ya utilizados.

Se recomienda que el contenedor que haya contenido algún pesticida, sea aplastado o destruido evitando así su posterior uso. Esto ya que se pueden producir enfermedades serias al re-usar contenedores para almacenar agua y comida.

Los contenedores combustibles (hechos de papel, plástico o madera) se eliminan preferencialmente por incineración. Los de vidrio o metal pueden ser devueltos a los fabricantes, como ya se mencionó, o pueden ser derretidos.

**Tabla 3.2**  
**TIPO DE RESIDUO GENERADO POR DIFERENTES INDUSTRIAS**

Industria	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
<b>Grupo de Residuo</b>											
<b>1. Residuos Inorgánicos</b>											
Ácidos y álcalis.	•		•	•		•	•	•	•		
Residuos de cianuro				•							
Borras y soluciones de metales pesados.				•	•	•		•			
Residuos de asbesto.					•	•					
Otros residuos sólidos				•		•					
<b>2. Residuos Aceitosos</b>								•			
<b>3. Residuos Orgánicos</b>											
Solventes halogenados						•	•	•			•
Solventes no-halogenados.	•					•		•	•		
Residuos de BPCs.						•					
Residuos de resinas y pinturas.						•		•	•		
Residuos de biocidas	•				•	•		•	•		
Otros residuos químicos orgánicos			•	•		•					
<b>4. Residuos Orgánicos Putrefactos</b>	•					•	•				
<b>5. Residuos de alto volumen-baja peligrosidad</b>			•	•		•					
<b>6. Residuos Varios</b>											
Residuos infecciosos	•									•	
Residuos de laboratorios						•				•	
Residuos explosivos						•					•

- A: Producción Agrícola; Forestal y Alimenticia
- B: Extracción de Minerales
- C: Generación de Energía
- D: Manufacturas de Metales
- E: Manufactura de Minerales no-metálicos
- F: Industrias Químicas y Relacionadas
- G: Industria de Vehículos y Repuestos
- H: Industria Textil , del Cuero y de la Madera
- I: Manufactura de Papel, Impresión y Publicación
- J: Servicios Médicos y de Salud
- K: Servicios Comerciales y de Personas

### **Tabla 3.3. Grupos industriales**

#### **A Agricultura, Producción Forestal y de Alimentos**

- Agricultura, manejo forestal, industria pesquera;
- Productos animales y vegetales del sector alimentos;
- Industria de licores;
- Industria de alimentos de animales.

#### **B Extracción Mineral (excluyendo Hidrocarburos)**

- Minería y tratamiento de minerales no-metálicos.
- Minería y tratamiento de minerales metálicos.

#### **C Energía**

- Industria del carbón, extracción, producción de gas y coque;
- Industria del petróleo y gas natural, extracción de petróleo y gas, producción de productos refinados;
- Producción de electricidad;
- Producción de agua potable;
- Distribución de energía.

#### **D Manufactura de Metales**

- Metalurgia ferrosa;
- Metalurgia no-ferrosa;
- Fundición y operaciones de trabajo de metales.

#### **E Manufactura de Productos Minerales No-Metálicos**

- Materiales de construcción, cerámicas y vidrios;
- Refinación de sal;
- Productos de asbestos;
- Productos abrasivos.

#### **F Industria Química y Relacionadas**

- Petroquímica;
- Producción de químicos primarios y productos intermedios;
- Producción de tintas, barnices, pinturas y pegamentos;
- Fabricación de productos fotográficos;
- Industria del perfume, de jabones y detergentes;

- Materiales plásticos y gomas;
- Producción de explosivos y pólvora;
- Producción de biocidas.

## **G Industria de Repuestos, Vehículos e Ingeniería**

- Ingeniería mecánica;
- Manufactura de maquinas de oficina y de equipos de procesamiento de datos;
- Ingeniería eléctrica y electrónica;
- Manufactura de motores y partes de vehículos;
- Manufactura de equipos de transporte;
- Ingeniería de instrumentos;
- Otras industrias de manufacturas metálicas (n.e.).

## **H Industrias Textiles, del Cuero, de Madera y Troncos**

- Industria textil, de calzado, de ropas;
- Industria del cuero y calzado;
- Aserraderos, maderas y muebles;
- Otras n.e.

## **J Manufactura de Papel y Productos, Impresión y Publicación**

- Papel y cartones;
- Impresión, publicación y laboratorios fotográficos.

## **K Servicios Médicos, Sanitarios y de Salud**

- Salud; hospitales, centros médicos y laboratorios;
- Servicios veterinarios.

## **L Servicios Comerciales y Personales**

- Lavanderías, secado y secado en seco;
- Servicios domésticos;
- Instituciones de cosméticos (i.e., Peluquerías);
- Otros servicios personales n.e.

Cada uno de estos criterios tiene sus ventajas y desventajas. El uso de una lista inclusiva entrega una forma simple de control, y no requiere de análisis y entrega una cierta flexibilidad para el control de los residuos a las autoridades para efectuar juicios cualitativos con respecto a la opción de disposición de cada residuo en particular. Tiene la desventaja sin embargo de colocar un gran número de decisiones en las autoridades que controlan, sobre cuales son los procesos industriales que deben ser controlados.

Suplementando o reemplazando estos listados por procedimientos de análisis y/o límites de concentraciones tiene la ventaja de presentar una descripción clara y exacta de los residuos, no dejando ninguna duda en cuanto a si el residuo debería ser clasificado como peligroso o no. Esta definición precisa, sin embargo requiere de protocolos de análisis detallados y un sistema de vigilancia que en la práctica puede traer muchos problemas en lo relacionado a recursos humanos, servicios de laboratorios ,etc., tanto para los generadores de residuos como para las autoridades que controlan.

### **3.3.5. Procedimiento de análisis de toxicidad de los residuos peligrosos**

Este procedimiento está diseñado para identificar los residuos que probablemente lixivien peligrosas concentraciones de productos tóxicos en las aguas subterráneas como resultado de un manejo inadecuado. Durante este procedimiento, los constituyentes son extraídos del residuo de una manera tal de simular las condiciones de lixiviación que pueden ocurrir en el vertedero. El extracto es analizado y se determina si posee cualquiera de los contaminantes que aparecen en la lista de la Tabla 3.4.. Si la concentración de un constituyente en particular excede los niveles de la Tabla 3.4, el residuo se considera como peligroso.

<b><u>Tabla 3.4. Criterio de toxicidad</u></b>	
<b><u>Contaminante</u></b>	<b><u>MCL (ppm)</u></b>
<b>Arsénico</b>	<b>5.0</b>
<b>Bario</b>	<b>100.0</b>
<b>Cadmio</b>	<b>1.0</b>
<b>Cromo (total)</b>	<b>5.0</b>
<b>Plomo</b>	<b>5.0</b>
<b>Mercurio</b>	<b>0.2</b>
<b>Selenio</b>	<b>1.0</b>
<b>Plata</b>	<b>5.0</b>
<b>Endrin</b>	<b>0.02</b>
<b>Lindano</b>	<b>0.4</b>
<b>Metoxicloro</b>	<b>10.0</b>
<b>Toxafeno</b>	<b>0.5</b>
<b>2, 4-D</b>	<b>10.0</b>
<b>2, 4, 5-TP Silvex</b>	<b>1.0</b>

En el test TCLP (Registro Federal 1986), se emplea una muestra de 100 gramos. Para residuos que contienen menos de un 0.5 % de sólidos, y se define

como extracto TCLP, el residuo después de la filtración por un filtro de fibra de vidrio de 0.6-0.8  $\mu\text{m}$ . La separación se efectúa con presiones hasta de 50 psi. El tamaño de partícula se reduce si es necesario hasta cerca de 9.5 mm. La muestra es entonces pesada y extraída con una cantidad de fluido extractante igual a 20 veces el peso de la fase sólida. El fluido extractante empleado es una función de la alcalinidad de la fase sólida del residuo. Si la muestra después de mezclada con agua destilada deionizada tiene un pH menor a 5.0, el fluido extractante se produce agregando 5.7 ml de ácido acético glacial 1.0 N., a 500 ml de agua destilada deionizada, y agregando 64.3 ml de NaOH 1.0 N y diluyendo a un litro. Si la muestra después de mezclada con agua destilada deionizada tiene un pH mayor a 5.0, se agregan 3.5 ml de HCl 1.0 N, se agita por 30 segundos, se cubre con un vidrio reloj, se calienta a 50 ° C y se mantiene por 10 minutos. Si la muestra después de enfriada tiene un pH menor a 5.0, se utiliza el fluido extractante antes mencionado. Si el pH es mayor a 5.0, el fluido se fabrica diluyendo 5.7 ml de ácido acético glacial con agua destilada deionizada y llevando a 1 litro. Se utiliza un aparato extractor especial cuando se analizan volátiles. Seguida la extracción, el líquido extracto se separa de la fase sólida por filtración a través de un filtro de fibra de vidrio de 0.6-0.8  $\mu\text{m}$ .

Las características de ignición/inflamabilidad es de preocupación debido a que estos residuos pueden causar incendios durante su transporte, su almacenamiento o disposición. Ejemplos típicos son los residuos de aceites y solventes. Estos residuos tienen las siguientes propiedades:

- a) Son líquidos, excepto por soluciones acuosas que contienen menos de 24 por ciento de alcohol, que tiene un punto flash menor a 60 °C;
- b) Un no-líquido capaz bajo condiciones normales, de una combustión espontánea y sostenida.:
- c) Un gas comprimido de fácil ignición; o
- d) Un oxidante.

Los materiales que pueden considerarse peligrosos por su corrosividad son: un material acuoso con un pH menor a 2.0 o mayor a 12.5; o un líquido que corroe al acero a una velocidad mayor a un cuarto de pulgada (6 mm) por año a una temperatura de 55 °C.

Los residuos con alto o bajo pH pueden reaccionar violentamente con otros residuos o provocar contaminantes tóxicos que migran desde ciertos residuos. Los residuos que son capaces de corroer el acero pueden escapar de sus contenedores y liberar otros residuos. Ejemplos de estos residuos corrosivos son los residuos ácidos y los licores de piquelado.

Un residuo reactivo puede esperarse que tenga una o más de las siguientes propiedades:

- Ser normalmente inestable y reaccionar violentamente sin detonación;
- Reaccionar violentamente con el agua;
- Formar una mezcla explosiva con el agua;
- Generar gases tóxicos, vapores o humos cuando se mezcla con agua;
- Contener cianuros o sulfuros y generar gases tóxicos, vapores o humos a un pH entre 2 y 12.5.
- Ser capaz de detonación si es calentado bajo condiciones de confinamiento o sujeto a fuerzas iniciales potentes; y
- Capaz de detonación a temperatura y presión estándar.

Ejemplos de residuos reactivos incluyen el agua producto de la producción de TNT y solventes usados con cianuro.

La elección del sistema más apropiado depende del uso para el cual el sistema de clasificación será utilizado. Hay tres objetivos para el cual puede ser de particular importancia:

- Permitir a las autoridades que controlan los residuos utilizar su conocimiento de la industria para entregar una lista de los residuos más importantes;
- Para identificar los residuos de una manera que sea consistente con las tecnologías existentes para recuperar, tratar o disponer los residuos;
- Para proveer a las autoridades que controlan los residuos peligrosos con un marco apropiado para establecer su propio sistema de control de residuos peligrosos.

Para cumplir con estos objetivos, el esquema de clasificación propuesto es una lista cualitativa, que usa una combinación de algunos tipos específicos de residuos con clases de sustancias específicas y con procesos industriales, para identificar los tipos de residuos.

## **CAPITULO IV: CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE SITIOS DE ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS**

### **4.1. Localización y edificios**

Idealmente todo lugar de almacenamiento de sustancias peligrosas deberá estar ubicada alejada de zonas densamente pobladas, de fuentes de aguas potables, de áreas con posibilidad de anegamiento y de posibles fuentes externas de peligro.

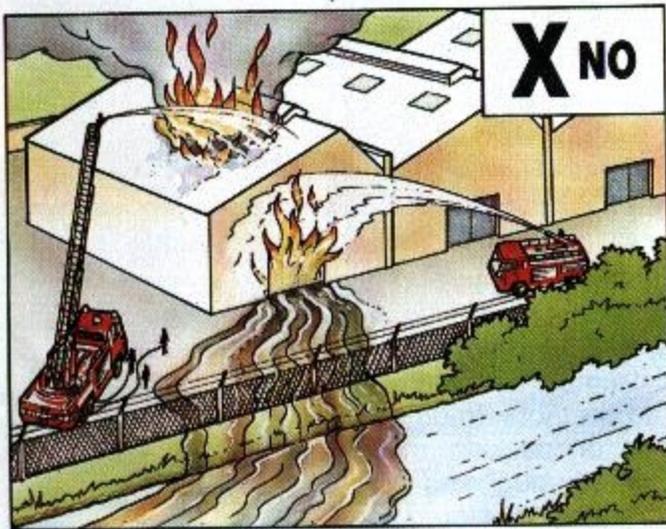


Figura 4.1

El escape de aguas del combate al fuego puede causar contaminación ambiental

La localización debe tener un fácil acceso a los servicios de transporte y emergencia sobre terrenos estables y que soporten edificios y caminos seguros. Se deben proveer servicios adecuados tales como electricidad con suministro de emergencia si es necesario, agua potable y red de agua contra incendio, sistemas de drenajes segregados de los públicos y de aguas lluvias para evitar toda posible contaminación.

## 4.2. Ubicación de Bodega de Sustancias Químicas en planta

La ubicación en planta o en el lugar designado debe ser diseñada de tal manera de permitir la separación de materiales incompatibles utilizando edificios o lugares separados, murallas contrafuego u otras precauciones aceptables, así como también permitir movimientos y manejo seguro de los materiales peligrosos; debe existir espacio suficiente para las condiciones de trabajo y permitir el acceso expedito por varios lados.

El número de puertas de acceso debe ser el mínimo consistente con una operación eficiente. Desde el punto de vista de seguridad el número ideal de puertas es uno, pero se debe tener en cuenta del manejo de emergencias donde se pueden requerir otras puertas que permitan el paso de vehículos de emergencia de diferentes direcciones.

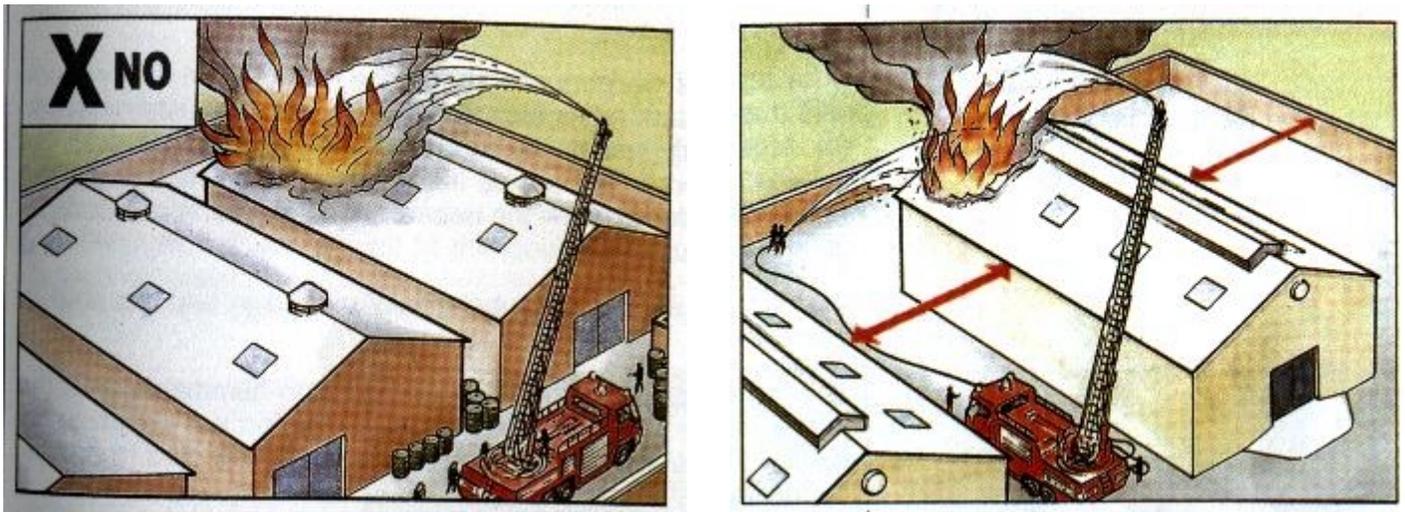


Figura 4.2

Se debe diseñar el acceso expedito a los bomberos y prevenir la propagación del incendio

En cuanto al acceso al lugar de almacenamiento este debe estar implementado con sistemas de rejas y candados para cuando no este en uso. Las partes bajas deben estar construidas de materiales seguros. Las llaves deben ser colocadas en un lugar conveniente como la portería o una oficina. Cada llave debe estar claramente identificada, y no deben ser de fácil acceso al público y se debe tener una llave maestra en caso de extravió de las principales. Debe existir un número limitado de llaves maestras para el personal que puede ser llamado en un caso de emergencia.

### 4.3 Diseño de sitios de almacenamiento

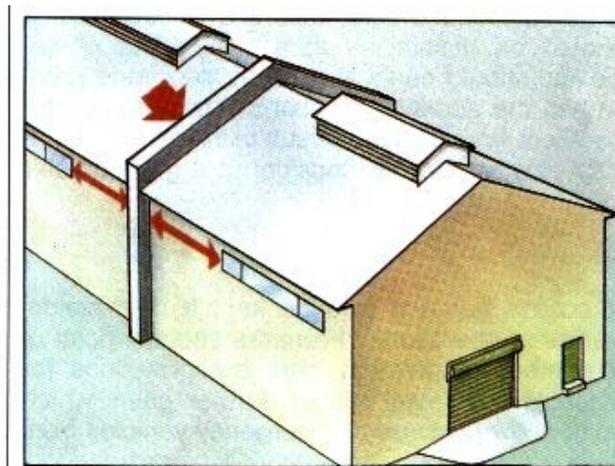
El diseño del lugar de almacenamiento debe ser hecho de acuerdo con la naturaleza de los materiales a ser almacenados y con adecuados lugares de salida. Si es necesario se debe dividir las áreas y el volumen almacenado en zonas compartimentalizadas en orden de efectuar la necesaria segregación de materiales incompatibles. Los lugares deben estar suficientemente cerrados y con la posibilidad de ser protegidos. Los materiales de construcción deben ser no inflamables y el edificio debe ser de concreto armado o acero. Si es de una estructura de acero, esta debe estar protegida por aislación.

- **Paredes Cortafuegos :**

Las paredes externas deben estar cubiertas con acero o planchas de metal, o cuando exista riesgo de fuego deben ser de material sólido. Los materiales aislantes deben ser de elementos no-combustibles, lana mineral o fibra de vidrio. Las divisiones internas, diseñadas para actuar como rompedores de fuego deben proveer al menos 60 minutos de resistencia y se deben construir con una altura de un metro sobre el techo o tener algún otro medio de impedir la propagación del fuego.

Los materiales más adecuados para combinar resistencia al fuego con resistencia física y estabilidad son el concreto, ladrillos o bloques de cemento. Para lograr la deseada resistencia al fuego, las paredes reforzadas de concreto deben tener al menos 15 cm. de espesor y las paredes de ladrillos deben ser de al menos 23 cm.

Los ladrillos huecos no son apropiados. Los bloques de concreto sin reforzamiento requieren de un espesor mínimo de 30 cm. para lograr la estabilidad y fuerza requeridas. Para lograr una mayor estabilidad estructural, se recomiendan



**Figura 4.3** Los Muros Cortafuegos se deben extender más allá del techo de la bodega.

columnas de reforzamiento (pilastras) en las paredes. Las paredes contrafuegos deben ser independientes de la estructura para evitar su colapso en caso de incendios. Cuando existen cañerías, ductos y cables eléctricos, se deben colocar con sustancias retardantes del fuego.

Las puertas en las paredes interiores deben tener resistencia al fuego similar a las paredes y se deben cerrar automáticamente, es decir con un sistema de fusibles activados por el sistema de detección automático de incendio. El espacio requerido para cerrar debe mantenerse libre de toda obstrucción.

- **Salidas de Emergencia:**

Deben existir salidas de emergencias distintas de las puertas principales. Al planificar estas salidas debe tomarse en cuenta toda posible emergencia, siendo el requisito primario que nadie pueda quedar atrapado en el lugar. Deben estar claramente indicadas y de un diseño consistente con la seguridad de un fácil escape en caso de emergencia. Deben ser fáciles de abrir en la oscuridad o con humo denso y equipadas con pasamanos de emergencia. El escape debe ser posible de toda área cerrada al menos en dos direcciones.

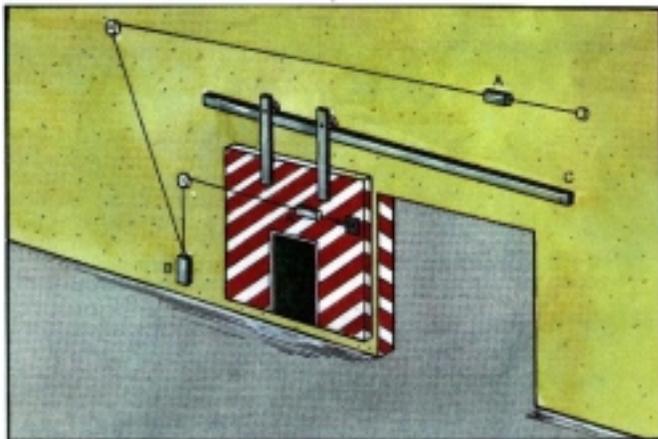
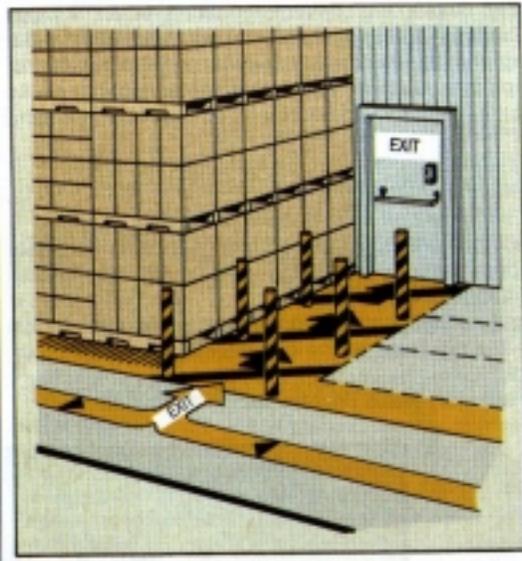


Figura 4.4

Puerta de salida de cerrado automático



**Figura 4.5 Marcas de seguridad y pilotes de protección deben definir las salidas de emergencia y protegerlos de ser bloqueados**

- **Pisos:** Los pisos deben ser impermeables a los líquidos. Deben ser lisos, pero no resbalosos, y libres de hendiduras para permitir una limpieza fácil y estar diseñados para la contención de derrames y aguas contaminadas en caso de incendio.
- **Drenaje:** Los drenajes o desagües abiertos deben evitarse en los lugares que almacenan sustancias tóxicas para prevenir la liberación de aguas contaminadas en caso de incendio o derrames, ya que al estar conectadas directamente al alcantarillado o río pueden causar contaminación ambiental. Sin embargo se deben diseñar desagües para las aguas lluvias en los techos y lugares exteriores. Los ductos de aguas lluvias deben ser externos en lo posible y si son internos deben ser no combustibles. Los drenajes deben estar sellados y protegidos del posible daño de vehículos. Esto se puede lograr por medio de canalizaciones de ladrillos o concreto que protejan los ductos con una altura de la menos 20 cm. Todo drenaje debe estar conectado a un pozo colector que esté protegido de aguas lluvias, para una posterior disposición.

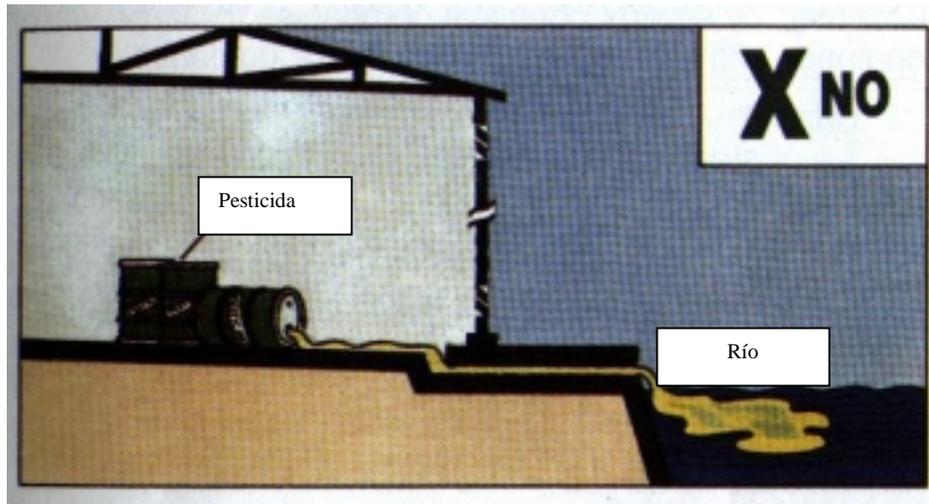
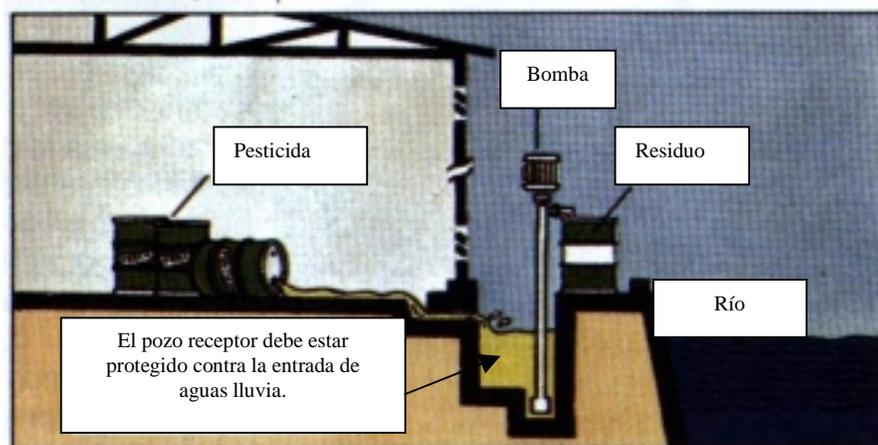


Figura 4.6  
Drenajes

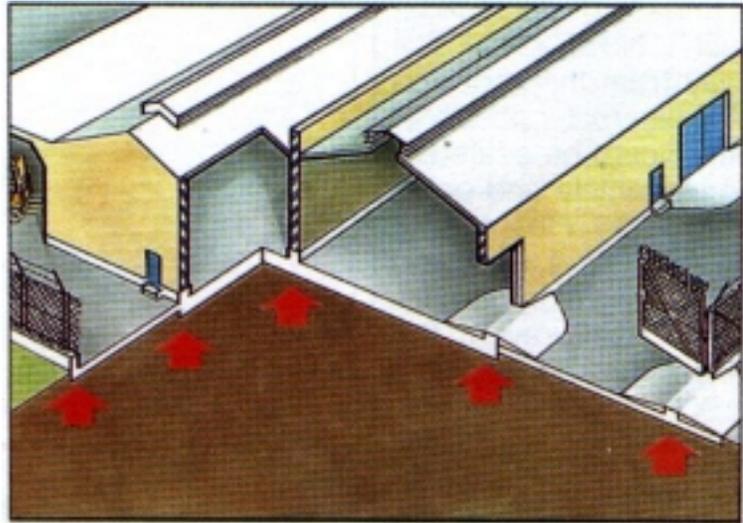


- **Terraplenes o Pretiles de Seguridad :**

En el caso de un fuego mayor que implique productos tóxicos es esencial que el agua del combate de incendio sea retenida y que no se permita que se desparrame contaminando los cursos acuáticos adyacentes. Esto se logra por medio de terraplenes o pretiles que se pueden definir como la retención física del agua de incendios o derrames. Todos los lugares de almacenamiento de productos tóxicos deben tener terraplenes, cuyos volúmenes de retención dependen de las características peligrosas de los productos almacenados. Los siguientes valores normalizados para grandes almacenes equipados con rociadores se pueden tomar como guía.

Figura 4.7

Los terraplenes se deben diseñar alrededor de la bodega y en el perímetro del lugar.



**Tabla N° 4.1**  
**Volúmenes de retención de agua de incendio en el combate de sustancias peligrosas**

<b>Características Peligrosas de los Productos Almacenados</b>	<b>Volumen de Retención de Agua de Incendio m<sup>3</sup> / ton de material</b>
Sustancias Explosivas, de fácil inflamación	3
Sustancia de posible combustión espontánea	5
Sustancias Inflamables con punto de inflamación menor a 55 ° C	5
Sustancias Ecotóxicas, ej.: Pesticidas, Preservantes de Madera, Derivados Organoclorados, etc.	5
Sólidos Inflamables	5

**Referencia: NCh389.Of72: Sustancias Peligrosas - Almacenamiento de Sólidos, Líquidos y Gases Inflamables- Medidas Generales de Seguridad.**

Para bodegas pequeñas, que no estén equipadas con rociadores, los valores anteriores deben ser aproximados aumentándolos por un factor de 10.

Otra manera de estimar los volúmenes de retención para grandes bodegas con rociadores es considerar el diseño de rociadores de acuerdo a la norma americana ( Fire Protection Handbook) : Por ejemplo para una eficiencia del 60% para un área de 279 m<sup>2</sup> ( 3.000 pie<sup>2</sup> ) de cobertura, se requieren 6,8 m<sup>3</sup> ( 1.800 galones ) por minuto ( 0,6 x 3.000). Este flujo se requiere a menudo por 10-15 minutos y en otros casos hasta una hora. Por lo tanto la demanda de agua puede fluctuar entre 68 m<sup>3</sup> ( 18.000 galones ) hasta 409 m<sup>3</sup> ( 108.000 galones ), es decir desde 0,244 hasta 1,47 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> .

Para bodegas existentes de ladrillo o concreto, es necesario normalmente construir ramplas a través de las puertas externas, así como también será necesario construir terraplenes o pretilas alrededor del perímetro interno de la bodega.

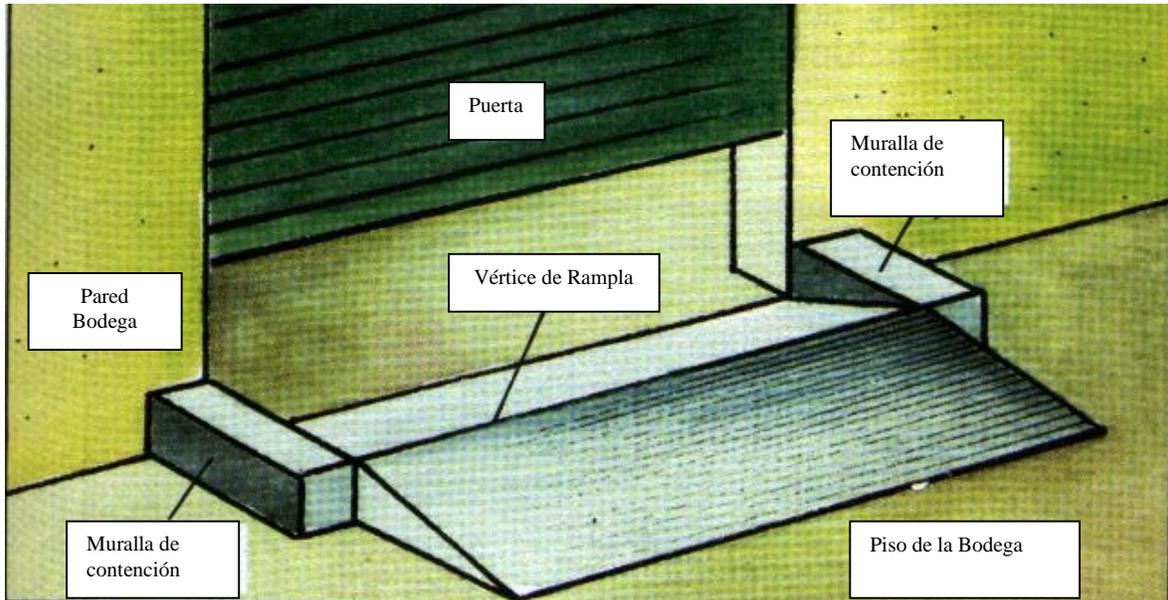


Figura 4.8 : Rampla en el interior de la Bodega

Se sabe que es espacio disponible para la construcción de ramplas en las puertas normalmente puede presentar problemas ( el gradiente de la rampla no debe ser mayor que 1 a 50). Sin embargo cuando el espacio en la bodega está restringido, la rampla se puede construir con el vértice dentro de la bodega, como se indica en la figura anterior, con el cuidado de poner paredes de contención adicionales en cada lado de la rampla.

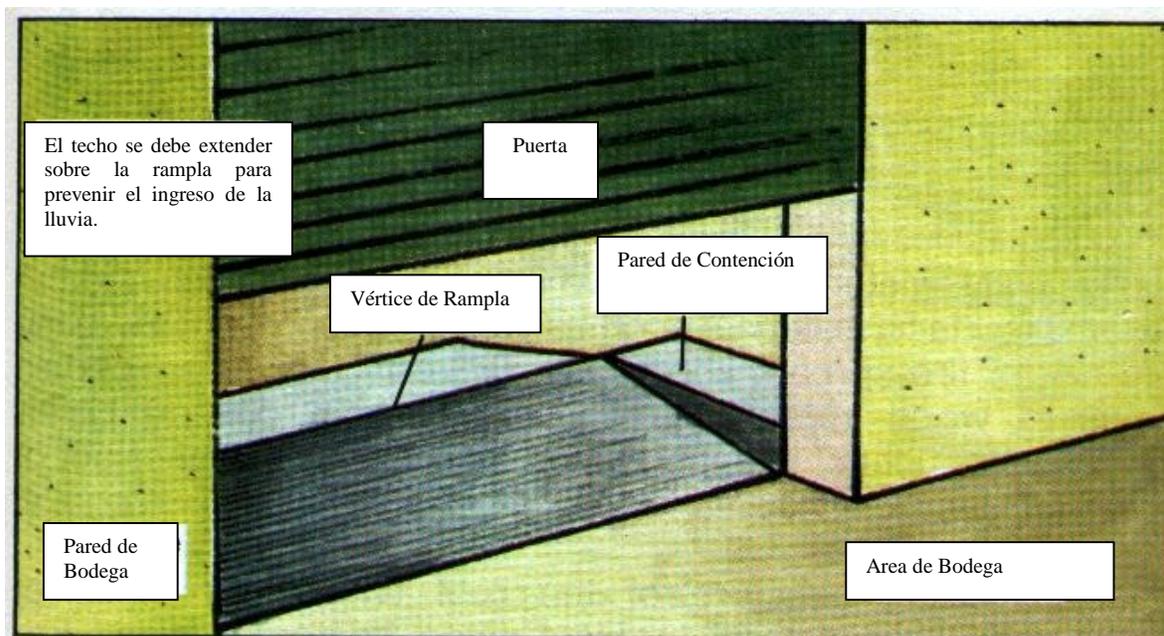


Figura 4.9 :Rampla en el exterior de la Bodega

Cuando el espacio dentro de la bodega esta restringido, la rampla se puede construir con su vértice afuera de la bodega, con la precaución de colocar paredes de contención en cada lado de la rampla ( Ver figura siguiente ).

Para bodegas construidas sobre el nivel del terreno, es necesario efectuar arreglos especiales para los terraplenes o pretilos de modo de retener las aguas de incendio o derrames.

Cualquiera sea la solución escogida para los pretilos de contención de líquidos, se debe verificar que los volúmenes de retención globales estén de acuerdo con las propiedades de las sustancias peligrosas y de los volúmenes almacenados en la bodega.

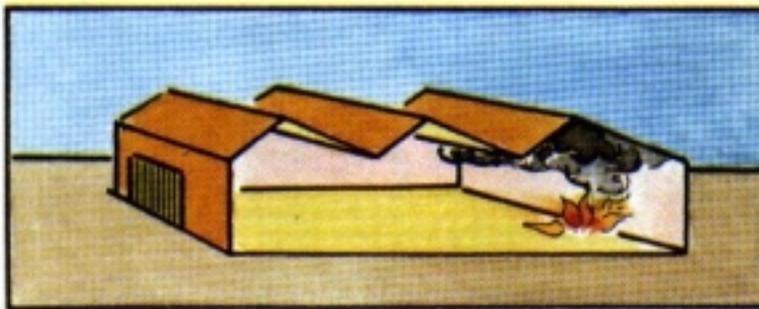
- **Techumbres de Bodegas :**

La techumbre de las bodegas de almacenamiento de sustancias químicas deben evitar la entrada de aguas lluvias y el diseño debe permitir que el humo o el calor sean eliminados fácilmente en el caso de incendio.

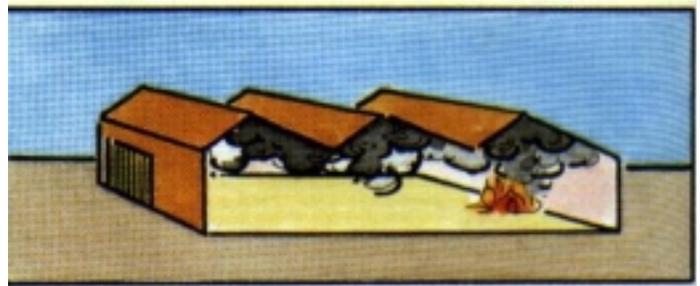
Los materiales de construcción no necesitan tener una resistencia especial contra el fuego, pero los materiales de la superficie externa tales como madera u otros

que puedan aumentar el riesgo de incendio deben ser evitados. Sin embargo, ciertos tipos de vigas de soporte de madera, pueden comportarse mejor estructuralmente en el caso de incendio que el efecto neto del fuego sobre vigas metálicas.

La estructura soportante del techo debe ser construida con materiales no combustibles. Maderas tratadas son aceptables siempre cuando la cubierta del techo no sea de material inflamable.



Bodega no ventilada – Fuego después de 1 minuto



Bodega no ventilada – Fuego después de 2 minutos



Bodega no ventilada – Fuego después de 3 minutos

Bodega similar con ventilación para incendios

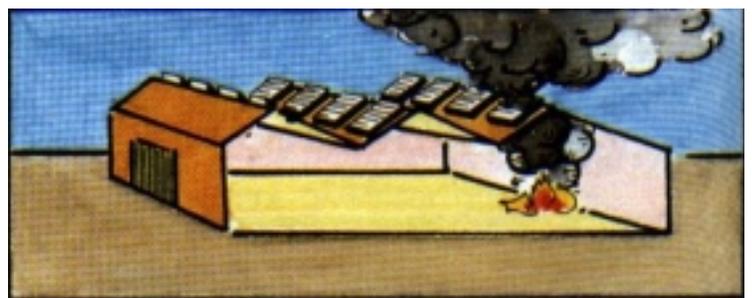


Figura 4.10 : Tipos de Incendios

El techo puede ser de un material liviano, que pueda ser eliminado rápidamente en caso de incendio de modo de proveer la salida del humo y del calor. Cuando el techo es de construcción sólida, la evacuación del humo y el calor se puede efectuar con paneles transparentes o paneles de ventilación con un área de ventilación de al menos un 2% del área del suelo de la bodega. Los paneles de ventilación deben estar permanentemente abiertos, o de poder ser abiertos manualmente o abrirse automáticamente en caso de incendio. La salida temprana de humo y calor aumenta la visibilidad de la fuente del fuego y retarda la propagación del fuego.

- **Ventilación de Bodegas :**

La bodega de sustancias químicas debe estar bien ventilada, tomando en cuenta los productos almacenados y la necesidad de entregar condiciones de trabajo generalmente agradables. La ventilación adecuada será lograda si las ventanas de ventilación se colocan en el techo o en la pared justo debajo del nivel del techo, así como también cerca del piso.

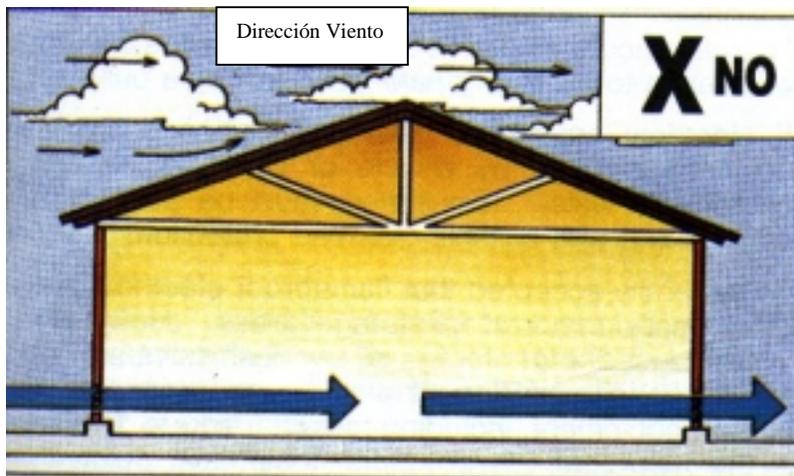
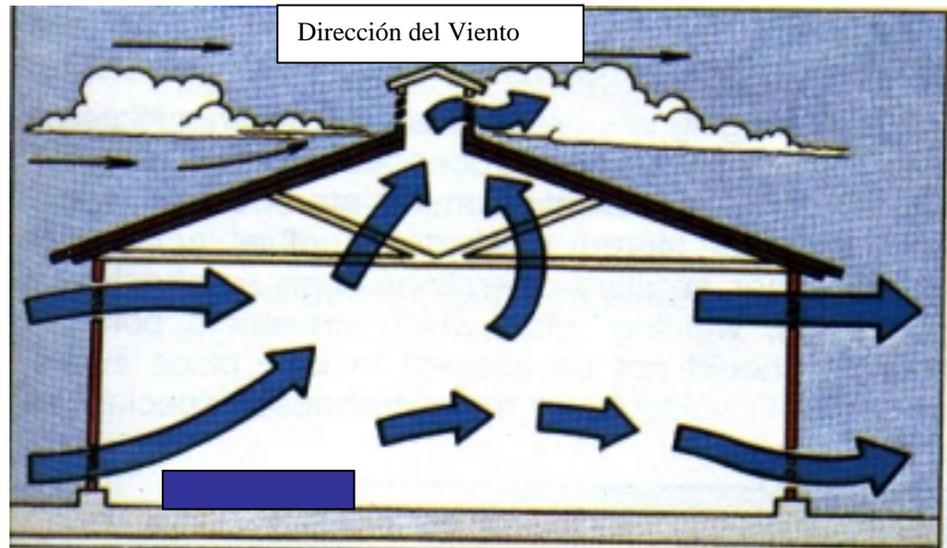


Figura 4.11

Ventilación en la parte inferior de las paredes solo entrega una ventilación pobre

Figura 4.12

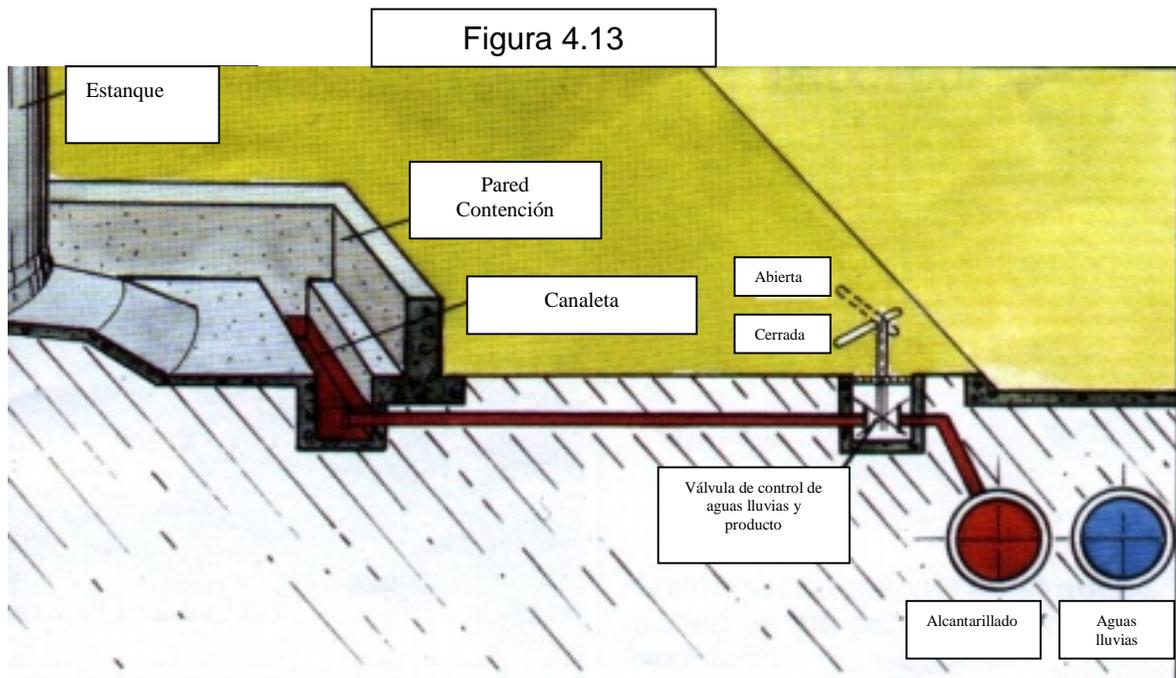
Ventilación en el  
techo y en las  
paredes entregan  
una mejor  
ventilación



#### 4.4. Almacenamiento exterior

Cuando se almacenan productos peligrosos en áreas exteriores, se deben tomar precauciones para contener cualquier derrame con pretilos o sacos de arena, además de un techo o cubierta que proteja los productos del sol y la lluvia. Esto se efectúa debido a los siguientes problemas:

- El almacenamiento de sustancias químicas en lugares de clima caluroso exponen estos productos a altas temperaturas que pueden causar degradación o incendios. Se debe seleccionar los productos de acuerdo a la hoja de seguridad.
- Para evitar la contaminación del suelo o de las aguas, la superficie de almacenamiento debe ser impermeable, y resistente al calor y al agua, evitando el uso de asfalto por su reblandecimiento en climas cálidos y el efecto de solventes.
- Si se usan pretilos, estos deben estar conectados con drenajes controlados por válvulas.
- Los materiales almacenados en esta forma deben ser revisados constantemente en cuanto a fugas para evitar contaminación de los drenajes.



Durante operaciones normales, la válvula del drenaje debe mantenerse cerrada, y debe ser abierta solo por una persona autorizada para evacuar al sistema de aguas lluvias.

En el almacenamiento exterior de sustancias peligrosas, se pueden colocar paquetes de tambores de 200 litros que estén protegidos contra la lluvia, siempre y cuando su contenido no sea sensible a temperaturas extremas y que la seguridad esté garantizada.

Se recomienda el almacenar los tambores mediante palets y de modo que siempre exista suficiente espacio para el acceso en caso de incendio. Para ciertos materiales o sustancias tales como líquidos altamente inflamables, se recomienda su almacenamiento en lugares exteriores.

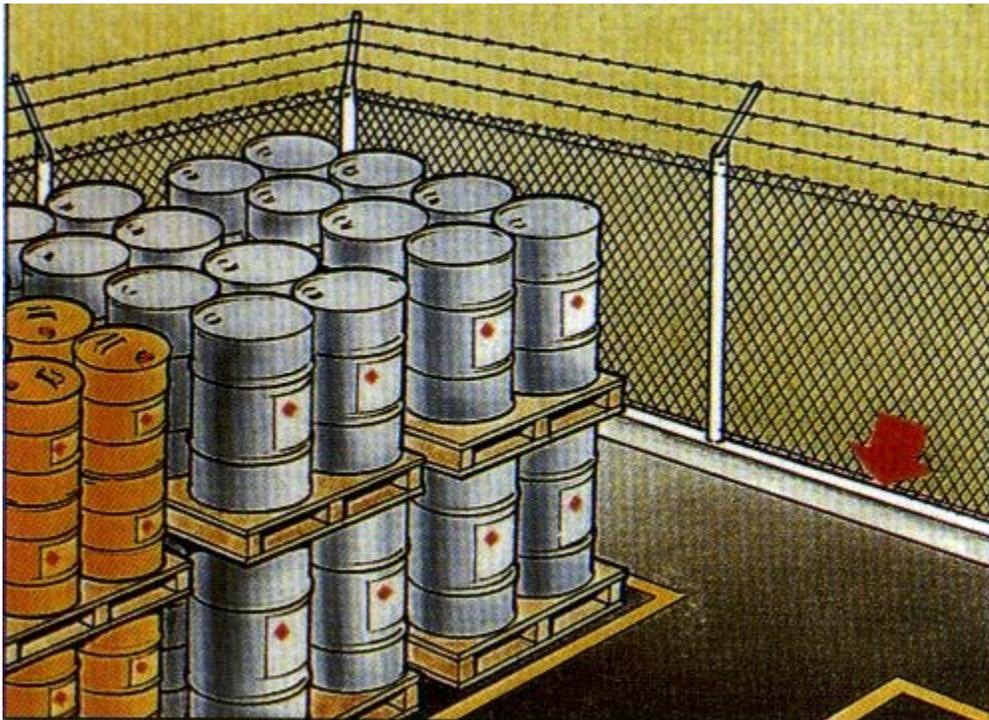


Figura 4.14

Sistema de almacenamiento exterior sobre una base firme y rodeado por rejas o cierros adecuados y seguros.

## **CAPITULO V : GESTION DEL ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS**

### **5.1. Condiciones de la operación**

En las bodegas y lugares de almacenamiento de sustancias peligrosas, las operaciones deben ser cuidadosamente supervisadas por personal entrenado y con experiencia.

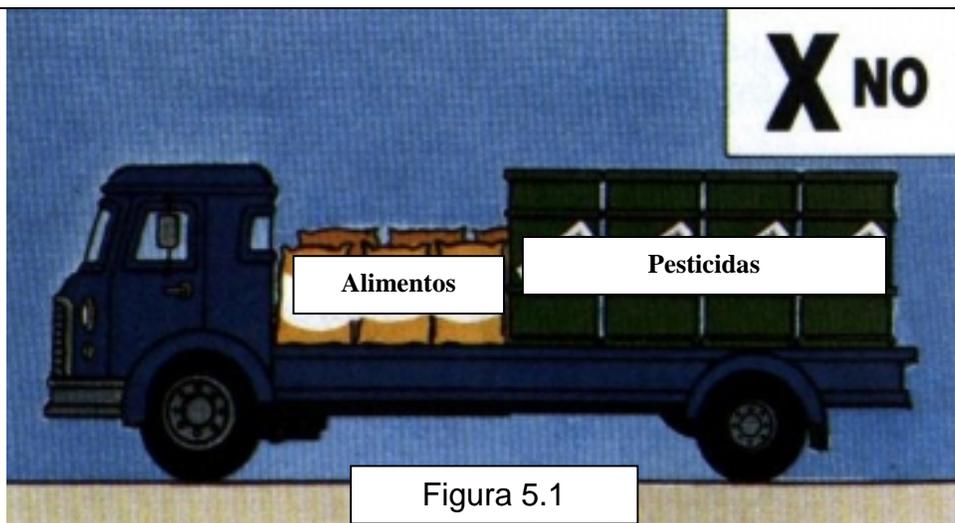
Para el manejo de sustancias peligrosas se deben tener instrucciones escritas para todo el personal que incluyan:

- a) Instrucciones de la operación segura y correcta de todos los equipos y del almacenamiento de los materiales peligrosos;
- b) Hojas de datos de Seguridad para todos los productos transportados y almacenados;
- c) Instrucciones y procedimientos sobre Higiene y Seguridad;
- d) Instrucciones y procedimientos sobre emergencias.

## 5.2. Recepción, despacho y transporte de sustancias

Cuando se recepcionen sustancias peligrosas se debe tener una clara identificación de los productos por medio de la hoja de seguridad y por la especificación de la factura. Se deben incluir las características del producto, la cantidad y la condición de transporte. Si las sustancias o los envases no están en buenas condiciones y presentan un posible peligro, se deben tomar las acciones necesarias para evitar accidentes..

Los productos químicos peligrosos nunca se deben transportar junto a productos de otro tipo como alimentos por ejemplo



Los vehículos que transportan sustancias peligrosas deben tener toda la documentación apropiada, como las hojas de seguridad, tarjetas de emergencia en transporte, etc.

Esta tarjeta debe incluir:

- La compañía que envía el producto, con su dirección, número de teléfonos y personas de contacto en caso de emergencia;
- el producto que se está transportando;
- los peligros básicos y las precauciones a ser tomadas;
- las acciones a tomar en caso de accidente o derrames de los productos.

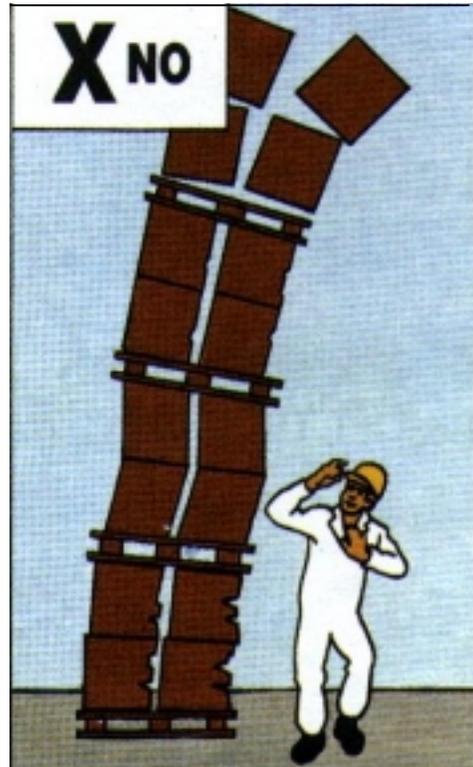
Debe contar también el vehículo, con extinguidor de incendios, y con equipo protector para ser utilizado por el conductor.

Un número de diferentes tipos de espumas existen en forma comercial y son recomendables para ciertas clases de productos químicos, pero se requiere una destreza especial para su aplicación, siendo preferible en la mayoría de los casos utilizar polvos químicos.

Si se almacenan grandes cantidades de productos peligrosos, se debe dejar espacio entre las paredes externas y los envases o paquetes, para permitir un acceso a la inspección, un libre movimiento del aire y espacio para combate de incendios. Los productos se deben ordenar de manera que las grúas horquillas puedan moverse libremente y también los equipos de emergencia. Se deben marcar las rutas de movimiento del piso claramente y mantenerlas libres de obstrucción para evitar accidentes.

La altura de los paquetes no debe exceder los tres metros a menos que se utilice un sistema de repisas con escaleras que evite que puedan caer los productos y asegure su estabilidad. Se debe prestar especial atención a los productos que tengan signos de "Este lado hacia arriba".

Figura 5.2  
Almacenamiento Apropiado



Se debe tener una clara distribución de los productos almacenados y de la naturaleza de su peligrosidad en cada sección del almacenamiento; se deben separar por materiales con similares características y por números en cada subsección o área separada. Esta información se debe tener a mano en las oficinas principales y ser actualizada constantemente. Un inventario completo de los materiales almacenados y su ubicación se debe tener en forma actualizada y completa.

### 5.3. Separación y segregación de productos

La palabra “ **separación**” significa la colocación de diferentes grupos de productos en áreas separadas en el sitio de almacenamiento. El uso de la palabra “**segregación**” significa la separación física de diferentes grupos de productos, es decir en lugares de almacenamiento distintos o separados por una pared contra fuego en un mismo lugar de almacenamiento.

El objetivo principal de la separación y segregación de productos es para minimizar los riesgos de incendio o contaminación que a menudo se presentan en lugares a almacenamiento mixto de sustancias incompatibles. La correcta separación también minimizará las zonas de peligro y los requerimientos de pretilas y la instalación de equipo eléctrico protegido.

La regla básica en el almacenamiento de sustancias peligrosas es no mezclar envases o paquetes de diferentes tipos de riesgos de acuerdo a los símbolos de la Clasificación de Sustancias Peligrosas de las Naciones Unidas. Se debe considerar además:

- Los líquidos altamente inflamables y los cilindros de gas se deben almacenar o instalar en zonas externas;
- Los materiales que son posibles de explotar en un incendio (por ejemplo, cilindros de gases o aerosoles) deben mantenerse separados de otros materiales inflamables.
- Los recipientes deben encontrarse rotulados y bien cerrados con tapas adecuadas y en buen estado.
- Debe considerarse el peso y volumen de los recipientes, de ello dependerá el material de anaqueles a usar, así como la posición de los frascos.
- Debe contarse con el medio ambiente adecuado: ventilación, temperatura, humedad.
- Debe existir un inventario de los reactivos y las Hojas de Seguridad de cada uno de ellos.

Los puntos que deben tenerse en cuenta al almacenar reactivos son:

#### **5.3.1 Incompatibilidad**

Es muy importante saber que los reactivos no deben guardarse sin orden, pues muchos de ellos son incompatibles y al entrar en contacto pueden generar graves accidentes. De manera general, dos reactivos son incompatibles si reaccionan violentamente, desprenden calor apreciablemente o producen productos inflamables o tóxicos.

Estas reacciones pueden llevarse a cabo con los vapores que se generen de reactivos almacenados en frascos mal tapados, al cerrar los recipientes con tapones inadecuados o al almacenar en recipientes cuyos materiales reaccionan o se ven afectados por los reactivos contenidos.

En muchas ocasiones se usan métodos basados en una separación de compuestos orgánicos e inorgánicos, en otros casos, simplemente se acomodan por orden alfabético y, aunque existen muchos otros, lo importante en el almacenamiento de los reactivos es considerar su incompatibilidad.

Esto se aplica tanto a los almacenes donde se guardan grandes volúmenes de reactivos, como a las gavetas donde se pueden almacenar disoluciones o reactivos en pequeñas cantidades, en ambos casos pueden generarse graves accidentes.

En la siguiente tabla se encuentra información general de incompatibilidad de reactivos.

En algunos métodos de almacenamiento por incompatibilidad, los reactivos se dividen en varias clases a las que se da un color para facilitar su ubicación y se almacenan por separado, por ejemplo:

**Inocuos:** *Naranja, gris o verde*

**Inflamables:** *Rojo*

**Tóxicos:** *Azul*

**Reactivos:** *Amarillo*

**Corrosivos:** *Blanco*

Después, dentro de cada una de estas clasificaciones se separan en base a sus incompatibilidades. Así por ejemplo, dentro de los corrosivos, los ácidos deben estar separados de las bases.

El problema puede complicarse cuando un reactivo puede clasificarse en varios rubros.

<b>Tabla N° 5.1 : INCOMPATIBILIDAD GENERAL DE REACTIVOS QUIMICOS</b>	
<b>Reactivo</b>	<b>Incompatible con:</b>
<b>Acetona</b>	Mezclas de ácido sulfúrico y nítrico, cloroformo, t-botóxido de potasio y oxidantes
<b>Ácido acético</b>	Ácido crómico, ácido acético, compuestos hidroxilados, ácido perclórico, peróxidos, permanganatos, acetaldehido, amoníaco y nitrato de amonio
<b>Ácido clorhídrico</b>	Anhídrido acético, hidróxido de amonio y alcalinos, ácido perclórico, cianuros y acetato de vinilo
<b>Ácido crómico y trióxido de cromo</b>	Ácido acético, naftaleno, alcanfor, glicerol, etanol y líquidos inflamables en general
<b>Ácido nítrico concentrado</b>	Ácido acético, anilina, ácido crómico, sulfuro de hidrógeno, líquidos y gases inflamables, cobre y cualquier metal pesado, acetileno, alcoholes, materia orgánica y sodio
<b>Ácido sulfúrico</b>	Cloratos, perclorados y permanganatos de metales alcalinos, acrilonitrilo, hierro y agua
<b>Amoniaco</b>	Mercurio, cloro, hipoclorito de calcio, yodo, bromo, fluoruro de hidrógeno
<b>Bromo</b>	Amoniaco, acetileno, butadieno, hidrocarburos gaseosos, hidrógeno, carburo de sodio, metales finamente divididos
<b>Carbón activado</b>	Hipoclorito de calcio y todos los agentes oxidantes
<b>Cianuros</b>	Ácidos
<b>Éter etílico</b>	Ácido crómico, ácido perclórico, peróxido de sodio
<b>Líquidos inflamables</b>	Nitrato de amonio, ácido crómico, peróxido de hidrógeno, ácido nítrico, peróxido de sodio y halógenos
<b>Hidrocarburos</b>	Flúor, cloro, bromo, ácido crómico, peróxido de sodio
<b>Hidróxido de amonio</b>	Sulfato de dimetilo, flúor, nitrato de plata y ácido sulfúrico
<b>Hidróxidos de potasio</b>	Ácido acético, fósforo, tetrahidrofurano y agua
<b>Hidróxido de sodio</b>	Anhídrido acético, nitroetano, aluminio, ácido sulfúrico y agua
<b>Mercurio</b>	Acetileno, amoníaco
<b>Metales alcalinos y alcalinotérreos</b>	Agua, hidrocarburos clorados, dióxido de carbono y halógenos
<b>Metales en polvo</b>	Cloritos
<b>Oxidantes</b>	Hidrocarburos, materia orgánica
<b>Oxígeno</b>	Aceites, grasas, hidrógeno y líquidos, sólidos y gases inflamables
<b>Permanganato de potasio</b>	Ácido acético, peróxido de hidrógeno, metales como antimonio, arsénico y titanio, fósforo y ácido sulfúrico
<b>Peróxido de hidrógeno</b>	Cobre, cromo, hierro, alcoholes, acetona, materia orgánica, anilina y materiales combustibles
<b>Peróxidos orgánicos</b>	Ácidos orgánicos o minerales
<b>Permanganato de potasio</b>	Glicerol, etilen glicol, benzaldehido, ácido sulfúrico
<b>Sodio</b>	Tetracloruro de carbono, dióxido de carbono, nitrato de amonio, ácido clorhídrico, peróxido de hidrógeno, azufre y agua
<b>Sulfuro de hidrógeno</b>	Ácido nítrico fumante, gases oxidantes, acetaldehido, cobre en polvo, dióxido de plomo
<b>Sulfuros</b>	Ácidos
<b>Tetracloruro de carbono</b>	Sodio
<b>Yodo</b>	Acetileno, amoníaco (gas o en disolución acuosa) y potasio

### **5.3.2 - Etiquetado**

El etiquetado de los frascos es otro de los aspectos importantes en el almacenamiento. De manera general:

- a) Las etiquetas deben estar protegidas contra el medio ambiente donde se almacenen, por lo que debe tenerse cuidado de que siempre estén legibles. Si es necesario, cambiarlas periódicamente, esto es especialmente necesario en ambientes húmedos y corrosivos.
- b) Si las etiquetas son para recipientes donde se trasvasó algún reactivo, procurar que éstas contengan la información del recipiente original. Si no es así, al menos deben contener: nombre, fórmula y riesgos.
- c) Para los recipientes que contengan disoluciones, además debe contener la fecha en que se preparó.
- d) Se recomienda anotar la fecha en que se recibió y aquella en la que se abrió el recipiente, debido a que algunos reactivos suelen descomponerse.

### **5.3.3 - Información**

En cada almacén debe contarse con información de cada reactivo, lo que sería su Hoja de Seguridad. Esta debe contener, por lo menos, datos como:

- a) Propiedades físicas: como punto de fusión, ebullición, densidad, etc.
- b) Propiedades químicas: diferentes reacciones peligrosas con otros reactivos, comportamiento al calentarlo, etc.
- c) Toxicidad: datos como DL<sub>50</sub>, IDLH, etc.
- d) Métodos para tratar sus residuos.
- e) Primeros auxilios.
- f) Equipos de seguridad personal recomendado.
- g) Acciones en caso de derrame o fuga.
- h) Teléfonos de emergencia (si los hubiere).

Además, debe existir un inventario con el nombre, grado de pureza y cantidad de los reactivos almacenados.

#### **5.3.4.- Manejo de Reactivos y Equipos**

En este punto la INFORMACION es muy importante, pues entre mejor se conozca a los reactivos y equipos que se manejarán, la posibilidad de tener un accidente se minimiza.

**Manejo de reactivos:** se recomienda lo siguiente:

- Conseguir la mayor información posible respecto a los reactivos que se usan:
  - a) Propiedades físicas: como punto de fusión, ebullición, densidad, etc.
  - b) Propiedades químicas: diferentes reacciones peligrosas con otros reactivos, comportamiento al calentarlo.
  - c) Toxicidad: datos como DL<sub>50</sub>, IDLH, etc.
  - d) Métodos para tratar sus residuos.
  - e) Primeros auxilios.
  - f) Equipo de seguridad personal recomendado.
  - g) Acciones en caso de derrame o fuga.
  
- Usar el equipo de seguridad personal necesario. Es **OBLIGATORIO** su uso.

De manera general al manejar reactivos:

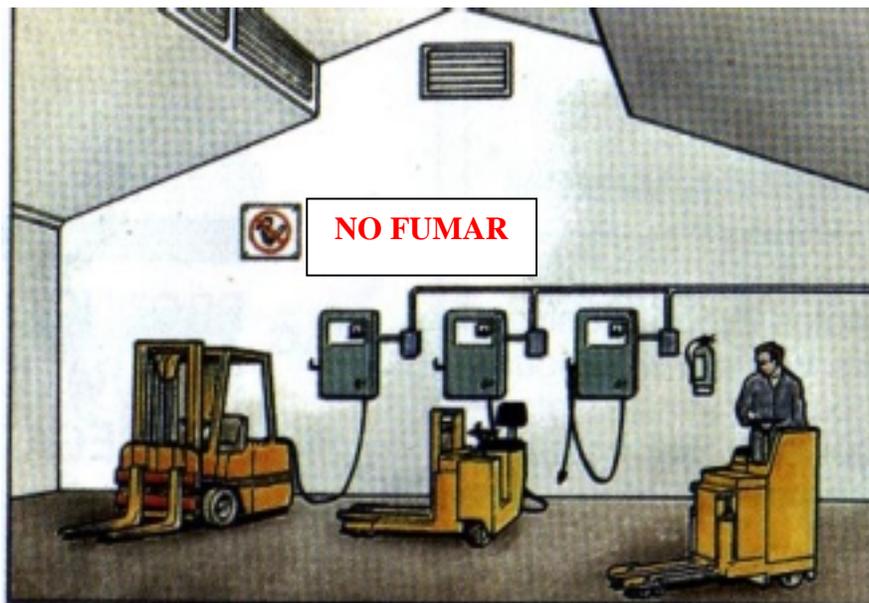
- No oler directamente
- Asegurar la existencia de una buena ventilación
- No probar los reactivos
- No tocarlos directamente
- No ingerir alimentos en la zona de reactivos

#### 5.4. Transporte interno de sustancias

Si se utilizan grúas horquillas para trasladar sustancias peligrosas estas pueden ser del tipo diesel, eléctricas o a gas licuado o gasolina. Por lo tanto se deben de tomar las precauciones adecuadas para la protección contra-llamas de estos equipos en los escapes y los motores. Los servicios de cambio de baterías para las grúas operadas eléctricamente deben estar ubicadas en áreas ventiladas y no cercanas a los productos almacenados. Esta área se debe mantener limpia y libre de todo tipo de combustible y estar ubicada en una área segregada de la instalación. La ventilación del área de recarga de baterías debe localizarse en la parte superior de las paredes para permitir la dispersión adecuada del hidrógeno que se genera durante la carga. Esto también es valido para grúas del tipo a gas licuado.

Figura 5.3

Mantener los sitios de carga de baterías lejos de l almacenamiento de productos



## 5.5. Higiene personal y equipamiento de seguridad

Se deben tener las ropas adecuadas así como también las instalaciones de cambio y lavado de ropas en un área separada y limpia donde el personal pueda comer en forma segura. Se debe tener el cuidado de un lavado frecuente de las ropas contaminadas o sucias ya sea en la propia instalación o fuera de ella en entidades especiales.



Figura 5.4 : No se debe permitir comer, beber o fumar en las áreas de trabajos donde existan sustancias peligrosas.

Para trabajo rutinario con sustancias peligrosas se debe contar al menos con el siguiente equipamiento de seguridad:

- a) Casco protector o gorro protector;
- b) Lentes de seguridad o anteojos de seguridad;
- c) Mascaras para polvo o gases peligrosos;
- d) Guardapolvo o traje de trabajo;
- e) Guantes de goma o plásticos;
- f) Delantal plástico o de goma;
- g) Zapatos o botas de seguridad.

El tipo de operaciones que se efectúan determinará que equipamiento de seguridad se debe utilizar. Equipo especial de emergencia debe mantenerse en la parte exterior de las instalaciones en proximidad a las entradas.

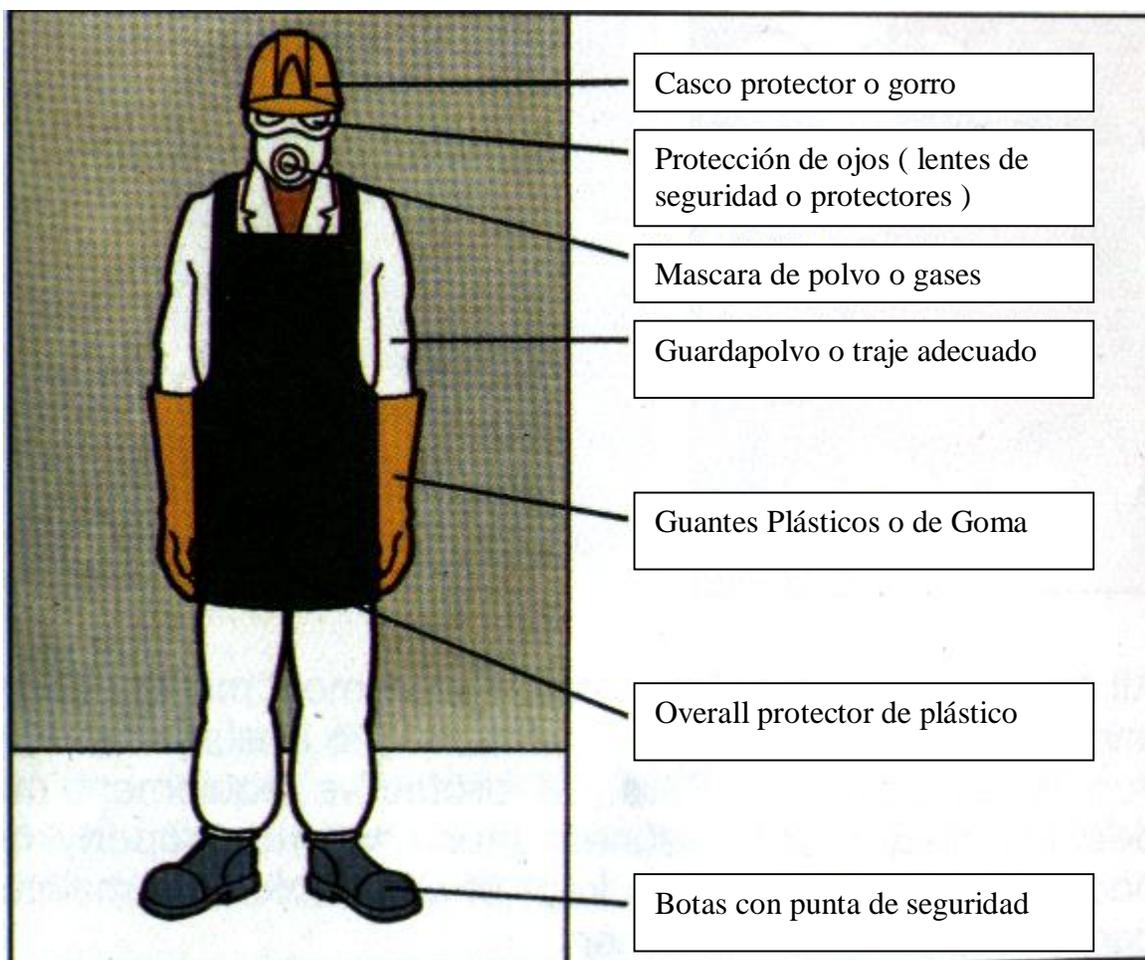


Figura 5.5 : Equipo de Protección Personal

### 5.5.1 Equipo de Seguridad Personal

#### a).- Protección de las manos:

Los guantes no sólo te protegen las manos de riesgos físicos como calor, frío o cortaduras, sino que también contra riesgos químicos. Por ello es tan importante elegir el guante adecuado en base al material de que está hecho, el grosor de ese material, la medida y la textura, entre otras características. A continuación se dan características de algunos materiales empleados para fabricar guantes:

- **Carnaça y Kevlar:** este tipo de guantes protegen contra daños físicos como abrasión y cortaduras.
- **Materiales resistentes a temperaturas extremas:** dependiendo del material y el grosor, pueden proteger contra otros riesgos físicos también. Pueden ser de fibra de vidrio o asbesto.
- **Otros materiales:** estos materiales se encuentran en la tabla a continuación y se utilizan para elaborar guantes que protegen de productos químicos. Como se ve, esta tabla contiene información general, sin embargo en catálogos especializados se puede encontrar información más específica respecto a otros materiales. Una opción son los guantes de materiales resistentes a productos químicos forrados de materiales como tela o piel, que ofrecen mayor comodidad. Otra opción es tener guantes de estos materiales resistentes a productos químicos con un grosor mayor para proteger no sólo contra agentes químicos, sino también físicos.

Tabla N° 5.2 RESISTENCIA DE ALGUNOS MATERIALES A PRODUCTOS QUIMICOS				
PRODUCTO	Neopreno	Plásticos vinílicos	Hule sintético	Hule natural
Alcoholes	E	E	E	B
Productos cáusticos	E	E	E	E
Disolventes clorados	B	M	B	NR
Cetonas	B	NR	B	B
Disolventes derivados del petróleo	E	B	E	M
Ácidos orgánicos e inorgánicos	E	E	E	E
Disolventes no clorados	B	M	B	NR

**E: Excelente      B: Buena      M: Media      NR: No Recomendado**

## 5.6. Derrames y fugas de contenedores y envases

Para minimizar los peligros, todos los derrames o fugas de materiales peligrosos deben atacados inmediatamente, con previa consulta a la hoja de seguridad de la sustancia. Para tratar con derrames, los siguientes equipos son recomendables:

- Equipo de protección personal;
- Tambores vacíos, de tamaño adecuado;
- Material autoadhesivo para etiquetar los tambores;
- Material absorbente: arena, polvo de ladrillo, aserrín;
- Soluciones con detergentes;
- Escobillones, palas, embudos, etc.

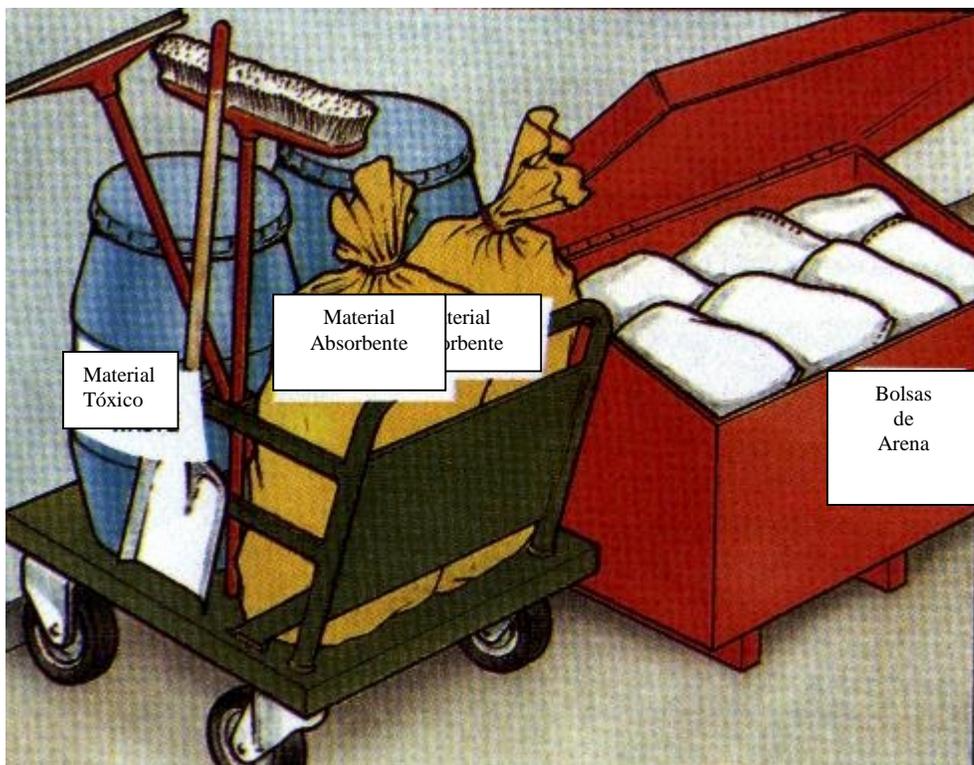


Figura 5.6 : Se debe mantener todo el material de emergencia para derrames y fugas fácilmente accesibles.

Todo el equipo de emergencia y seguridad debe ser revisado constantemente y mantenido en forma adecuada para su uso eventual. El equipamiento de protección personal debe estar descontaminado y debe ser limpiado después de ser utilizado.

Los derrames líquidos deben ser absorbidos en un sólido absorbente adecuado tales como arena, polvo de ladrillo o aserrín, los cuales no se deben usar sin embargo en el caso de líquidos inflamables ó líquidos fuertemente oxidantes. El área debe ser descontaminada de acuerdo a las instrucciones dadas en las hojas de seguridad, y los residuos deben ser descartados de acuerdo a instrucciones adecuadas.

Los sólidos derramados deben ser aspirados con aspiradoras industriales. Se pueden utilizar palas y escobillones pero minimizando la generación de polvo utilizando arena, etc.

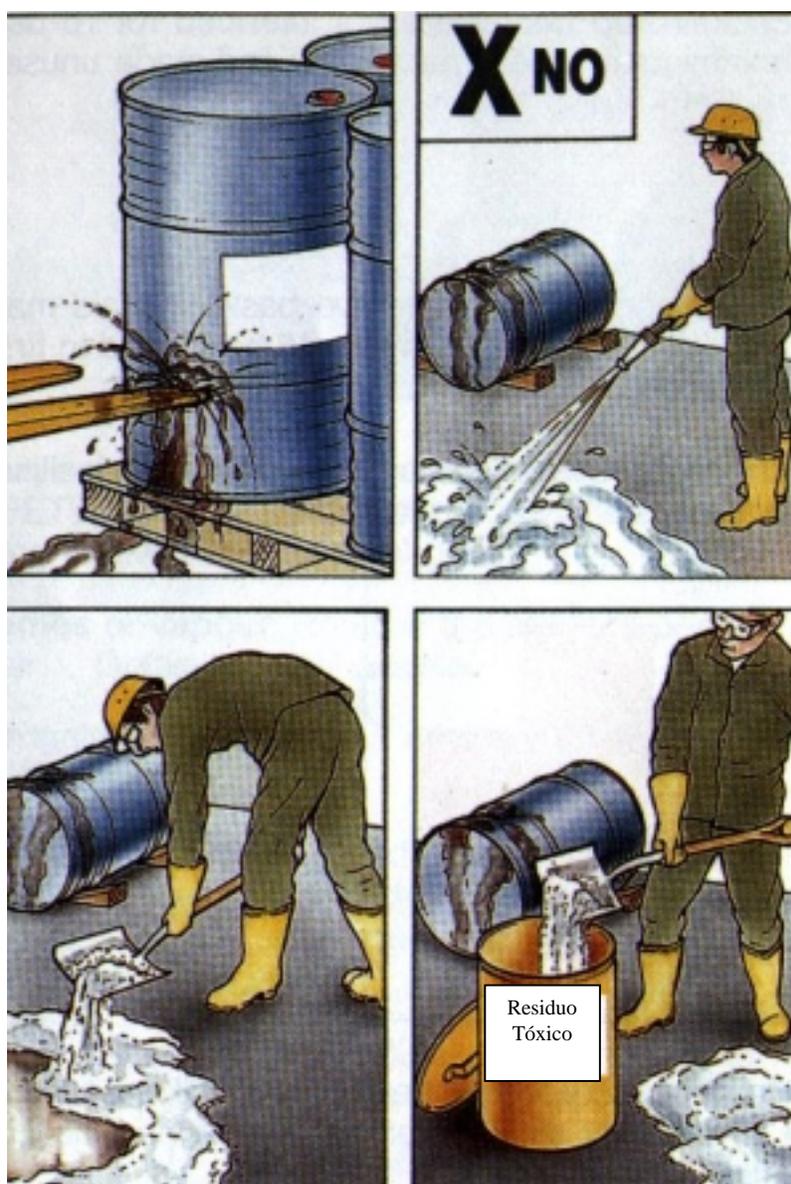


Figura 5.7 : Todo derrame debe ser atacado inmediatamente y en forma adecuada.

## 5.7. Disposición de Residuos

Todos los residuos incluyendo material de empaque, deberá ser desechado de una manera ambientalmente segura y responsable. Residuos potencialmente peligrosos incluyen productos obsoletos, productos fuera de especificación, material contaminado, residuos líquidos y material absorbente que ha sido utilizado para limpieza de derrames.

La disposición ambientalmente segura de estos residuos es a menudo difícil y se debe consultar personal experto o a las autoridades responsables. A menudo las Hojas de Seguridad pueden indicar la forma más adecuada de disposición de sustancias químicas.

Todos los recipientes contaminados que no se reutilicen deben ser descontaminados y descartados en forma adecuada.



Figura 5. 8 : No se debe utilizar agua para lavar los derrames de líquidos.  
Se deben usar materiales absorbentes adecuados.

## 5.8. Primeros auxilios

Toda instalación que maneje productos peligrosos debe tener servicios de primeros auxilios y personal entrenado en procedimientos de emergencia. Los equipos de primeros auxilios deben incluir:

- a) Duchas de emergencia y sistemas de lavado de ojos;
- b) Botiquines de primeros auxilios;
- c) Mantas de incendios;
- d) Alumbrado y linternas de emergencia.

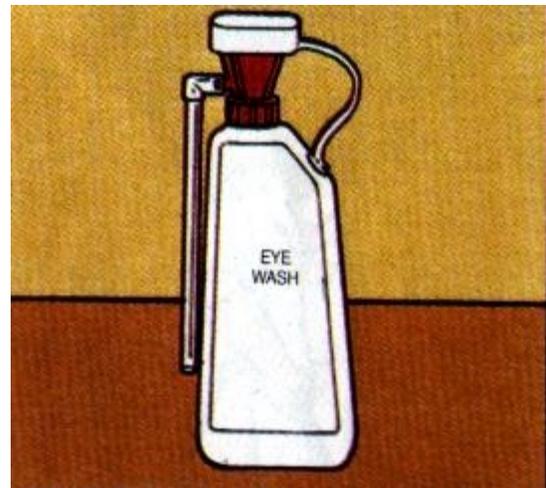
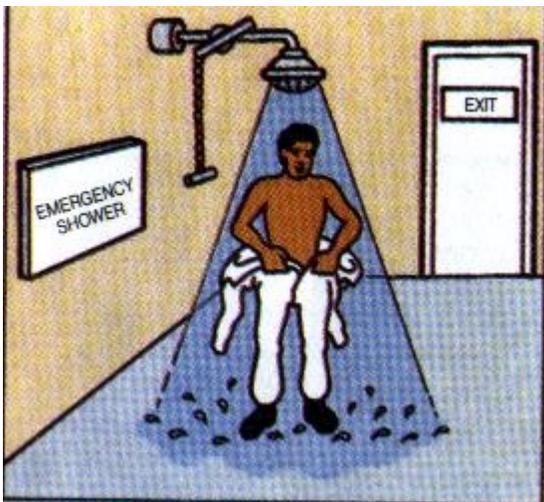


Figura 5.9 : Se deben diseñar duchas de emergencia en lugares adecuados , y se debe tener agua para lavado de ojos fácilmente accesible.

El equipamiento de primeros auxilios debe ser frecuentemente revisado y en perfecta mantención para asegurar su uso. Se deben efectuar arreglos con hospitales locales para la asistencia inmediata en caso de emergencias, tales como intoxicaciones agudas. El hospital o los doctores deben estar informados de la naturaleza de los productos químicos manejados y deben manejar los antídotos necesarios. En caso de emergencia las etiquetas o las hojas de seguridad deben ser enviadas al doctor junto al paciente.



Figura 5.10 : Se debe tener fácil acceso a teléfonos de emergencia de los grupos del ABC de respuesta: Asistencia Pública, Bomberos y Carabineros.

Para asesoría detallada sobre primeros auxilios en relación a productos determinados, se debe consultar la HOJA DE SEGURIDAD. Sin embargo lo siguiente se debe considerar como una guía general:

1. **Exposición a humos o vapores:** Remover la persona afectada inmediatamente al aire libre. Obtener asistencia médica.
2. **Contacto con ojos:** Lavar profusamente con agua por 15 minutos. Obtener asesoría médica.
3. **Contacto con la piel:** Lavar pronta y profusamente con agua, después de remover toda la ropa contaminada. Esta debe ser puesta en bolsas plásticas para posterior descontaminación o disposición. Obtener asesoría médica.
4. **Ingestión:** No induzca vómito a menos que sea indicado por asesoría médica o lo indique la hoja de seguridad.
5. **Quemaduras:** El área afectada debe ser enfriada lo más rápido posible con agua fría hasta que el dolor cese. Si la piel es afectada, cubrir con una gasa esterilizada. No se debe extraer la gasa adherida. Obtener asistencia médica.
6. En todos los casos, después del tratamiento de primeros auxilios se debe obtener asistencia médica profesional.

## 5.9. Entrenamiento, auditoria y permisos de trabajo

Es fundamental efectuar un entrenamiento en seguridad y manejo seguro de productos peligrosos para todo el personal. Reuniones regulares de seguridad, sesiones de entrenamiento y prácticas de emergencia se deben efectuar como una oportunidad para revisar las instrucciones, los planes de emergencia y la información relevante que sea de utilidad para el personal.

Todos los miembros de la brigada contra incendios deben ser entrenados en el uso del equipamiento contra incendios así como en los planes de emergencias. Una buena auditoría minimizará los daños, las fugas y los riesgos de incendios así como también conducirá a una operación segura y eficiente.

Las siguientes prácticas se deben observar:

- a) Los materiales deben ser frecuentemente inspeccionados para localizar fugas o daños mecánicos;
- b) Los pisos deben mantenerse limpios y libres de polvo con particular atención en superficies grasosas;
- c) Toda el área debe mantenerse libre de polvo, trapos, basura, disponiendo de recipientes adecuados metálicos o plásticos para recoger los residuos en forma regular.
- d) Todos los envases vacíos de combustibles deben mantenerse fuera del área de almacenamiento de productos peligrosos;
- e) Después de todo trabajo, incluida la mantención, los materiales y equipos se deben limpiar adecuadamente;
- f) Todas las vías de evacuación, y equipo de emergencia se debe mantener en forma adecuada.

Un “**permiso de trabajo**” consiste en un documento escrito autorizando al personal para trabajar en una labor no rutinaria, advirtiendo los posibles daños o peligros y detallando las medidas de prevención a tomar para asegurarse de que el trabajo será efectuado en forma segura. Esto se aplica particularmente, al acceso a estanques, o acciones que puedan suponer peligros de incendios tales como, quemado de pinturas, soldaduras, u operaciones similares que se efectúan en la cercanía de material inflamable, así como también trabajo eléctrico. Este control también se debe aplicar a personal contratista.

### **5.10. Inspecciones de seguridad**

Es recomendable que inspecciones de seguridad se organicen regularmente para asegurar que los objetivos de seguridad son entendidos por el personal, y para que las deficiencias sean corregidas y para estimular la concientización y preparación para emergencias.

### 5.11. Señales y símbolos

El uso de signos y símbolos indicando restricciones para fumar, localización de equipo de emergencia, teléfonos y vías de escape son recomendables. Las instrucciones de seguridad debe estar en un lenguaje claro y en el idioma adecuado. El uso de símbolos fáciles de entender es altamente recomendable.



Figura 5. 11 : Ejemplos de símbolos de fácil entendimiento en señalización de lugares de almacenamiento y manejo de sustancias peligrosas.

## CAPITULO VI : PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIAS GENERALES

### 6.1 Introducción

La amplia producción, almacenamiento, transporte y utilización que en la actualidad se da a los productos químicos, lo cual se justifica por el avance tecnológico de nuestra sociedad hace que el riesgo potencial de que ocurran accidentes que involucren sustancias peligrosas esté latente casi en todo momento.

En nuestro país la industria química se ha desarrollado a un ritmo acelerado y en muchos países representa uno de los principales factores de desarrollo económico. Sin embargo no ha existido a un ritmo paralelo el establecimiento de programas de prevención, preparación y respuesta a las emergencias producidas por accidentes que involucran productos químicos, incluyendo la preparación del sector salud para enfrentar los efectos de este tipo de evento.

Si tenemos en cuenta las particularidades que tienen los accidentes químicos, que los diferencia de otros tipos de desastres y entre las que sobresalen el alto potencial de riesgo de contaminación secundaria, el efecto tóxico sobre un gran número de personas con la producción de intoxicaciones masivas, el rápido desarrollo del proceso tóxico en los afectados, que pueden presentarse de forma explosiva o después de transcurrido un corto período de tiempo y la gran diversidad en el grado y la dinámica con que se presentan las manifestaciones clínicas de la intoxicación, hace suponer que las acciones de respuesta médica en este tipo de accidentes va a tener sus características especiales. El objetivo fundamental de este capítulo, es abordar algunos de estos aspectos, incluyendo las áreas en que puede subdividir el sector salud, es decir, equipamiento médico necesario, medicamentos y antídotos que se requieren tener como botiquín antitóxico para casos de emergencia, etc.

El término **accidente o emergencia química** es usado para referirse a un evento o circunstancia que resulte en la emisión no controlada de una o varias sustancias peligrosas para la salud humana y/o el ambiente, con costos económicos importantes. Este suceso puede surgir de varias maneras y algunos de los tipos mas frecuentes son:

Incendio/explosión en una instalación donde se manipula o produce sustancias potencialmente tóxicas.

Accidentes en almacenes que contienen grandes cantidades de varios productos químicos.

Accidentes durante el transporte de sustancias químicas.

Mal uso de productos que resulten en la contaminación de alimentos, del agua, del ambiente, etc.

Manejo inadecuado de residuos, tales como disposición no controlada de productos tóxicos, la falla en los sistemas de disposición de residuos o accidentes en plantas de tratamiento de aguas residuales.

Secundarias a un desastre natural.

### **Factores de riesgo de accidentes químicos**

El término riesgo asociado a una sustancia química, se define como la probabilidad de que dicha sustancia produzca daños a un organismo bajo condiciones específicas de exposición. De igual manera si lo asociamos a los accidentes que involucran sustancias peligrosas sería la probabilidad de la ocurrencia de este tipo de evento con sus efectos correspondientes sobre la salud y/o el ambiente.

Varios factores contribuyen a la ocurrencia de emergencias químicas y su impacto sobre la salud pública. Estos factores relacionan tanto a los agentes químicos involucrados como a los receptores.

Para que se presente un accidente con sustancias peligrosas, éstas deben estar en situaciones en las que puedan liberarse, explotar o incendiarse. Los fenómenos naturales como los sismos pueden iniciar una emisión pero generalmente los errores humanos, las fallas de equipos o los factores relacionados con instalaciones peligrosas son los iniciadores de la ocurrencia del evento, cuyas consecuencias van a depender de las características propias de la(s) sustancia(s) involucrada(s) tales como toxicidad aguda y a largo plazo, corrosividad, inflamabilidad, explosividad, etc. y la cantidad que es emitida.

Si una emisión de sustancia química va a tener impacto en la salud pública, los individuos deben estar expuestos a los agentes químicos, al fuego o a los efectos de una explosión. Generalmente los trabajadores en la escena de un accidente son quienes están en un mayor riesgo desde el principio. Los primeros en la respuesta (ejemplo bomberos, policías u otro personal de rescate) también pueden estar en peligro si tienen protección inadecuada. Un grupo de alto riesgo y que es frecuentemente olvidado son los trabajadores de la salud, quienes pueden estar expuestos lejos del lugar de la emisión si los afectados no han sido debidamente descontaminados antes de ser transportados a las instalaciones médicas. Las comunidades lejanas al sitio del accidente pueden también verse afectadas indirectamente por la contaminación de agua y alimentos.

La distancia a la cual se encuentran los residentes de una comunidad, las condiciones climáticas, la vegetación, las fuentes de agua potable y otras en la zona del accidente con frecuencia son factores críticos en la determinación de efectos a la salud humana y el ambiente.

### **Consecuencias de los accidentes químicos**

Las consecuencias de un accidente químico están condicionadas por los factores anteriormente mencionados, a los que se suma la efectividad de las medidas que se tomen para reducirlas al máximo

y están dirigidas fundamentalmente a la salud, al ambiente y a las propiedades.

### **Efectos sobre la salud**

Los efectos sobre la salud de un accidente que involucra sustancias químicas pueden ser el resultado de la exposición directa o indirecta al producto peligroso o productos de su degradación.

Pueden producirse :

**Efectos agudos**, los cuales a su vez pueden ser locales (si el daño se produce en el sitio de contacto del producto con el cuerpo humano, generalmente piel, ojos, boca, tracto respiratorio, por ejemplo los efectos irritantes producidos por la inhalación de vapores de amoníaco o las lesiones destructivas de piel y mucosas producidas por ácidos y álcalis) o sistémicos (una vez que la sustancia es absorbida y distribuida en el organismo y el daño se manifiesta en un lugar distante al sitio de penetración por ejemplo la depresión del sistema nervioso central producida por los hidrocarburos volátiles, la neuropatía periférica producida por metales, etc.). Los efectos agudos tienen un amplio rango de variabilidad en dependencia del tipo de sustancia y pueden afectar diferentes órganos y sistemas por lo que las manifestaciones pueden ser expresión de daño neurológico, respiratorio, gastrointestinal, hepático, renal, etc.

**Efectos a largo plazo**, los cuales son producidos por la permanencia durante un tiempo prolongado de una sustancia emitida al ambiente, que causa contaminación de fuentes de agua, del suelo y los alimentos, por lo que la exposición a la misma va a ser repetida. Entre los efectos a largo plazo se pueden mencionar la carcinogénesis, mutagénesis, teratogénesis, enfermedades respiratorias, encefalopatías crónicas, etc.

Además de los efectos a la salud que pueden ser observados en accidentes químicos por la exposición a la sustancia, hay que tener en cuenta que pueden aparecer:

lesiones de tipo traumáticas (fracturas múltiples, hemorragias, ruptura de órganos, muerte súbita, quemaduras y otras) como resultado de explosión y/o incendio;

aparición de un conjunto de reacciones psicológicas resultantes del estrés tales como depresión, ansiedad, confusión, etc.;

aparición de enfermedades transmisibles, por desplazamientos de la población potencialmente expuesta a zonas carentes de servicios adecuados, desabastecimiento de agua potable o deterioro de las condiciones sanitarias;

## **Efectos sobre el ambiente**

Contaminación del ambiente abiótico: suelos, aire, aguas superficiales y subterráneas.

Muerte de diversos organismos sensibles: aves, peces, y otros organismos acuáticos, plantas, microorganismos del suelo, hongos, mamíferos.

Contaminación de alimentos.

## **Efectos económicos**

La ausencia de registros centralizados que lleven el control de los costos que implica un accidente químico impiden calcular la cantidad exacta que se destina a ese efecto. Sin embargo se ha calculado que solamente el auxilio de la población afectada que implica gastos importantes por concepto de medicamentos (incluyendo antídotos, los cuales son altamente costosos), equipamiento médico especial, transporte, alimentación, etc., la reconstrucción de viviendas y otras instalaciones, con recursos provenientes de otras naciones y de las fuentes locales combinadamente representa un gasto del orden de miles de millones de dólares cada año.

## **Características de los accidentes químicos**

Los accidentes con materiales peligrosos varían desde los relativamente confinados a un lugar específico hasta los que se expanden al punto en que es probable que pongan en peligro a la comunidad entera.

Todas las víctimas de un accidente químico "puro" sufrirán el mismo tipo de efecto nocivo. Solo la magnitud del daño será diferente.

Puede haber una zona tóxica que solamente podrá ser penetrada por personal usando debidamente el equipamiento de protección personal. Las ambulancias y otro personal médico nunca deben entrar a tales zonas.

Las víctimas expuestas a productos químicos pueden constituir un riesgo para el personal de rescate, quienes podrán contaminarse al contacto con ellas. Por consiguiente una descontaminación temprana debe de preferencia efectuarse antes de que las víctimas sean atendidas por personal médico y además los responsables de brindar esta atención deben conocer como evaluar y manejar las afecciones médicas que presentan las víctimas contaminadas y saber protegerse a sí mismos del riesgo potencial que se deriva de la contaminación secundaria.

Los hospitales (y otras instalaciones para tratamiento) y las vías de acceso a ellas pueden encontrarse dentro de la zona tóxica de manera que el acceso sea bloqueado y no puedan recibirse nuevos pacientes en un período considerable. Los planes por tanto deberían diseñarse de manera que se cuente con instalaciones médicas temporales en escuelas, centros deportivos, tiendas de campaña, etc.

El conocimiento general de las propiedades y efectos de muchos productos químicos puede no ser completo, por consiguiente deben identificarse sistemas efectivos para obtener información esencial del (o los) químico(s) involucrados y brindar esta información a los grupos de rescate y otras personas que lo necesiten.

Puede ser necesaria la realización de estudios toxicológicos ambientales y/o en fluidos biológicos de pacientes contaminados, por lo que debe identificarse los laboratorios con capacidad para realizar este tipo de investigaciones.

Una emergencia en una bodega o cualquier lugar de almacenamiento de sustancias peligrosas, puede ser potencialmente una fuente de peligro para las personas, el ambiente y la población vecina, además de la pérdida de valiosos productos e instalaciones. Por ejemplo, un fuego o incendio que envuelva productos que pueden producir gases o humos nocivos o tóxicos o que puedan descomponerse cuando se calientan, pueden causar un alto riesgo, o al menos grandes trastornos a la comunidad. El uso excesivo de agua en el combate del incendio, puede también causar en caso de materiales tóxicos la contaminación de aguas superficiales, subterráneas o del suelo. Ocasionalmente, la correcta decisión puede ser la permitir el incendio total en vez de arriesgar una contaminación por el uso de un exceso de agua en el combate contra incendios.

La protección contra fuegos exitosa debe incluir los siguientes pasos:

- a) Una rápida detección del fuego;
- b) Una rápida alarma a los servicios de bomberos y de emergencia;
- c) Un rápido combate del fuego, pero sólo por personal entrenado.

En forma similar, una exitosa protección contra la contaminación ambiental ya sea por causa del fuego, derrames u otras causas, debe incluir:

- a) Una rápida detección de las emisiones/descargas (o riesgos);
- b) Una rápida contención de la descarga;
- c) Un rápido aviso a las autoridades;
- d) Una rápida absorción, neutralización, disposición del contaminante.

Debe efectuarse una eficiente coordinación con las brigadas de bomberos locales, en especial las de especialidad química, para tener una asistencia inmediata en caso de un incendio. Debe además contarse con una brigada contra incendio interna, de modo de tomar la responsabilidad de actuar en caso de incendio, de

llevar inventarios o auditorías regulares, de estar informada de la naturaleza de los productos químicos o peligrosos existentes, además de conocer todos los riesgos asociados a la operación de las instalaciones.

El personal que trabaja en las instalaciones debe ser entrenado en el combate contra el fuego, debiéndose efectuar ejercicios o simulacros en forma regular para revisar las condiciones de los equipos de combate contra el fuego y familiarizar al personal en su uso.

## 6.2. Planes de emergencia

En conjunto con las Autoridades locales y el Cuerpo de Bomberos, el Plan de Emergencia debe incluir un sistema de alarma y un procedimiento de evacuación. Todo Plan de Emergencia debe incluir dos partes: un plan de emergencia interno y un plan de emergencia externo.

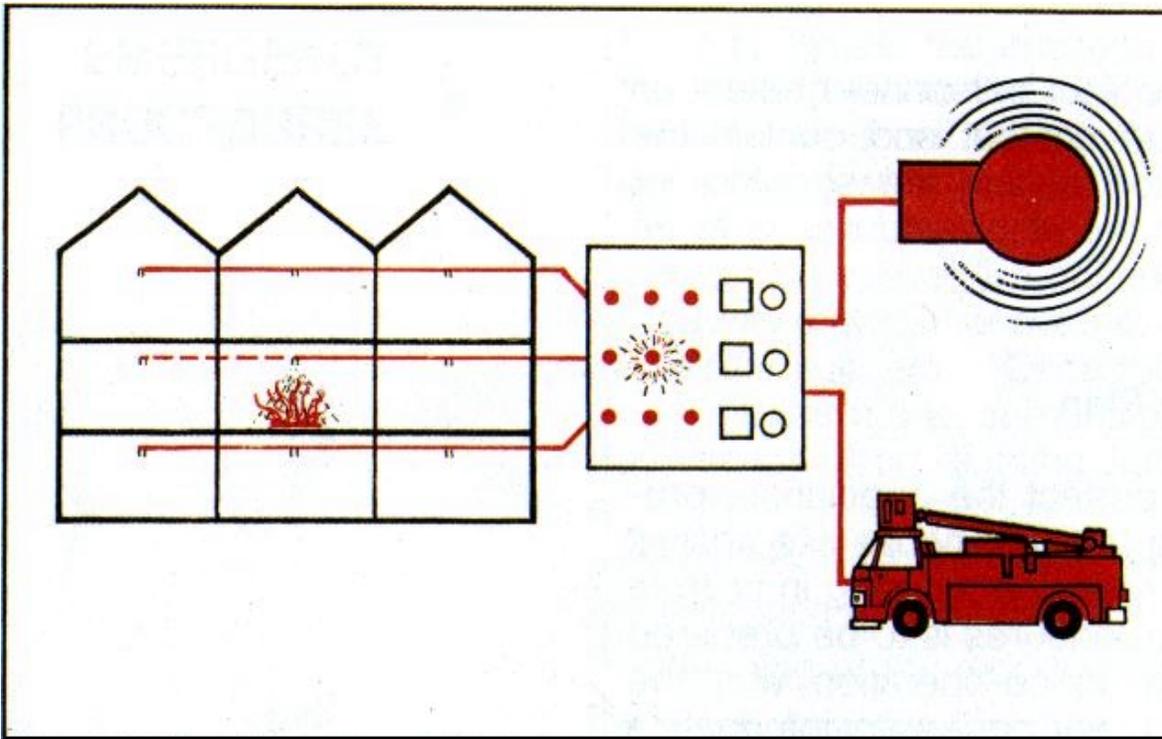


Figura 6.1 : Sistema de detectores de humo y rociadores con conexión a alarma de Bomberos

### Plan de emergencia interno

Un conjunto de procedimientos diseñados para proteger el personal que trabaja en las instalaciones, y para combatir y manejar las emergencias que puedan poner en riesgo las vidas y las propias instalaciones. Este plan debe ser preparado por personal a cargo de las instalaciones o un comité de seguridad.

## **Plan de emergencia externo**

Este plan comprende un conjunto de procedimientos diseñados para proteger a la población, las propiedades y el ambiente que rodea las instalaciones, de las posibles consecuencias de una emergencia originada en el interior de la propiedad. Este conjunto de procedimiento debe ser preparado por la autoridad local apropiada en cooperación con la autoridad interna que debe proporcionar toda la información necesaria que este en su posesión, como por ejemplo, listado de materiales peligrosos, lugares de almacenamiento, etc. Con respecto a lo anterior, una guía de mucha utilidad lo entrega el manual del PNUMA sobre Concientización y Preparación para Emergencias a Nivel Local, (APELL, Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level), que se explica con mayor detalle en el capítulo 8, diseñado para asistir a los niveles de gobierno local y personal técnico para mejorar la conciencia de la comunidad sobre las instalaciones peligrosas y en preparar los planes de respuesta en caso de que eventos no esperados en este tipo de instalaciones pueda poner en peligro vidas, la propiedad o el medio ambiente.

## **Aspectos teóricos sobre Planes de Emergencias en el lugar del accidente**

Los aspectos teóricos sobre planificación de la emergencia están diseñados para ayudar a la industria y a las instituciones públicas y privadas para planificar la respuesta, con la identificación de los peligros potenciales, peligros naturales involucrados y aquellos que pueden impactar a la comunidad.

Siempre que un plan de respuesta de emergencia es diseñado, se deben de seguir una serie de actividades; la primera de ellas es la organización la cual involucra desde la política, coordinación, evaluación de riesgos, contenidos legales, roles y responsabilidades, recursos disponibles y ayudas adicionales.

La segunda etapa es conocida como respuesta a la emergencia la cual incluye desde la activación, notificación, movilización de recursos, respuesta apropiada, comando del lugar, atención al daño, etc.

La administración como tercera etapa, tiene como objetivo principal la capacitación y la información sobre el plan a todos los niveles.

La prevención involucrada en la planificación es de suma importancia cuando se lleva a cabo la respuesta, se sabe que derivado de las actividades humanas las emergencias pueden ocurrir u ocurrirán, por lo que se debe tener una apropiada planificación y preparación de la emergencia, una buena evaluación de riesgos, conocimiento de las pérdidas o daños de hechos antes presentados, deben de ser tomados en cuenta para la planificación.

En base a la experiencia, es muy frecuente que cuando se toman decisiones al inicio de la emergencia, éstas sean con alta incertidumbre, poniendo en peligro a los directamente involucrados y a terceras personas.

Lo anterior se fundamenta en que la magnitud de una emergencia durante la etapa inicial, generalmente se incrementa con el tiempo y es en este momento donde los planes de respuesta de emergencia deben ser aplicados tomando en consideración todas las etapas y así reducir el impacto de la misma.

La comunicación y coordinación entre la Industria y las Instituciones Oficiales es indispensable, ya que ambas responden de diferente manera a las emergencias. Una respuesta coordinada requiere que todos los directamente involucrados conozcan los roles y responsabilidades de cada uno. Para contrarrestar esta incompetencia es necesario el planificar los planes de respuesta a emergencia, se sabe, que la complejidad de los planes dependerá del tipo y tamaño de la emergencia.

El plan debe ser conciso y bien organizado, con suficientes detalles para asegurar su efectividad, la cantidad de información involucrada en el plan deberá ser determinada por el riesgo potencial identificado. Hasta donde sea posible, el plan deberá tener como política el lema "pequeños problemas requieren solamente pequeñas soluciones".

Desde el punto de vista conceptual la planificación de una respuesta a emergencia debe incluir:

- Asegurar la salud y seguridad de los trabajadores, los que responden a la emergencia y el público en general.

- Reducir la potencialidad para la destrucción de la propiedad o pérdida de los productos.

- Reducir la magnitud del impacto ambiental.

- Asegurar la respuesta médica al que la necesite rápidamente.

- Reducir tiempos de acción.

- Comunicar los planes de respuesta a todos los niveles.

Un buen plan de respuesta debe identificar qué tipos de emergencias pueden ocurrir y permite el desarrollo de sistemas para responder adecuadamente a las mismas.

### **Principios de Planificación de las Emergencias Químicas**

Los principios teóricos empleados en la planificación en casos de emergencia, son los elementos que constituyen el plan de contingencia, éstos deben ser

considerados en el diseño de los planes de respuesta a emergencias en donde se involucren materiales peligrosos.

La importancia que tiene la planificación en casos de emergencia consiste en el desarrollo de una preparación que proporcione una adecuada respuesta en el manejo de accidentes químicos, con la intención de reducir los efectos nocivos que tienen los materiales peligrosos para la salud, el medio ambiente, la comunidad y los costos provocado a las propiedades, instalaciones, así como los que se derivan de las operaciones de limpieza del lugar donde ocurrió el accidente.

Los elementos que a continuación se discutirán son los pilares de un buen diseño de un plan de contingencias o respuesta de emergencia, aplicables a cualquier accidente causado por un derrame de materiales peligrosos, derivado de actividades de producción, consumo, almacenamiento o transporte.

### **Contenido de un plan de respuesta de emergencia**

Es importante aclarar que cuando hablamos de un plan de respuesta de emergencia lo estamos homologando con el concepto plan de contingencia, el cual podemos definir como un conjunto de actividades previstas y de acciones secuenciales, que pueden iniciarse de manera súbita con el fin de hacer frente a un accidente químico o acontecimiento donde se involucren materiales peligrosos, que aunque tiene una posibilidad de realizarse, no se tiene la certeza de que llegue a ocurrir. Es decir, hablamos de un riesgo potencial con probabilidad de que se inicie con las consecuencias negativas que éste pueda generar.

Los aspectos teóricos que se deben de considerar en la planificación de la emergencia en el lugar del accidente, deberán incluir los siguientes puntos:

Alcance e introducción.

Medidas para notificar y dar alerta.

Responsabilidades del coordinador en el lugar del accidente.

Técnicas de control y descontaminación.

Eliminación de contaminantes.

Métodos de restauración en el lugar del accidente.

Inventario de recursos.

Relaciones públicas.

#### Alcance e introducción

En esta parte se deben definir los términos de referencia relacionados con el plan de respuesta a emergencia y debe incluir los siguientes conceptos:

Objetivo del plan

Ubicación geográfica y física del lugar

Listado de organizaciones y grupos de apoyo con  
responsabilidad dentro del plan

### Medidas para notificar y dar alerta

Cuando se tiene un accidente químico o se recibe información acerca de uno, se debe poner en acción el sistema de alerta a la población y a los involucrados. El sistema de información debe incluir entre otros rubros los siguientes:

Medidas internas. Son aquellas por medio de las cuales el personal que es informado del accidente deberá comunicar a la persona encargada, quien a su vez pondrá en acción las medidas específicas dentro de su empresa u organización.

Medidas externas. Son aquellas en las cuales la persona encargada informa del accidente a las entidades gubernamentales de acuerdo con la normatividad existente.

### Responsabilidades del coordinador en el lugar del accidente

El comando en el lugar del accidente puede ser un representante del sector industrial o gubernamental, esta persona debe tomar decisiones, ser un buen comunicador, mantener liderazgo con la gente y hacer buen uso del tiempo.

Estar capacitado para organizar equipos de trabajo, mantener flexibilidad en todo momento y modificar el plan a medida que se presenten cambios en el accidente y se disponga de mayor información al respecto. La forma en que maneje el tiempo con el que dispone para la aplicación del plan, será determinante en el resultado final del operativo.

Se ha comprobado que las actividades de respuesta efectuadas durante las primeras horas después de conocer el accidente, impactan en el resultado final.

### Técnicas de control y descontaminación

Una evaluación efectiva del accidente provocado por materiales peligrosos, es necesaria antes de poner en práctica algunas de las técnicas de control y limpieza del lugar donde se presenta el accidente. Es indispensable el disponer de información antes de movilizar cualquier recurso, la información mínima con que se debe disponer es:

Tipo y cantidad del producto derramado

Condiciones de los medios de contención

Peligros potenciales para la salud y el medio ambiente

### Descripción del lugar del accidente.

Durante la fase inicial de respuesta a una situación de emergencia, ocurre muy frecuentemente que no se dispone de toda la información antes señalada. La toma de decisiones se debe de hacer aún sin contar con algunos de los datos arriba señalados.

El tipo de medidas de control en los planes de emergencia como los diseñados para la industria, tienen un propósito muy específico y por lo general se llevan a la práctica de acuerdo con las características de las instalaciones, tipo de proceso, producto elaborado, almacenado o transportado. Los planes de contingencia de tipo industrial, deben incluir las medidas necesarias para ofrecer respuestas a accidentes de todos tamaños.

Los planes de respuesta gubernamentales tienen la tendencia a cubrir propósitos y objetivos más generales y enfatizan en los aspectos normativos. Estos planes generalmente se diseñan para casos de accidentes de gran tamaño que en principio están fuera de control del causante del accidente y que involucran daños a la población en gran magnitud y a los bienes de producción.

### Eliminación de contaminantes

En el diseño de los planes de respuesta a emergencia se debe de incluir lugares ecológicamente aceptables para eliminar todo tipo de desechos o materiales peligrosos involucrados en el accidente, así como, técnicas de eliminación adecuadas para el manejo de situaciones incluidas en el plan de emergencia. Las técnicas de eliminación de desechos como son quemar, enterrar y reciclar deben incluirse de forma detallada dentro del plan, debido a que constituyen un serio problema y requieren una estrecha colaboración entre la industria y el gobierno.

### Métodos de restauración en el lugar del accidente

El concepto de restauración se debe de entender, el dejar las mismas condiciones en que se encontraba antes de que sucediera el accidente. El grado de restauración es una responsabilidad que debe asumir el que origina el accidente apoyada ésta en la normatividad existente, algunos ejemplos de restauración son los siguientes:

Reemplazo de arena contaminada en las playas, colocación de pasto o eliminación de tierra saturada.

Relleno de lagos y arroyos.

Eliminación de los desechos contaminados.

### Inventario de recursos

Este punto al igual que los anteriores es de suma importancia para el diseño del plan y como mínimo debe de incluir los siguientes rubros:

Equipo necesario y adicional.

Disponibilidad de mano de obra.

Contratistas.

Expertos y consultores.

Equipo de comunicación.

Medios masivos de comunicación, radio, T.V., etc.

En el inventario se identificarán los contactos que pueden ser necesarios para disponer de recursos que se encuentran fuera del alcance del plan del contingencia.

### Relaciones públicas

Las relaciones públicas deben formar parte integral de todo el sistema del plan integral ya que la negligencia para proporcionar la información adecuada al público y a los medios de comunicación lo más rápido posible, ocasionará dolores de cabeza innecesarios en el manejo del accidente y frecuentemente obstaculiza el trabajo del personal técnico responsable de la labor de respuesta, control y limpieza en el lugar del accidente.

### **Principios de planificación en situaciones de emergencia**

El objetivo de esta parte del documento es establecer los principios de planificación en las operaciones de respuesta a emergencia, a través del análisis de los conceptos, como son los principios del manejo de las emergencias, los tipos de operaciones, el manejo de las operaciones en el sitio de la emergencias y la organización del comando del lugar.

Uno de los propósitos fundamentales de la respuesta de emergencia es proteger y salvaguardar la vida humana de todos los involucrados y reducir las pérdidas de las propiedades públicas y privadas; uno de los grandes desafíos que tienen los responsables de diseñar los planes, es preguntarse ¿qué se debe combatir primero?, la causa o sus efectos.

Existen tres elementos que influyen de manera significativa en el éxito de cualquier plan de respuesta a emergencia:

Recursos: Personal apropiado, equipos y otros especiales

Estrategias, técnicas y plan de acción

Manejo de la respuesta: Liderazgo, cooperación y comunicación

### **Campo de aplicación**

Uno de los principales aspectos que debe de conocer cualquier persona involucrada en la emergencia, es una idea clara y precisa de lo que se tiene que hacer en la misma; tener desde el principio la comprensión diáfana del propósito y

campo de aplicación de la respuesta a emergencia se considera como el principio más importante.

Los objetivos del plan constituyen los elementos primordiales del problema que deben de resolver las operaciones de respuesta, antes de atender cualquier emergencia los responsables estarán de acuerdo en trabajar coordinadamente y la mejor forma de enfrentarlo a fin de salvar vidas y preservar bienes. La falta de capacidad para ponerse de acuerdo sobre los puntos mencionados puede traducirse en la falla de las operaciones de respuesta a emergencias.

### **Conocimiento de los recursos disponibles**

Para lograr una buena planificación el conocimiento completo de los recursos disponibles, tanto humanos como materiales es de vital importancia, el conocer los lugares y las cantidades de recursos que se envían al mismo, es la clave para una respuesta apropiada. Esta información es de suma importancia para una buena organización, conocer las debilidades y la accesibilidad de los recursos.

Es de todos conocido que el recurso más importante para responder a las emergencias es el humano, los grupos de respuesta trabajan en situaciones que tienen grandes exigencias y por lo tanto producen un fuerte "estrés", por lo que se les debe mantener con una alta moral y esto depende en gran medida del conocimiento, confianza y capacidad para desempeñar las acciones previamente asignadas en el plan, por lo tanto es imperativo satisfacer sus necesidades de capacitación, información y proporcionarles el equipo de protección personal apropiado para cumplir su misión.

### **Acceso a la información**

No es posible elaborar ningún plan antes de conseguir cierta información indispensable; características del lugar, condiciones climatológicas, rutas disponibles, distribución de la población en el lugar del accidente, tipo y cantidad de materiales peligrosos involucrados y cualquier otros aspectos relacionados con el problema, aún información considerada de tipo negativa puede ser de utilidad.

Es importante disponer de toda la información necesaria, compaginarla y evaluarla para minimizar la confusión, rumores y exageración, estos esfuerzos están limitados por el tiempo y los recursos de que se disponga. El obtener la información oportuna y actualizada es un proceso dinámico que se desarrolla a lo largo de toda la operación, el disponer de esta información de forma oportuna es la mejor manera de retroalimentar el plan.

### **Importancia de la comunicación**

La comunicación puede marcar la diferencia entre una operación exitosa o deficiente, los problemas asociados con la comunicación se relacionan principalmente con el contenido de los mensajes, los medios de transmisión y la interpretación que hace del mensaje quien lo recibe.

El Plan de Respuesta a Emergencias, deberá incluir los procedimientos para anticiparse a cualquier problema de comunicación. Generalmente los sistemas de comunicación usados internamente están preparados para manejar una cantidad específica de información; en una emergencia dependiendo de su magnitud puede o no aumentar el personal de respuesta y los sistemas de comunicación podrían resultar insuficientes para manejar la sobrecarga de trabajo y el proceso de comunicación se haría más lento.

La comunicación entre grupos privados y gubernamentales puede fallar debido a la incompatibilidad que puede existir entre los equipos y a la cantidad de los mismos. Las comunicaciones entre agencias frecuentemente en los momentos de la emergencia y bajo circunstancias de presión no funcionan fluidamente, por lo cual en la Planificación se debe de considerar un Plan Integrado de Comunicación que formalice las comunicaciones entre las diferentes agencias involucradas.

### **Coordinación entre las autoridades**

En todo plan de respuesta se debe establecer una línea de autoridad, misma que debe ser reconocida desde los primeros momentos en el sitio de la emergencia.

Esta autoridad debe quedar clara e incluida en el Plan de Emergencia, todas las agencias de respuesta que participen de manera adicional deben de entender claramente esta línea de autoridad. Los límites de autoridad y control de todos los participantes en la respuesta deben estar claramente definidos; las acciones de un individuo o un grupo de individuos que estén operando sin autorización no deben poner en peligro la operación total de respuesta a la emergencia.

La autoridad legal es decir, las que marcan las leyes políticas, controlan y señalan los límites de acción y autoridad de los grupos de respuesta de emergencia, por lo cual es importante que cuando se planifique, se conozcan las autoridades legales como pueden ser los Reglamentos, Códigos, Normas, a fin de establecer los parámetros dentro de los cuales el responsable de la respuesta de emergencia en el lugar del accidente puede operar, sin perder de vista que existen otras autoridades legales dentro de los servicios como pueden ser: ejército, policía, bomberos, trabajadores públicos, etc.

Por lo tanto, los responsables (el comando del lugar) deben estar conscientes de la autoridad adicional que tienen estos servicios para actuar.

El comando del lugar en la respuesta de emergencia en base a la experiencia, se le pueden presentar cuatro diferentes problemas:

Existe una tendencia especialmente en los altos niveles para que los grupos de respuesta trabajen demasiado tiempo. Esto tiene dos resultados: Primero, que el personal muy cansado se vuelve ineficiente y Segundo, cuando se realiza el reemplazo, los substitutos no cuentan con la información suficiente ya que información de importancia solamente está en la cabeza de algunas cuantas personas debido a que ésta no se escribe y no se comunica.

Casi en forma inevitable se harán la pregunta acerca de quiénes tienen la autoridad para encargarse de tareas

inusuales relacionadas con la ocurrencia de desastres o emergencias, tales como sepelios de manera masiva o búsqueda en gran escala de víctimas y operaciones de rescate. Este punto, se debe resolver asignando responsabilidades específicas desde el Diseño del Plan de Respuesta a Emergencia.

Invariablemente se presentan problemas entre las diferentes agencias y grupos privados o exteriores acerca de tareas tradicionales como la seguridad del área en una situación de emergencia y que sabemos que normalmente es una función de la policía. Sin embargo puede haber problemas si la policía local o federal o aún el ejército tratan de proporcionar seguridad simultáneamente. Otra vez es de suma importancia anticiparse a estos problemas e incluirlos desde el Diseño del Plan.

Frecuentemente los desastres traspasan las barreras jurisdiccionales, creando conflictos potenciales, en situaciones normales frecuentemente se ignoran las responsabilidades o se sobreponen, durante los desastres o emergencias estos conflictos suelen intensificarse.

### **Establecimiento de prioridades**

Al comienzo de una operación de respuesta a emergencia, generalmente se presenta una escasez tanto de personal como de materiales. Establecer prioridades para el uso de recursos es prioritario especialmente cuando los que tienen que responder a la emergencia llegan al lugar del accidente con los mínimos recursos. El uso imaginativo de los recursos ahorra tiempo y esfuerzos, si las prioridades están bien definidas será fácil lograr la coordinación.

En el lugar del accidente, el comando debe ser capaz de alterar las prioridades rápidamente para enfrentarse a la situación cambiante y/o a situaciones inesperadas, esto implica más que nada, flexibilidad para tomar decisiones.

### **Cooperación y coordinación**

Todas las agencias involucradas en la respuesta a emergencias, deben hacer el máximo esfuerzo para lograr la cooperación, la voluntad y el deseo de cooperar son esenciales a todos los niveles, debido a la creciente interdependencia de todas las organizaciones y agencias.

Cada vez es más frecuente que se presenten las emergencias, lo cual hace necesario que diferentes instituciones o agencias de diferentes ámbitos trabajen juntas. En muchos casos por ejemplo, el crecimiento urbano ha originado que se trasladen responsabilidades, ya sea física o administrativamente. Si las agencias tienen dificultades para coordinar y cooperar en sus acciones diarias, piénsese lo que ocurre en casos de emergencia.

Todas las agencias de respuesta a emergencia están de acuerdo, por lo menos en el papel, que deben coordinarse en situaciones de emergencia o desastre. Sin embargo, los medios para lograr la coordinación no están bien explicados y tampoco las agencias tienen un consenso preciso sobre los otros.

La coordinación se ve como informal a otros grupos sobre lo que el propio grupo está llevando a cabo, o bien la coordinación se ve como la centralización de la toma de decisiones de una agencia en particular o de un grupo, no es de sorprender que se presenten problemas aún existiendo acuerdos previos al Plan de Respuesta a Emergencia.

Mientras más alto sea el número de emergencias o grupos que tomen parte en la respuesta a una emergencia, es más grande el problema que representa su coordinación.

A fin de evitar este problema, se recomienda el uso de una técnica de manejo de emergencia en el lugar del accidente que se haya acordado previamente emplear. Esto ayuda a las agencias para trabajar juntas y compartir los recursos para su mutuo beneficio.

El comando del lugar debe hacer uso efectivo de las habilidades y conocimientos de las diferentes agencias involucradas en la respuesta a emergencia. Por ejemplo en una inundación es posible que se requiera la coordinación de los servicios de la policía para vigilar el área, grupos especiales para la localización de víctimas o sobrevivientes, bomberos para casos difíciles de rescate y combate de incendios, ambulancias terrestres y aéreas para la evacuación de heridos, así como diversos servicios tales como servicio social, voluntariado y de transporte.

### **Operaciones de restauración**

Este tipo de operaciones conduce a la recuperación completa y al retorno a la normalidad. Por lo menos, las operaciones que se deben considerar posteriores a la emergencia son las siguientes:

- Restauración de las vías de comunicación (carreteras, calles, teléfonos, etc).

- Recolección de escombros

- Control de daños

- Eliminación de peligros para la salud

- Restablecimiento de servicios esenciales (agua, luz. etc).

El comando del lugar no está muy involucrado con las operaciones arriba comentadas, pero es importante que las fomente antes de cesar sus funciones, cuando haya terminado el riesgo potencial y comiencen las operaciones de descontaminación y limpieza.

Las emergencias donde se involucran materiales peligrosos, por su naturaleza, se presentan súbitamente y su localización principal durante el transporte no pueden precisarse, como podría ser el caso de que la emergencia ocurriera en una planta

química o bien como podría suceder en una inundación que por experiencias previas se sabe de su existencia.

Sin embargo, pueden presentarse sin que signifiquen un peligro inmediato, solamente representan una emergencia cuando aumentan de magnitud, como puede suceder cuando un camión-tanque va presentando un derrame, pero inicialmente no presenta ningún fuego, pero más tarde se inicia un incendio o el derrame se hace más grande y así cambia el carácter de la emergencia, de ser una emergencia menor a una emergencia de mayor magnitud.

### **Operaciones de emergencia en el lugar del accidente (comando)**

Las operaciones de emergencia en el lugar del accidente, independientemente del tipo y de las operaciones que se realicen, éstas se deben llevar a cabo de tal manera que los recursos se usen de forma efectiva y rápida.

El proceso se puede dividir en las etapas siguientes:

Despliegue y disposición del sitio

Control de emergencias

Restauración

### **Despliegue y disposición del sitio**

Esta etapa se desarrolla rápidamente a través de una serie de actividades concurrentes. Se empieza con una fase de información de alerta, seguida por una de control, que ejecutan los primeros en responder la emergencia y luego por una adicional. A este punto la respuesta que dan las tres primeras agencias (policía, bomberos y ambulancias) deben estar coordinadas por un manejo efectivo de respuesta en el sitio de ocurrencia de la emergencia.

Es muy importante establecer los procedimientos de alerta y otros que se requieren para lograr un manejo efectivo de las emergencias en el sitio en que se presentan, como es el caso de los accidentes mayores o aquellos que ocurren en áreas densamente pobladas.

Si se dispone de tiempo, la respuesta de las tres primeras agencias deben conocer bien la situación e informar a los grupos especializados la situación real del accidente, y así los primeros en responder harán frente a la emergencia con los recursos que tiene, respetando las actividades de coordinación establecidas en el plan. Al llegar el comando, su primera acción es determinar la magnitud de la situación, localizar los perímetros, los sitios principales de rescate y el centro de operación de la emergencia. La información que se proporciona a los primeros en responder a la emergencia forma parte sustancial de la acción de respuesta, ya que ellos representan la mejor fuente de información de que se dispone en ese momento.

El disponer de un conocimiento detallado del lugar del accidente es otra acción importante. El contenido de este reconocimiento sirve para determinar los puntos álgidos, la extensión del daño y el tipo de respuesta que es necesario aplicar para esa respuesta específica, es entonces cuando el comando puede determinar la organización que necesita para coordinar las operaciones.

### **Disposición del sitio**

Durante la fase inicial de la respuesta, se desarrollan algunas actividades que no requieren de coordinación. El asignar un comando de respuesta en el lugar del accidente, significa que ya ha dado principio el tipo de respuestas controladas y coordinadas. El mejoramiento y control de las rutas de acceso y la identificación de áreas para diferentes actividades tiene que hacerse lo mas pronto posible para evitar confusiones.

Recursos adicionales como es el equipo pesado de rescate, deberá estar a disposición por si se llega a necesitar, el proceso de reunir y desplegar todos los recursos de que se dispone en el sitio del accidente, asegura una operación factible; la disposición del sitio para cada situación de respuesta de emergencia es diferente, pero el principio de organización lleva la misma secuencia.

### **Sede del comando en el lugar de la emergencia**

Una de las consideraciones de mayor importancia en la respuesta a emergencia es la localización de la sede del comando, se sugiere que en lo posible ésta se encuentren el centro de las actividades, de tal manera que el comando pueda coordinar y controlar todas las actividades, así como observar todas las rutas de acceso.

A fin de proporcionar este control el comando de ser posible debe contar con facilidades para comunicarse fácilmente con los funcionarios de alta jerarquía de todas las agencias clave involucradas en la respuesta a la emergencia, así con otros tipos de agencias, grupos u organizaciones cuya ayuda pudiera ser necesaria.

La sede ha de colocarse de tal manera que todos puedan reconocerla inmediatamente, bien identificada, fácil de ver y con acceso sencillo. Normalmente las agencias involucradas designarán su propio funcionario de control que se pondrá en contacto con el comando.

### **Seguridad en el lugar del accidente**

La seguridad en el lugar del accidente es una responsabilidad de la policía, en una emergencia mayor se tienen que establecer dos perímetros. El perímetro interior que incluye el área inmediata de emergencia, el acceso a este perímetro estará limitado a personal y equipo esencial, alrededor de esta zona la policía

establecerá un perímetro exterior el cual incluye el área asignada a la llegada de personal y equipo, depósito provisional de cadáveres y el centro de información. Todos los involucrados en la respuesta a emergencia colocarán su base de operaciones en el área comprendida entre estos dos perímetros, en este lugar se harán todos los preparativos para responder de manera eficiente y combatir la emergencia.

Es recomendable también que el acceso a el área limitada por el perímetro exterior se controle de manera estricta, con una sola vía de acceso aunque se podrá mantener una segunda para facilitar la entrada de personal y equipo de emergencias si las condiciones del tiempo y la dirección del viento lo permiten. El perímetro exterior debe estar patrullado y vigilado a fin de asegurarse de que no penetren personas que no estén autorizadas y controlar a los espectadores. La línea deberá estar suficientemente alejada del sitio de la emergencia, de manera que no se interfiera con el proceso de respuesta a la emergencia y que nuevos peligros como explosiones, derrumbes de edificios, materiales radiactivos, o gases no afecten a la multitud.

Los funcionarios de la policía deben asegurarse de que todo el equipo y el personal involucrado en la respuesta tenga fácil acceso y se les asigne lugares adecuados, esto implica que se debe informar a estos funcionarios sobre la localización de los puestos de mando y áreas de operación. El personal de seguridad también tiene que dirigir a los representantes de los medios de comunicación y a los visitantes especiales en las áreas autorizadas para esta función.

### **Agencias involucradas en la respuesta**

El manejo apropiado en el lugar del accidente debe tener como guía una comprensión clara y precisa de la responsabilidad operacional de las tres agencias de respuesta principales comprometidas en la operación. Las responsabilidades en el lugar del accidente que deben tener la policía, los bomberos y los servicios médicos son las siguientes:

#### **Policía**

Protección de vida y propiedades

Control de tráfico y las multitudes

Cuidado de los cadáveres

Evacuación

Protección del perímetro que circunda el sitio

Cooperar y asistir a otras agencias

Establecimiento de un puesto de control en el lugar de la emergencia

### **Bomberos**

Prevenir o controlar el fuego

Contener los incidentes con materiales peligrosos

Prevenir un colapso estructural

Buscar y rescatar

Asistencia con cuidados básicos de emergencia hasta que lleguen las ambulancias o los servicios médicos

Asistir a otras agencias, cuando se les solicite

Establecimiento de un puesto de mando de control

Nombramiento de un oficial para hacerse cargo del manejo del sitio, si se le solicita

Activar la ayuda mutua, si se requiere.

### **Ambulancias/servicios médicos**

Primeros auxilios y diagnósticos de las víctimas

Cuidados médicos esenciales de emergencia

Solicitar equipos de personal médico en el sitio, cuando sea necesario

Remover a los pacientes de la escena de emergencia y transportarlos al hospital

Asistir a otras agencias, cuando se les solicite

Establecimiento de un puesto de mando

Activar la ayuda mutua si se necesita

Ayuda de equipos de especialistas

Dependiendo de la naturaleza de la emergencia y su impacto se puede llamar a equipos de especialistas a la escena de la emergencia para que brinden asistencia o tomen a su cargo el control de alguna acción específica. Sus responsabilidades pueden ser la clave del éxito de la operación, sus conocimientos especializados y sus consejos se tomarán en cuenta siempre que sea posible. Los equipos de

especialistas que se forman en la industria para el manejo de materiales peligrosos (HAZMAT), son los que conocen a la perfección los productos, tienen experiencia en su manejo, así como en de los equipos especiales.

Actividades de restauración

La operación no termina con quitar la causa de la emergencia o con la terminación de la operación de salvaguardar las vidas humanas, la etapa de restauración debe de iniciarse simultáneamente con el control de la emergencia. En esta etapa lo más probable es que el comando seleccione de las tres primeras agencias de respuesta a un experto que proporcione información y apoyo.

### **Planes de Acción-Reacción en la respuesta a emergencias : comando del lugar**

El número de personas necesarias para una acción-reacción ante un accidente con materiales peligrosos puede variar mucho. Estas personas deben estar organizadas, independiente de si es un número pequeño o grande de ellas. Sin un esfuerzo coordinado y organizado, podría no alcanzarse el objetivo principal de la respuesta, que es el de proteger la salud pública, el ambiente y la propiedad.

Todo accidente relacionado con un material peligroso es individual. Los materiales de que se trata, su efecto, así como también las operaciones (actividades) requeridas para evitar o disminuir el efecto de su descarga, son factores específicos al accidente. Sin embargo, todos los accidentes tienen el factor común de la necesidad de planificar, organizar y localizar recursos (personal, equipo y fondos), y de implementar las operaciones de la acción-reacción.

Cuando sucede un accidente en el cual existen materiales peligrosos, o cuando sucede cualquier tipo de desastre natural o causado por el hombre, las personas que se encuentran en el área afectada tratarán de controlar y aliviar la situación. Se desarrollará naturalmente algún tipo de organización compuesta de todos los que estén disponibles. Sin embargo, su capacidad de controlar la situación en forma eficaz puede ser sumamente limitada. Es posible que no se disponga rápidamente de personal con experiencia, equipo y otros recursos necesarios, lo cual causará una demora en la respuesta rápida necesaria para mitigar la situación.

Sin un plan para la eventualidad de emergencia en la comunidad, se disminuye la capacidad de controlar cualquier crisis en forma eficaz. Es posible que haya casos durante un período considerable de tiempo, antes de que se controle la situación y se llegue a un nivel que sea lo más normal posible. Se pierde tiempo definiendo el problema, organizando el personal, localizando recursos y reaccionando. Estos obstáculos impiden las actividades de respuesta inmediatamente, creando problemas adicionales que podrían haberse evitado si se hubiese tomado una acción-reacción inmediatamente.

Cuando existe un plan para eventualidades, puede obtenerse una acción-reacción más eficaz a cualquier tipo de personal de respuesta de jurisdicciones locales que hayan recibido adiestramiento. Otros accidentes podrían requerir personal de respuesta adicional de agencias estatales y federales, así como de la industrial

privada. Estos grupos, cada uno con una unidad cohesiva y un equipo de acción-reacción será capaz de ejecutar las actividades correctivas requeridas.

En cada nivel gubernamental, ya sea local, estatal como federal, existen planes de acción-reacción ante emergencias causadas por materiales peligrosos. Cada plan define la forma en que reaccionará ese nivel gubernamental, establece la organización de la respuesta local y estatal en una actividad integral. Contiene disposiciones para incorporar las autoridades locales y estatales dentro de su organización de acción-reacción, y también proporciona un mecanismo para coordinar las actividades de acción-reacción en todos los niveles gubernamentales. De igual forma, los planes estatales incluyen un papel, responsabilidades y reacciones con las actividades.

Los planes de acción-reacción federal, estatal y local varían considerablemente en relación con el detalle y el alcance. Generalmente, los planes locales son más específicos los planes estatales y nacionales no son tan definitivos. Sin embargo, en forma típica, cualquiera que sea el plan que este en efecto, la organización delineada se adapta y modifica para satisfacer las necesidades del accidente.

Para funcionar en forma eficaz, la organización que se establece ante una emergencia debe:

- Tener un líder.

- Establecer autoridad.

- Desarrollar normas y procedimientos.

- Determinar los objetivos.

- Asignar responsabilidades.

- Administrar los recursos (dinero, equipo y personal).

- Planificar y dirigir las operaciones.

- Establecer comunicaciones internas.

- Establecer comunicaciones con organizaciones externas.

Sin un plan de acción-reacción para la eventualidad de una emergencia, se debe crear una organización funcional para el caso, para ese accidente específico, con quienes estén disponibles.

#### Organigrama

En cualquier organización que tenga más de unas pocas personas para la acción reacción, es necesario definir la estructura de ésta.

Esta estructura -el organigrama- define la relación entre los diversos componentes (división, ramos o secciones) de la organización. Presenta la jerarquía de mando y establece los canales de comunicación interna.

## Ejemplo de un organigrama

Los organigramas se complementan mediante declaraciones funcionales que describen la autoridad, responsabilidades y deberes de los componentes de la organización. En gran parte, la forma y complejidad del organigrama y de las declaraciones funcionales, dependen de la magnitud del accidente, las operaciones necesarias y el número de personas o de agencias que participan.

Los requisitos claves de un organigrama son los siguientes:

Presentar una jerarquía de mando.

Asignar responsabilidades y funciones.

Especificar los requisitos de personal.

Establecer comunicaciones internas.

### Personal clave y sus funciones

El equipo de respuesta es un grupo organizado de personas que tienen cada uno tareas y responsabilidades asignadas. El plan de acción-reacción normalmente especifica el personal clave y sus tareas. Cuando comiencen las operaciones, es posible que se necesite hacer adaptaciones a la estructura preplanificada de la organización. Durante el accidente.

Operaciones no anticipadas, que necesiten adiciones de funciones en la organización.

Las posiciones, funciones y responsabilidades de los accidentes varían. Los accidentes importantes requieren de personas con mucha diversidad de experiencias y habilidades. Para accidentes menos graves, se necesitan menos personas y recursos. El personal clave debe ajustarse para satisfacer las necesidades de un accidente particular de materiales peligrosos.

Personal clave y funciones que puedan necesitarse

Jefe de sitio, coordinador en el sitio o administrador para el accidente. Tiene autoridades y responsabilidad, claramente definidas, de administrar y dirigir todas las operaciones de la acción-reacción.

Oficial técnico en ciencias. Dirige y coordina los estudios científicos, obtención de muestras, observación en el campo, análisis de muestras e interpretación de los resultados. Recomienda acciones correctivas, proporciona guía técnica al director del accidente en estas áreas.

Oficial de seguridad. Asesoría al Director sobre todos los asuntos relacionados con la salud y seguridad de quienes participan en las operaciones en el sitio. Establece y dirige el programa de seguridad. Puede detener las operaciones si existen condiciones peligrosas. Coordina las actividades con el oficial técnico de ciencias.

Jefe de campo. Dirige las actividades relacionadas con contratistas de limpieza y otras personas que participan en las medidas de emergencia y de restauración a largo plazo.

Oficial de información pública. Proporciona información de prensa y noticias, al público en general, en relación con las actividades en el sitio.

Oficial de seguridad. Dirige la seguridad física del sitio. Proporciona coordinación con los departamentos locales de observación de leyes y los bomberos. Controla el acceso al sitio.

Encargado del registro. Mantiene un registro oficial de las actividades en el sitio.

Oficial de operaciones. Dirige las actividades de los líderes de equipo. Coordina estas actividades con el asesor científico y el oficial de seguridad.

Jefe de sector. Dirigen tareas asignadas específicamente, tales como:

Equipo (8) de entrada

Descontaminación

Muestreo

Observación

Equipo

Fotografía

Comunicaciones

Oficial financiero. Proporciona respaldo financiero y contractual.

Oficial de logística. Proporciona el equipo necesario y otros.

Oficial médico. Proporciona apoyo médico. Actúa como coordinador con la comunidad médica.

El sistema de mando del accidente

El sistema de mando del accidente es un ejemplo de una organización en que los criterios para organizar, delineados en las secciones anteriores, es apropiado. Es un sistema de mando en el sitio, que el servicio de bomberos uso cuando proporciona auxilio en relación con fuegos, emergencias médicas, operaciones de rescate, accidente de materiales peligrosos y otras operaciones. El sistema asigna quien está a cargo, establece una jerarquía de mando, y representa una lista de personal clave y sus funciones.

El sistema de mando para el accidente se activa automáticamente cuando sucede un accidente al cual el servicio de bomberos debe acudir. El primer oficial que llega es el comandante del accidente quien permanece en este cargo durante el accidente, a no ser que sea reemplazo por un oficial de mayor rango utilizando el sistema preexistente como base, el comandante del accidente lo adapta para proporcionar la estructura administrativa y de organización necesaria para controlar la situación.

## **Comandante del accidente, seguridad, estacionamiento, información, coordinación, sector**

Estructura de mando en particular para una acción-reacción pequeña.

La magnitud del accidente en particular determina el tamaño y complejidad de la organización necesaria. Los accidentes más pequeños requieren menos personal de acción-reacción y menos actividades.

Estructura de mando para una acción-reacción importante.

Personal de mando, responsabilidades

Comandante de accidente. Está directamente a cargo de las actividades del accidente en general. Determina el número de personas y otros recursos necesarios. Desarrolla la estrategia para controlar el accidente.

Oficial de operaciones. Está a cargo de la dirección del accidente. Supervisa las operaciones de ataque. Rinde informe al comandante del accidente, quien le da indicaciones.

Oficial de seguridad. Está a cargo de todas las actividades de seguridad. Identifica situaciones peligrosas. Tiene autoridad de emergencia para las operaciones o actividades debido a condiciones peligrosas.

Oficial de información pública. Es la coordinación entre el comandante del accidente, la prensa y las noticias, y el público en general. Prepara y despacha información para la prensa, noticias y otros tipos de información.

Oficial de recursos. Está a cargo de obtener todos los recursos necesarios para controlar el accidente. Recopila y almacena información y prepara informes sobre las actividades del accidente.

Funcionario de abastecimiento de agua. Evalúa las necesidades de agua y está a cargo de mantener un abastecimiento adecuado de agua.

Oficial médico. Está a cargo de todos los servicios médicos necesarios. Proporciona coordinación prioritaria en el sitio, tratamiento, transporte al hospital y servicios de observación médica necesarios en el sitio.

Funcionario de coordinación. Es la coordinación entre el comandante del accidente y otras organizaciones gubernamentales y privadas.

Oficial de sector. Es el gerente técnico y supervisor de los diversos sectores (actividades) que puedan necesitarse, por obtención de muestra y otros.

En casos en que el servicio de bomberos no esté a cargo del accidente por ejemplo, en el caso de un gran desastre natural, el sistema, como una entidad, entra a formar parte de la Organización desarrollada en el plan para la eventualidad de desastre en la comunidad. De igual forma, cuando sucede un accidente con materiales peligrosos, el equipo de materiales peligrosos del departamento de bomberos se integra dentro del sistema de mando del accidente.

Equipo de acción-reacción ante materiales peligrosos

A nivel local, el equipo de acción-reacción ante materiales peligrosos (Hazardous Material Response Team-HMRT) generalmente está asociado con el servicio de

bomberos. Es posible que sea un equipo dedicado únicamente a responder en caso de accidentes en que existan materiales peligrosos, pero generalmente tiene otras funciones especializadas asociadas. Por ejemplo, operaciones pesadas de rescate. Dependiendo del accidente el equipo puede ser la única unidad de servicio de bomberos que se presente. En esta situación, el comandante del equipo también puede ser el comandante del accidente. Si otras unidades están participando, o si es un accidente de proporciones importantes el equipo entra a formar parte de la organización general del sistema como uno de los sectores del organigrama.

El equipo de acción-reacción, como una entidad, y separado del sistema, debe estar organizado en forma tal que pueda actuar en forma eficaz para controlar y restaurar la situación. El equipo necesita tener un organigrama y una declaración de funciones de personal para su equipo, que siga las líneas paralelas de la estructura de mando del sistema.

Implantación de las operaciones de la acción-reacción. La descarga potencial de un material peligroso requiere operaciones que eventualmente restituyan la situación a condiciones existentes antes del accidente. Aunque cada accidente establece sus propios requisitos de operación, existe una frecuencia de operaciones de reacción, que son comunes a todas estas acciones-reacciones.

La planificación e implementación de una acción-reacción, requiere, como mínimo que los auxiliares efectúen las actividades siguientes:

Organizar: establecer una organización. Seleccionar el personal clave. Asignar responsabilidades. Efectuar modificaciones a medida que prosigan las operaciones.

Evaluar la situación. En base a la información disponible, efectuar una evaluación preliminar del peligro. Determinar el impacto del accidente con o sin intervención.

Desarrollar un plan de acción. Desarrollar un plan preliminar de operaciones para recopilar la información, implantar inmediatamente medidas de ataque y operaciones de rescate, y establecer actividades de emergencia. Reevaluar continuamente la situación, a medida que se obtenga información adicional.

Efectuar investigaciones preliminares fuera del sitio. Obtener datos adicionales para evaluar la situación. Usar instrumentos de lectura directa, obtener muestras, efectuar observaciones visuales, establecer actividades de emergencia para proteger la salud pública y el ambiente. Identificar requisitos para reconocimientos en el sitio. Determinar el nivel de protección, si es necesario, para personal situado fuera del sitio. Establecer límites de las áreas contaminadas.

Efectuar un reconocimiento del sitio. Obtener datos (usar instrumentos de lectura directa, obtener muestras, efectuar observaciones visuales), para determinar o verificar las condiciones peligrosas, y efectuar una evaluación global del accidente. Modificar los procedimientos de seguridad de la entrada inicial, a medida que se obtengan más datos. Determinar los niveles de protección para el

(los) equipo (8) de entrada inicial y las operaciones posteriores. Planificar e implantar un procedimiento de control del sitio y descontaminación.

Modificar el plan de acción original. Modificar o adaptar el plan original, con base en información adicional obtenida durante las entradas iniciales.

Revisar las medidas de emergencia inmediata. Las actividades a largo plazo del plan incluye las siguientes:

Observación y muestreo adicionales

Requisitos de recursos

Plan de seguridad del sitio limpieza y medidas de restitución

Implicaciones legales y litigios

Documentación sobre las actividades del sitio.

De gran importancia para cualquier acción-reacción es la seguridad y la salud del personal de acción-reacción. El riesgo de estos aumenta a medida que se aproximan a los materiales peligrosos. Las operaciones en el sitio deben planificarse y ejecutarse cuidadosamente. Antes de entrar al área inmediata de una de carga o descargas potencial, se debe obtener la mayor información posible, por ejemplo, documentación de embarque, letreros de transporte, archivos existentes, etiquetas de recipientes y otras observaciones visuales (dentro del tiempo disponible) en relación con los tipos de materiales, grado de peligro y riesgos que puedan existir.

La información disponible se utiliza para determinar lo siguiente:

Si se necesita tomar medidas fuera del sitio.

La necesidad de entrar al sitio.

Los tipos de equipo disponible.

¿Cuáles son los datos que se necesitan para evaluar los peligros?

Vapores/gases orgánicos

Vapores/gases inorgánicos

Partículas

Concentración de oxígeno

Radiación

Muestras necesarias para análisis de laboratorio.

Los niveles de protección que necesita (en) el (los) equipos de entrada:

Cuál es el equipo que necesita

El número y personal del (de los) equipo(s) de entrada

Frecuencia con que deben darse instrucciones al equipo de la necesidad de procedimientos de control en el sitio, incluyendo:

Designación de zonas de trabajo  
Control del acceso  
Barreras físicas

Identificar los procedimientos de descontaminación que se requieren.  
La necesidad de tener recursos de respaldo médico.

Llevar a cabo actividades/medidas de ataque de emergencia.

La prioridad de obtención de datos y muestras.

### **6.3. Detección de incendios y equipo de protección**

Si se considera apropiado, se pueden instalar detectores de incendio que entregan un alarma temprana y que son particularmente útiles en instalaciones que permanecen sin personal durante los fines de semana o festivos o fuera de las horas de trabajo normal. Sin embargo, mucha de la ventaja inicial se pierde si las brigadas de bomberos llegan después de 15 minutos de iniciado el fuego al sitio de la emergencia.

#### **a) Detectores de incendio**

Existen distintos tipos de detectores de incendio, entre los que se pueden contar los **detectores de llamas**, que son del tipo infrarrojo o ultravioleta o ambos; **detectores de humo**, que son de dos tipos, por “ionización” o por “efecto óptico”, cada uno tiene su aplicación específica que debe ser consultada con un especialista; **detectores de calor**, que son generalmente menos afectados por falsas alarmas que los de humo, sin embargo, por definición solo responden cuando un fuego ha desarrollado suficiente calor y por lo tanto se pueden ver como de acción retardada.

#### **b) Sistema de Rociadores (Sprinklers)**

Un sistema de rociadores consiste en una red de cañerías y válvulas sensibles al calor llamados cabezales rociadores. En un sistema automático de rociadores, cada cabezal está equipado con un sensor térmico o bulbo de vidrio de cuarzo el cual, a una temperatura predeterminada, permitirá la salida de agua o agua-espuma al área inmediata. Por este medio, un fuego puede ser automáticamente detectado, dada la alarma, y mantener el fuego controlado hasta el arribo de la brigada contra incendios. La ventaja de este sistema, comparado con los detectores de calor y de humo, es que entrega una protección continua contra el fuego, y simultáneamente, puede ser utilizado para iniciar una alarma para la brigada de bomberos. Es decir, un sistema automático de rociadores tanto detecta como combate el incendio. La principal desventaja es el costo. El alto costo de instalación solo justifica su uso en grandes instalaciones industriales o comerciales, o cuando el riesgo es de alta magnitud, o cuando los tiempos de respuesta de las brigadas contra incendio son muy prolongados. También se debe tener en cuenta el hecho de que el agua no es siempre el mejor sistema de extinción.

#### **c) Sistemas de Respuesta**

Los sistemas de detección ya sean detectores de humo o de calor o de rociadores tienen un valor limitado si no gatillan una respuesta efectiva. Por lo tanto es esencial que la alarma este conectada a un punto de control, o mejor aún a una brigada del cuerpo de bomberos. Est es particularmente importante en el

caso de instalaciones que permanecen sin personas en horas de noche o en fines de semana. Es de vital importancia que los sistemas de detección sean revisados continuamente por personal especializado.

Donde existan grifos contra incendios, estos deben estar adecuadamente indicados de modo que todas las áreas de riesgo puedan ser alcanzados al menos por dos mangueras, de grifos distintos. Una fuente de agua alternativa puede ser una estanque de agua contra incendio.

Si se requiere por el tipo especial de productos almacenados, se puede contar con sistemas de mangueras retráctiles, pitones de agua a presión o con espuma, y otros tipos de equipos como monitores de televisión, mantas contra el fuego, polvos químicos, etc.

Los extinguidores de tipo portátil deben ser seleccionados de acuerdo con los materiales almacenados, y deben ser colocados estratégicamente en lugares apropiados. Todo el material de detección y protección debe ser regularmente inspeccionado por personal competente al menos una vez al año y se debe efectuar la mantención adecuada para asegurar que se puedan usar satisfactoriamente. Un diagrama indicando la distribución del equipo contra incendio debe mostrarse al menos en dos lugares de las instalaciones, y también en las oficinas del director del establecimiento.

#### 6.4. Medios de combate contra incendios

Los medios de combate contra incendios deben escogerse de acuerdo a su modo de acción y su uso en el combate o prevención del fuego, y también dependiendo de los materiales que se almacenen en las instalaciones.

##### a) Agua

El agua actúa como un medio enfriante, es decir reduce la temperatura del producto que se quema hasta un punto por debajo del punto de inflamación y por lo tanto extingue el fuego. El agua debe ser usada preferentemente en forma de rocío fino o de neblina en vez de un chorro. Esto permite aumentar el potencial de enfriamiento y prevenir la extensión del fuego. Además del uso como elemento de extinción, el agua actúa como elemento de minimización de la extensión del fuego al usarse en el enfriamiento de materiales, estanques, equipos, cañerías, etc.

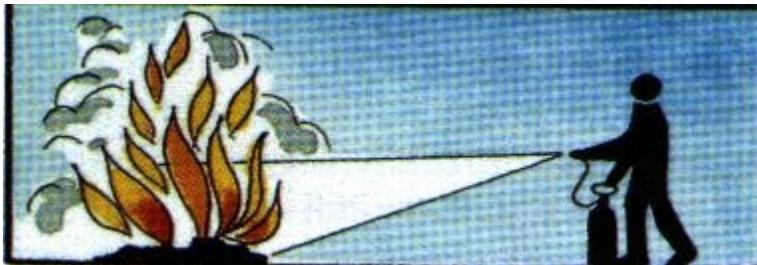


Figura 6.2 : **Uso de Agua : Directamente a la base del fuego**

Se debe tener el cuidado sin embargo, al usar grandes cantidades de agua para atacar incendios con productos tóxicos debido al problema de la contaminación o de los reactivos que pueden reaccionar con agua de manera peligrosa. Agua nunca debe utilizarse con reactivos tales como carburo de calcio, isocianatos, óxido de calcio (caliza), ciertos compuestos de halógenos tales como cloruro de acetilo, cloruro de aluminio, y metales como sodio y calcio. Cuando se almacenen este tipo de materiales se debe discutir los riesgos especiales con las brigadas de bomberos. El uso de agua con extinguidores debe dirigirse directamente a la base del fuego.

##### b) Polvos químicos secos

Estos son efectivos generalmente sobre solventes inflamables, aerosoles, y productos que reaccionan adversamente con agua y también en incendios eléctricos. Sin embargo los polvos químicos secos se utilizan normalmente en forma portátil en extinguidores para tratar fuegos pequeños y por lo tanto aunque se consideran de alto valor, son básicamente de uso en una primera etapa

solamente. El uso de los polvos químicos se debe dirigir a la base del fuego y moverlo hacia arriba en el incendio.

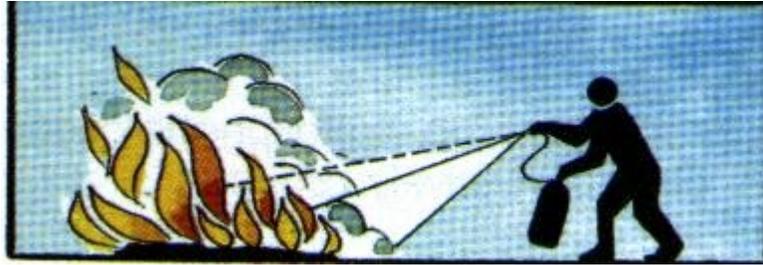


Figura 6.3

**Polvo Químico : Partir en la base del fuego y mover hacia arriba en el fuego**

### c) Dióxido de carbono y halones

Los extinguidores de dióxido de carbono y los halones son generalmente efectivos para solventes inflamables y productos que reaccionan con agua y en incendios eléctricos. Sin embargo, al igual que los polvos químicos, solo se usan como ayuda primaria. Además debido al efecto de la destrucción del capa de ozono por los fluoroclorocarbonos (halones), el uso de los halones será progresivamente disminuido. En el uso de  $\text{CO}_2$  y halones(\*) se debe descargar lo más cerca posible del fuego y moverlo de arriba hacia abajo.

(\*) Estos productos están en vías de prohibición por contaminantes

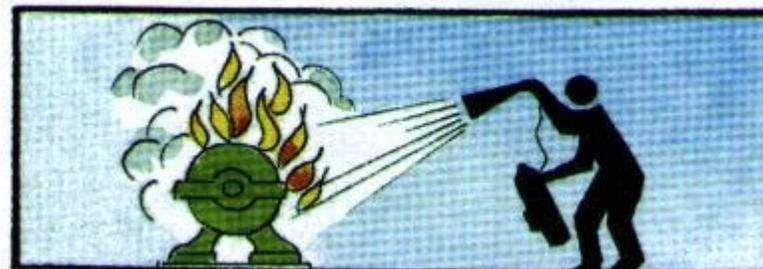


Figura 6.4

**$\text{CO}_2$  y Halones : Descargar lo más cerca posible del fuego y mover desde arriba hacia abajo**

### d) Espumas

Para productos que son inmiscibles en agua, tales como petróleo, kerosene, petróleo combustible e hidrocarburos en general (hidrocarburos solventes, benceno, estireno, etc.) estos son atacados eficientemente con espuma de fluoroproteínas o espuma de film acuoso. Para productos que son miscibles en agua las espumas son efectivas en incendios en que intervengan productos tales como alcoholes, cetonas, éter glicol, etc.

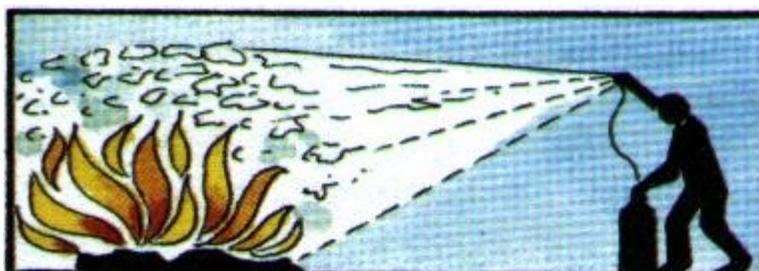


Figura 6.5

**Espuma : No dirigir el flujo sobre el líquido en fuego sino dejar caer ligeramente sobre las llamas**

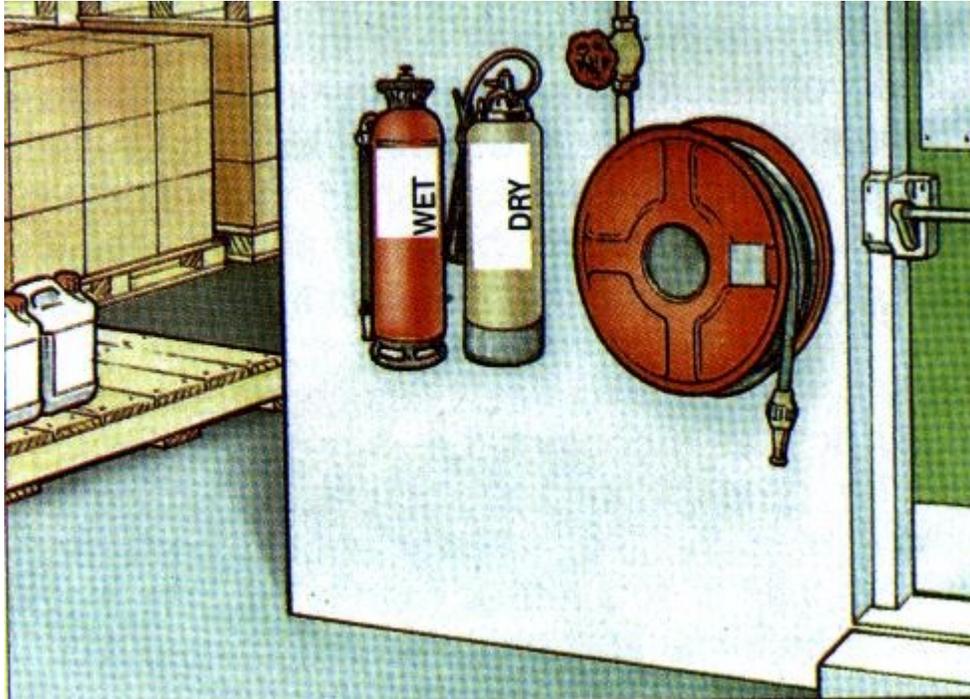
Espumas resistentes al alcohol se recomiendan para incendios en que intervengan pesticidas. Sin embargo debido a que contienen agua, las espumas no deben utilizarse en productos que reaccionan con agua o en incendios eléctricos. Para el combate con espuma no se debe dejar caer la espuma en el líquido en fuego. Permitir que la espuma caiga sobre el fuego.

**Tabla N° 6.1 : Resumen del Uso de Extinguidores**

Decida la Clase de Fuego que se esta Atacando		Coordine Extinguidor con Clase de Fuego indicado a la izquierda					
Clase de Fuego	TIPO DE EXTINGUIDOR						
	Espuma	CO <sub>2</sub>	Agua	Estanque bomba	Cartucho de Gas	Polvo Químico Multipropósito	Polvo Químico Ordinario
CLASE Combustibles Madera, Papel Textiles, Orgánicos	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO
CLASE Líquidos Inflamables Gasolina, Pinturas Aceites, etc.	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI
CLASE Equipo Eléctrico Motores, Circuitos Eléctricos, etc.	NO	SI	NO	NO	SI	SI	SI

## 6.5. Ubicación de extinguidores y mangueras

Los extinguidores para la protección general deben ser ubicados lo más cerca posible de las salidas de emergencia de los edificios. Sin embargo, donde existan riesgos específicos, los extinguidores apropiados deben ser ubicados cerca de estos riesgos, como por ejemplo extinguidores de CO<sub>2</sub> en asociación con unidades de recarga de baterías.



**Figura 6.6 : Extinguidores de incendio cerca de las salidas y de fácil acceso y operación**

Donde existan áreas no divididas extensas y se necesiten varios extinguidores, estos se deben colocar en puntos intermedios en las rutas de escape. Se deben colocar unidades a 30 metros una de la otra excluyendo cualquier extinguidor instalado para riesgos especiales.

Los extinguidores deben estar ubicados en posiciones claves y estar accesibles para su uso inmediato. Deben estar suspendidos en ganchos, de modo que el tope del extinguidor no esté a más de 1 metro del nivel del suelo. Se deben colocar avisos en las paredes para indicar claramente su posición.

Los extinguidores para protección general (de agua y/o polvo seco) deben estar distribuidos a través de las instalaciones en base a una unidad por cada 200 metros cuadrados, con un número no menor a dos unidades.

Los extinguidores llenos con agua deben tener una capacidad no menor a 9 litros (peso total 12-15 kg.) mientras que los de polvo seco no deben ser de menos de 10 kg. de capacidad (peso total 15-20 kg.). Estas unidades tendrán un tiempo de descarga de 60 y 20 segundos respectivamente.

Donde se instalen mangueras contra incendio, estas deben poder llegar a cualquier parte de las instalaciones.

## 6.6. Combate del fuego

En el caso de incendio, se deben efectuar las siguientes acciones en forma inmediata, y simultáneamente según el tipo de emergencia:

- a) Sonar la alarma y despejar el área de todo el personal excepto de los que participan en la emergencia;
- b) Llamar a las brigadas contra incendio especiales del cuerpo de bomberos;
- c) Tratar de extinguirlo, si es posible, y si no lo es, al menos limitarlo y prevenir que se extienda a otras instalaciones adyacentes hasta el arribo de bomberos, sin provocar el riesgo a las vidas humanas;
- d) Asegurarse que los encargados de las instalaciones sean avisados y estén pendientes de la llegada del cuerpo de bomberos;
- e) Considerar la posibilidad de evacuar las instalaciones y actuar de acuerdo a los riesgos envueltos;
- f) Avisar a los servicios médicos correspondientes;

Para combatir el incendio, se deben tomar las siguientes medidas:

- a) Trabajar con el viento a favor y no en contra.
- b) Trabajar lo más lejos posible de la fuente del fuego en caso de una posible explosión, y enfriar las instalaciones adyacentes con agua.

En incendios de gran tamaño, si no se puede contener el incendio y existe un serio riesgo de contaminación de los cursos de aguas, siempre que no exista posible daño a las personas u otras propiedades cercanas, la decisión de detener el combate del fuego puede causar un daño global menor. Si así se hace existe un menor riesgo de contaminación ambiental debido a aguas contaminadas y como no efectúa enfriamiento, la combustión de los productos tóxicos es más completa.

## **6.7. Protección ambiental y de la comunidad**

Cuando se produce un incendio en instalaciones que almacenan sustancias peligrosas, los principales riesgos ambientales se deben a las emanaciones de gases de combustión, flujos de aguas de incendio contaminadas y contaminación del suelo por agua contaminada o por residuos de la combustión. Cuando existe el riesgo de contaminación ambiental por humos pesados, gases tóxicos u otros productos, las autoridades de bomberos pueden decidir pedir a la población que se quede en sus casas con puertas y ventanas cerradas, o dependiendo de la situación o del posible riesgo de explosión pueden decidir la evacuación. Este tipo de decisiones deben discutirse previamente entre las autoridades locales y bomberos de acuerdo a los planes de emergencia existentes.

La posible inundación de los drenajes con las aguas contaminadas del combate del incendio, puede producir contaminación de aguas superficiales o subterráneas y daño al medio ambiente. Es esencial por lo tanto que en estos casos se retengan las aguas del incendio por medio de pretilos o se utilicen cantidades limitadas de agua. Par prevenir una mayor contaminación del suelo y aguas subterráneas, toda el área de incendio debe ser cuidadosamente limpiada.

## **6.8. Operaciones de limpieza**

Después de un incendio, se debe efectuar una limpieza total por personal experto para protección de las personas y para prevenir una mayor contaminación ambiental.

### **a) Acciones iniciales**

El área afectada debe ser aislada y protegida para que no entre ninguna persona no autorizada. Se deben colocar señales de advertencia y solo se permitirá personal de limpieza en el área. Se deben tomar precauciones para asegurar que no se muevan productos tóxicos fuera del área, y que el personal físicamente envuelto en la limpieza esté en conocimiento de los riesgos y toxicidad de los productos y que cuente con la ropa de protección adecuada. Si existe una probabilidad de contaminación del agua de combate del incendio el área debe cercarse con un sistema de retención o pretilos de sacos de arena o tierra.

### **b) Procedimientos de limpieza**

El objetivo inicial debe ser el de separar los restos del incendio en las siguientes categorías:

- a) Agua retenida del combate al incendio;
- b) Residuos o productos sólidos y líquidos;
- c) Restos de material contaminados;
- d) Objetos dañados y no dañados.

El segundo objetivo es la disposición segura de los restos del incendio, lo cual se debe efectuar por personal especializado, así como también el traslado del material no dañado. El agua retenida en el incendio debe ser analizada por una posible contaminación. Si está limpia, puede ser descargada en los drenajes, pero debe hacerse con la aprobación de las autoridades locales. Si está contaminada, debe descontaminarse, por medio de métodos adecuados y conforme a las indicaciones de las hojas de seguridad respectivas. Una forma de descontaminación puede ser por evaporación (climas cálidos) siempre que el contaminante no sea volátil, recolectando las borras obtenidas en contenedores especiales para ser tratados como residuos peligrosos.

Los residuos sólidos deben ser recolectados y puestos en contenedores herméticos, mientras que los productos líquidos deben ser absorbidos y recolectados y colocados en envases seguros y tratados como residuos peligrosos. Los productos químicos dañados deben ser decantados en contenedores especiales, etiquetados y tratados como material obsoleto, mientras que los productos químicos ni dañados deben ser re-localizados adecuadamente.

Siempre que sea posible, se debe utilizar equipamiento mecánico para manejar los restos del incendio y minimizar el contacto humano con los materiales contaminados. Se debe efectuar la notificación de las Autoridades respectivas, del plan de limpieza a efectuar,. En muchos casos la cooperación y ayuda de las autoridades es de muy útil, y deben estar completamente informadas. Se deben analizar todas las aguas superficiales o subterráneas posiblemente contaminadas así como también la contaminación aérea para determinar posibles productos tóxicos en el área afectada.

### **c) Descontaminación de instalaciones y equipos**

Los equipos, herramientas, e instalaciones deben ser descontaminadas con una solución al 5 % de soda cáustica o una solución al 10 % de carbonato de sodio, y lavadas profusamente hasta que queden limpias.

### **d) Protección personal**

Para la protección personal en las operaciones de limpieza, se deben tomar las siguientes precauciones:

- a) Entregar las ropas de protección limpias y el equipamiento adecuado;
- b) Cuando se abandone el área se debe lavar y utilizar duchas de lavado con abundante jabón y agua para remover todas las trazas de productos químicos tóxicos y cambiarse por ropas limpias;
- c) Lavar todas las ropas personales;
- d) Verificar todo posible síntoma de envenenamiento o intoxicación, ya que estos efectos pueden no aparecer inmediatamente.

## **6.9. Acciones de respuesta médica**

La respuesta a un accidente químico exige una coordinación multiinstitucional y además multidisciplinaria y la ausencia de esta coordinación puede repercutir muy negativamente o empeorar los efectos que se producen a causa del accidente. Los servicios de salud desempeñan un importante papel en la respuesta y en la mayoría de los países de la Región existen sistemas bien establecidos para actuar en caso de emergencias provocadas por desastres naturales, sin embargo, en muchos casos estos sistemas no están preparados adicionalmente para enfrentar de forma adecuada los accidentes que involucran materiales peligrosos.

El sector médico puede subdividirse en varias áreas de responsabilidad. Estas incluyen:

- Rescate y salvamento de pacientes.

- Clasificación de pacientes(Triage).

- Tratamiento y estabilización de pacientes.

- Transportación de pacientes y distribución a instituciones médicas.

- Recursos médicos.

### **Rescate y salvamento de pacientes**

En las actividades de rescate y salvamento, hay que tener en cuenta algunos aspectos relacionados con el foco de contaminación:

- Se denomina Foco de Contaminación Química al territorio que se encuentra bajo la influencia, los efectos destructivos y la contaminación que producen los factores que intervienen en los accidentes que involucran sustancias químicas peligrosas.

- Es muy difícil delimitar el territorio que incluye un foco de contaminación química, ya que en el mismo intervienen las características geográficas del terreno, condiciones meteorológicas (dirección y velocidad de los vientos predominantes), carácter de las edificaciones, tipo de población (urbana y rural), tipo y cantidad de sustancias químicas, propiedades tóxicas y concentraciones capaces de provocar alteraciones de la salud.

- En el FCQ es característico la masividad y simultaneidad en la aparición de las víctimas, así como también, las posibilidades de abarcar al mismo tiempo un amplio territorio.

Las vías de penetración de las sustancias tóxicas en el organismo: inhalatoria, digestiva, piel y mucosas.

La toxicidad de las sustancias que puede variar desde extremadamente elevada y producir intoxicaciones graves en dosis muy pequeñas y por tanto requerir de una rápida atención médica, a sustancias con baja toxicidad.

El tratamiento de pacientes no debe ser conducido en el área de contaminación. Si el rescate de un paciente de ésta área es necesaria, debe ser realizado por el grupo de operaciones de materiales peligrosos.

El riesgo de contaminación secundaria.

Para prevenir exposiciones innecesarias cualquier involucrado en el proceso de rescate debe ser considerado contaminado.

Como regla general el personal médico no debe estar involucrado en el control directo o manejo de liberaciones de materiales peligrosos.

### **Clasificación de pacientes(Triage)**

El triage es un proceso que consiste en la evaluación y clasificación de las condiciones de personas expuestas y la designación de prioridades para descontaminación, tratamiento y transporte a instituciones de salud.

Es un proceso continuo y debe realizarse a intervalos regulares, tomando en consideración que la condición de los pacientes puede variar drásticamente en los diferentes puntos de la cadena de tratamiento por ejemplo cuando recibe una terapia específica o en dependencia de la disponibilidad de recursos.

El objetivo principal del triage es proveer la mejor asistencia posible a un número grande de pacientes, con los recursos disponibles. Durante accidentes químicos a gran escala el número de pacientes supera las capacidades de atención inmediata del personal médico y donde hay buena disponibilidad de recursos (personal, materiales, medicamentos, transporte, etc) todos los afectados deben recibir cuidados óptimos, sin embargo en situaciones donde los recursos no son suficientes, puede ser necesario retardar la terapia de personas severamente dañadas brindando solamente tratamiento de soporte (en virtud de que va a requerir muchos recursos) y dirigir la atención principal a los mas levemente dañados y con mayor posibilidad de sobrevivir.

La clasificación de los dañados después de una exposición a químicos sigue los mismos principios que cualquier otro tipo de accidente. Las bases para la clasificación por sintomatología son las mismas que se utilizan usualmente. Sin embargo un grupo especial puede ser identificado como "grupo químico": son los expuestos a algunos tipos de sustancias cuya sintomatología no es inmediata, pudiéndose retardar hasta horas en que aparezca, como por ejemplo, la

exposición a gases irritantes como óxidos de nitrógeno o la exposición a productos químicos que se absorben a través de la piel.

Numerosos sistemas están disponibles para priorizar pacientes para tratamiento y transporte a un hospital. Los más usados son códigos de color y/o numéricos que categorizan el estado del paciente y la prioridad de tratamiento. Estos sistemas están basados en 5 niveles de prioridad:

**Prioridad I:** Paciente en estado crítico. Tratamiento y transporte inmediato son requeridos.

**Prioridad II:** Paciente con daños moderados y severos. Transporte de emergencia es requerido pero puede dilatarse hasta que hallan sido removidos los pacientes de prioridad I.

**Prioridad III:** Pacientes con daños ligeros o sin daños. No es necesario transporte de emergencia. La evaluación y el tratamiento en consultoría con el hospital es suficiente.

**Prioridad IV:** Pacientes no viables. No requieren transporte y solo tratamiento de soporte.

**Prioridad V:** Pacientes asintomáticos, pero que se espera el desarrollo de un cuadro clínico. Necesitan observación, probablemente tratamiento inmediato y transporte a facilidades médicas.

Una buena clasificación de los pacientes por prioridades es necesaria en una emergencia ya que una operación de transporte masivo solo dificultaría las actividades básicas del hospital interfiriendo con su objetivo primario que es la atención de pacientes severamente dañados.

Tratamiento

La zona de tratamiento debe estar localizada donde pacientes y personal médico estarán seguros de exposiciones tóxicas. El área debe también proveer buen acceso para los vehículos de transporte. En accidentes con gran número de pacientes el área de tratamiento debe subdividirse en zonas, correspondientes con los niveles de prioridad establecidos en el triage.

El examen inicial de un paciente contaminado químicamente debe determinar:

Cuáles de los daños están relacionados con sustancias tóxicas;

Qué partes del cuerpo han sido más severamente expuestas;

Ruta de entrada.

El tratamiento de un paciente intoxicado en un accidente sigue los mismos principios básicos del tratamiento de cualquier intoxicado aislado y va a depender del estado del paciente, del tipo de sustancia química, de la vía de entrada y de la disponibilidad de recursos. Los principios básicos del tratamiento de un intoxicado son:

### **Tratamiento no específico**

Puede definirse como el conjunto de medidas:

Para el mantenimiento de las funciones vitales: Incluye reanimación cardiorrespiratoria, tratamiento de las convulsiones, corrección de desbalances hidroelectrolíticos, etc.

Para eliminar la sustancia tóxica en la vía de entrada y disminuir la absorción, son los llamados procedimientos de descontaminación.

Para eliminar la sustancia tóxica absorbida, es la llamada terapia de eliminación activa.

### **Tratamiento específico**

Antidototerapia.

El paciente contaminado debe ser liberado de toda la ropa y esto debe ser realizado antes de entrar a la sección de tratamiento para evitar la contaminación innecesaria del personal médico. La simple remoción de la ropa del paciente reduce el potencial de contaminación del personal de rescate y personal hospitalario en un 85%. Toda la ropa debe ser adecuadamente empaquetada en bolsas de seguridad.

Si la condición de los pacientes indica peligro para la vida, las medidas de soporte cardíaco y soporte de traumas debe priorizarse a los procedimientos de reducción de la contaminación. Si la descontaminación no ha sido completada, estos procedimientos deben ser realizados con adecuado equipamiento de protección personal.

Un listado de equipamiento y antídotos mas frecuentemente utilizados en accidentes químicos aparece en los anexos. Una buena planificación que incluya el análisis de los accidentes más frecuentes que ocurren en un país determinado y los que pudieran ocurrir en base a inventarios de instalaciones peligrosas y sustancias químicas debe incluir la creación de botiquines antitóxicos con la inclusión de los antídotos necesarios.

### **Transportación**

La transportación de personal en un accidente químico constituye un verdadero riesgo tanto para el personal que transporta como para el equipamiento. Es por

esto que algunas medidas deben ser tomadas para disminuir al mínimo las consecuencias que esto puede traer. Por ejemplo el uso de ropa de protección personal.

Durante el transporte se debe brindar asistencia a las funciones vitales de los pacientes transportados y utilizar medidas apropiadas para este fin (oxígeno, fluidos parenterales, reanimación cardiovascular, etc.). En algunos casos se pueden utilizar antidotos durante el transporte como es atropina en caso de intoxicación por sustancias organofosforadas.

Los hospitales que van a recibir intoxicados deben ser previamente contactados, para que estén preparados y puedan establecer contactos con Centros de Información Toxicológica en caso de que existan para recibir información sobre asistencia médica especializada de acuerdo al tipo de tóxico.

El oficial de transportación es responsable por el volumen de pacientes y su distribución y transporte a áreas hospitalarias. Esto requiere coordinación con el comando médico, el oficial de tratamiento y las facilidades médicas receptoras. Los incidentes con materiales peligrosos pueden rápidamente saturar las capacidades de los locales de tratamiento médico; por consiguiente el oficial de transportación debe cuidadosamente monitorear el estado de facilidades médicas y sus capacidades para aceptar pacientes.

Dada la posibilidad de contaminación del transporte y el personal que realiza el traslado de los pacientes es necesario mantener una adecuada protección en esta actividad.

#### Recursos Médicos

Una de las actividades de mayor importancia en la planeación de la respuesta a un accidente químico es prever los recursos médicos que son necesarios para la atención de víctimas. En los anexos aparece un listado de antidotos, medicamentos y equipamiento requerido.

## Conclusiones

En la respuesta a un accidente químico, de la organización con que esta se realice depende totalmente el éxito de las acciones y la minimización de sus consecuencias. Es por esto que resulta de interés vital la fluidez de la comunicación entre el comando médico y el comando del incidente, así como la planificación de las acciones de respuesta médica.

A continuación se presentan dos tablas con los antidotos y material médico fundamental para el manejo de emergencias químicas.

<b>Antídoto</b>	<b>Principal Indicación</b>	<b>Otras Indicaciones Posibles</b>
Nitrito de Amilo <sup>*</sup>	Cianuro (A2)	
Atropina <sup>* #</sup>	Síndrome Colinérgico (A1)	
Gluconato de Calcio u otras Sales Solubles de Calcio	Ácido, Hidrofluorico, Fluoruros, Oxalatos (A1)	Antagonistas del Calcio (B3)
Diazepam <sup>*</sup>	Organofosforados (A2)	Cloroquina (A2)
Edetato Dicobaltico <sup>*</sup>	Cianuro (A1)	
Dimercaprol <sup>* #</sup>	Arsénico (B3)	Oro (C3), Mercurio Inorgánico (C3)
Hidroxocobalamina <sup>*</sup>	Cianuro (A1)	
Cloruro de Metiltioninio (Azul de Metileno) <sup>#</sup>	Metahemoglobinemia (A1)	
Obidoxima <sup>*</sup>	Insecticidas Organofosforados (B2)	
Oxígeno <sup>*</sup>	Cianuro, Monóxido de Carbono, Hidrógeno Sulfurado (A1)	
Oxígeno-Hiperbarico	Monóxido de Carbono (C2)	Cianuro, Hidrógeno Sulfurado, Tetracloruro de Carbono
Hexaciano ferrato/Férrico de Potasio (Azul de Prusia C177520) <sup>#</sup>	Talio (B2)	
Pralidoxima <sup>*</sup>	Insecticidas Organofosforados (B2)	

Nitrito de Sodio*#	Cianuro (A1)	
Tiosulfato de Sodio*#	Cianuro (A1)	Bromatos, Cloratos, Yodo
Succimero (DMSA)	Antimonio, Arsénico, Bismuto, Cadmio, Cobalto, Cobre, Oro, Plomo, Mercurio (orgánico e inorgánico) (B2)	Mercurio (elemental), Platino, Plata (C3)
Unithiol (DMPS) Dimercaptopropanosulfonato	Cobalto, Oro, Plomo, Mercurio (inorgánico), Nickel (C2)	Cadmio, Mercurio (orgánico) (C3)

**Tabla 6.2. Lista de antídotos**

# Listado en la Lista Modelo de Drogas Esenciales de la OMS (1992)

\* Evaluado o en proceso de evaluación por grupos de expertos

Disponible sólo en Francia.

Fuente: Curso Regional sobre Planificación, Prevención y Respuesta de los Accidentes Químicos en América Latina y el Caribe. México 1993.

<p><b>* Mantenimiento de la función respiratoria:</b></p> <p>Oxígeno Laringoscopios Catéteres oro y nasotraqueales Sistema de ventilación Bolsa de ventilación Equipo de traqueostomía Ventilador mecánico portátil</p>
<p><b>* Mantenimiento de la función cardio-circulatoria</b></p> <p>Monitor cardíaco Desfibrilador Electrocardiógrafo Marcapasos externo</p>
<p><b>* Tratamiento sintomático y específico:</b></p> <p>Fármacos Fluidos y electrolitos Antídotos seleccionados</p>
<p><b>* Descontaminación</b></p> <p>Equipo portátil de lavado Material de lavado ocular Material de lavado gástrico Soluciones para lavados</p>

**\* Otro material necesario:**

Recipientes para muestras químicas  
Material para muestras biológicas  
Catéteres  
Material de curación  
Bolsas de plástico  
Material de limpieza  
Equipos de protección personal

**Tabla 6.3 . Equipo médico básico necesario para el tratamiento de emergencia del paciente intoxicado**

Fuente: Curso Regional sobre Planificación, Prevención y Respuesta de los Accidentes Químicos en América Latina y el Caribe. México 1993.

## **CAPITULO VII : RESPUESTA DE EMERGENCIA EN EL TRANSPORTE DE MATERIALES PELIGROSOS**

### **7.1 Manejo de Emergencia en Transporte de Sustancias Peligrosas**

Los despachadores de materiales peligrosos y transportistas se supone que se han ejercitado en extremo en la preparación, manejo y transporte de materiales peligrosos, de tal forma de asegurar el cumplimiento de todas las regulaciones, y así asegurar su reputación, y de la mano de esto, controlar los probables riesgos de exposición a estas sustancias. Sin embargo, por mas que se tomen las precauciones pertinentes y se adopten estrictas regulaciones, cuando se trata de transportar materiales peligrosos siempre existe el riesgo inherente de que ocurra un accidente, hecho ante el cual se necesita de una respuesta inmediata. Estos riesgos incluyen daños a los contenedores causados por incidentes en el manejo, en los procesos de carga y descarga, o debido a la colisión o movimiento abrupto del vehículo de transporte. Afortunadamente, los modernos vehículos y sistemas de transporte como los materiales de los envases usados para las sustancias peligrosas son diseñados, construidos y regulados para minimizar estos hechos y para proteger la carga de daño alguno. Un profesional del transporte debe adoptar importantes reglas para el traslado seguro de la carga. Por ejemplo, debe abstenerse de realizar partidas y paradas súbitas, conducir a altas velocidades ni tener una conducción con movimientos erráticos que causen una innecesaria inestabilidad de la carga. Siempre debe utilizar las herramientas adecuadas en el manejo de los envases y controlar cualquier pérdida o goteo de los envases tales como cilindros o tambores y siempre asegurar y bloquear bien la carga. Todas estas medidas han nacido de la experiencia y la enseñanza de manejo de estos productos.

Sin embargo, en limitados casos, ocurren daños en la carga transportada fallando el envase que los contiene, dando como resultado derrames o fugas del contenido. Cuando esto ocurre, es el conductor la primera persona en la escena del accidente y su actuación puede ser determinante en la protección de la vida humana, la propiedad y el medio ambiente. Una instrucción adecuada con el equipo apropiado puede ser la principal diferencia entre un incidente menor y una

catástrofe. En algunos casos, el tipo y la cantidad de material involucrada en el derrame puede requerir una inmediata notificación para sumar la asistencia de profesionales y así proporcionar una adecuada respuesta. Para un control de la renovación del ambiente, de la protección de la seguridad y la salud de las personas, en ciertas fugas de materiales peligrosos transportados se requieren de regulaciones específicas que promuevan una evaluación de los accidentes en dirección de un plan preventivo.

La principal responsabilidad en la escena de una posible fuga de un material peligroso es la protección de la vida del conductor y de las personas expuestas al peligro o daño a la salud. Cualquier respuesta indebida a la emergencia puede derivar en un riesgo innecesario y en consecuencias serias.

### **Información de Respuesta de Emergencia**

En el Decreto 298 y otras Normas chilenas, se describen requerimientos que proporcionan y mantienen una información de respuesta de emergencia durante todas las fases del transporte, incluyendo la carga, traslado, almacenamiento, o cualquier otro manejo de tales materiales, y aplicarlas a todas las personas con tales obligaciones, incluyendo a los conductores. La información requerida debe estar inmediatamente disponible para usarla en cualquier momento, y debe estar disponible en una agencia gubernamental representativa que responda a la escena de un accidente o incidente o que conduzca una investigación (Cuerpo de Bomberos, Carabineros de Chile, Asistencia Pública, etc.). Los conductores deben asegurarse que las hojas de despacho proporcionadas tengan información referida a las sustancias transportadas además de una hoja respuesta de emergencia, o en documentos anexos, priorizando la aceptación de materiales peligrosos en consignación. Los conductores sujetos a inspección por parte de la autoridad, o en la escena de un accidente, serán los responsables de dar toda la información disponible inmediatamente.

Muchas guías de despacho y las hojas de seguridad de materiales peligrosos, las cuales acompañan estos envíos, deben contener suficiente información para proporcionar una mitigación más efectiva de un accidente y debe contener como mínimo la siguiente información:

- requiere de una descripción de partida

- inmediato peligro a la salud
- riesgo de fuego o explosión
- precauciones inmediatas en caso de accidente o incidente
- métodos inmediatos para manejo de incendios
- contención inicial del derrame o fuga
- primeras medidas de auxilio

La información debe ser proporcionada:

- en una hoja de despacho
- en una Hoja de Datos de Seguridad del Material (siglas en inglés, MSDS) la cual incluye la descripción básica requerida por el Ministerio de Transporte , o
- en conjunto con la hoja de despacho requerida, se debe proporcionar una guía de respuesta de emergencia (en inglés, ERG) o las páginas con las propiedades de tal guía tomadas como referencia del DOT de EE.UU.

Para mayores detalles con respecto a la información que debe contener una Hoja de Seguridad (MSDS) y la guía de despacho, consultar las “Recomendaciones relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas” de las Naciones Unidas, 8a de 1984, o la norma respectiva del INN en Chile.

La información de respuesta de emergencia debe ser mantenida por el conductor en la cabina, así como también la guía de despacho, y ambas deben estar accesibles inmediatamente.

Toda esta información es la mínima que debe enviar el despachador cuando ofrece materiales peligrosos para el transporte. Estos documentos podrían ser la primera fuente de información considerada por el conductor que empaqueta o transporta en vehículo un material peligroso que ha sido dañado ocurriendo una fuga de este material. En el caso de una emergencia en el transporte, el conductor debiera chequear la entrada del o los materiales involucrados, para determinar el número de teléfono de respuesta de emergencia del o los despachadores, en caso de una inmediata llamada en caso de ser necesario para determinar los contenidos o peligros o más detalles descriptivos de la carga en el envío. Los papeles de envío deben estar escritos para cada material peligroso, incluyendo el nombre del propietario del envío, en caso que sea necesario llamarlo inmediatamente para conocer más detalles del contenido, peligros y descripción de la carga enviada. La descripción de los papeles de envío para cada material

peligroso, incluyendo el nombre del propietario del envío, clase(s) de peligro subsidiario y la división(s), número de identificación, y la cantidad, la cual puede estar escapando o se ha escapado. Con toda esta información y los documentos de Información de Respuesta de Emergencia establecer las acciones a seguir.

Sería apropiado examinar el documento de respuesta de emergencia para determinar los peligros y hacer evaluaciones de la respuesta inicial, si la hay, la cual podría intentar razonablemente el conductor. Por lo tanto estos documentos podrían estar disponibles para los que responden a la emergencia cuando ellos llegan a la escena. La información de respuesta de emergencia requiere ser proporcionada por el que despacha, suministrándosela al que responde con las recomendaciones de acción, incluyendo métodos contra incendio, síntomas de exposición y tratamiento médico, datos de reactividad, consideraciones de posibles evacuaciones, etc. Estos documentos pueden incluir una Hoja de Seguridad (**MSDS**), una Guía de Respuesta de Emergencia ( **Emergency Response Guidebook (ERG)**) o **Guía Naranja**, u otros papeles, los cuales proporcionan un complemento a las regulaciones.

### **Uso de la Guía de Respuesta de Emergencia**

Muchas empresas que despachan materiales peligrosos usan la Guía de Respuesta de Emergencia o Guía Naranja o una página de ella, para satisfacer los requerimientos en cuanto a proporcionar información de respuesta de emergencia. Los conductores debieran familiarizarse con la Guía de Respuesta de Emergencia con el propósito que en un tiempo breve actuar en una emergencia. La Guía de Respuesta de Emergencia esta pensada para ser usada como una guía en cuanto a las decisiones concernientes a los procedimientos propios del manejo de emergencias.

Las **páginas amarillas** en la parte frontal de la Guía contienen un listado secuencial de los Números de Identificación asignados a los materiales peligrosos (números de la UN o NA). Cada número I.D. es seguido por el número de guía recomendada y el nombre del material. Cuando el número de identificación de un material peligroso puede ser determinado mediante la revisión de los papeles de envío, marcas del envase, marcas del vehículo en las placas o carteles naranjas, u

otra fuente, entonces será útil identificarla por el nombre y obtener el Número de Guía.

Las **páginas azules** de la Guía contienen un listado alfabético de muchos químicos. Si es útil determinar el nombre del material de los papeles de envío, marcas del envase, u otra fuente, se mira de arriba en el listado alfabético en las páginas azules y determinar el Número de Guía recomendado y el número de identificación.

Las páginas de la **Guía** que se distinguen por un *borde naranja* y que están numeradas con los Números de Guía. Después de determinado el Número de Guía recomendado por las páginas amarillas o azules, hojear hasta las páginas de borde naranja en el cual se despliega el número correspondiente. La página del Número de **Guía** apropiado proporcionará información de los peligros potenciales, acciones de emergencia , contra incendio, y primeros auxilios. Estos materiales listados destacados con un asterisco seguido del nombre del embarque son también incluidos en una tabla de aislación y distancia de evacuación al final de la Guía.

Los conductores están prevenidos de que la información en la **Guía** es una guía general y se debiera usar en lugar de que no se dispongan de mayores datos técnicos. La **Guía** sólo debiera ser usado como una información inicial para asistir hasta que llegue personal profesionalmente entrenado en la respuesta de emergencias.

En estados Unidos por ejemplo a **CHEMTREC** se le menciona a menudo como una fuente de información de respuesta de emergencia. CHEMTREC es una sigla que corresponde a *Chemical Transportation Emergency Center*, el cual es un servicio público de la Chemical Manufacturers Association (CMA) en Washington, D.C. CHEMTREC también se contrata para proporcionar un contacto telefónico de respuesta de emergencia, requerido para cualquier regulación. CHEMTREC esta funcionando las 24 horas del día, los siete días a la semana como una fuente de información técnica, aconsejando y asistiendo a profesionales en la identificación de los peligros materiales, sus propiedades, medidas de mitigación en la escena que involucra una emergencia química. El número CHEMTREC esta libre de la tarifa de llamada de larga distancia, y su número es el **800-424-9300**. También las empresas productoras de materiales peligrosos deben tener un número telefónico

que atiende las 24 horas del día, los siete días a la semana. En Chile no existe una entidad similar a Chemtrec, pero se puede utilizar los Cuerpos de Bomberos para obtener información

### **Respuesta a una Emergencia Actual**

Una respuesta pronta a una emergencia en el transporte de materiales peligrosos depende antes que nada del entrenamiento y de la inmediata disponibilidad de equipos. En ausencia de instrucción y equipo alguno esencial para el incidente específico, la inmediata respuesta puede ser simplemente **mantenerse alejado del peligro** y llamar a un supervisor y/o a una autoridad. Una persona que ha recibido un extenso entrenamiento y que ha sido provisto de equipo contra incendio de líquidos inflamables puede actualmente ser equipado y necesitar suficiente entrenamiento para responder a emergencias que involucran materiales radioactivos, explosivos, corrosivos o gases agudamente tóxicos. Agencias gubernamentales (ONEMI, por ejemplo) pueden también ejercer jurisdicción sobre conductores y puede también requerir de un nivel mínimo de entrenamiento para emplearlo en la tarea de respuesta de emergencia. Las regulaciones de estas pueden requerir personal con equipo de protección específico para el nivel de respuesta de emergencia el cual no va más allá de una prevención o contención inicial del derrame o incidente. **RECONOCER LAS LIMITACIONES! . NO INTENTAR RESPONDER A UN NIVEL MÁS ALLÁ DE SU CAPACIDAD! . SIEMPRE INSPECCIONAR LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN Y LOS PROPIOS NIVELES DE PROTECCIÓN POR LOS PELIGROS APLICABLES ANTES DE USAR EQUIPO DE RESPUESTA DE EMERGENCIA!**

### **Exigencias de los Informes de Emergencias**

Existen regulaciones que proporcionan una guía específica para el informe de accidentes e incidentes de materiales peligrosos. Las exigencias para el informe de las cantidades de material peligroso en el lugar del incidente ocurrido, aseguran ciertas facilidades, pues mientras el material peligroso se está transportando, incluyendo carga, descarga y de almacenamiento casual o cualquier medio de violación de la carga, están sujetas a las exigencias de informe del Decreto 298 del Ministerio de Transporte y telecomunicaciones . Del instante que los materiales

se transportan están bajo el control del transportista, y por tanto se le aplica este decreto.

### **Notificación Inmediata**

Las regulaciones requieren que lo más rápido posible, (lo cual significa dentro de lo razonablemente posible), el transportista **DEBE** notificar al organismo encargado. En Estados Unidos se debe notificar al US Department of Transportation al teléfono 1-800-424-8802 a cualquier hora durante el curso del accidente de transporte y en Chile a Carabineros y Bomberos en caso de que :

1. Como un resultado directo de los materiales peligrosos:
  - ◆ una persona murió o una persona está herida y requiere hospitalización; o
  - ◆ los daños a la propiedad exceden los US\$ 50000; o
  - ◆ una evacuación del público, una o más horas de duración en el lugar; o
  - ◆ una o más rutas o medios de transporte mayor están suspendidas por una o más horas;
  - ◆ o los planes de vuelo o la rutina del avión se cambió
2. Un envío de material radiactivo (Clase 7) está envuelto en un incendio, escape, derrame, o se sospecha contaminación; o
3. Una sustancia infecciosa (División 7.2) está envuelta en un incendio, fuga, derrame, o se sospecha contaminación; o
4. Ha ocurrido el escape de un Contaminante Marino de una cierta cantidad (400 kg. o 450lt); o
5. Una situación peligrosa continúa saliendo, y que no corresponda a alguno de los criterios aquí listados.

Cuando se reporta un accidente con materiales peligrosos, la información requerida debe ser lo más específica. Esta información debe incluir:

1. El nombre de la persona que llama.
2. El nombre y dirección de la empresa transportista involucrada.
3. El número telefónico donde el que reporta puede ser contactado.
4. Día, hora, y ubicación del accidente.
5. Algún herido(s).

7. El nombre del envío, clase de peligro, y la cantidad de material(es) involucrada.
8. Tipo de incidente, en el que están envuelto los materiales peligrosos y si hay un constante peligro a la vida.

## **7.2 Fuga y Contención de Derrames Líquidos de Materiales Peligrosos**

Contener el derrame de un material peligroso reduce los daños al ambiente, facilita las operaciones de limpieza, y previene o minimiza la dispersión en los cursos de agua. Cuando se idea una estrategia de contención, se deben considerar los movimientos vertical y horizontal del derrame. Suelen presentarse problemas de limpieza como resultado de no considerar los movimientos laterales del derrame contenido pero donde se pasó por alto su filtración vertical.

Hay muchas técnicas y herramientas para la contención, pero las acciones más efectivas serán determinadas por las características de la sustancia química, el volumen derramado, y parámetros específicos del sitio tales como las condiciones climáticas y la proximidad de cursos de agua. Es útil familiarizarse con algunas estrategias y equipos de contención y entonces adaptarlas a las condiciones del sitio y del químico derramado.

### **a). Contención en Tierra**

Los derrames que ocurren en tierra son, en muchos casos, más simples de contener que en el agua. Donde posiblemente, un derrame se podría aislar enteramente de un curso de agua o drenar el área, mientras que en el agua aumentan las dificultades de limpieza y contención.

En algunos casos, la maquinaria pesada se puede necesitar para crear diques o tranques o traer consigo materiales adicionales. La primera consideración podría estar dada a lo que es la seguridad de los operarios quienes podrían tener que trabajar muy próximos al derrame. De aquí que sería necesario proporcionar ropa de protección y equipo de respiración para realizar cualquier procedimiento de descontaminación necesario.

**Tabla 7.1 Métodos de contención. Derrames en tierra.**

Técnica	Consideraciones
<b>Diques de tierra</b>	<p>a. Método- levantar una barrera de tierra o rápidamente improvisar el material disponible y empacar con maquinaria pesada.</p> <p>b. Equipamiento, Materiales, Personal- retroexcavadoras y palas o bien equipo pesado, dependiendo del tamaño del derrame; también pueden ser útiles sacos de arena y expertos operadores de maquinaria pesada.</p> <p>c. Recomendaciones para su uso- desviar el derrame en excavación lo más lejos de alcantarillas, entradas de hombre, cursos de agua; aislar y confinar el derrame.</p> <p>d. Limitaciones- el suelo puede absorber parte del material derramado; algunos suelos no son apropiados; el equipo pesado puede no estar disponible inmediatamente.</p> <p>e. Volumen Derramado- cualquiera sea el tamaño.</p> <p>f. Impacto en la Limpieza- puede incrementarse el volumen de material contaminado.</p>
<b>Excavación</b>	<p>a. Métodos- derrame confinado en depresión, concavidad, charca, acequia; si es posible, limitar el área contaminada y cubrir el producto contenido.</p> <p>b. Equipamiento, Materiales, Personal- retroexcavadoras y palas o bien equipo pesado en grandes derrames; plásticos, lonas, cubiertas de material vinílico; expertos operadores de maquinaria.</p> <p>c. Recomendaciones para su Uso- emplee las acequias de drenado disponible o depresiones para confinar el derrame, minimizando la extensión lateral; cubra para reducir las fugas de vapor, limite el área contaminada para minimizar la filtración por el suelo.</p> <p>d. Limitaciones- el terreno puede ser inaceptable para excavar; los líquidos pueden filtrarse por el suelo; grandes cantidades de material tendrían que ser movidas para hacer una excavación adecuada.</p> <p>e. Volumen Derramado- grandes derrames requieren de las más grandes áreas de retención, posiblemente más equipamiento y mayores tiempos de excavación, a menos que se disponga de depresiones naturales.</p> <p>f. Impacto en la Limpieza- puede incrementarse el material residual; debe redepósitoarse el material excavado.</p>
<b>Diques Comerciales</b>	<p>a. Método- confinar o desviar el material derramado materiales comerciales compatibles.</p> <p>b. Equipamiento, Materiales, Personal- arcilla de bentonita granular mezclada con agua espuma de poliuretano de contenedores presurizados; generación en conjunto de espuma portátil; no requiere de especialistas.</p> <p>c. Recomendaciones para su Uso- desviar los derrames de sistemas de drenaje, cursos de agua, derrames confinados de pequeño tamaño.</p> <p>d. Limitaciones- la espuma de poliuretano unida tiene limitaciones de almacenaje y baja temperatura, y no se adherirá a la superficie húmeda; el material arcilloso granular debe estar mezclado con agua, material seco; los productos comerciales no están disponibles.</p> <p>e. Volumen Derramado- para grandes derrames primeramente hay que desviar lo más alejado de las vertientes de aguas.</p>

## **b). Contención en Agua**

Los derrames que entran en los corrientes de agua pueden presentar algunas dificultades problemáticas a la hora de la contención. Esto es especialmente válido si se presentan movimientos rápidos del agua. El material derramado puede ser transportado muy rápidamente y esparcirse sobre una extensa área. Algunos materiales son más duros que el agua y desciende hasta formar una capa insoluble la cual se mueve a lo largo del fondo de la corriente o río. Otros materiales son solubles en agua y se mezclan completamente con el agua. Otros derrames de materiales son cualquiera de los dos insoluble o sólo moderadamente insoluble, de tal forma que flotan en la superficie del agua.

Las siguientes dos tablas describen algunas técnicas de contención para materiales derramados sobre el agua.

**Tabla 7.2 Métodos de contención. Derrames en agua.**

<b>Técnica</b>	<b>Consideraciones</b>
<b>Excavación</b>	<p>a. Método- excavación de tranques o depresiones y diques en el fondo del canal navegable más allá de los movimientos del producto derramado (figura 9, Apéndice 4), construcción de bermas o diques corriente abajo en un ángulo de excavación que permita recoger el producto y restringir los movimientos corriente abajo; la recuperación debería comenzar inmediatamente.</p> <p>b. Equipamiento, Materiales, Personal- palas, retroexcavadoras, draga cavadoras dependiendo del tamaño y la profundidad del curso de agua y del volumen derramado; pueden ser útiles los sacos de arena como bermas; operadores expertos, y posiblemente incluir buzos.</p> <p>c. Recomendaciones para su Uso- el confinamiento de derrames pequeños más pesados que el agua, entorpecen los movimientos en canales navegables.</p> <p>d. Limitaciones- grande, los cuerpos de agua profunda lo hacen logísticamente difícil; las velocidades de flujo rápidas previenen el encierro; el equipo puede no estar disponible inmediatamente, los movimientos del derrame deben ser rastreados; los materiales del fondo pueden no ser adecuados para la excavación.</p> <p>e. Volumen Derramado- dependerá del área de excavación para el confinamiento.</p> <p>f. Impacto en la Limpieza- el material excavado puede haber sido redepositado; el material suspendido de la excavación aumenta la turbidez del agua.</p>
<b>Natural</b>	<p>a. Método- los naturales son barreras preexistentes o depresiones que contienen los derrames más pesados que el agua.</p> <p>b. Equipamiento, Materiales, Personal- ninguno</p> <p>c. Recomendaciones para su Uso- Reconocimiento de estos sitios importantes para el despliegue de estos aparatos.</p> <p>d. Limitaciones- no siempre en el área derramada</p> <p>e. Volumen Derramado- depende del tamaño de la depresión, de la efectividad de la barrera.</p> <p>f. Impacto en la Limpieza- ninguno.</p>

**Tabla 7.3 Métodos de contención. Derrames en el agua, materiales que son solubles.**

Técnicas	Consideraciones
<p><b>Obstrucción mediante barreras</b></p>	<p>a. Método- collar de flotación inflado con aire de material de plástico reforzado con fibra, cortina plástica de 25 pies, e inflable y con sello en el fondo y ancla o soporte para proporcionar una completa aislación en círculo del agua contaminada. Está repleto de agua hasta el fondo.(figura 10, Apénd. 4)</p> <p>b. Equipamiento, Materiales, Personal- empaque con barreras de obstrucción; compresor de aire, bomba de agua; 1 a 2 botes con motor; 5 hombres entrenados en el despliegue.</p> <p>c. Recomendaciones para su Uso- aguas tranquilas, menos de 25 pies de profundidad, el tiempo para el despliegue puede ser prolongado, afectando eso sí su utilidad.</p> <p>d. Limitaciones- disponibilidad limitada, dificultad para desplegarla en 0.75 millas por hora o mayores; 25 pies de profundidad máxima; despliegue en un tiempo prolongado, dificultad para obtener buenos sellados.</p> <p>e. Volumen Derramado- las secciones de las barreras pueden ser unidas cuando están a 200 pies de distancia y a 25 pies de profundidad.</p> <p>f. Impacto en la Limpieza- puede ser peligrosa para la navegación.</p>

<p><b>De Desviación</b></p>	<p>a. Método- aislación del agua contaminada, desviación de lo <b>no contaminado</b> (del "agua limpia") alrededor del área contaminada vía bombeo de <b>agua</b> o canales.(figura 11, Apénd. 4)</p> <p>b. Equipamiento, Materiales, Personal- un volumen alto de bombeo con un soporte capaz de controlar el flujo de agua; equipos de movimiento de tierra para cavar canales y desviar las aguas; operarios entrenados</p> <p>c. Recomendaciones para su Uso- pequeños cuerpos que fluyen en el agua y donde lo que esta contaminado puede ser identificado y aislado.</p> <p>d. Limitaciones- grandes cantidades de material pueden haber sido excavada; tan altos volúmenes de bombeo pueden no ser alcanzados; las velocidades de flujo rápidas pueden conducir a áreas extremadamente grandes de contaminación para ser aislada y tratada; las áreas contaminadas deben ser identificadas.</p> <p>e. Volumen Derramado- no hay límite.</p> <p>f. Impacto en la Limpieza- el material excavado puede haber sido redepositado; se pueden tratar grandes volúmenes de agua contaminada.</p>
<p><b>Contención</b></p>	<p>a. Método- sacos de arena, tierra, existiendo aparatos de control de enteros tales como esclusas, compuertas, para aislar cuerpos enteros del agua contaminada.</p> <p>b. Equipamiento, Materiales, Personal- equipo de movimiento de tierra; sacos de arena; operadores entrenados; ciudadanos u oficiales gubernamentales encargados del control de los aparatos existentes.</p> <p>c. Recomendaciones para su Uso- pueden ser usados en grandes cuerpos de agua, materiales que estén realmente disponibles, fáciles de construir.</p> <p>d. Limitaciones- los cuerpos de agua deben ser contenidos, al fluir en canales navegables hacen que sea una medida temporal o impracticable; el suelo es permeable al material.</p> <p>e. Volumen Derramado- no hay límite.</p> <p>f. Impacto en la Limpieza- se pueden tratar grandes volúmenes de agua contaminada.</p>

**Tabla 7.4 Métodos de contención. Derrames en el agua.  
Materiales que flotan.**

<b>Técnica</b>	<b>Consideraciones</b>
<b>Comercial</b>	<p>a. Método- colocación de una barrera flotando en una trayectoria de obstrucción del derrame para contener o desviar.</p> <p>b. Equipamiento, Materiales, Personal- cerca comercial, circular, obstrucción mediante barreras tipo inflables; líneas clasificadas, flotadores, anclas, puede o no puede requerir bote y motor para el desplazamiento; personal con algunos conocimientos en el manejo recomendado.</p> <p>c. Recomendaciones para su Uso- todo tipo de agua, condiciones del agua; variedades disponibles para corrientes rápidas, actúa con olas altas, las barreras de obstrucción inflables son mejores para olas altas, chequear al compatibilidad del elastómero con los materiales peligrosos.</p> <p>d. Limitaciones- puede impedir la navegación; puede no estar disponible lejos de los canales navegables mayores; contendrá desechos flotantes; las corrientes rápidas disminuyen la utilidad de la contención; las olas altas disminuyen la eficiencia.</p> <p>e. Volumen Derramado- no hay límite; los segmentos se pueden reunir.</p> <p>f. Impacto en la Limpieza- peligros de navegación</p>
<b>Neumáticos</b>	<p>a. Método- creación de turbulencia en el agua y la cresta de la ola se levanta barriendo las burbujas de aire para contener el derrame flotante. (figura 12, Apénd. 4)</p> <p>b. Equipamiento, Materiales, Personal- compresores grandes de aire, mangueras, tubos perforados; entrenamiento nada especial; equipamiento de los operarios; personal numeroso para hacer un despliegue inicial de varios tubos con un tamaño y longitud determinada.</p> <p>c. Recomendaciones para su Uso- aguas que estén quietas, de poca profundidad, con un estrato de contaminantes delgada y que no peligre la navegación.</p> <p>d. Limitaciones- requiere de compresores grandes, no es efectivo en corrientes mayores de 0.5 nudos.</p> <p>e. Volumen Derramado- mejora el trabajo si la capa de producto es delgada. (esto puede no ser una identificación del volumen derramado)</p> <p>f. Impacto en la Limpieza- no contendrá desechos contaminados flotando.</p>

Técnica	Consideraciones
<b>Drenaje</b>	<p>a. Método- usa una cañería o tubo a través de la barrera de tierra para controlar el flujo de agua pero mantener flotando el producto (figura 13, Apénd. 4); la tubería esta inclinada de tal forma que corriente arriba es más baja que corriente abajo y de esta manera elevar el nivel de agua y drenar sólo el agua de abajo.</p> <p>b. Equipamiento, Materiales, Personal- palas, retroexcavadoras, equipo para movimiento de tierra, tubos, una manguera de alta succión lo suficiente como para controlar el volumen de agua que fluye; 3 a 5 personas para grandes derrames; personal entrenado.</p> <p>c. Recomendaciones para su Uso- en diques, lagos, lagunas y corrientes quietas o de poco movimiento; el volumen de agua debe ser controlado a través del conducto.</p> <p>d. Limitaciones- los canales navegables que fluyen rápido limitan su utilidad; el suelo puede no ser adecuado para la excavación</p> <p>e. Volumen Derramado- derrames superiores a los 5000 galones hacen el impracticable este método.</p> <p>f. Impacto en la Limpieza- se puede incrementar la cantidad de desechos materiales.</p>
<b>Vertedero</b>	<p>a. Método- construcción de una barrera impermeable de separación del agua superficial y dividir la capa de material flotante en con un espesor de agua como para continuar el paso por debajo del vertedero. (figura 14, Apénd. 4)</p> <p>b. Equipamiento, Materiales, Personal- tabloncillos o maderos, postes, herramientas; el trabajo no requiere de expertos.</p> <p>c. Recomendaciones para su Uso- para cursos de agua de poco movimiento, pequeños y de poca profundidad.</p> <p>d. Limitaciones- el agua no debe ser muy profunda, ni rápido, ni agitado.</p> <p>e. Volumen Derramado- para volúmenes pequeños. (menores de 5000 galones)</p> <p>f. Impacto en la Limpieza- no contendrá desechos contaminados flotando.</p>
<b>Filtro</b>	<p>a. Método- se construye una barrera para contener y una valla para absorber los materiales peligrosos flotantes. (figura 15, Apénd. 4)</p> <p>b. Equipamiento, Materiales, Personal- postes, ropa de trabajo; material absorbente; personal calificado.</p> <p>c. Recomendaciones para su Uso- que sea pequeño, canal navegable con poco movimiento.</p> <p>d. Limitaciones- las velocidades de flujo rápidas limitan su empleo; el material absorbente puede llegar a saturarse y dejar fugas si no se reemplaza regularmente.</p> <p>e. Volumen Derramado- para pequeños derrames, menores de 5000 galones.</p> <p>f. Impacto en la Limpieza- se puede incrementar la cantidad de desechos materiales.</p>

Los materiales que flotan en el agua son normalmente más fáciles de detectar y monitorear y relativamente fáciles de contener. Muchas de las tecnologías para la contención han provenído de la limpieza en la industria de derrames de aceite, adaptándose apropiadamente para varios tipos de materiales peligrosos.

Para que cualquiera de las técnicas arriba mencionadas sean efectivas, se necesita un adecuado despliegue. Para materiales peligrosos flotantes, las pruebas y aplicaciones actuales han demostrado que las barreras de contención comerciales y otras barreras desplegadas en un ángulo de 90° (perpendicular al borde de la playa) contendrá los productos efectivamente sólo si la velocidad del agua no excede los 0.75 mph. A mayores velocidades los productos empiezan a pasar por debajo de la barrera perpendicular.

Una de las técnicas más efectivas en la reducción del arrastre y que permite que las barreras y obstrucciones sean eficientes en corrientes rápidas, es la que reduce el ángulo de despliegue, en algunos casos a menos de 90°. En una corriente de 2.0 mph las barreras están en una línea directa, en un ángulo de alrededor de 24° lo que permitirá que el producto se mantenga con poco arrastre. Cualquier receptáculo con la barrera de obstrucción crea un ángulo mayor en la dirección del flujo de agua y permite que el producto entre.

### **7.3 Características de las Espumas Empleadas en el Control de Derrames**

Las espumas contra incendio han sido usadas durante muchos años. Estas espumas son esencialmente una masa llena de burbujas de gas formada cuando una solución acuosa de un agente espumante es mecánicamente mezclada con aire. La espuma de burbujas sirve para transportar agua al fuego, pero de un modo controlado. Las burbujas de gas de llenado son menos densa que los líquidos inflamables y flotan en lo alto, liberando agua lentamente en un periodo de tiempo prolongado.

Hay numerosas formas por las cuales la espuma extingue el fuego. Los siguientes son algunos de los mecanismos primarios identificados:

1. supresión de vapores inflamables
2. separación de las llamas del fuego
3. generación de vapor el cual diluye el oxígeno disponible
4. enfriamiento del combustible y superficies circundantes; y
5. impedir que el aire se mezcle con los vapores.

Existen muchos tipos de espumas disponibles cada una con ciertas ventajas y desventajas para extinguir fuegos y suprimir vapores.

#### **Tipos de Espumas**

##### **Espuma de proteína**

Se hace de proteínas de animal hidrolizadas y agentes estabilizantes. Produce espumas viscosas densas las cuales son altamente estables y resistentes al calor. Las espumas de proteína se usan sólo en baja extensión y pueden estar sujetos a ataque bacteriano dando una limitada forma de vida.

##### **Espumas surfactantes**

Tienen agentes de superficie activa sintética de alta espuma y son capaces de extenderse desde 100-1000 a 1. Esta alta extensión permite una total inundación del espacio confinado y desplaza vapores humos, etc. Se pueden construir capas muy gruesas para suprimir grandes masas de vapores pero fuera de las puertas. En condiciones de exposición al viento limitan su efectividad.

### **Espuma acuosa en forma de película (A triple F, AFFF)**

Contiene hidrocarburos fluorados y surfactante, se aplica como espuma de baja extensión y su baja tensión superficial permite desarrollar una capa acuosa en lo más alto del combustible. La película acuosa se produce no obstante, sacrificando la resistencia al fuego por la parte posterior y la aptitud de enfriamiento.

### **Fluoroproteínas**

Es una mezcla de espuma de proteína fluorocarbono surfactante. Se ocupa en bajas extensiones. Esta mezcla permite que la espuma se esparza en el combustible, siendo inyectado al tanque o sumERGiéndolo en las llamas del combustible. Tiene una mayor resistencia al fuego por la parte posterior y un mejor sello que las espumas de proteínas.

### **Espumas tipo solvente polar**

Son resistentes a la destrucción por componentes polares solubles en agua, lo cual produce un rápido deterioro de otros tipos de espuma. Contiene un polímero soluble en agua el cual forma una membrana en contacto con componentes polares. Esta membrana flota en el combustible y sirve como una barrera para prevenir la destrucción de la espuma. Las espumas tipo solvente polar pueden contener una base Surfactante o AFFF o ambos y son aplicados en un modo de baja extensión. Sobre hidrocarburos se comportan como espuma convencional; así este tipo tiene la más grande diversidad, comparada con todas las otras.

Estos tipos de espumas han demostrado su efectividad en el control de incendios y fugas de vapor desde hidrocarburos volátiles por algún tiempo, pero su efectividad en el control de fugas de vapores desde otros materiales está aún siendo evaluada. Su habilidad para cubrir y liberar el agua lentamente tendría una aplicación muy útil.

El trabajo con espumas para controlar derrames ha proyectado ciertas formaciones que han sido desarrolladas y las cuales son compatibles con ciertas clases de materiales peligrosos tales como ácidos y bases. Para producir una espuma estable que cubra materiales como amoníaco anhídrido, cloro, ácido nítrico, y ácido clorhídrico anhídrido causando una reducción de la vaporización en ambiente aéreo y del calor solar. La reducción de la vaporización permite mayor tiempo para la evacuación y medidas de control establecidas.

Estas nuevas formulaciones de espumas no son de las típicamente usadas en servicios de incendio, pero pueden encontrar su lugar en la capacidad de respuesta en la industria, agencias de gobierno y terceras personas cuando su utilidad sea mejor conocida.

El uso de espumas contra incendio como un modo de mitigar la fuga de vapor de los derrames de materiales peligrosos se ha sugerido en un sin número de ocasiones. De hecho es una práctica común aplicar espumas contra incendio a derrames no incendiados de líquidos combustible o inflamables, como una forma de prevenir su ignición. La ignición se previene debido a la supresión de la fuga de vapor desde el líquido, presentando una acumulación insuficiente de vapor como para poder formar una mezcla inflamable. Debido a esto es lógico esperar que las espumas contra incendio o similares podrían tener el mismo efecto benéfico en los derrames de materiales que presenten peligros distintos de los de inflamabilidad.

Se han probado varios tipos de materiales peligrosos, y se ha encontrado que se requiere las espumas especiales para materiales peligrosos que son altamente ácidos o altamente alcalinos o que tengan puntos de ebullición bajo los 20 grados centígrados (ref. 8). Algunos materiales peligrosos que son altamente reactivos con el agua no se pueden cubrir exitosamente con espumas acuosas de ningún tipo.

Como ya se explicó anteriormente, las espumas contra incendio son útiles para mitigar los escapes de vapor de una amplia gama de productos químicos. Se han desarrollado, además, espumas especiales para usar en amoníaco y cloro, después de estudiar las espumas contra incendio convencionales y descubrir que tienen una mejor utilidad marginal en éstos químicos.

Los resultados de los laboratorios a menudo no se pueden extrapolar al campo mismo de la acción real frente a un escape. Esto complica la existencia de los encargados de controlar los derrames de materiales peligrosos. Por ello se ha sido muy afortunado en probar los resultados de alguna de estas espumas especiales en derrames de cloro, amoníaco, ácido nítrico y ácido hidrofúrico en incidentes reales.

### **Acción de las Espumas Especiales en Derrames de Cloro**

El cloro es un producto químico peligroso que a temperatura ambiente existe como gas. Su punto de ebullición a temperatura ambiente es de  $-34.5^{\circ}\text{C}$ , es 2.5 veces más denso que el aire, por lo tanto en un derrame tiende a dispersarse a nivel del suelo. Esta característica, adicionada a su toxicidad, lo convirtieron en una munición química, pues ataca los pulmones, las membranas mucosas y la piel disolviendo los fluidos del cuerpo en una hidrólisis, originando los ácido clorhídrico e hipoclorhídrico.

El cloro es enviado y almacenado como gas licuado en envases a presión. Muchas de los derrames de cloro han ocurrido por fallas en las conexiones de carga/descarga de estos envases. Las fisuras en el espacio de vapor de estos estanques son usualmente de menores consecuencias. Como la presión de los estanques es aliviada, el líquido sufre un rápido enfriamiento adiabático, reduciendo el flujo de gas. Este punto posibilita, en muchos casos, el remiendo del estanque.

Las fisuras bajo la superficie del líquido son mucho más serias, debido a que la presión en el interior del estanque arroja el contenido de líquido, bajando el nivel de líquido hasta el del orificio. La poza de cloro líquido resultante sirve como una fuente constante de vapor y de grandes nubes de vapor que probablemente serán fatales para todo el personal desprotegido.

Las investigaciones acerca de la acción de las espumas contra incendio han tenido resultados variados. Dow Chemical Co., ha recomendado por muchos años el uso de espumas contra incendio de Fluoroproteínas para suprimir los derrames de cloro. A esta conclusión llegaron luego de realizar varias pruebas, en las que compararon esta espuma con otra especial para cloro (CHF-784).

Las espumas comparadas fueron evaluadas mediante el Método "globo ocular". Las espumas de Fluoroproteínas definitivamente producen un declive de la velocidad del vapor que se escapa. Sin embargo, la cubierta de espuma desarrolló muchas chimeneas a través de las cuales el vapor se escapó.

Al aplicar la espuma CHF-784 a través de un boquerel convencional, se produjo una mayor reducción de los vapores que las Fluoroproteínas, incluso mejoraron estos resultados al utilizar un prototipo de boquerel especialmente diseñado para esta espuma.

La vida efectiva de las carpetas de espuma fue de entre 20 y 30 minutos, lo que sugiere la necesidad de realizar reaplicaciones de la misma.

### **Acción de las Espumas Especiales en derrames de Amoniaco**

El amoniaco anhidro también es un químico peligroso, el cual existe como gas a temperatura ambiente. Su punto normal de ebullición es de  $-33^{\circ}\text{C}$ . Tiene una densidad de  $3/5$  de la del aire, y puede formar falsas nubes bajas que no se dispersan a nivel del piso, como ocurre con el cloro. El amoniaco es extremadamente irritante en ojos y membranas mucosas. Se almacena como líquido en estanques atmosféricos refrigerados, y se suele despachar en estanques a presión como gas licuado.

Investigaciones realizadas en 1975 han demostrado la total inutilidad de las espumas contra incendio convencionales para controlar los derrames de amoniaco, mientras que otras espumas acuosas se pueden usar como extintoras de vapor.

De investigaciones y pruebas posteriores obtenidas en derrames en pequeña escala, pero posibles de extrapolar a grandes derrames, se determinó que el la espuma CHF-413 suprime las emanaciones de vapor desde los derrames de amoniaco anhídrido.

En general, las espumas acuosas se pueden utilizar para mitigar las emisiones de vapores desde los derrames de materiales peligrosos. En cuanto a las espumas convencionales contra incendio, pueden ser útiles en muchas sustancias químicas que existan como líquido a temperatura ambiente. Tanto los gases licuados, materiales ácidos o alcalinos y materiales reactivos al agua, requieren de espumas especiales, tales como: CHF-784 que es adecuada para el cloro y para algunos materiales ácidos; y la CHF-413 apropiada para amoniaco anhídrido y aminas.

#### 7.4 INFORMACION DE SEGURIDAD EN EL MANEJO DE UN ACCIDENTE CON SUSTANCIAS PELIGROSAS

- **APROXIMEMSE CAUTELOSAMENTE.** Resista el impulso de apurarse .Usted no puede ayudar a otros hasta que sepa con qué se enfrenta.
- **IDENTIFIQUE LOS RIESGOS.** Placas, etiquetas de envases, guías de despacho o personas con conocimientos que se encuentren en el lugar son fuentes valiosas de información. evalúelas todas y entonces consulte la Guía pertinente **antes** de arriesgarse o de arriesgar a otros. No se alarme si cuando obtenga asesoría especializada se le indica que debe variar algo de lo que la GUIA dice. Recuerde que las Guías propocionan sólo la información más importante para la respuesta **inicial** a un grupo o clase de materiales peligrosos. Mientras más exacta y específica sea la información de que se disponga, su respuesta frente al incidente será más apropiada.
- **ASEGURE EL LUGAR.** Sin entrar al área de peligro propiamente tal, haga todo lo que sea posible para aislar el área y asegurar que la gente y el contorno no estén expuesto a riesgos. Haga retirar y mantenga alejada a la gente de la escena y del perímetro. Deje espacio suficiente para mover y retirar su propio equipo en caso necesario.
- **OBTENGA AYUDA.** Pida a su Central de Alarmas que notifique a los organismos responsables y pida ayuda especializada en la forma que haya determinado previamente (en Chile, contáctese anticipadamente con la Academia Nacional de Bomberos para obtener instrucciones en este aspecto).
- **DECIDA SI SE PENETRA O NO AL LUGAR.** Cualquier esfuerzo que quiera efectuar para rescatar personas o proteger bienes, debe compararse con la posibilidad de que usted mismo se convierta en parte del problema. Sólo entre al área si dispone del equipo de protección adecuado, el que normalmente **no será el uniforme tradicional de Bombero**. Sobretudo, no toque ni pise el material derramado. Evite la inhalación de humos y vapores, aunque crea que no existen magteriales peligrosos (puede que los haya y Ud. no lo sepa). No presuma que los gases o vapores son inofensivos por la ausencia de olor.

**APROXIMEMSE AL INCIDENTE A FAVOR DEL VIENTO  
MANTENGASE ALEJADO DE TODOS LOS DERRAMES, VAPORES, GASES Y  
HUMO**

## COMO USAR ESTA GUIA EN UN INCIDENTE CON MATERIALES PELIGROSOS

### UNO

**IDENTIFIQUE EL MATERIAL UBICANDO CUALQUIERA DE LOS SIGUIENTES DATOS:**

- EL NUMERO DE IDENTIFICACION de 4 dígitos (Nº ID) en la PLACA o PANEL NARANJA,
- EL NUMERO DE IDENTIFICACION (Nº ID) de 4 dígitos que aparece después de la abreviatura UN o NA en las GUIAS DE DESPACHO o en el EMBALAJE.
- EL NOMBRE DEL MATERIAL en la GUIA DE DESPACHO, en la PLACA o en el EMBALAJE.

SI NO LOGRA UBICAR el NUMERO DE IDENTIFICACION (Nº ID) o el nombre del material, pase de inmediato a la NOTA que está en la página siguiente.

### DOS

**UBIQUE EL NUMERO DE 2 DIGITOS DE LA GUIA QUE CORRESPONDE AL MATERIAL utilizando:**

- El índice por Nº ID \_\_\_\_\_ Páginas AMARILLAS
- El índice ALFABETICO \_\_\_\_\_ Páginas AZULES
- ESTA LISTA PARA CUALQUIER EXPLOSIVO:

Explosivos A - Guía 46.  
Explosivos B - Guía 46.  
Explosivos C - Guía 50.  
Agentes detonantes - Guía 46.

SI NO UBICA UNA GUIA EN CUALQUIERA DE LOS INDICES ANTERIORES O EN LA LISTA PARA EXPLOSIVOS, Y USTED CREE QUE EL INCIDENTE INVOLUCRA MATERIALES PELIGROSOS, SOLICITE AYUDA ESPECIALIZADA DE INMEDIATO\* para que le indiquen la Guía que debe utilizarse para ese Nº ID o nombre del material.

### TRES

**CONSULTE LA GUIA (páginas BLANCAS con una franja naranja):**

LEA TODA LA GUIA CUIDADOSAMENTE ANTES DE ACTUAR; si tiene dudas, solicite ayuda especializada (\*).



El número de la Clase o División de Naciones Unidas (UN) puede aparecer en la parte de abajo de la placa o etiqueta, o en un documento de despacho después del nombre del producto.

**Uniforme de Bombero tradicional.** En Chile, el uniforme normalizado mínimo de Bomberos para combate de productos químicos, incluye casco, EQUIPO DE RESPIRACION AUTONOMO, casaca, pantalones, botas y guantes, todo lo cual debe cumplir rigurosas especificaciones técnicas. Dado que esto no corresponde a la realidad de otros países, la expresión “Uniforme de Bombero tradicional” que se ha utilizado en este texto se refiere sólo a casco, casaca, pantalones y botas, habiéndose indicado expresamente cuando corresponde usar EQUIPO DE RESPIRACION AUTONOMO u otros elementos. **ES MUY IMPORTANTE COMPRENDER** que los uniformes tradicionales y elementos tales como las toallas **NO PROPORCIONAN NINGUNA SEGURIDAD EN CASOS DE MATERIALES PELIGROSOS**, dado que no protegen contra gases y vapores que pueden incluso penetrar a través de la piel. Recuerde que existe el riesgo de serios daños para la salud e incluso muerte aún con muy breves exposiciones a ciertos gases o líquidos peligrosos.

**Equipo de respiración autónomo.** Es un aparato que proporciona un flujo de aire para permitir que quien lo usa pueda respirar en un ambiente en que falte el oxígeno. Si no es un equipo con PRESION POSITIVA (que se define a continuación), el flujo se produce sólo cuando la persona **aspira** (es decir, funcionan por DEMANDA). esto significa que los gases o vapores tóxicos del ambiente podrían penetrar por la mascarilla y mezclarse con el aire que viene del cilindro, con graves riesgos, lo que los hace inapropiados para incidentes con materiales peligrosos. Ud. deberá verificar, en consecuencia, si el equipo de que dispone es de DEMANDA o de PRESION POSITIVA. Los equipos de DEMANDA no deben utilizarse en incidentes con materiales peligrosos. recuerde además, que hay también riesgos por absorción **a través de la piel**.

**Equipos de respiración autónomos con PRESION POSITIVA.** Proveen una presión positiva constante dentro de la mascarilla, incluso si se respira profundamente durante trabajo pesado. Esto impide la entrada de gases o vapores del ambiente. Debe verificarse la calidad de los equipos y efectuarse siempre una cuidadosa mantención de ellos. Los equipos con un cartucho químico que neutralice las materias peligrosas o las máscaras contra gases **no sustituyen a los aparatos autónomos**. Los equipos respiratorios de demanda no son adecuados para el uso de Bomberos, especialmente con materiales peligrosos.

**Ropa de protección química.** Este equipo protegerá al usuario **sólo contra los riesgos específicos para los cuales fue diseñada**. En efecto puede ofrecer protección sólo para ciertas sustancias y ser en cambio fácilmente penetrada por otros productos para los cuales no fue diseñada. Tampoco debe suponerse que la ropa de protección química es resistente al fuego, a menos que así lo declare específicamente su fabricante. La ropa de protección química totalmente **encapsulada** puede usarse en derrames o filtraciones **sin fuego** que requieran evacuación de personas, pero puede ofrecer poca o ninguna protección térmica en caso de incendio.

**Aislar el área de riesgo y no permitir el ingreso.** Esto significa mantener a todos los que estén directamente relacionados con el control de la emergencia fuera del área aislada. No se debe permitir el ingreso de personal sin la protección adecuada.

Conduzca cualquier operación de rescate rápidamente y aproxímese a favor del viento. La tarea de “aislar” debe efectuarse en primer lugar, para así tener un adecuado control del lugar por si es necesario posteriormente evacuarlo.

**EVACUACION.** Esto significa hacer salir a **todas las personas** del área y edificios, comenzando por aquellos ubicados en los alrededores. Tan pronto como se disponga de ayuda adicional, se deberá ampliar el área evacuada en la dirección en que sople el viento, hasta alcanzar por lo menos la extensión recomendada en este texto. Debe entenderse que al desplazar las personas a las distancias recomendadas, ellas no quedan totalmente a cubierto de posibles daños, por lo cual no deben permitirse aglomeraciones a esas distancias. Envíelos a favor del viento a un lugar definido, a una distancia suficiente para que no sea necesario volver a desplazarlas si el viento cambia de dirección. Lea la Introducción a las **Tablas de Aislamiento y Evacuación** que figuran cerca del final de este texto para conocer mayores antecedentes sobre esta materia.

**Descontaminación del personal y equipo.** El personal debe ser descontaminado tan pronto como sea posible después del contacto.

Dado que los métodos para hacerlo pueden variar mucho de un producto a otro, contacte rápidamente ayuda especializada (si es posible, al despachador o fabricante del producto, y autoridades médicas) para determinar la forma más apropiada de hacerlo.

La ropa y el equipo contaminados deben ser removidos después de su uso y mantenidos en un área controlada (de acceso totalmente restringido) cerca del lugar del incidente hasta que los procedimientos de limpieza puedan ser evaluados por expertos. En algunos casos, la ropa o el equipo no pueden ser descontaminados y deberán ser desechados con la máxima prudencia y seguridad.

**Neblina de baja presión.** Corresponde a la expresión inglesa “water spray”. Se trata de neblinas producidas con bombas normales y pitones (boquillas o lanzas) especiales, lo que da lugar a la división del chorro en pequeñas gotas.

**Neblina de alta presión.** Corresponde a la expresión inglesa “fog”. Se obtiene mediante el uso de bombas de alta presión y/o pitones (boquillas o lanzas) de diseño especial, capaces de convertir el agua en una nube de partículas muy pequeñas (mucho más finas que en el caso de la neblina de baja presión).

## **INCENDIOS Y DERRAMES : EL USO DEL AGUA U OTROS AGENTES DE CONTROL**

El agua es el agente de extinción más abundante y frecuentemente empleado. Sin embargo, se debe ser muy cauto en la selección del método de extinción, ya que hay muchos factores que considerar en cada caso individual. El agua puede ser ineficaz en la extinción del fuego de algunos productos, pero esto depende en gran medida de la forma de aplicación. La espuma para alcoholes se recomienda para los materiales incluidos en la GUIA 26, y la espuma estándar, con base proteínica, fluoroproteínica o “AFFF” para los materiales señalados en la GUIA 27. Es imposible recomendar una espuma para líquidos inflamables que tengan un efecto adicional corrosivo o tóxico; sin embargo, las espumas para alcoholes pueden ser efectivas para muchos de estos productos.

También puede usarse CO<sub>2</sub>, agentes fluorocarbonados, halón u otros agentes que pueden tener diversas marcas o nombres según el fabricante. La decisión final debe quedar en manos de los especialistas de Bomberos, lo que dependerá a su vez de factores tales como la ubicación del incidente, los riesgos existentes, la magnitud y el tipo del incendio y el equipo y agentes de extinción disponibles.

El agua es usada también frecuentemente para lavar derrames y controlar escapes de vapor. Sin embargo, hay materiales incluidos en este texto que pueden reaccionar con el agua en forma violenta e incluso explosiva. En estos casos, se debe considerar la posibilidad de dejar que el fuego siga ardiendo o no atacar el derrame hasta obtener asesoría especializada. Las GUIAS advierten claramente cuando no usar el agua como elemento de control, tanto en pequeños como en grandes derrames o incendios, si se trata de materiales que reaccionan violentamente con el agua.

La asesoría especializada para ciertos materiales es necesaria por diversas razones:

1. El agua que penetre en contenedores rotos o con filtraciones puede causar explosiones.
2. El agua puede ser necesaria para enfriar contenedores situados en las cercanías para prevenir su ruptura (explosión) o la posterior propagación del incendio.
3. El agua puede ser efectiva para controlar una situación en que estén comprometidos algunos materiales que reaccionan con el agua, pero con la condición de que se aplique un caudal adecuado.
4. Los productos que se originen por la reacción con el agua pueden ser más tóxicos, corrosivos y en general, peores que los que se produzcan por el fuego sin la aplicación del agua.

Al concurrir a un incidente en que estén comprometidos materiales que reaccionan con el agua, se deben tomar en cuenta las condiciones existentes, tales como el viento, lluvia, nieve, la ubicación del lugar y el acceso al mismo, así como la disponibilidad de otros agentes para controlar el fuego o el derrame. Debido a la gran diversidad de situaciones posibles, la decisión de usar el agua debe ser adoptada con extremas precauciones, debiendo solicitarse asesoría especializada. Lo mejor sería obtener la decisión de una fuente que conozca muy bien el producto, como sería su fabricante o proveedor.

En su calidad de PRIMERA RESPUESTA en un incidente con materiales peligrosos, Ud. debe buscar y obtener información adicional y específica sobre dichos materiales tan pronto como pueda. Esta Guía no está destinada a ser usada durante la fase posterior de limpieza de materiales derramados, y tampoco para determinar si se ha cumplido con reglamentos, procedimientos o normas de cualquier tipo.

## **CONTROL DE VAPORES**

Ud. debe obtener la asesoría de un experto antes de usar agua en grandes derrames para reducir la concentración del vapor hasta que esta quede por debajo del rango de inflamabilidad.

Hay varias espumas especiales para ayudar en el control de los derrames y evitar el escape de vapores de líquidos derramados.

Es conveniente que los grupos que deban enfrentar estas emergencias realicen convenios con los encargados de las fábricas o bodegas de productos químicos de su área, para seleccionar y almacenar previamente una espuma adecuada. En la práctica, si solamente hay disponible agua y espumas estándar, será difícil para un equipo de emergencia conseguir oportunamente un agente espumogéno más efectivo para el control de vapores. En consecuencia, lo más probable es que se use agua en forma de neblina de baja o de alta presión para lavar derrames líquidos y despejar de vapores un área vital. En el caso particular de lugares cerrados, lo anterior no evita la ignición o reignición de muchos de los productos volátiles y altamente inflamables que figuran en este texto. Ud. debe tener asesoría experta, basada en la identificación exacta del producto por su nombre químico, antes de intentar el control de la emisión de vapores o de ignición mediante neblina o espuma.

## **RIESGOS POTENCIALES**

### **RIESGOS PARA LA SALUD**

El contacto puede causar quemaduras a la piel y a los ojos.

Puede ser nocivo si es inhalado.

Pueden producir gases irritantes o venenosos al contacto con el fuego.

Los derrames fuera de control o el agua usada en su dilución pueden contaminar.

### **INCENDIO O EXPLOSION**

Algunos de estos materiales pueden arder, pero ninguno de ellos lo hace fácilmente.

Gases inflamables y venenosos se pueden acumular en los estanques y carros tolva.

Algunos de estos materiales pueden encender combustibles (madera, papel, aceites, etc.).

### **ACCIONES DE EMERGENCIA**

Mantenga la gente innecesaria alejada: aisle el área de riesgo y no permita el ingreso.

Manténgase a favor del viento: aléjese de las áreas bajas.

El uso de equipo de respiración autónomo y el uniforme de bombero dará protección limitada.

Si hay contaminación de agua, notifique a las autoridades correspondientes.

## **INCENDIOS**

Algunos de estos materiales pueden reaccionar violentamente con el agua.

**INCENDIOS PEQUEÑOS:** Polvo Químico Seco (PQS), CO<sub>2</sub>, Halón, neblina de baja presión o espuma estándar.

**INCENDIOS GRANDES:** Se recomienda neblina de baja o de alta presión, o espuma estándar.

Retire los contenedores del área del incendio si puede hacerlo sin riesgo.

Enfríe con agua lanzada desde los lados a los contenedores que están expuestos a las llamas, durante un tiempo prolongado después del incendio. Manténgase alejado de los cabezales de los estanques.

## **DERRAMES O FILTRACIONES**

No toque el material derramado.

Detenga la filtración si puede hacerlo sin riesgo.

**DERRAMES PEQUEÑOS:** recójalos con arena u otro material absorbente e incombustible y póngalos en contenedores para su posterior eliminación.

**DERRAMES PEQUEÑOS SECOS:** Con una pala limpia deposite el material en un contenedor limpio y seco, y cúbralo. Luego sáquelo del área de derrame.

**DERRAMES GRANDES:** Ponga diques al derrame líquido para su posterior eliminación.

## **PRIMEROS AUXILIOS**

Saque a la víctima al aire fresco y pida ayuda médica.

Quite y aisle en el lugar la ropa y los zapatos contaminados.

En caso de contacto con el material, enjuague inmediatamente la piel o los ojos con agua corriente, por lo menos 15 minutos.

Mantenga quieta a la víctima y conserve la temperatura normal de su cuerpo.

## **INFORMACIÓN DE SEGURIDAD EN TRANSPORTE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS**

**Figura 7.1**

### **TARJETA INTERNACIONAL DE SEGURIDAD QUÍMICA**

<b>ÁCIDO SULFÚRICO</b>  CAS N° 7664-93-9 RTECS WS5680000 ICSC 0362 UN 1830 EC 016-029-00-8		<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>  PM = 98.1		<b>SÍMBOLOS DE PELIGROS</b>  CONSULTAR LEGISLACIÓN NACIONAL		<b>ICSC 8362</b>	
TIPO DE PELIGRO/EXPOSICIÓN	PELIGRO AGUDO/SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS/ COMBATE DEL FUEGO				
FUEGO	NO COMBUSTIBLE, MUCHAS REACCIONES PUEDEN PROVOCAR FUEGO O EXPLOSIÓN	NO PONER EN CONTACTO CON SUSTANCIAS INFLAMABLES	NO USAR AGUA				
EXPLOSIÓN	-	-	EN CASO DE INCENDIO CUIDAR ENVASES, ENFRIAR CON ESPUMA, PERO NO DIRECTAMENTE CON AGUA.				
EXPOSICIÓN	-	EVITAR TODO CONTACTO	EN CUALQUIER CASO CONSULTAR MÉDICO				
INHALACIÓN	DOLOR DE GARGANTA, TOS, RESPIRACIÓN DIFÍCIL	BUENA VENTILACIÓN O MASCARILLAS	AIRE FRESCO, RESPIRACIÓN ARTIFICIAL, SI ES NECESARIO DERIVAR A ATENCIÓN MÉDICA				
PIEL	DOLOR, QUEMADURAS GRAVES	ROPA PROTECTORA	QUITAR ROPA CONTAMINADA				
OJOS	DOLOR, QUEMADURAS GRAVES	LENTESE ROTECTORES	LAVAR CON ABUNDANTE AGUA POR VARIOS MINUTOS (QUITAR LENTES DE CONTACTO SI ES POSIBLE)				
INGESTIÓN	DOLOR AGUDO, VÓMITOS, SHOCK	NO COMER, TOMAR O FUMAR MIENTRAS SE TRABAJA	LIMPIAR BOCA, BEBER ABUNDANTE AGUA, NO INDUCIR VÓMITOS ATENCIÓN MÉDICA				

**Figura 7.2 Tarjeta TREMCARD o de Transporte de Sustancia Peligrosa**

**CARGO: CICLOHEXANO**

**CLASE 3ADR  
ITEM 3b**

◆ **Líquido Incoloro con Olor Perceptible**

- ◆ Inmiscible en Agua
- ◆ Más Ligero que el Agua

## **NATURALEZA DEL PELIGRO**

- ◆ Altamente Inflamable.
- ◆ Volátil.
- ◆ El Vapor es Inmiscible, es más pesado que el aire y se extiende a ras de suelo.
- ◆ Podría formar mezcla explosiva con el aire principalmente en envases sucios.
- ◆ El calentamiento podría causar un aumento de presión aumentando el riesgo de explosión.

## **PROTECCIÓN PERSONAL BÁSICA**

- ◆ Anteojos que den Protección Completa a los Ojos.
- ◆ Guantes de Plástico o de Caucho.
- ◆ Botella con Agua Limpia para Lavar los Ojos.

## **ACCIONES A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTE**

- ◆ Contactar a Bomberos.
- ◆ Detener los Equipos.

## **EN CASO DE INCENDIO**

- ◆ Guardar en Envases que Mantengan la Sustancia Fría (mediante rociadores con agua).
- ◆ Extinguir Preferentemente con Lluvia Química (espuma).
- ◆ No usar Agua.

## **PRIMEROS AUXILIOS**

- ◆ Si entra a los ojos, lavar con abundante agua durante algunos minutos
- ◆ Quitar la ropa mojada inmediatamente
- ◆ Buscar tratamiento médico cuando alguien tiene síntomas aparentemente debido a inhalación.

## **ORGANISMOS Y NORMAS DE TRANSPORTE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS**

### **1. ORGANISMOS NORMATIVOS INTERNACIONALES FUENTES:**

NU : NACIONES UNIDAS “ TRANSPORTE DE MERCANCIAS PELIGROSAS ”  
 IMDG : “ CODIGO MARITIMO INTERNACIONAL DE MERCANCIAS PELIGROSAS ”  
 DOT : DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES DE U.S.A. “ REGULACIONES PARA LOS MATERIALES PELIGROSOS ”

CFR : REGISTRO FEDERAL DE U.S.A  
 NFPA : ASOCIACIÓN NACIONAL DE PROTECCION AL FUEGO DE U.S.A

## 2. ALGUNAS NORMAS NACIONALES RELACIONADAS CON LAS SUSTANCIAS PELIGROSAS:

NCh 382 OF89 : TERMINOLOGIA Y CLASIFICACION  
 NCh 2120/1 A 9 OF89 : LISTADOS SEGUN CLASES  
 NCh 2190 OF93 : MARCAS PARA INFORMACION DE RIESGOS

## 3. DEFINICION DE SUSTANCIAS PELIGROSAS:

“Aquella que por su naturaleza, produce o puede producir daños momentáneos o permanentes a la Salud humana, animal o vegetal y a los elementos materiales tales como instalaciones, maquinarias, edificios, etc.”

## 4. SISTEMA DE INFORMACION DIVISIONAL RELACIONADO CON LAS SUSTANCIAS PELIGROSAS: MDOC

### Seguridad e Higiene Industrial : Sustancias Peligrosas

SALIR EXPRESO		AL MENU PRINCIPAL	
PF1	DESCRIPCION NFPA		(08/ 7/92)
PF2	SUSTANCIAS PELIGROSAS	ADHESIVOS	(08/ 7/92)
PF3	SUSTANCIAS PELIGROSAS	ADITIVOS	(08/ 7/92)
PF4	SUSTANCIAS PELIGROSAS	ANALISIS ACETATOS	(08/ 7/92)
PF5	SUSTANCIAS PELIGROSAS	ANALISIS ACIDOS	(08/ 7/92)
PF6	SUSTANCIAS PELIGROSAS	ANALISIS ALCOHOLES	(08/ 7/92)
PF7	SUSTANCIAS PELIGROSAS	ANALISIS AZUFRE	(08/ 7/92)
PF8	SUSTANCIAS PELIGROSAS	ANALISIS CARBONO	(08/ 7/92)
PF9	SUSTANCIAS PELIGROSAS	ANALISIS CIANUROS	(08/ 7/92)
PF10	SUSTANCIAS PELIGROSAS	ANALISIS CLOROS	(08/ 7/92)
PF11	SUSTANCIAS PELIGROSAS	ANALISIS HIDROXIDOS	(08/ 7/92)
PF12	.....Terminar.....		
PF13	SUSTANCIAS PELIGROSAS	ANALISIS NITRATOS	(08/ 7/92)
PF14	SUSTANCIAS PELIGROSAS	ANALISIS OXIDOS	(08/ 7/92)
PF15	SUSTANCIAS PELIGROSAS	ANALISIS VARIOS	(08/ 7/92)
PF16	SUSTANCIAS PELIGROSAS	ANALISIS YODOS	(08/ 7/92)
PF17	SUSTANCIAS PELIGROSAS	COMBUSTIBLES	(08/ 7/92)
PF18	SUSTANCIAS PELIGROSAS	DESINFECTANTES	(08/ 7/92)
PF19	SUSTANCIAS PELIGROSAS	EXPLOSIVAS	(08/ 7/92)

PF24= OTRAS PF O CURSOR+ENTER = SELECCIONAR, PF12= FIN PA2=SUB-MENU

PF1	SUSTANCIAS PELIGROSAS	LIMPIADORES	(08/ 7/92)
PF2	SUSTANCIAS PELIGROSAS	LUBRICANTES	(08/ 7/92)
PF3	SUSTANCIAS PELIGROSAS	MEDICIONES	(08/ 7/92)
PF4	SUSTANCIAS PELIGROSAS	OTRAS	(08/ 7/92)
PF5	SUSTANCIAS PELIGROSAS	PROCESOS	(08/ 7/92)
PF6	SUSTANCIAS PELIGROSAS	RELLENO	(08/ 7/92)
PF7	SUSTANCIAS PELIGROSAS	REVESTIMIENTOS	(08/ 7/92)

### Figura 7.3 SISTEMA DE CLASIFICACION DE NACIONES UNIDAS

El número correspondiente a la Clase o División de Naciones Unidas (UN) puede aparecer en la parte de abajo de las placas, en la descripción del material peligroso o en los documentos de despacho. En algunos casos, este número puede aparecer en reemplazo del nombre del tipo de riesgo en la descripción contenida en los documentos de despacho.

Los números de Clase y División tienen los siguientes significados:

<b>Clase 1:</b>	<b>Explosivos</b>
División 1.1	Explosivos con riesgo de explosión masiva
División 1.2	Explosivos con riesgo de proyección.
División 1.3	Explosivos con riesgo predominante de incendio
División 1.4	Explosivos sin riesgo significativo de proyección
División 1.5	Explosivos muy estables.
<b>Clase 2:</b>	<b>Gases</b>
División 2.1	Gases inflamables
División 2.2	Gases no inflamables
División 2.3	Gases venenosos
División 2.4	Gases corrosivos
<b>Clase 3:</b>	<b>Líquidos inflamables</b>
División 3.1	Punto de evaporación inferior a -18°C
División 3.2	Punto de evaporación entre -18°C y +23°C
División 3.3	Punto de evaporación entre +23°C y +61°C
<b>Clase 4:</b>	<b>Sólidos inflamables; materiales espontáneamente combustibles y materiales que son peligrosos al mojarse.</b>
División 4.1	Sólidos inflamables
División 4.2	Materiales espontáneamente combustibles
División 4.3	Materiales que son peligrosos al mojarse
<b>Clase 5:</b>	<b>Oxidantes y Peróxidos orgánicos</b>
División 5.1	Oxidantes
División 5.2	Peróxidos orgánicos
<b>Clase 6:</b>	<b>Materiales venenosos y etiológicos (infecciosos)</b>
División 6.1	Materiales venenosos
División 6.2	Materiales etiológicos (infecciosos)
<b>Clase 7:</b>	<b>Materiales radioactivos</b>
<b>Clase 8:</b>	<b>Corrosivos</b>
<b>Clase 9:</b>	<b>Materiales peligrosos misceláneos</b>

**Figura 7.4**

CLASES O DIVISIONES DE RIESGO; COLORES DE CAMPO, SIMBOLOS, LETRAS Y NUMEROS PARA ETIQUETAS Y ROTULOS.

TEXTO DE LEYENDAS Y NUMEROS INDICATIVOS DEL RIESGO, SEGUN NORMA CHILENA NCh 2190 OF93  
SUSTANCIAS PELIGROSAS - MARCAS PARA INFORMACION DE RIESGOS.

CLASE O DIVISION DE RIESGO PARA ROTULOS Y ETIQUETAS	NUMERO INDICATIVO	COLOR DEL CAMPO	COLOR DE SIMBOLO LETRAS Y NUMEROS	DISTINTIVO DE SEGURIDAD EN ANEXOS B.1 Y B.2
---	-------------------	-----------------	-----------------------------------	---

1.1 Explosivos	1.1	Anaranjado	Negro	D.1
1.2 Explosivos	1.2	Anaranjado	Negro	D.1
1-3 Explosivos	1.3	Anaranjado	Negro	D.1
1.4 Explosivos	1.4	Anaranjado	Negro	D.2
1.5 Agentes de Tronadura	1.5	Anaranjado	Negro	D.3
2.1 Gas comprimido inflamable	2	Rojo	Negro o Blanco	E.4
2.2 Gas comprimido no inflamable	2	Verde	Negro o Blanco	F.5
2.3 Gas comprimido venenoso	2	Blanco	Negro	G.6
3.1 Líquido Inflamable	3.1	Rojo	Negro o Blanco	H.7
3.2 Líquido Inflamable	3.2	Rojo	Negro o Blanco	H.7
3.3 Líquido Inflamable	3.3	Rojo	Negro o Blanco	H.7
3 Líquido Combustible	3	Rojo	Negro o Blanco	H.7A
4.1 Sólido Inflamable	4	Blanco (Franjas rojas)	Negro y Blanco	Y.8
4.2 Sólido combustión espontánea	4	Blanco-Rojo (Mitades)	Negro y Blanco	J.9
4.3 Sólido peligroso contacto agua	4	Azul	Blanco	K.10
5.1 Comburente	5.1	Amarillo	Negro	L.11
5.2 Peróxido orgánico	5.2	Amarillo	Negro	L.12
6.1 Veneno	6	Blanco	Negro	M.13
6.1 Nocivo. Estibar lejos alimentos	6	Blanco	Negro	
6.2 Sustancia infecciosa	6	Blanco	Negro	O.15
7 Sustancias Radiactivas	7	Amarillo y Blanco	Negro	Q.19
8 Sustancias Corrosivas	8	Blanco-Negro(Mitades)	Negro - Blanco	R.20
9 Sustancias Varias	9	Blanco(Franjas negras)	Negro	S.21

**Figura 7.5**  
**Incompatibilidades en transporte de materiales**

Clase IMDG de IMO	2	3	4	5	6	7	8	Ali
Gases	2	-	-	-	I	-	I	-
Líqu. Inflamable	3	-	-	-	I	-	I	I
Sól. Inflamable	4	-	-	-	I	-	I	I
Oxidantes	5	I	I	I	-	-	-	I
Venenos	6	-	-	-	-	-	-	-
Radioactivos	7	I	I	I	-	-	-	I
Corrosivos	8	-	I	I	I	-	I	-
Alimentos		-	-	-	-	I	-	I

I = Incompatible  
- = Compatible

**Figura 7.6**  
**Nómina de gases para uso médico y marcas de identificación del contenido<sup>1)</sup>.**

NOMBRE DEL GAS	NUMERO NU	FORMULA	COLOR	ROTULO PARA RIESGO <sup>2)</sup>
Ciclopropano	1027	$(CH_2)_3$	Naranja	A1
Dióxido de carbono	1013	$CO_2$	Gris	A2
Etileno	1962	$C_2H_4$	Violeta	A1
Helio	1046	$He$	Café	A2
Nitrógeno	1066	$N_2$	Negro	A2
Óxido nitroso	1070	$N_2O$	Azul	A2
Oxígeno	1072	$O_2$	Blanco	A2

1) Algunos ejemplos de mezclas de gases para uso médico son los siguientes:

- a) aire, NU 1002, sin fórmula, color negro con banda blanca, rótulo para riesgo A2;
- b) oxígeno con dióxido de carbono, NU 1956,  $O_2 + CO_2$ , color blanco con banda gris, rótulo A2; y
- c) helio con oxígeno, NU 1956,  $He + O_2$ , color café con banda blanca, rótulo A2.

**Figura 7.7**

**Nómina de gases comprimidos más usuales para uso industrial, con indicación de marcas que deben usarse para identificar los riesgos inherentes al contenido del cilindro.**

(En esta tabla se incluyen gases no incluidos en tabla 1 y que no tienen colores específicos para identificar el contenido del cilindro).

NOMBRE DEL GAS	NUMERO NU <sup>1)</sup>	FORMULA	ROTULOS PARA RIESGOS <sup>2)</sup>	COLORES PARA IDENTIFICAR RIESGOS <sup>6)</sup>		
				TERCIO SUPERIOR	TERCIO MEDIO	TERCIO INFERIOR
1 Amoníaco	1005	$NH_3$	A.3 - A.1	Violeta	Rojo	Negro
2 Bromuro de metilo	1062	$CH_3Br$	A.3	Violeta	Violeta	Negro
3 Butano (comercial) <sup>3)</sup>	1011	-4)	A.1	Rojo	Rojo	Negro
4 Cianuro de hidrógeno	1051	$HCN$	A.3 - A.1	Violeta	Rojo	Negro
5 Cloro	1017	$Cl_2$	A.3	Violeta	Violeta	Negro
6 Cloruro de etilo	1037	$C_2H_5Cl$	A.1 - A.3	Rojo	Violeta	Negro
7 Cloruro de hidrógeno	1050	$HCl$	A.2 - A.5	Anaranjado	Anaranjado	Negro
8 Coruro de metilo	1063	$CH_3Cl$	A.3 - A.1 - A.5	Violeta	Rojo	Negro
9 Cloruro de nitrosilo	1069	$NOCl$	A.1 - A.5	Violeta	Naranja	Negro
10 Cloruro de vinilo	1086	$C_2H_3Cl$	A.1	Rojo	Rojo	Negro
11 Diclorodifluorometano (Freón 12) <sup>5)</sup>	1028	$CCl_2F_2$	A.2	Verde	Verde	Negro
12 Dióxido de azufre	1079	$SO_2$	A.3	Violeta	Violeta	Negro
13 Etano	1035	$C_2H_6$	A.1	Rojo	Rojo	Negro
14 Flúor	1045	$F_2$	A.3 - A.4	Violeta	Amarillo	Negro
15 Fosgeno	1076	$COCl_2$	A.3 - A.5	Violeta	Naranja	Negro
16 Hexafluoruro de azufre	1080	$SF_6$	A.2	Verde	verde	Negro
17 Kriptón	1056	$Kr$	A.2	Verde	Verde	Negro
18 Metano	1971	$CH_4$	A.1	Rojo	Rojo	Negro
19 Monoclorodifluorometano (Freón 22) <sup>5)</sup>	1018	$CHClF_2$	A.2	Verde	Verde	Negro
20 Monóxido de carbono	1016	$CO$	A.3 - A.1	Violeta	Rojo	Negro
21 Neón	1065	$Ne$	A.2	Verde	Verde	Negro
22 Óxido de etileno	1040	$C_2H_4O$	A.3 - A.1	Violeta	Rojo	Negro
23 Propano comercial <sup>3)</sup>	1978	- 4)	A.1	Rojo	Rojo	Negro
24 Propileno	1077	- 4)	A.1	Rojo	Rojo	Negro
25 Sulfuro de hidrógeno	1053	$H_2S$	A.3 - A.1	Violeta	Rojo	Negro
26 Trifluoruro de boro	1008	$BF_3$	A.3	Violeta	Violeta	Negro
27 Xenón	2036	$Xe$	A.2	Verde	Verde	Negro

1) Número de orden de Naciones Unidas, según NCh 2120/2

2) Las letras y números corresponden a la designación de los rótulos que aparecen en el anexo C.

3) Mezcla de hidrocarburos gaseosos, definida por NCh72.

4) En este caso no se indica fórmula.

5) Nombre comercial.

- 6) El color del tercio superior corresponde al riesgo más importante; el color del tercio medio (distinto del color del tercio superior) corresponde al riesgo de segunda importancia.

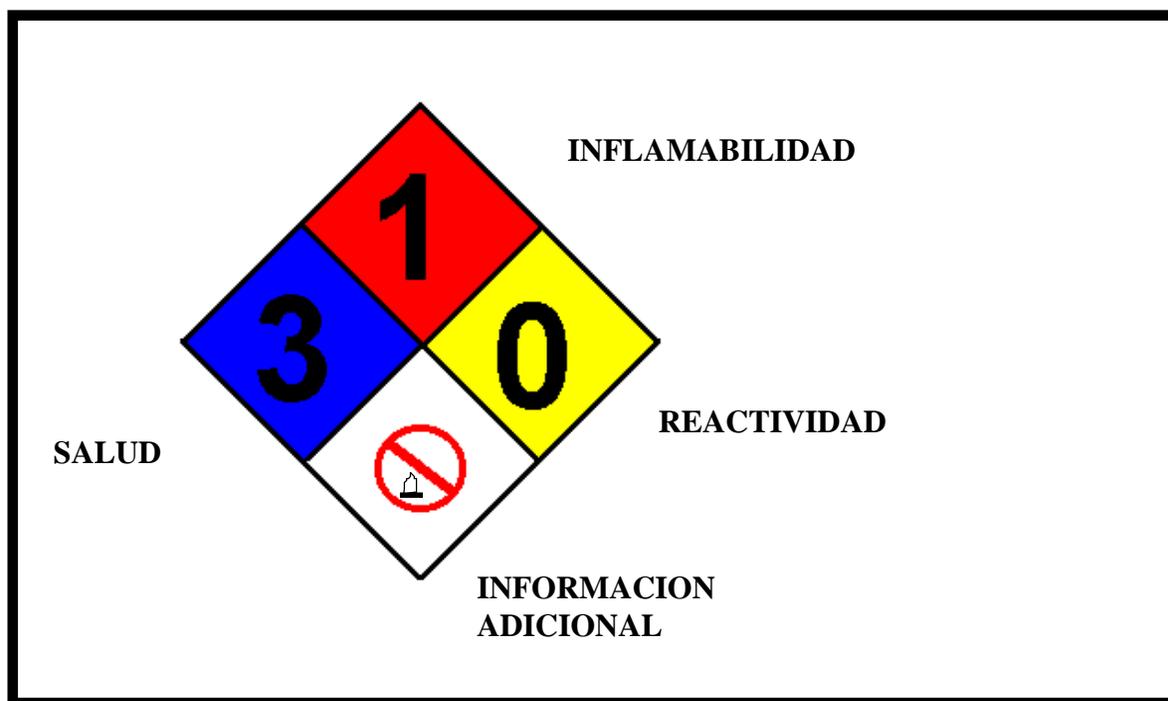
**Figura 7.8**  
**IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DE INCENDIO EN MATERIALES**  
**(SEGÚN NFPA)\***

**Alcance y campo de aplicación**

Esta norma se aplica a las instalaciones para la fabricación, almacenamiento o uso de materiales riesgosos. Los objetivos de esta norma son proveer una señal adecuada o alerta, e información en el lugar para salvaguardar las vidas del público y del personal de bomberos durante las emergencias por incendios.

Debe ser colocado en lugar más visible en accesos al lugar de almacenamiento. Si hay varios materiales, prevalece el material de mayor cantidad y más alto riesgo.

\* NFPA : National Fire Protection Agency , Agencia de Protección del Fuego



**SEÑAL**

La señal de riesgo de incendio en materiales tiene la forma cuadrada colocada en esta posición. A su vez está formada por cuatro cuadrados iguales. El de la izquierda señala el potencial riesgo para la **SALUD**. El cuadrado superior señala el grado de **INFLAMABILIDAD** y el de la derecha la **REACTIVIDAD** o **INESTABILIDAD** del material almacenado.

**NÚMEROS (Color blanco)**

Los números interiores de cada cuadrado corresponden al grado potencial de riesgo. se usa desde el N°4 que indica riesgo grave hasta 0 que indica que no hay riesgo especial.

**INFORMACION ADICIONAL**

Cuando sea necesario se recurre al cuadrado inferior (color blanco).

Se usará preferentemente cuando el material tenga una reactividad no usual con el agua.

En este caso se está usando la señal restrictiva que corresponde ( ).

También  
radioactivos

**Figura 7.9 .Clasificación Señal y Símbolos de Materiales Almacenados**

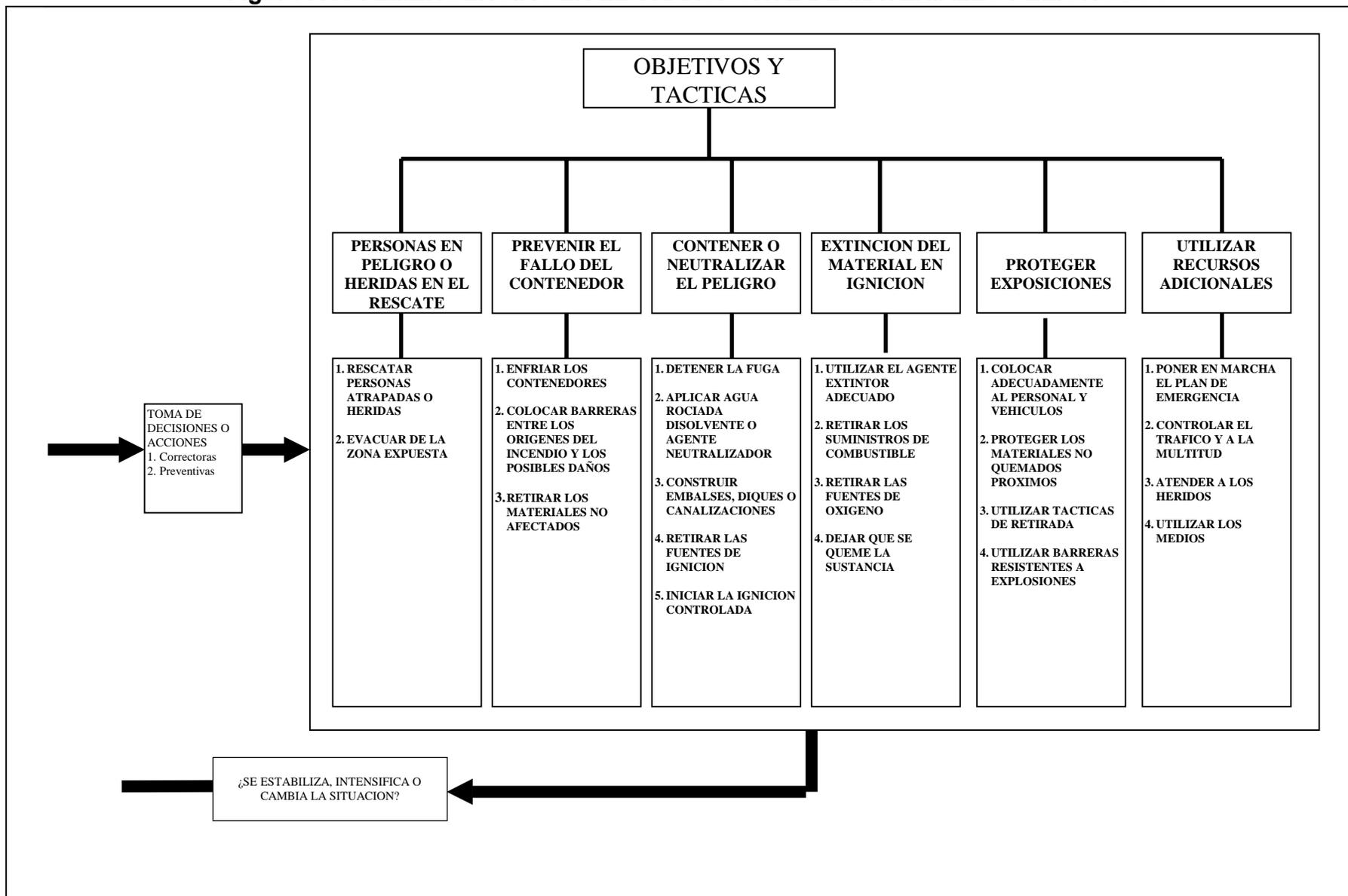
Color	TIPO		CODIGOS			GRADO POTENCIAL DE RIESGO
	Categ.	UBICACION Y SIGNIFICADO	Tipo		Riesgo	
<b>A Z U L</b>	<b>S A L U D</b>	<p><b>Salud</b></p>  <p>Lesión por contacto <b>INHALACION o INGESTION</b> con sust. tóxicas y corrosivas</p>	<b>MS</b>	<b>1 al 5</b>	<b>4</b>	Materiales que en exposiciones breves podrían causar la muerte (ej: gases tóxicos o corrosivos).
					<b>3</b>	En exposiciones breves causan grave lesión aún cuando se dé pronto tratamiento médico.
					<b>2</b>	Materiales que en exposiciones continuas pueden producir lesión temporal, a menos que se suministre atención médica inmediata.
					<b>1</b>	Produce irritación o lesión leve, aún sin tratamiento.
					<b>0</b>	No ofrecen riesgos mayores o especiales.
<b>R O J O</b>	<b>I N F L A M A B I L I D A D</b>	<p><b>Inflamabilidad</b></p>  <p>Grado de susceptibilidad de los materiales a quemarse</p>	<b>MI</b>	<b>1 al 5</b>	<b>4</b>	Material se vaporiza rápidamente bajo presión atmosférica y temperatura normal, que tengan punto de inflamación bajo 22.8°C (73°F) o sean explosivos al mezclarse con el aire.
					<b>3</b>	Líquidos y sólidos que pueden ser encendidos bajo cualquier condición de temperatura ambiental. Líquidos con punto ebullición bajo 22.8°C y ebullición sobre 37.8°C.
					<b>2</b>	Se encienden a temperatura ambiental alta. Líquidos con inflamación sobre 37.8°C y menos de 93°C sólido y semisólidos que liberan rápidamente vapores inflamables.
					<b>1</b>	Necesitan ser precalentados para que ocurra ignición a 816°C (1500°F) por 5 minutos o menos. Líquidos, sólidos o semisólidos con punto de inflamación sobre 93°.
					<b>0</b>	Materiales que no se queman en el aire al ser expuestos a 816°C por período de 5 minutos.
<b>A M A R I L L O</b>	<b>R E A C T I V I D A D</b>	<p><b>Reactividad</b></p>  <p>Violencia de reacción, descomposición o autorreacción y Liberación de energía.</p>	<b>MR</b>	<b>1 al 5</b>	<b>4</b>	Material de fácil detonación o reacción explosiva a temperatura normal. Material sensible a golpes mecánicos.
					<b>3</b>	Material explosivo que requiere fuente iniciadora fuerte o ser calentados bajo confinamiento. Reaccionan explosivamente con agua sin necesidad de calor o confinamiento.
					<b>2</b>	Material por si mismo inestable pero no explosivo (liberación de energía) forman mezclas potencialmente explosivas con el agua.
					<b>1</b>	Material por si mismo normalmente estable. Reaccionan a alta temperatura o presión (no son explosivos).
					<b>0</b>	Son estables aún a exposición al fuego y no reaccionan con el agua.

	Adi- cional		M A	Se usa señal y símbolo que sea necesario en tamaño y color según norma.
--	----------------	---	--------	---

**Figura 7.10**  
**EJEMPLO DE ALGUNOS MATERIALES ALMACENADOS EN AREAS DE LA**  
**MINERIA : CLASIFICACION SEGUN PELIGROSIDAD**

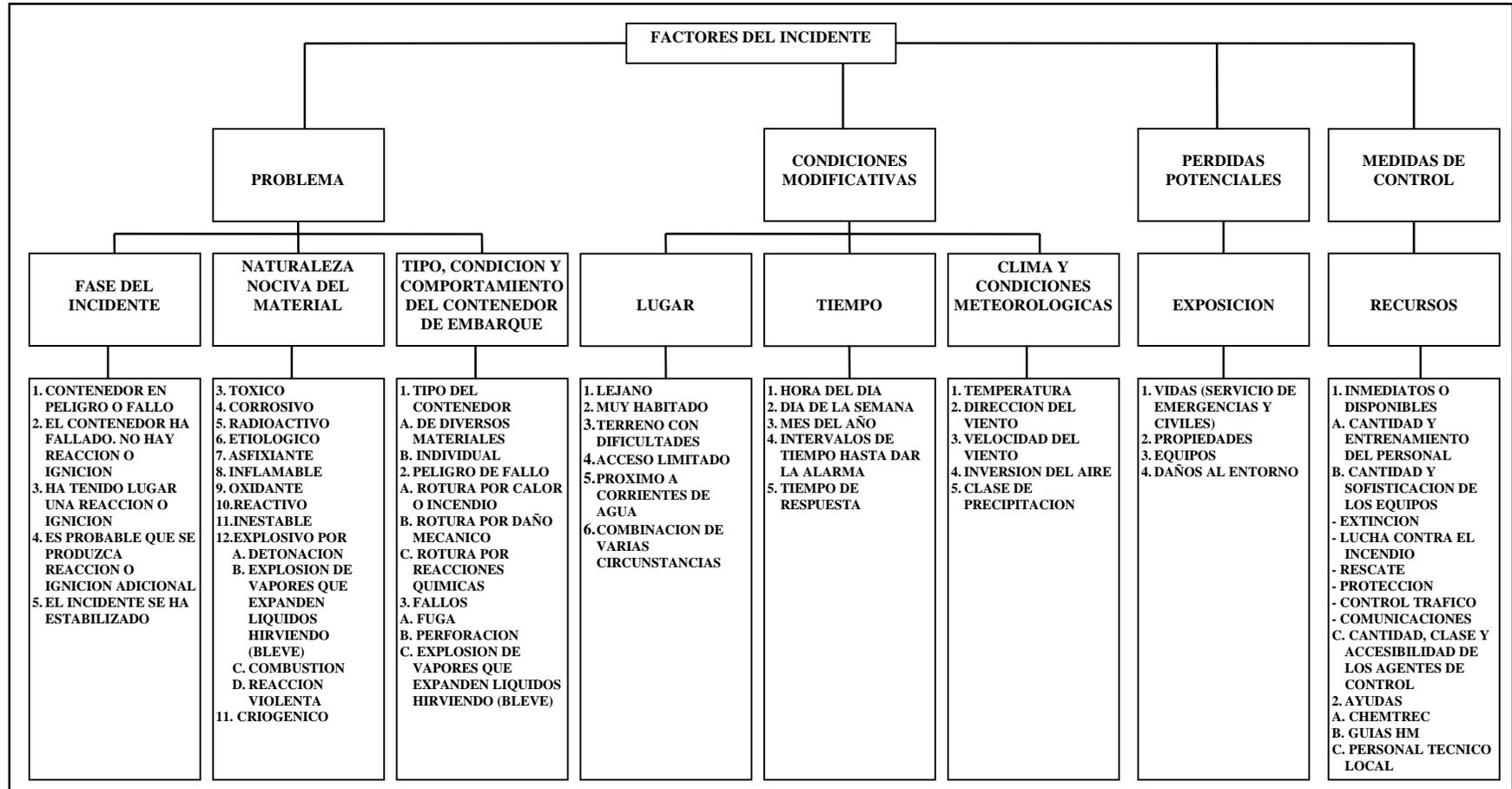
<b>MATERIAL</b>	<b>SALUD</b>	<b>FLAMABILIDAD</b>	<b>REACTIVIDAD</b>
SODA CAUSTICA	3	0	1
CAL VIVA	1	0	1
CIANURO DE SODIO	4	0	1
PENTASULFURO DE FOSFORO	3	1	2
ACIDO SULFURICO	3	0	1
REACTIVO LR 744	3	1	2
REACTIVO T 3010	2	4	1
GASOLINA	1	4	0
KEROSENE	1	3	0
SCAID 100	1	3	0
RELAVES	1	0	0
MINEREC "A"	2	4	1
DOW FROTH 1012	0	3	0
DOW FROTH 250	0	3	0
LIMPIADOR QUIMICO CON SOLVENTE	2	3	0
LIMPIADOR QUIMICO SIN SOLVENTE	1	0	0
ACEITES, GRASAS LUBRICANTES	0	1	0
GAS LICUADOS	3	4	1
PETROLEO	1	2	0
HIPOCLORITO DE SODIO	1	0	1

**Figura 7.11 . EMERGENCIAS EN EL TRANSPORTE DE MATERIALES PELIGROSOS**



**Figura 7.12**  
**MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS**

**RIESGOS DEL INCENDIO EN TRANSPORTES**



**Figura 7.13 Números de N.U. y de Guías de Sustancias Peligrosas**

<b>ID N°</b>	<b>Guía N°</b>	<b>Nombre del Material</b>	<b>ID N°</b>	<b>Guía N°</b>	<b>Nombre del Material</b>
1777	<b>39</b>	ACIDO FLUOSULFONICO	1790	<b>59</b>	ACIDO PARA ATAQUE QUIMICO, líquido
1778	<b>60</b>	ACIDO FLUOSILICICO	1790	<b>59</b>	FLUORURO DE HIDROGENO, SOLUCION DE
1778	<b>60</b>	ACIDO HIDROFLUOSILICICO	1791	<b>60</b>	HIPOCLORITO DE POTASIO, SOLUCION DE
1778	<b>60</b>	ACIDO HIDROSILICO FLUORICO	1791	<b>60</b>	HIPOCLORITO DE SODIO, SOLUCION DE
1778	<b>60</b>	ACIDO SILICO-FLUORICO	1791	<b>60</b>	HIPOCLORITO, en soluciones con más de un 5% de cloro disponible.
1779	<b>60</b>	ACIDO FORMICO	1792	<b>59</b>	MONOCLORURO DE YODO
1780	<b>60</b>	CLORURO DE FUMARILO	1793	<b>60</b>	FOSFATO ACIDO DE ISOPROPILO
1781	<b>60</b>	HEXADECIL TRICLOROSILANO	1794	<b>60</b>	SULFATO DE PLOMO, con más del 3% de ácido libre
1782	<b>59</b>	ACIDO HEXAFLUOFOSFORICO	1796	<b>73</b>	ACIDOS MEZCLADOS
1783	<b>60</b>	HEXAMETILENDIAMINA, en soluciones	1796	<b>73</b>	ACIDOS NITRANTES
1784	<b>29</b>	HEXIL TRICLOROSILANO	1798	<b>60</b>	ACIDO NITRO HIDROCLORICO
1786	<b>59</b>	ACIDO HIDROFLUORICO Y ACIDO SULFRICO, MEZCLAS DE	1798	<b>60</b>	ACIDO NITROMURIATICO
1786	<b>59</b>	ACIDO SULFURICO Y ACIDO FLUORIDRICO, MEZCLAS DE	1799	<b>60</b>	NONIL TRICLOROSILANO
1787	<b>60</b>	ACIDO HIDRIODICO	1800	<b>39</b>	OCTADECIL TRICLOROSILANO
1787	<b>60</b>	ACIDO YODHIDRICO, en soluciones	1801	<b>60</b>	OCTIL TRICLOROSILANO
1788	<b>60</b>	ACIDO BROMHIDRICO	1802	<b>45</b>	ACIDO PERCLORICO, con un máximo de 50% de ácido en peso
1788	<b>60</b>	BROMURO DE HIDROGENO, SOLUCION DE	1803	<b>60</b>	ACIDO FENOLSULFONICO, líquido
1789	<b>60</b>	ACIDO CLORHIDRICO, en soluciones	1804	<b>29</b>	FENIL TRICLOROSILANO
1789	<b>60</b>	CLORURO DE HIDROGENO, SOLUCION DE	1805	<b>60</b>	ACIDO FOSFORICO
1790	<b>59</b>	ACIDO FLUORHIDRICO	1806	<b>39</b>	PENTAFLUORURO DE FOSFORO

**Figura 7.14**  
**TABLA DE DISTANCIAS INICIALES DE AISLACION Y EVACUACION**

NOMBRE DEL MATERIAL QUE DERRAMA O FILTRA		AISLACION INICIAL PARA DERRAMES O FILTRACIONES DE un tambor o contenedor pequeño  (o de un derrame pequeño de tanque) AISLE en todas direcciones	EVACUACION INICIAL PARA UN GRAN DERRAME DE UN TANQUE  (o de muchos tambores o contenedores)		
			PRIMERO AISLE en todas direcciones	LUEGO EVACUE EN DIRECCION DEL VIENTO	
				Ancho	Largo
	Nº ID	metros	metros	metros	metros
ACETONA, CIANHIDRINA DE	1541	15	50	400	400
ACIDO CIANHIDRICO	1051	50	100	1500	2500
ACIDO CIANHIDRICO, anhidro, estabilizado	1051	50	100	1500	2500
ACIDO CLORHIDRICO (CLORURO DE HIDROGENO), líquido refrigerado (líquido criogénico)	2186	100	200	1500	2500
ACIDO CLORHIDRICO, anhidro	1050	100	200	1500	2500
ACIDO CLOROACETICO, líquido	1750	25	50	400	800
ACIDO HIDROCIANICO	1051	50	100	1500	2500
ACIDO HIDROFLUORICO, anhidro	1052	50	100	1500	2500
ACIDO MONOCLOROACETICO, líquido	1750	25	50	400	800
ACIDO NITRICO, fumante	2032	50	100	800	1500
ACIDO NITRICO, fumante rojo	2032	50	100	800	1500
ACIDO SULFHIDRICO	1053	50	100	1500	2500
ACIDO SULFURICO, fumante	1831	100	200	2500	5000+
ACRILONITRILO, estabilizado	1093	25	50	400	800

**Figura 7.15**  
**CLASIFICACION DE SUSTANCIAS PELIGROSAS**  
**NCh 382 OF 89 Y NCh 2120/1 AL 9**

SUSTANCIA	CLASE	Nº NU	DOT	MDOC
ACIDO SULFURICO	8 (CORROSIVO)	1830/1831/1832	39	
PETROLEO DIESEL	3 (LIQ. INFLAMABLE)	1268	27	
PETROLEO ENAP 6	3 (LIQ. INFLAMABLE)	1268	27	OK
GASOLINA	3.1 (LIQ. INFLAMABLE)	1203/1257	27	
CARBONCILLO	4.2 (SUST. RIESGO COMBUSTION ESPONTANEA)	1361	32	OK
GAS LICUADO	2.1 (GAS INFLAMABLE)	1953/1954	18/22	OK
OXIGENO COMPRIMIDO	2.2 (GAS NO INFLAMABLE)	1072	14	OK
PEROXIDO DE HIDROGENO	5.1 (SUST. COMBURENTE)	2014	45	OK
MINEREC	3.2 (LIQ. INFLAMABLE)			OK
PENTASULFURO DE FOSFORO	4.1 (SOLIDO INFLAMABLE)	1340	41	OK
CLORURO DE BARIO	6.1 (SUST. VENENOSA)	1564	55	OK
CIANURO DE SODIO	6.1 (SUST. VENENOSA)	1689	55	OK
PENTOXIDO DE VANADIO	6.1 (SUST. VENENOSA)	2862	55	
BIFLUORURO DE SODIO	8 (SUST. CORROSIVA)	1740	60	
METILISOBUTILCARBINOL	3.3 8LIQ. INFLAMABLE)	2053	26	
ACIDO NITRICO	8 (SUST. CORROSIVA)	2031	44	OK
HIDROXIDO DE SODIO	8 (SUST. CORROSIVA)	1823	60	OK
SULFHIDRATO DE SODIO	4.2 (SUST. CON RIESGO DE COMBUSTION ESPONTANEA)	2318	74	
PESOMETROS NUCLEARES	7 (SUST. RADIATIVAS)	2911	60	
DENSIMETROS NUCLEARES	7 (SUST. RADIATIVAS)	2911	54	
RODENTICIDAS (RATICIDAS)	6.1 (SUST. VENENOSA)	1681	34	
TRICLOROETILENO	6.1 (SUST. VENENOSA)	1710	61	OK
ACIDO CLORHIDRICO	8 (SUST. CORROSIVA)	1789	53	OK
FLUORURO DE SODIO	6.1 (SUST. VENENOSA)	1690	61	

**OBSERVACIONES:**

1. NU: NUMERO NACIONES UNIDAS (NUMERO INTERNACIONAL DE IDENTIFICACION DE LA SUSTANCIA)

DOT: CIFRA QUE CORRESPONDE A LA FICHA CON RECOMENDACIONES PARA TRATAMIENTO DE EMERGENCIA, INCLUIDAS EN EL DOCUMENTO

**CAPITULO VIII**  
**IDENTIFICACION DE RIESGOS A LA COMUNIDAD**  
**PROGRAMA APELL**  
**PNUMA , PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS**  
**PARA EL MEDIO AMBIENTE**

**8.1 .- INTRODUCCIÓN : PROGRAMA APELL**

**APELL** se refiere a la “Concientización y Preparación para Emergencias a Nivel Local” (en inglés: **A**wareness and **P**reparation for **E**mergencies at **L**ocal **L**evel). **APELL** es un proceso dirigido a mejorar la prevención de accidentes tecnológicos y la preparación para su atención. Ofrece asistencia para los decisores en gobierno, autoridades e industria local, a través del suministro de información relevante, documentos y actividades de entrenamiento en soporte técnico. El proceso **APELL** está básicamente enfocado a los riesgos que se generan dentro de la planta, incluyendo el transporte de materiales peligrosos dentro de la comunidad .

**APELL** fue emitido en 1988 por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en cooperación con la Asociación de Productores Químicos de los Estados Unidos (US Chemical Manufacturers Association; CMA) y del Consejo Europeo de las Federaciones de la Industria Química (Conseil Européen des Fédérations de l' Industrie Chimique; CEFIC). Esta iniciativa siguió a diversos accidentes tecnológicos en países industrializados y en vías de desarrollo

El proceso APELL incluye dos aspectos básicos :

- Crear y/o incrementar la concientización de la comunidad sobre los posibles riesgos que implica la fabricación, el manejo y el uso de materiales peligrosos, así como sobre las medidas posibles que tomarán las autoridades y la industria, a fin de protegerla de dichos riesgos.
- Con base en estos procesos informativos y educativos y en cooperación con las comunidades locales, desarrollar planes de respuesta ante una emergencia, en los que participen toda la comunidad, en el caso de que se produjera una emergencia que amenazara su seguridad.

El proceso APELL puede resumirse en una estrategia de 10 pasos, los que se listan a continuación :

1. Identificar los participantes de la respuesta ante una emergencia y establecer sus funciones, recursos y responsabilidades.
2. Evaluar los peligros y riesgos que pueden provocar una situación de emergencia en la comunidad.
3. Hacer que los participantes revisen su propio plan de emergencia para adecuarlo a la respuesta coordinada.
4. Identificar las tareas de respuesta necesarias que no han sido cubiertas por los planes existentes.

5. Armonizar estas tareas con los recursos disponibles de cada uno de los participantes.
6. Realizar los cambios necesarios para mejorar los planes existentes, integrarlos al plan global de la comunidad y buscar un consenso.
7. Poner por escrito el plan integrado de la comunidad y buscar la aprobación de las autoridades locales.
8. Informar a todos los grupos participantes sobre el plan integrado y asegurarse de que todos los encargados de responder a una emergencia estén debidamente entrenados.
9. Definir procedimientos para probar, revisar y actualizar el plan de manera periódica.
10. Informar y entrenar a la comunidad en su conjunto en la utilización del plan integrado.

## Definiciones

- **Accidente** : Es un evento indeseado e inesperado que ocurre rápidamente causando daños a la propiedad, a las personas y/o al medio ambiente.
- **Estimación de la Extensión de Daños** : Es una estimación del nivel del daño que se puede esperar de un peligro en ciertas clases de accidentes. El peor caso es siempre considerado más improbable que uno de menor gravedad, pero con mayor posibilidad de ocurrir, el cual se escoge como la base para la evaluación del peligro y la toma de decisiones y medidas de seguridad.
- **El Peor Caso** : Es el evento o accidente con las peores consecuencias . Existen tres tipos:
  1. Las consecuencias son tan limitadas que el nivel de riesgo es irrelevante, cualquiera que sea la probabilidad de que ocurra.
  2. Las consecuencias son tan serias, que la probabilidad con que ocurra debe ser pequeña si se desea un nivel de riesgo tolerable.
  3. Las consecuencias posibles son las peores , la probabilidad con que ocurra es tan baja que el riesgo es prácticamente descartado.
- **Desastre** : Es desde el punto de vista local, un evento donde ocurrieron varios decesos, decenas de lesiones graves, daños a la propiedad por varios millones de dolares y/o daños al medio ambiente por un tiempo prolongado.
- **Peligro** :Es la fuente u origen de un riesgo, una amenaza que puede causar un accidente.
- **Efecto Encadenado** : es la consecuencia inevitable, pero indirecta de otro accidente o circunstancia.
- **Probabilidad** : Predicción de que ocurra un accidente en cierto tiempo.
- **Riesgo** :
- **Análisis de Riesgo** : es la identificación y evaluación sistemática de objetos de riesgo y peligros.
- **Objeto de Riesgo** : Son todos los posibles elementos que contienen peligro, es decir, industria, vías de comunicación, oleoductos, represas, etc.

## Conviviendo con los Riesgos.

No existe ninguna cosa u objeto o acción que no implique algún riesgo; nada puede hacerse 100% seguro. El riesgo como muchos otras en el diario vivir deben manejarse y prevenir sus posibles efectos. Para ello podemos citar :

- Las autoridades responsables de la Protección Ambiental, Protección Civil, etc, deben saber más que nadie sobre los riesgos presentes en el área de la comunidad y las circunstancias que pueden conducir a un desastre.
- La industria y las actividades anexas deben conocer sus productos, materias primas, subproductos y residuos, y los riesgos asociados con estos.
- En muchos lugares tanto las autoridades, como la comunidad y las industrias, están lejos de la necesidad de predecir y prevenir un accidente tecnológico. esto se debe a que están separados por la falta de comunicación a pesar de que tienen el mismo : **seguridad**.
- La identificación, evaluación y priorización de los objetos de riesgo harán más visibles los peligros y así, más efectiva la protección a las personas, las propiedades y al medio ambiente. En los anterior, hay dos aspectos sobre el término “ **Riesgo** ”.
  - \* La **probabilidad** de que ocurra un accidente en cierto tiempo.
  - \* Las **consecuencias** sufridas en el ambiente, las personas y propiedades.
- Un riesgo no se puede medir exactamente, con precisión, pero si puede ser estimado con suficiente aproximación.
- El análisis de riesgos es un intento para ponderar estimativamente las consecuencias de un accidente contra la probabilidad de que este ocurra. La probabilidad y consecuencias de un accidente se reducen si el peligro, en sus causas y efectos está identificado.
- Son importantes también, los estudios sobre las consecuencias de un accidente con los efectos encadenados que se pueden producir.
- El desarrollo de la sociedad está dado como resultado que las empresas e industrias se aglomeren en un solo lugar, y esto lleva al incremento del transporte de sustancias peligrosas que pueden dañar al ambiente y a los habitantes de una comunidad.
- La demanda constante de mejorar la eficiencia y de aumentar la capacidad nos conduce a obtener, en la industria, más equipo sofisticado y procesos peligrosos que implica la necesidad de mejorar el manejo de riesgos conjuntamente: Industria, Autoridades y Comunidad.
- Las personas responsables de tomar decisiones en las industrias, donde son mayores los riesgos de grande accidentes, deben reconocer la necesidad del manejo de estos riesgos “Tecnológicos” . Hay varias razones para ello.
  - \* La salud y seguridad de los trabajadores y vecinos de la comunidad próxima.
  - \* Evitar daños a la propiedad y al medioambiente.

- \* La necesidad de la industria de las buenas relaciones con las autoridades y el público general para su desarrollo en forma positiva.
  - \* La necesidad de la producción ininterrumpida para mantener su envío confiable y las buenas relaciones con los clientes y proveedores.
  - \* El costo de los daños a la propiedad y a la de los vecinos inmediatos, pueden poner en riesgo la sobrevivencia de la empresa.
- Un accidente también puede afectar la actitud del público hacia la industria cuya presión puede forzar a la empresa a cerrar. No se puede confiar en los pagos de las primas de seguros cuando hay una forma de combatir los peligros y la probabilidad de que ocurran.
  - La administración de los peligros para prevenir accidentes es necesaria tanto para la industria como para las autoridades y este trabajo debe cubrir tanto lo administrativo como lo práctico. Debe ser una práctica administrativa de rutina.
  - Los esfuerzos para prevenir accidentes requieren de un compromiso total y de la asignación de recursos especialmente en las industrias consideradas de alto riesgo.
  - La ansiedad de las personas por conocer las amenazas para su vida, salud, propiedad y medio ambiente, casi siempre no tienen base sobre los riesgos reales y por eso deben comunicarse los resultados de los análisis de riesgo. El origen de muchos riesgos son provocados por vehículos, fumar, beber alcohol, pero estos no causan ansiedad, ya que son parte de la vida diaria.
  - Los riesgos a los cuales la gente se expone por su propia decisión por la clase de actitudes que realiza, como la práctica de deportes peligrosos, escalar montañas, esquiar, velar, bucear, amnejar autos o bicicletas, son, muchas veces mayores que los riesgos asociados con accidentes nucleares, grandes derrames de productos químicos e incendios. Pero la gente siente mayor ansiedad de que ocurran los accidentes tecnológicos por desconocimiento o imprecisión de las probabilidades, causas y efectos.

## 8.2 .- DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO APELL PARA EL ANÁLISIS DE RIESGOS

El método de análisis de riesgos del proceso APELL consiste en un proceso, en el cual se deben identificar los posibles incidentes y tomar en cuenta su probabilidad y consecuencias, con el fin de establecer prioridades para la planificación.

El procedimiento a seguir es el siguiente :

**A. Definición de las bases:** El grupo debe comenzar por decidir los objetivos del análisis y el nivel de detalle requerido. Es necesario un “mapa de análisis” que cubra el área geográfica de análisis en cuestión. Deben incluirse solamente los objetos de relevancia para el análisis. La Figura 8.1 muestra un típico mapa de Riesgo. El mapa debe contener solo los objetos **relevantes** como :

- Carreteras, vías de ferrocarril, aeropuertos;
- Edificios, centros comerciales, almacenes , escuelas y hospitales;
- Industrias, muelles, terminales;
- Líneas de alta tensión;
- Plantas de tratamiento de aguas residuales y de residuos tóxicos;
- Gasoductos, oleoductos, poliductos;
- Presas, lagos, ríos;
- Minas, áreas altas y bajas, etc.

Los materiales peligrosos se deben señalar, indicando las cantidades grandes, y respecto al transporte de materiales peligrosos, es necesario establecer el registro de cantidades y clases que transitan por el área.. Los datos de accidentes ocurridos en el área, también son de vital ayuda para el estudio. El número de habitantes del área será crítico para el análisis de riesgos, incluyendo las horas de mayor concentración ( obreros, estudiantes, etc.).

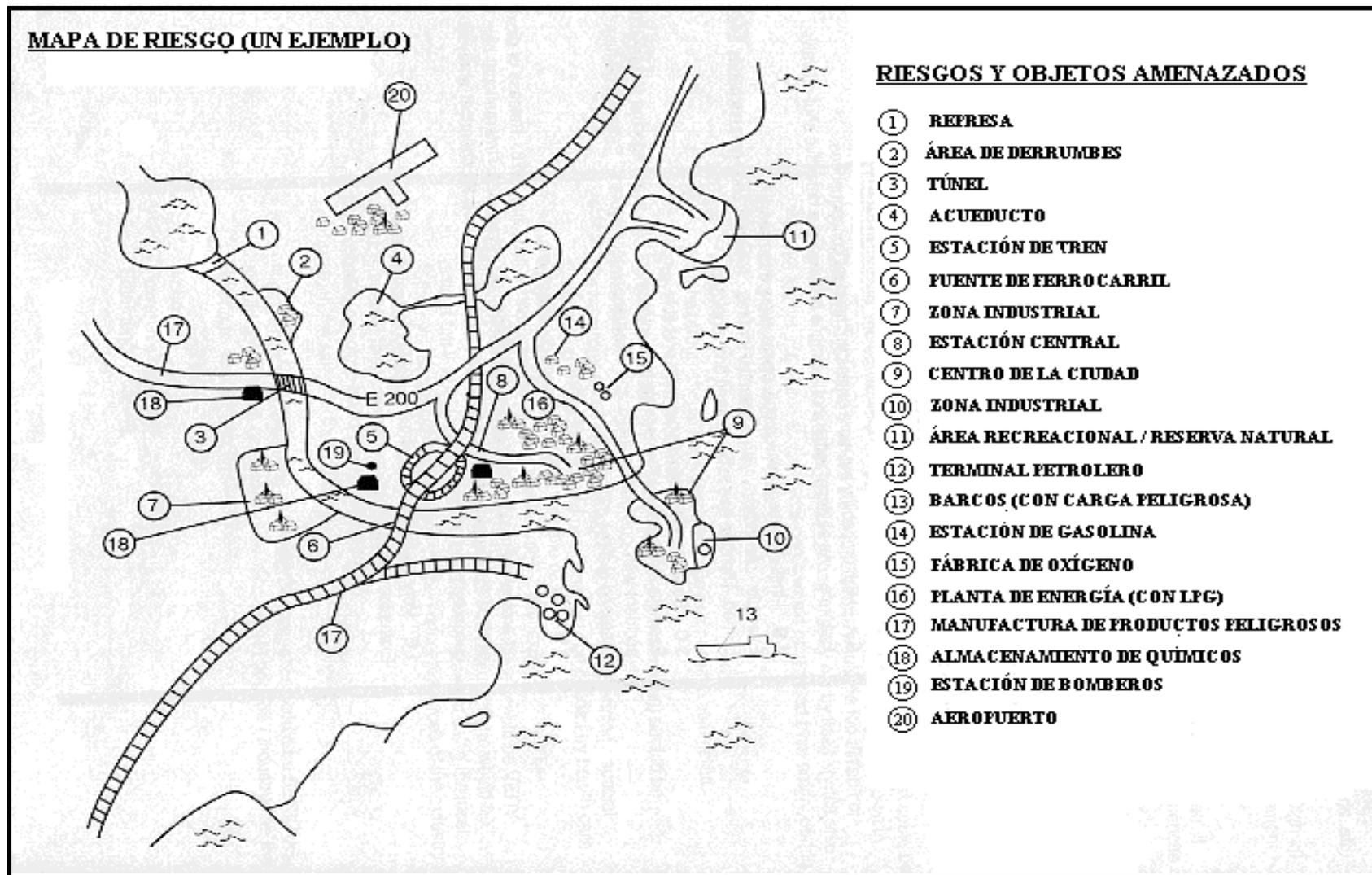


Figura 8. 1 Mapa de Riesgo

**B. Realización del inventario:** Se debe realizar una lista de los objetos a incluirse en el análisis ( Ver Tabla 8.1 ). El mapa de análisis proporciona un punto de partida. Siempre se debe visitar el lugar donde se encuentra ubicado el objeto riesgoso, especialmente aquellos objetos que presuponen ser amenazas mayores.

**C. Identificación:** En este paso se utiliza un formato especial para el análisis de riesgos, el que se muestra en la Figura 8.2.

**C.1 Objetos de Riesgo ( Columna 1 ) :** Para comenzar se escoge un objeto y un sector con los cuales todos los miembros del grupo estén familiarizados. Las otras instalaciones peligrosas y objetos de riesgo de la región pueden ser estudiados a continuación.

Las partes de una instalación o un objeto riesgoso que presenten peligro deben ser listados en la columna 1 (Objeto). Más adelante se nombran algunos ejemplos de objetos riesgosos.

**C.1 Operación ( Columna 2 ) :** La operación que toma lugar en la instalación se debe mostrar en la columna 2 , por ejemplo:

- Fabricación, purificación, mezcla, empaque.
- Almacenamiento, carguío.
- Transporte.
- Ventas.
- Producción de energía, distribución de energía, transformadores.
- Mantenimiento, reparación.
- Mercados de alimentos, producción de carnes.
- Hospitales, colegios, sitios de entretenimiento, diversiones deportivas.

**C.3 Peligro ( Columna 3 ) :** Listar las sustancias o formas de energía que produzcan riesgos de accidentes. Mostrar las cantidades de productos químicos peligrosos junto con información relevante (por ejemplo: grado de toxicidad), la cual puede afectar la escala de potencialidad de un accidente.

**C.4 Tipo de Riesgo ( Columna 4 ) :** Los tipos de accidentes que cada peligro puede provocar se deben listar en la columna 4 . Puede incluir: derrumbes, desplomes de construcciones, inundaciones, derrame, escape o fuga de un producto químico peligroso, incendio, explosión, choques, o cualquier accidente similar. Se deben listar también las posibles combinaciones de accidentes que se puedan presentar.

**C.5 Objetos Amenazados ( Columna 5 ) :** Los objetos amenazados se deben mostrar en la columna 5 . Si el riesgo presente no es una amenaza seria para las personas, el medio ambiente o la propiedad, entonces el objeto riesgoso en consideración puede ser omitido del resto del ejercicio ( Ver Tabla 8.2 ) .

**Tabla 8.1: Ejemplos de Objetos Riesgosos**

OBJETO RIESGOSO	PELIGROS COMUNES
<b>Puertos</b>	Cantidades grandes y variables de algunos tipos de sustancias peligrosas (inflamables, explosivos, venenosas, etc.). Grúas. Vehículos.
<b>Depósitos, terminales, almacenes</b>	Ver puertos
<b>Barcos</b>	Mercancías peligrosas, petróleo.
<b>Centrales y vías de ferrocarril</b>	Mercancías peligrosas, petróleo.
<b>Canales</b>	Mercancías peligrosas
<b>Aeropuertos</b>	Combustible, mercancías peligrosas.
<b>Aeronaves</b>	Combustible, mercancías peligrosas.
<b>Industrias de procesos.</b> Refinerías, productos químicos inorgánicos, petroquímica, farmacéutica, pinturas, metal acero, textilerías, celulosa, papel, etc.	Los envases a presión, tanques, almacenes, contenedores, equipo de procesamiento de sustancias peligrosas en forma de materia prima, catalizadores, productos, subproductos, desechos y electricidad de alto voltaje.
<b>Otras industrias.</b> Plásticos, caucho, ingeniería, molinos de sierra y otras industrias de transformación de madera, etc.	Envases a presión, almacenes, tanques de reserva con sustancias venenosas, inflamables, etc.
<b>Estaciones hidroeléctricas de gran poder</b>	El agua represada, electricidad de alto voltaje.
<b>Estaciones térmicas de alto poder</b>	Sustancias inflamables, envases a presión, vapor de alta presión, agua caliente, electricidad de alto voltaje.
<b>Estaciones de energía nuclear</b>	Los materiales de reactores radiativos y venenosos, envases a presión, vapor de alta presión, agua caliente, energía de alto voltaje.
<b>Oleoductos de gas natural</b>	Gas inflamable, oleoductos presurizados.
<b>Otros oleoductos</b>	Sustancias inflamables, venenosas y ambientalmente peligrosas, oleoductos presurizados.
<b>Estaciones de gasolina</b> <b>Depósitos de petróleo</b>	Sustancias inflamables, venenosas y ambientalmente peligrosas.
<b>Almacenes de departamento</b>	Sustancias combustibles y venenosas, aerosoles.
<b>Comerciantes de construcción</b>	Grandes cantidades de madera.
<b>Aserraderos</b>	Sustancias combustibles, madera.
<b>Servicios municipales</b> , tales como plantas de purificación de agua, plantas de tratamiento de aguas residuales y de piscinas.	Sustancias peligrosas.
<b>Hospitales</b>	Agentes químicos peligrosos.
<b>Escuelas</b>	Agentes químicos peligrosos.
<b>Hoteles</b>	Edificios de gran altura.
<b>Silos</b>	Polvo combustible
<b>Canteras y otros grandes sitios montañosos subterráneos</b>	Roca/suelo inestable, gases, agua de drenaje, vehículos.
<b>Áreas propensas a inundaciones, deslizamientos de tierra, y desplome de construcciones</b>	Condiciones geológicas.
<b>Antenas de televisión aéreas/cables aéreos</b>	Altura.
<b>Túneles</b>	Riesgo de desplome, situación difícil para el rescate.
<b>Caminos</b>	Vehículos, mercancías peligrosas.

**Tabla 8.2 : Ejemplos de Objetos Amenazados.**

<b>OBJETO AMENAZADO</b>	<b>CONSECUENCIAS</b>
<b>GENTE</b>	
Personal, visitantes, gente viviendo cerca, personal de defensa civil, servicio de incendio y rescate, niños, personas adultas.	Cualquier tipo de cuidados a causa de las heridas. Muchos mueren.
<b>MEDIO AMBIENTE</b>	
Mar, lagos, ríos, canales.	Accidente de barco, transbordador y avión. Derrame de sustancias peligrosas (en abastecimiento de agua, reserva natural).
Abastecimiento de agua	Contaminación, daños por sabotaje.
Área recreacional	Derrame de sustancias peligrosas.
Tierra agrícola	Derrame de sustancias venenosas y peligrosas para el ambiente.
Bosque	Fuego.
<b>PROPIEDAD</b>	
Aeropuertos	Desde daño menor de cualquier cosa, hasta una total destrucción.
Estación de ferrocarril	Lo anterior y colisiones.
Ferrocarril subterráneo	Lo anterior y daño por humo.
Puertos	Lo anterior más derrame de sustancias peligrosas.
Hospitales, postas, enfermerías de escuelas, hoteles, teatros, campos deportivos, cines	Desde daño menor de cualquier cosa, hasta una total destrucción.
Acueductos	Contaminación, daño por sabotaje.
Plantas para purificación de agua	Análogo a acueductos
Industrias	Ver Tabla 5.1

## D. Evaluación:

Esta parte del análisis se debe responder a las siguientes preguntas: ¿ Cómo pueden ser afectados los objetos amenazados ( Gente-Ambiente-Propiedad ) ? . ¿ Cuáles son las consecuencias ? . ¿ Cuáles son las zonas de riesgo aproximadas ? . ¿ Se dispone de simuladores de riesgos , de contaminación e industriales ( radios críticos de afectación )?.

Las consecuencias de la realización de algún tipo de riesgo podrán en muchos casos, establecerse en una escala estimativa, por lo que se sugiere el apoyo de expertos para su determinación.

La ayuda de paquetes comerciales y oficiales de simulación de efectos de diversos riesgos es inapreciable. Esto se puede obtener de los estudios de riesgos de las industrias del área o del gobierno.

En muchos casos es suficiente con estimar la escala de magnitud de las consecuencias. Este aspecto debe desarrollarse en la columna 6 (Consecuencias). La evaluación sirve para determinar cuáles son las consecuencias probables. No es siempre necesario dar datos estimativos muy detallados para todos los casos. En este punto se deben tener en cuenta las zonas de riesgo dentro y fuera del lugar.

En la columna 6, para cada objeto amenazado en el listado en la columna 5, se anotan los eventos que como **consecuencias**, mas afectarían a la gente, el medio ambiente y a la propiedad.

-Incendio, explosión , derrame, contaminación.

-Daños : Al drenaje, a la distribución de agua potable , a las plantas de tratamiento de agua.

### **Factores que afectan a los Peligros y Riesgos.**

Cuando se evalúan los peligros y objetos de riesgo deben considerarse :

- La cantidad, tipo y potencial de los riesgos.
- Condiciones extremas ( como es el convivir con materiales peligrosos )
- Efectos del almacenamiento de varias sustancias en un mismo lugar.
- Contenedores de productos químicos sin identificar o con identificación deficiente.
- Distancia de objetos críticos amenazados con respecto a la mínima para eliminar efectos.
- La actitud de las personas para que :
  - ◆ Se evite el riesgo del daño.
  - ◆ Se informa a los servicios de emergencia y objetos amenazados de los peligros.
  - ◆ Se disponga de una respuesta efectiva.
- El equipo de seguridad disponible y en buen estado.
- Efectos de fenómenos naturales como temporales, vientos, inundaciones, etc.
- Probabilidad y efectos de los actos de sabotaje.

## E. Clasificación: Gravedad .

la gravedad se estima en una escala del 1 al 5 y de acuerdo a los efectos sobre al vida ( Decesos y Lesiones ), al medio ambiente, a la propiedad y a la velocidad con que se propagan estos efectos. Las clases de gravedad se anotarán en las columnas correspondientes para cada una de las anotadas en la columna 6.

**E.1 Gravedad o Consecuencias para la Vida y la Salud ( Columna 7 ) . ¿ Qué tan grave puede ser afectada la gente ?**

<b>Clase</b>	<b>Características</b>
1. Poco importantes	Incomodidad temporal ligera.
2. Limitadas	Algunas heridas, incomodidad permanente.
3. Graves	Algunos heridos graves, incomodidad grave.
4. Muy graves	Algunas muertes, (más de 5), varios heridos (2) de gravedad, y más de 500 evacuados.
5. Catastróficas	Varias muertes (más de 20), cientos de heridos graves y más de 500 evacuados.

**E.2 Gravedad o Consecuencias para el Medio Ambiente ( Columna 8 ) . ¿ Cual sería y por cuanto tiempo el impacto sobre el medio ambiente ?**

<b>Clase</b>	<b>Características</b>
1. Poco importantes	No contaminación, efectos de poca extensión.
2. Limitadas	Contaminación simple, efectos de poca extensión.
3. Graves	Contaminación simple, efectos de gran extensión.
4. Muy graves	Contaminación alta, efectos de poca extensión.
5. Catastróficas	Contaminación muy alta, efectos de gran extensión.

**E.3 Gravedad o Consecuencias para la Propiedad ( Columna 9 ) . ¿ Cuáles serían los costos por decesos, hospitalización, reacondicionamiento del ambiente y daños a la propiedad ?**

<b>Clase</b>	<b>Costo total del daño (millones de US\$)</b>
1. Poco importantes	< 0.5
2. Limitadas	0.5 - 1.0
3. Graves	1 - 5
4. Muy graves	5 - 20
5. Catastróficas	> 20

**E.4 Velocidad de desarrollo** ( Columna 10 ) . ¿ Qué tan rápido y en qué tiempo se propagaría ?

<u>Clase</u>	<u>Características</u>
1. Alarma clara y temprana	Efectos de poca extensión/ ningún daño.
2.	
3. Media	Algún derrame/daño pequeño.
4.	
5. No alarma	Efectos desconocidos hasta que han sido completamente desarrollados/efectos inmediatos (explosión).

### **F. Determinación del Grado.**

Para la determinación del grado, es importante conocer el “escenario del peor de los casos” aunque no es factor decisivo para la planificación contra emergencias. El trabajo consiste en encontrar los objetos de riesgo, sus peligros y clasificar las amenazas de acuerdo a las prioridades siguientes :

- Personas
- Medio Ambiente
- Propiedad

Para asignar los “grados” a un objeto de riesgo habrá que evaluar estimativamente las diferentes clases de consecuencias ( columnas 7 a 10 ) y llegar finalmente a establecer las prioridades finales ( columna 12 ) de acuerdo a las probabilidades de que ocurran ( columna 11 ) los eventos ( columna 6 ).

**F.1 Probabilidad** ( Columna 11 ) . ¿ Cuáles son las probabilidades de que ocurran los eventos ? . ¿ Cómo pueden ocurrir ? . ¿ Qué experiencias existen ?

<u>Clase</u>	<u>Frecuencia aproximada estimada</u>
1. Improbable	Menos de una vez por 1000 años.
2.	Una vez entre 100 - 1000 años.
3. Bastante probable	Una vez entre 10 - 100 años.
4.	Una vez entre 1 - 10 años.
5. Muy probable	Más de una vez por año.

Se debe estimar la probabilidad de 1 a 5, y se escribe en la columna 11 (Pb).

**F.2 Asignar Grados de Riesgos.** ( Columna 12 ) . ¿Cuál es la prioridad de los objetos de riesgo ? . ¿ Cuáles serían las consecuencias para la gente, el medio

ambiente y la propiedad ?. ¿ Cuáles serían los recursos necesarios para controlar el accidente ?. ¿ Habría recursos para afrontar los resultados del accidente ?. De acuerdo a la probabilidad de la ocurrencia de un determinado evento y a sus consecuencias ( de poco importante a catastrófico ), se obtiene de la matriz correspondiente al grado en términos de **Prioridad A-B-C-D-E**.

Por lo tanto se debe ponderar las diversas clases de consecuencias, hasta lograr clasificar cada riesgo. En la columna 12 (Pr), se indica la prioridad de cada uno de ellos desde la A hasta la E (explicaciones se presentan en esquema 3).

Es muy importante tener información sobre el “escenario del peor caso”, pero este no es necesariamente el factor decisivo en un plan de emergencia. La prioridad en este trabajo debe ser encontrar los objetos riesgosos y los peligros y clasificar las amenazas de acuerdo con el siguiente orden:

1. Personas
2. Medio ambiente
3. Propiedad

Dar al objeto riesgoso una clase general, basado en la matriz de riesgos de la Figura 8.3 (1C,2D,etc.), de acuerdo con su criterio acerca de la probabilidad de surgimiento de un accidente a partir de el o los peligros, y la severidad de sus consecuencias.

El uso (si existe alguno) de la estimación dimensionada del daño, o cualquier otro factor o recomendaciones, como por ejemplo para zonas de seguridad o planes de emergencia, deberán ser incluídos en la columna 13 (Comentarios).

### **Ejemplos de Análisis de Riesgos :**

**2D : SEVESO , Italia.** En Julio de 1976 en donde se afectaron de 4 a 5 km<sup>2</sup> con Dioxina, 250 personas sufrieron lesiones y 600 fueron evacuadas. Se requirió de ayuda internacional para el diagnóstico y tratamiento de los lesionados y para análisis químicos y descontaminación.

**1E : BOPHAL, India.** En Diciembre de 1984 se produjo una nube de Metilisocianato, que mato más de 2500 personas.

**1E : SAN JUANICO, Mexico :** En Septiembre de 1984 una explosión de gas licuado produce la muerte de más de 500 personas .

**Figura 8.2: Formato para Análisis de Riesgos.**

COMUNIDAD..... V = vida VI = velocidad  
 OBJETO/ÁREA..... A = ambiente Pb = probabilidad  
 P = propiedad Pr = prioridad

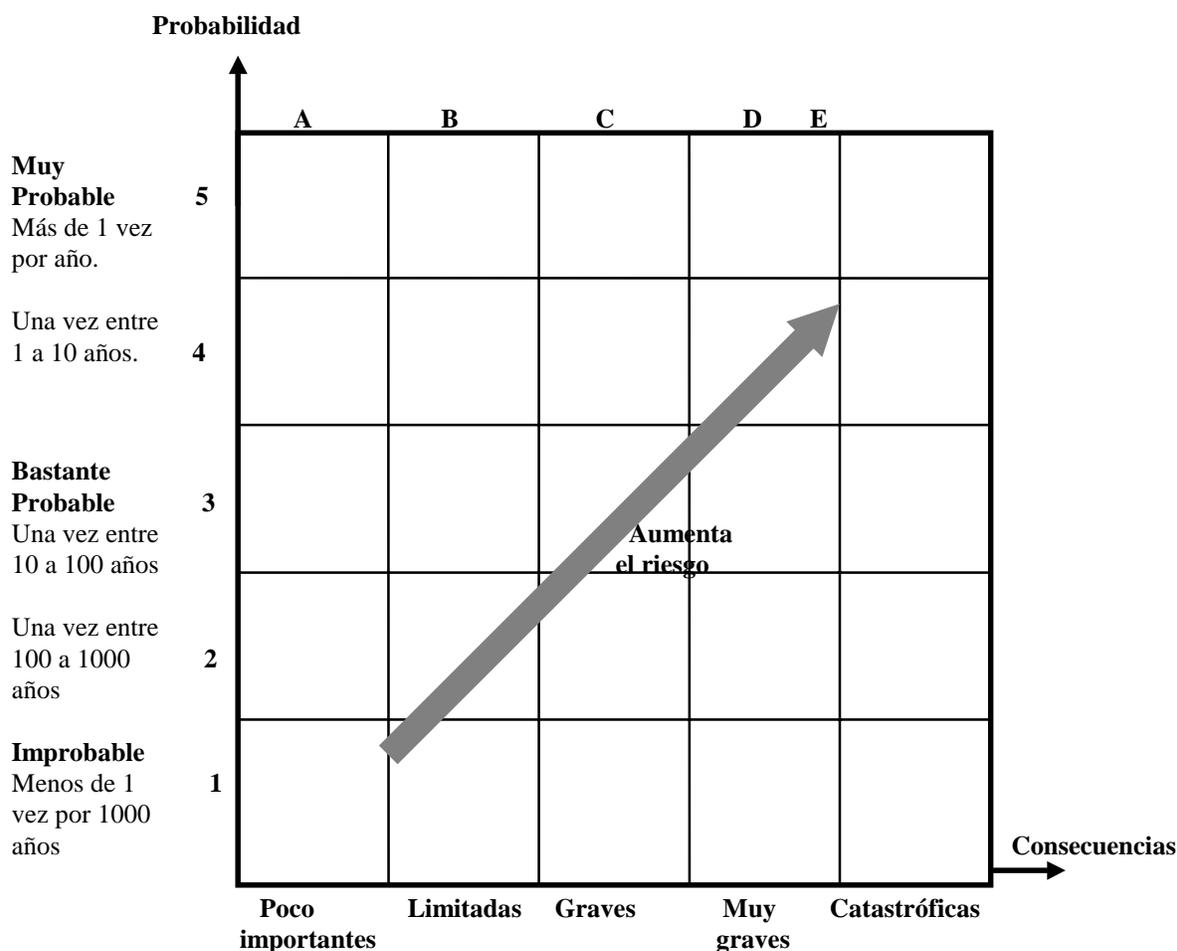
Objeto (1)	Operación (2)	Peligro (cantidad) (3)	Tipo de riesgo (4)	Objeto amenazado (5)	Consecuen cias (6)	Severidad (7 - 10)				Pb (11)	Pr (12)	Comentarios (13)
						V	A	P	VI			

- (1): Se refiere a cual o cuáles objeto(s) riesgoso(s) en particular se está(n) analizando.
- (2): ¿Qué tipo de operaciones se están poniendo en marcha?
- (3): ¿Cuáles de los peligros (cantidad, toxicidad, inflamabilidad, etc.) están involucrados en las operaciones anteriores.?
- (4): ¿Qué tipo de riesgos pueden generarse de la combinación de varios riesgos?. Si los riesgos no son de importancia, el análisis puede finalizar en este punto.
- (5): ¿Dónde se encuentran los objetos amenazados, qué tan vulnerables son?. Si no existen objetos relevantes amenazados, el análisis puede finalizar en este punto.
- (6): ¿En qué forma se pueden afectar los objetos amenazados.; cuáles son las consecuencias.; cuáles son las zonas de riesgo en el lugar analizado y fuera de él? (muy aproximadamente, a menos que se disponga de modelos computarizados).
- (7): ¿Qué tan seriamente se pueden ver afectadas las personas que se encuentran en el lugar analizado y fuera de él?.
- (8): ¿Cuáles pueden ser las repercusiones ambientales, por cuánto tiempo?.
- (9): ¿Cuál puede ser el costo de un accidente en función de muertos y personas hospitalizadas, de recuperación ambiental, de pérdidas y daños a la propiedad, etc.?.
- (10): ¿Con qué rapidez se puede desencadenar el accidente?, ¿Cuál puede ser su duración?.
- (11): ¿Cuál es la probabilidad de ocurrencia de los eventos?, ¿Con qué frecuencia ocurren?, ¿Cuál ha sido la experiencia en el pasado?.
- (12): ¿Cuál es la prioridad en el (los) objeto(s) riesgoso(s)?, ¿Qué tan severas pueden ser las consecuencias para las personas, el medio ambiente y/o la propiedad?, ¿Cuáles son los recursos necesarios para controlar el accidente?, ¿Son costeados los resultados de un suceso accidental?.
- (13): Comentarios sobre “el peor caso” y “el alcance estimado de los daños”.

**Tabla 8.3: Clasificación de Riesgos (Prioridad)**

<b>E</b>	Objetos riesgosos y operaciones, donde las consecuencias de un accidente pueden ser <b>CATASTRÓFICAS</b> para la vida, el ambiente o la propiedad.
<b>D</b>	Objetos riesgosos y operaciones donde las consecuencias pueden ser <b>MUY GRAVES</b> .
<b>C</b>	Objetos riesgosos y operaciones donde las consecuencias pueden ser <b>GRAVES</b> .
<b>B</b>	Objetos riesgosos y operaciones donde las posibles consecuencias para la vida, medio ambiente o la propiedad son <b>LIMITADAS</b> .
<b>A</b>	Objetos riesgosos y operaciones donde un accidente podría tener consecuencias más o menos <b>POCO IMPORTANTES</b> .

**Figura 8.3: Matriz de riesgos**



Es necesario clasificar los objetos riesgosos con el fin de ubicar recursos, decidir donde se van a tomar en primer lugar medidas preventivas, desarrollar planes de emergencia, etc. Cuando se está trabajando en clasificar sistemáticamente los objetos riesgosos es necesario sopesar las diferentes clases de peligros en cada objeto riesgoso. Esta será una de las materias a

analizar por el Grupo Coordinador. Tanto la probabilidad como las consecuencias deben ser consideradas. Es común concentrarse en los riesgos con las consecuencias más grandes. Sin embargo, cuando se trata de reducir sistemáticamente los niveles de riesgo, puede ser necesario considerar un evento con baja probabilidad pero con graves consecuencias, frente a uno con mayor probabilidad pero que pueda causar menores daños.

Los resultados de la clasificación podrán influenciar el desarrollo de un programa concreto de acción necesario para proteger y salvar vidas, al medio ambiente y la propiedad en el mismo sitio o fuera de este.

Como ejemplos de acciones que pueden ser necesarias :

**Tabla 8.4. Clasificación de Riesgos**

Columna	Características
<b>E</b>	Objetos riesgosos y operaciones donde las consecuencias de un accidente pueden ser <b>CATASTRÓFICAS</b> para la vida, el ambiente o la propiedad deben mostrarse en la columna E . Situaciones donde los esfuerzos de rescate serían muy difíciles o extensos para las autoridades locales involucradas, como para ser llevadas a cabo por ellas mismas. Serían necesarios refuerzos de las autoridades e industrias aledañas, etc.
	<b>Acciones</b>
	Reducir en escala o si es posible eliminar los riesgos. Tomar medidas preventivas. Planificación para la protección del personal ( en el sitio y/o evacuación ) deben ser consideradas. Los riesgos deberán ser incluidos en la planificación de servicios de rescate-equipamiento especial y de personal especialmente entrenado en los servicios de salud, ambulancias , policía, etc.
<b>D</b>	Objetos riesgosos y operaciones donde las consecuencias pueden ser <b>MUY GRAVES</b> deben estar situados en la columna D. Los esfuerzos de rescate serían difíciles pero podrían ser posibles de manejar en el accidente usando los servicios locales de rescate, el cuerpo de bomberos y el personal/recursos de la industria en custodia, etc.
	<b>Acciones</b>
	Identicas a las de columna E.
<b>C</b>	Objetos riesgosos y operaciones donde las consecuencias de un accidente pueden ser <b>GRAVES</b> para la vida, el ambiente o la propiedad deben mostrarse en la columna C. La brigada de rescate (incendios ) y el grupo de rescate de la industria tienen los recursos para cubrir la emergencia.
	<b>Acciones</b>
	Medidas Preventivas Planes de Emergencia
<b>B</b>	Objetos riesgosos y operaciones donde las consecuencias para la vida, propiedades o el medio ambiente son <b>LIMITADAS</b> , deberían estar clasificadas en la columna B.
	<b>Acciones</b>
	Medidas Preventivas Planes de Emergencia
<b>A</b>	Objetos riesgosos y operaciones donde un accidente podría tener consecuencias más o menos <b>POCO IMPORTANTES</b> , deberían mostrarse en la columna A.

Los objetos riesgosos con peligros , que presentan baja probabilidad y limitadas consecuencias ( 1-2/A-B) pueden ser descartados en las primeras etapas del análisis. Sin embargo , es muy importante que esta selección se elabore cuidadosamente.

Es siempre útil conocer el potencial de un peligro en el “ peor caso”. Pero el evento del “peor caso” es considerado frecuentemente tan improbable que un evento mas pequeño y mas probable, con

un “daño estimado dimensionado”, es elegido como la base para tomar medidas de seguridad, clasificaciòn de objetos riesgosos,etc.

Para poder designar una clase a un objeto riesgoso en particular, es útil basarse frecuentemente en el “daño estimado dimensionado”  $m_j$ , teniendo en cuenta los diferentes riesgos presentes. esto puede ser hecho considerando la probabilidad ( 1-5 ) y las consecuencias ( A-E ) para todos los peligros.

**Tabla 8.5.- Ejemplos de Clasificaciòn de Objetos Riesgosos.**

<u>Clasificaciòn</u>	<u>Probabilidad y Ejemplo</u>
<b>5 A</b>	Probabilidad alta pero con consecuencias màs o menos de poca importancia. Ejemplo : Un depòsito de aceite con una pequeña filtraciòn debida al cierre defectuoso de una vòlvula.
<b>4 B</b>	Consecuencias limitadas pero ocurren cada tres años. Ejemplo : Una industria con incendio potencial. En cierta ocasiòn un trabajador se quemò las manos y la cara. El àrea tuvo que ser limpiada y pintada
<b>3 C</b>	Consecuencias graves pero bastante probable. Ejemplo : Una fàbrica con potencial de explosiones. Diez años atràs, la fàbrica tuvo un accidente, muriò una persona y otras tres personas seriamente heridas. Este accidente fuè valorado en tre millones de dòlares.
<b>2 D</b>	No tantas veces , pero con consecuencias muy serias. Ejemplo : El accidente en Seveso, Italia, Julio 1976. escape de Dioxina en una àrea de 4.5 km <sup>2</sup> . 250 personas heridas y 600 evacuads. Se necesitò ayuda internacional para diagnosticar y tratar a los heridos, asì como anàlisis quìmicos y procesos de descontaminaciòn
<b>1 E</b>	Muy baja probabilidad, pero con consecuencias catastròficas. Ejemplo : Bhopal, India, Diciembre 1984, gas venenoso de Metil Isocianato- San Juanico, Mexico, 1984, explosiòn de Gas .

### **8.3 - EJEMPLOS DEMOSTRATIVOS DEL PROGRAMA APELL**

#### **Ejemplo Demostrativo N° 8.1**

##### **Ferretería y Almacén de Productos de Construcción**

En la Figura 8.4 se muestra un mapa con la ubicación de un centro comercial donde co-existen diversas empresas que pueden implicar un riesgo para la zona de análisis. Las instalaciones a analizar son una ferretería y un depósito de materiales de construcción que aparecen con los números 4 y 5. Las dos instalaciones pertenecen a los mismos propietarios, y comparten el mismo edificio o construcción, el cual a su vez forma un centro comercial.

Como se ve en la Figura 4 el centro comercial tiene además una caseta o quiosco para comprar alimentos, una mueblería y un supermercado, así como una construcción industrial. Esta planificado a futuro, extender la construcción industrial hasta el supermercado. Se va a construir una estación de gasolina entre la mueblería y la calle secundaria. En la zona de esta calle secundaria esta planificada un nuevo desarrollo residencial.

Los propietarios estiman que el posible número de personal y clientes en el momento de un accidente podría ser :

1. Quiosco de alimentos :	25 - 50
2. Mueblería	20 - 80
3. Supermercado	150 -500
4. Ferretería	40 - 120
5. Deposito de Construcción	20 - 50
6. Edificio Industrial	0 - 165

El centro comercial está limitado por tres calles muy transitadas con el siguiente promedio de vehículos por día :

Calle Principal	7.000
Calle Secundaria	4.500
Calle a Escuela	5.500

Cercana al centro comercial hay un área residencial con alrededor de 500 personas en los edificios, así como también un número de casas antiguas independientes. Una escuela secundaria con 1250 alumnos y profesores está situada en las cercanías del centro comercial.

El centro comercial tiene una zona de estacionamiento con una capacidad para 350 vehículos, con dos entradas principales y dos vías de salida. La entrega de mercancía se hace en la parte de atrás de la ferretería y hay que circular entre el quiosco y el almacén. Las entregas para el depósito de materiales de construcción vienen por la carretera y se hacen por la parte trasera en frente al supermercado.

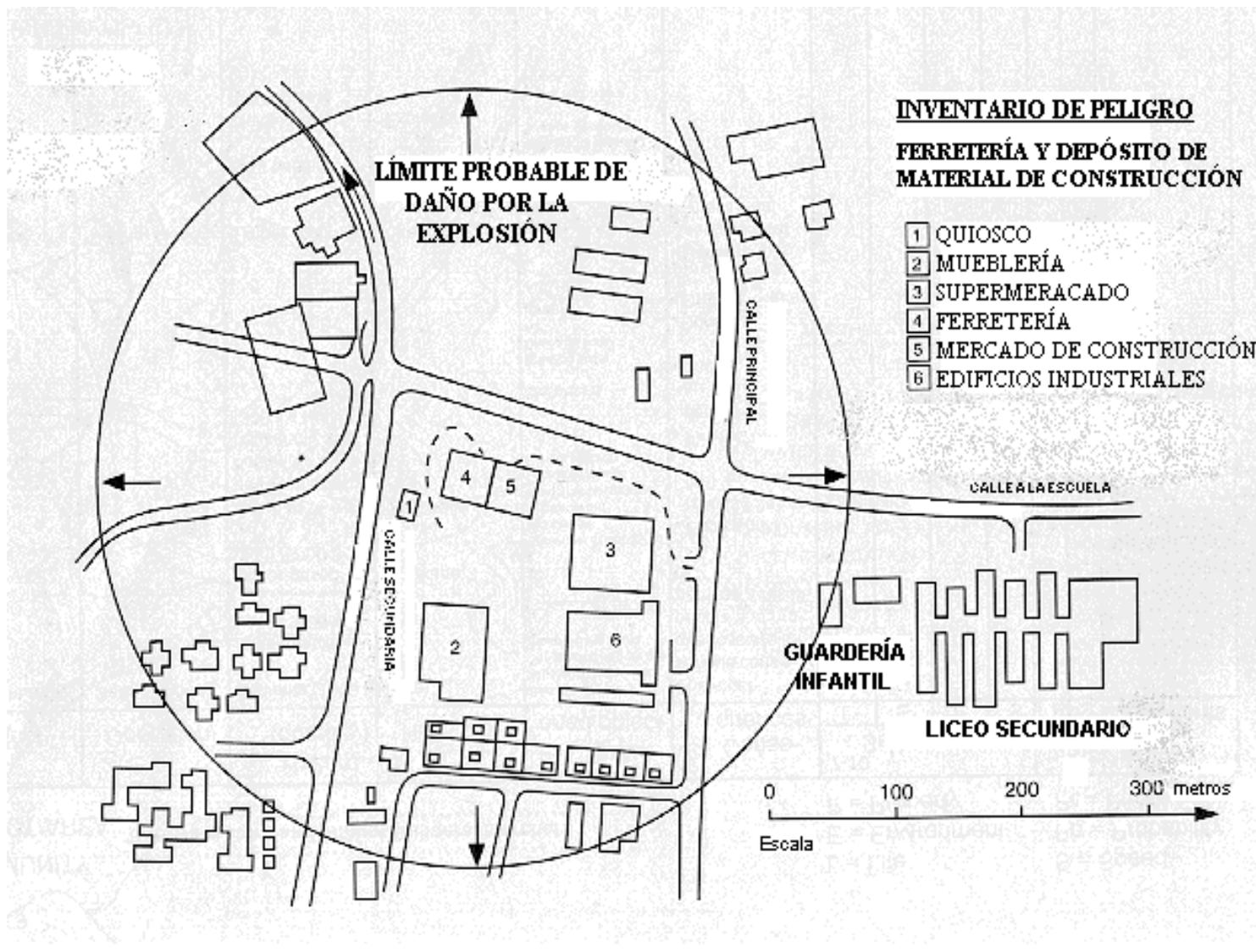
La ferretería fue construida en los comienzos de los 70. Su fachada es de fierro corrugado y estructura de acero. En el primer piso hay un salón grande, como en un supermercado. En el piso superior hay una área pequeña de ventas con oficinas de administración. Se han instalado alarmas de fuego y ventiladores para el humo. El local de depósito de materiales de construcción consiste de un amplio espacio. Entre las dos tiendas existe una pared divisoria que no es a prueba de incendios.

Una cantidad de cilindros de gas licuado de petróleo están almacenados en el medio de la ferretería ( 300 x 1 kg. ) Pinturas y líquidos solventes se encuentran también almacenados en la tienda. Los contenedores más pequeños están distribuidos a la largo de la pared exterior, que está en frente al quiosco. Los contenedores más grandes para decoradores profesionales se encuentran en la pared divisoria de las dos tiendas, en la mitad del edificio. Hay 1.000 litros de solventes, 3.000 litros de pinturas inflamables y 6.000 litros de pintura al agua, dando un total de 10.000 litros. El volumen real del inventario varía durante el año, siendo el mayor volumen a comienzo del verano.

El comerciante del depósito de materiales de construcción tiene grandes volúmenes de madera; en promedio cerca de 300 metros cúbicos, incluyendo madera impermeabilizada. Esta madera está almacenada en el interior y exterior del almacén. Hay también almacenado material para techos con fieltro plástico y celulosa. Existe también un depósito de gas licuado ( cerca de 300 cilindros de 6 y 11 kg ) y cilindros de gas para soldadura ( cerca de 500 cilindros de 20 a 40 litros ).

existe un desagüe en el piso de la ferretería que esta conectado al alcantarillado. El edificio de la construcción tiene dos desagües en el piso, los cuales están conectados a los desagües normales que fluyen a un río cercano. El terreno del centro comercial fue recubierto con asfalto cuando fue construido el supermercado y la mueblería. El sistema de desagüe de esta superficie también sale al río, pero su torrente o recorrido tiene un punto diferente a aquellos que están en el interior del local de depósito de materiales. El agua utilizada para extinguir el fuego en caso de incendio en estas dos tiendas llegará finalmente al río en dos puntos diferentes, así como a través de la alcantarilla.

Debido a la posibilidad de explosiones y a que mucha gente podría estar en peligro, el objeto riesgoso recibe una clasificación de 3C.



**Figura N<sup>a</sup> 8.4 :Ejemplo de Centro Comercial**

Tabla N° 8.6. Matriz de Riesgo para Centro Comercial

Comunidad : .....  
 Objeto / Area : ...**Ferretería, Deposito de Material de Construcción**.....

Vi = Vida                      Ve = Velocidad  
 A = Ambiente                Pb = Probabilidad  
 Pr = Propiedad              Pi = Prioridad

Objeto	Operación	Peligro (Cantidad)	Tipo de Riesgo	Objeto Amenazado	Consecuencias	Severidad				Pb	Pi	Comentarios
						Vi	A	Pr	Ve			
Ferretería	Ventas Almacenamiento	Solventes (1.000 litros)	Incendio	Objetos riesgosos se ubican juntos por lo tanto de la misma forma son amenazados	La mayor consecuencia es para la gente y la propiedad por :							
		Pintura Inflamable (3.000 lts)	Incendio		Explosión (causa fuego)	4	2	3	5	3	C	
		Pintura al Agua (6.000 lts)	Denam e	<b>Vida</b> Personas, clientes pobladores	Fuego/daños por humo	3	2	3	4	4	B	
		Cilindros de Gas Licuado (300 x 1kg)	Explosión	Escuela de niños	Denam es	-	2	2	5	4	A	
				<b>Medio</b> <b>Ambiente</b> Agua Potable Agua drenaje	Agua Potable A cantarillado	-	2	-	-	4	A	
				Agua Potable Agua drenaje Aire-Tierra	Daños a plantas de tratamiento	-	-	1	-	4	A	
					<b>Propiedad</b> Construcciones Mercancías Vehículos Escuela							
Madera Deposito de materiales	Ventas Almacenamiento	Madera 300 m . num a	Incendio									
		Cilindros GLP	Explosión									
		Soldadura de Gas (500 Envases)	Explosión									

## Ejemplo Demostrativo N° 8.2

### Planta de Productos de Plástico

En este ejemplo, de una fábrica de plásticos, usted encontrará diversos productos químicos (peligrosos), que son una amenaza para los trabajadores, habitantes locales, etc.; en caso de fuego ya que se pueden producir gases tóxicos, o también pueden ser venenosos por sí mismos.

Como usted puede ver en el mapa de la Figura 8.5, el objeto riesgoso consiste en diferentes áreas.

El área considerada como más peligrosa es donde el plástico se corta. La propiedad como la gente están aquí en peligro. Esta información es importante para tomar medidas de seguridad, así como distribución de recursos para tácticas de rescate.

Al trabajar con éste método de “análisis aproximado”, es importante tener en cuenta que lo más relevante en esta etapa, no es tener o producir un valor matemáticamente exacto para todos los peligros o todas las zonas de riesgo posibles. Esta es la forma menos probable de ser posible. Es mucho más importante tener una visión global de los problemas, clasificar los objetos riesgosos y tomar alguna acción contra las amenazas que atentan contra las personas, propiedades o el medio ambiente.

En caso de fuego en la fábrica, las personas que viven cerca están en peligro de inhalar gas tóxico, como se puede ver en el mapa de la Figura 5. Este tipo de problemas es bastante común en países desarrollados así como en países en vías de desarrollo.

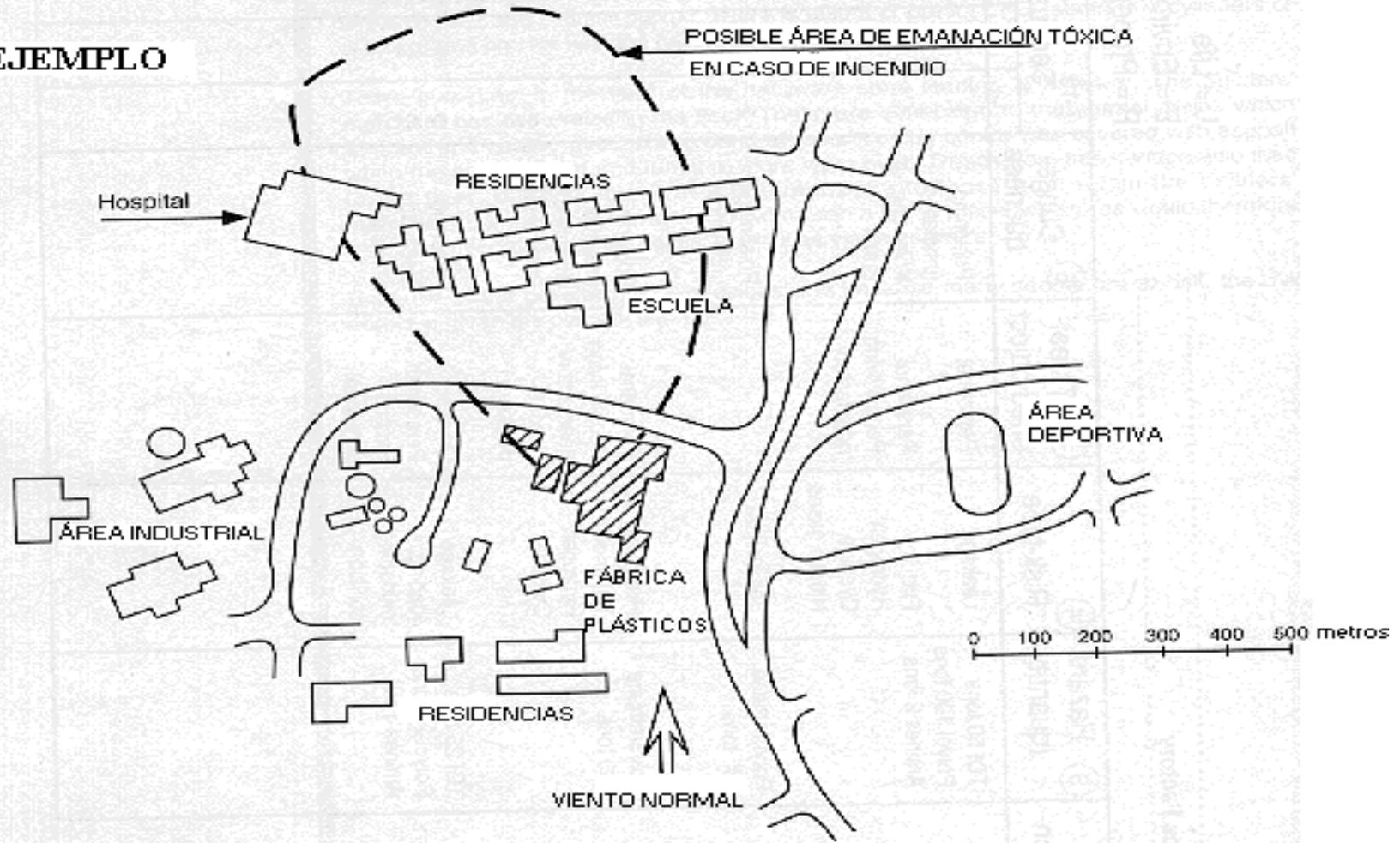
El conocimiento del riesgo es importante en la planificación física (industria, alojamiento, hospitales, etc. los cuales no deberían localizarse cerca o muy juntos) y considerando los impactos sociales del desarrollo económico.

Es también importante comunicar o informar el riesgo que tiene la vida de las personas cerca del área industrial, en este caso para protegerlas de los efectos que tienen los desprendimientos de gases tóxicos.

Debido a la posibilidad de emisión de gas tóxico en caso de fuego y los efectos potenciales en la vida de la gente vecina, el objeto riesgoso se clasifica en forma global como **3D**.

Aquí, como en la mayoría de los casos, no es posible dar un valor exacto a la probabilidad. Pero desde que han habido en años recientes varios fuegos donde hay emisión de gases tóxicos, un accidente como el mostrado en este ejemplo es bastante probable.

**EJEMPLO**



**Figura Nº 8.5 :Ejemplo de Fabrica de Plástico**

**Tabla N° 8.7. Matriz de Riesgo para Fabrica de Plásticos**

Comunidad : .....

Objeto / Area : ...**Fábrica de Plásticos**.....

Vi = Vida

Ve = Velocidad

A = Ambiente

Pb = Probabilidad

Pr = Propiedad

Pi = Prioridad

Objeto	Operación	Peligro (Cantidad)	Tipo de Riesgo	Objeto Amenazado	Consecuencias	Severidad				Pb	Pi	Comentarios
						Vi	A	Pr	Ve			
Area de Espum a	Producción de espum as	50 tons.de TDI	Derriam e	Personal	Envenenam iento (inhalación)	2	2	1	4	3	<b>B</b>	D im ensión deldaño estim ado
		100 tons.de Polib1	Derriam e	Personal	Envenenam iento	2	2	1	4	3	<b>B</b>	
		2 tons.de Am inas	Incendio C ianuro de H idrógeno G ases N itrosos	Personal G ente que vive cerca de fábrica	Envenenam iento  Quem aduras	3	1	3	2	2	<b>C</b>	
Area de Endurecim iento	Endurecim iento	100 tons.de Poluretano	Autoigni- ción	.	Envenenam iento (Inhalación)	2	1	4	4	4	<b>C</b>	
Area de corte	Corte	100 tons.de Poluretano	Incendio se produce por TDI y cianu- ro de Hidró- geno	Personalque vive cerca de fábrica Personalde rescate	Envenenam iento D ificultades Respiratorias Neum onía	4	1	5	4	3	<b>D</b>	
Area de cam inos	Transporte	25 tons.de TDI	Carga dema-	Conductores	Envenenam iento	2	2	1	4	2	<b>B</b>	
		25 tons.de Polib1	m adas / colli- siones al	Personalde rescate	D ificultades Respiratorias	2	2	1	4	2	<b>B</b>	
		1 ton de Am inas	descargar	Personal		3	1	3	4	2	<b>C</b>	

### **Ejemplo Demostrativo N° 8.3 :**

#### **Deposito de Productos del Petróleo**

En el mapa de la Figura 8.6 se ve un mapa de un deposito de petróleo ficticio y sus alrededores. No es poco común que estén situadas muy cerca casas, depósitos de aceites, industrias, etc.

Como también se muestra en el mapa de la Figura 8.6, no es usual considerar las condiciones meteorológicas generales cuando se establecen las planificaciones de las industrias, depósitos de aceites y viviendas.

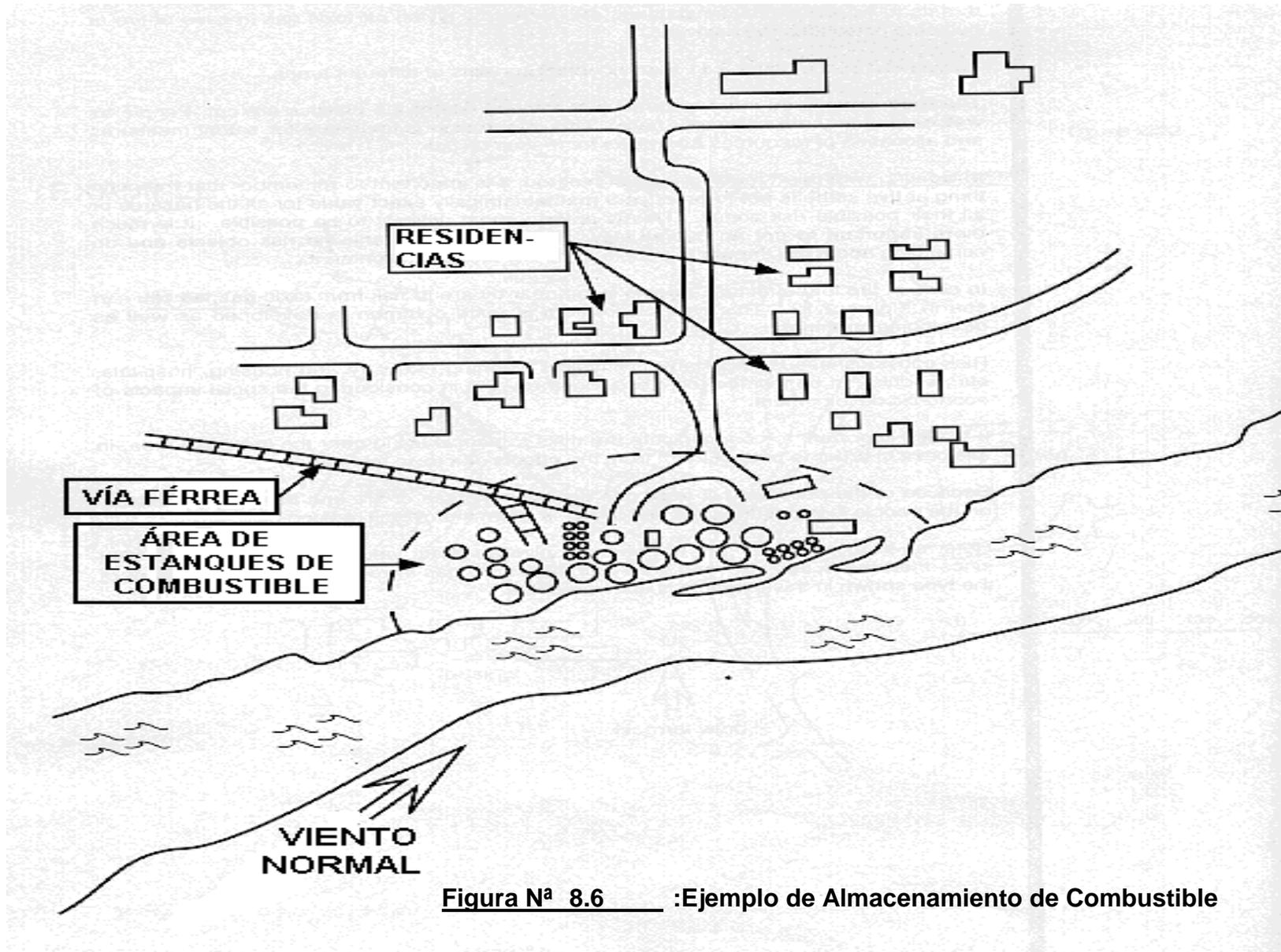
En este caso ficticio el viento que prevalece viene del mar. Si hay fuego en el depósito, el humo (o la nube de gas) se desplazará posiblemente a los alojamientos cercanos donde viven personas y las puede afectar.

Por supuesto usted tiene que estudiar todos los peligros presentes para conocer los objetos riesgosos y su potencial de producir accidentes. (en este ejemplo no se ha hecho).

Para comenzar sería de interés obtener una vista general del objeto riesgoso, especialmente si es tan grande como se muestra en el mapa de la Figura 8.6 .. Es claro que a partir de esto hay diferentes clases de peligro y tipos de riesgo posibles en este objeto riesgoso. No es posible aquí dar ejemplos de cada clase de accidentes que podrían ocurrir. Algunos accidentes son obvios, por ejemplo, incendios que forman una nube de humo negro inmensa o escapes de aceite combustible que pueden dañar el medio. Otros accidentes o amenazas posibles son menos evidentes. El grupo Coordinador y el dueño del depósito de aceite deberían por lo tanto trabajar juntos en el análisis.

Con el resultado del análisis obtenido, es posible revisar o desarrollar planes de emergencia y comenzar un trabajo de medidas preventivas, y en la distribución de recursos dentro y fuera del lugar.

Como usted puede ver en la Figura 8.6, el área de tanques de almacenamiento, especialmente el depósito de GLP, donde es probable que sea el escenario de un "peor caso" puede ocurrir una BLEVE (expansión de vapor explosivo de líquido en ebullición). Como la dimensión de un daño estimado , se puede escoger otro evento, como un fuego, un derrame de aceite o una explosión menor. El objeto riesgoso está dado en una clasificación global como 2D, con posible 1E.



**Figura N<sup>a</sup> 8.6** :Ejemplo de Almacenamiento de Combustible

**TABLA 8.8 . Matriz De Riesgos para deposito de Productos del Petróleo**

Comunidad : .....  
 Objeto / Area : .....**Depósito de Productos del Petróleo**.....

Vi = Vida                      Ve = Velocidad  
 A = Ambiente              Pb = Probabilidad  
 Pr = Propiedad            Pi = Prioridad

Objeto	Operación	Peligro (Cantidad)	Tipo de Riesgo	Objeto Amenazado	Consecuencias	Severidad				Pb	Pi	Comentarios
						Vi	A	Pr	Ve			
<b>Area de Abastecimiento Estanques</b> -G LP -Gasolina -Petroleo Crudo -Combustibles	Refinería											
	Almacenado											
	Carga											
	Descarga	GLP	Explosión	<u>Vida</u>	<u>Vida</u>							
	Transporte	10.000 m ^3		Trabajadores	Muertos/heridos	4 - 5	-	-	5	2	D	<b>Dimensión del Daño Estimado</b>
				Conductores	Muertos/heridos	4	-	-	5	2	D	
				Tripulación	Muertos/heridos	4	-	-	5	2	D	
				Bombas	Muertos/heridos	3	-	-	5	2	D	
				Rescate	Muertos/heridos	3	-	-	5	2	D	
				Público	Muertos/heridos	2	-	-	5	2	C	
<b>Almacenamiento</b> GLP en Baldones	Almacenar											
				<u>Medio Ambiente</u>	<u>Medio Ambiente</u>							
				Aire	Contaminación y	-						
				Tierra	destrucción de	-	3 - 4	-	5	3	D	
				Agua	aire, tierra y agua	-						
				<u>Propiedad</u>	<u>Propiedad</u>							
				Estanques	Destrucción	-	-	3	5	2	D	
				Vehículos	Colisiones	-	-					
				Casas	Destrucción	-	-					
				Productos	Destrucción	-	-					
<b>Estación de Gasolina/GLP</b> -Camiones -Barcos -Ferrocarril -Productos -Gasoductos Puerto	Transportar	Gasolina										
	Cargar	500.000 m ^3										
	Descargar											
				Líquido en								
				Ebullición								
				BLEVE								
			Incendio									
			Derrames									
						5	5	5	5	5	E	<b>Peor de los casos</b>

## CAPITULO IX

### PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD Y MANEJO ADECUADO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS EN LABORATORIOS

#### 9.1. Control de Inventario

Estadísticamente, la causa de muchos accidentes en un laboratorio se debe a un inadecuado almacenaje de las sustancias que en éste se manejan.

Accidentes como los que a continuación se mencionan pueden comprobar lo anterior:

- Hipoclorito de sodio fue almacenado junto con ácido oxálico en un área húmeda (usualmente el suelo estaba mojado por la condensación del agua). Un pequeño derrame debido a un estante mal equilibrado, provocó que cayeran al suelo húmedo y reaccionaran estos compuestos, lo cual provocó un incendio que destruyó el área de almacenamiento.
- La etiqueta de un ácido se fue destruyendo, con el paso del tiempo y los vapores del laboratorio; accidentalmente se derramó un poco de dicho producto y provocó quemaduras muy graves a una persona que trabajaba en el laboratorio, pues dada la naturaleza del líquido derramado no fueron tomadas las precauciones requeridas para el manejo adecuado del mismo.

Algunos ejemplos de errores comunes en el almacenamiento de sustancias:

- Las sustancias son almacenadas en orden alfabético.
- Las sustancias son almacenadas en las campanas del laboratorio, las cuales están diseñadas para otro propósito.
- Los frascos son colocados unos sobre otros.
- Las sustancias requeridas se toman del almacén y cuando se regresan no son colocadas en sus áreas designadas.
- Algunos frascos y botellas han perdido su etiqueta o ésta es ilegible.

En un laboratorio, el primer paso es ordenar las sustancias químicas de uso frecuente, mediante la elaboración de un *inventario de sustancias químicas*.

El inventario es una de las necesidades requeridas en cualquier laboratorio químico, ya que éste puede ayudar a reducir accidentes.

Las principales ventajas específicas de un inventario son: de seguridad, económicas, legales y educacionales, además de un buen control que se ve reflejado en un trabajo eficiente en el tiempo mínimo.

## Características de un buen inventario

**Identificación:** El inventario debe estar claramente identificado con el nombre de la empresa, escuela, etc., dirección y teléfono del departamento al que pertenece.

**Fecha:** Se anotará la fecha en que se inventariaron las sustancias.

**Cantidad:** Se indicará tipo y número de frascos así como la cantidad que contiene cada uno y la cantidad total ( en volumen y peso) existente de cada sustancia.

**Calidad:** Se señalará la calidad del producto (R.A., Q.P., grado técnico, etc.).

**Ubicación:** Se establecerá el lugar que ocupa en el almacén cada una de las sustancias inventariadas.

## Auditoría y Control de inventario

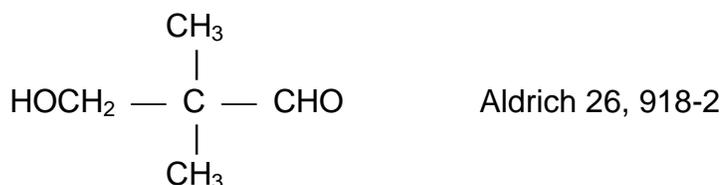
En cualquier laboratorio se debe realizar un inventario por lo menos una vez al año.

### ¿POR QUÉ?

- Los éteres y otros productos químicos con un período de vida limitado requieren ser revisados regularmente, purificarlos o tratarlos y desecharlos.
- Para remover excedentes de productos químicos peligrosos.
- Para trasladar productos químicos que no van a ser utilizados.
- Para corregir el almacenamiento de productos incompatibles.
- Para confirmar los productos químicos en existencia.
- Un buen inventario es esencial para un correcto orden y almacenamiento.

## Elaboración de un buen inventario

- ¿Basado en nombres?, ¿pero cuáles?



3-hidroxi-2,2-dimetilpropanal (IUPAC)

2,2-dimetil-3-hidroxipropionaldehído (Aldrich)

hidroxipivaldehído (común)

- ¿Basado en la fórmula química? :  $\text{NaHCO}_3$  o  $\text{CHNaO}_3$  , bicarbonato de sodio
- ¿Basado en la fórmula de los fabricantes o idear un código propio?
- Utilizar el mayor número de nombres sinónimos para cada sustancia para no almacenar en dos sitios el mismo producto con diferente nombre.

En general, un buen arreglo o sistema debe ser fácil de emplear al efectuar una búsqueda para llegar a localizar cualquier producto químico rápidamente.

Es recomendable combinar las mejores aportaciones de los diferentes sistemas, que permitan una fácil identificación de las sustancias almacenadas y tener a la mano un catálogo con los diferentes sinónimos para designar a los productos químicos.

Una vez almacenados, ¿cómo localizar un material?

- Por medio de un fichero
- Una base de datos

Cualquiera de los métodos que se usen debe estar actualizado, siendo el sistema de base de datos el más eficiente, pues ofrece mayor versatilidad, tanto para búsquedas como para adicionar o eliminar sustancias, tener su volumen o peso actualizado y localizar rápidamente su lugar de indicación en estanterías o depósitos especiales.

## 9.2 Información sobre Riesgos y Almacenamiento

Para tener éxito en la seguridad es necesario cerciorarse que los productos químicos y residuos en un laboratorio reúnan la regla PASSS:

- Pequeñas cantidades (P)
- Adecuada identificación (A)
- Sellado (S)
- Seguro (S)
- Separados (S)

### Pequeñas cantidades

- Menor peligro potencial.
- Menores problemas de disposición.
- Los laboratorios no deben usarse como almacenes.
- Si se requiere una pequeña cantidad de un reactivo, en lugar de comprarlo, conseguirlo con otro investigador. Adquirir 1 kg de algún producto parece ser más barato que 100 g, pero a menudo esto puede ser económicamente falso.

### Adecuada identificación

- Etiquetar claramente el contenido (cuando no es un reactivo original).
- Usar etiquetas legibles y nuevas.
- No encimar las etiquetas.
- Utilizar contenedores de disolventes y residuos adecuadamente etiquetados.
- Sustancias como peróxidos o precursores de los mismos deben ser revisadas constantemente y fechados.

### Sellado

- Contenedores de disolventes cerrados para evitar evaporación (con cera o parafina).
- Las tapas de los contenedores en buen estado y de material apropiado.
- Ventilación regular de materiales capaces de generar o producir presión interna. No llenar totalmente los contenedores, dejar una cámara con N<sub>2</sub> para materiales sensibles a la oxidación.

### Seguro

- Anaqueles de seguridad no muy llenos (70 – 75% de su capacidad) y no muy altos (los más altos al nivel de los ojos), ( $\pm 1.70$  m).
- Los cilindros de gas comprimido encadenados.

- Anaqueles para solventes con puerta de seguridad y otros para materiales corrosivos.
- Contenedores previamente autorizados para usarse con disolventes o residuos
- Materiales de alta peligrosidad preferentemente bajo llave.

### **Separación**

- Los materiales deben ser separados por *compatibilidad* sinónimo de *afinidad química* (*Brethrick's, Handbook of Reactive Chemical Hazards*).
- Se deben almacenar juntos materiales de reactividad similar (utilizar las tablas de compatibilidad).

Tabla 9.1  
Tabla de Compatibilidades de Compuestos Químicos

Compuesto Químico	No mezclar con:
Ácido acético	Ácido crómico, ácido nítrico, etilenglicol, ácido perclórico, peróxidos, permanganatos o compuestos que contengan hidroxilos.
Ácido nítrico	Ácido acético, ácido crómico, ácido cianhídrico, ácido sulfúrico, anilinas, carbón, líquidos inflamables, gases, sustancias nitrogenadas, ácido sulfhídrico, alcoholes o carburos.
Ácido oxálico	Plata, mercurio o agentes oxidantes.
Ácido perclórico	Anhídrido acético, bismuto y sus derivados, alcoholes, papel, madera u otros materiales orgánicos oxidables.
Ácido sulfúrico	Cloruros, cloratos, percloratos, permanganatos, carburos o metales.
Amoniaco anhidro	Halógeno, mercurio, hipoclorito de calcio, ácido fluorhídrico, sales de plata o zinc.
Anilinas	Tolueno, ácido nítrico, peróxido de hidrógeno u otros agentes oxidantes fuerte.
Bromo	Amoniaco, acetileno, butadieno, butano, hidrógeno, carburo de sodio, trementina o metales divididos finamente.
Cianuros	Ningún ácido
Cloratos	Sales de amonio, ácidos, polvos metálicos, azufre, carbón, compuestos químicos finamente divididos u otros combustibles.
Cloruros	Amoniaco, acetileno, butadieno, butano, benceno u otros derivados del petróleo, hidrógeno, carburo de sodio, trementina o polvos metálicos finos.
Hidrocarburos	Flúor, cloro, bromo, ácido crómico, peróxido de sodio.
Iodo	Acetileno o amoniaco.
Mercurio	Acetileno, hidrógeno, amoniaco, azidas o cobre.
Metales alcalinos y alcalinotérreos (sodio, calcio y potasio)	Agua, dióxido de carbono, tetracloruro de carbono o compuestos clorados en general.
Nitrato de amonio	Ácidos, líquidos inflamables, cloratos, nitratos, azufre, polvo de metales o combustibles.
Oxígeno	Líquidos inflamables, gases, aceites.
Pentóxido de fósforo	Agua, alcoholes.
Permanganato de potasio	Etilenglicol, glicerina, benzaldehído o ácido sulfúrico.
Peróxido de hidrógeno	Cobre, cromo, fierro, plata zinc, manganeso y la mayoría de los metales y sus sales, así como ningún líquido inflamable, anilinas o nitrometano.
Peróxido de sodio	Metanol, ácido acético glacial, anhídrido acético, benzaldehído, disulfuro de carbono, glicerina, etilenglicol o acetil acetato.

Para el almacenamiento es recomendable el uso del código de colores NFPA 704, el cual sugiere la siguiente clasificación de sustancias químicas.

### IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DE INCENDIO EN MATERIALES (SEGÚN NFPA 704)

#### Alcance y campo de aplicación

Esta norma se aplica a las instalaciones para la fabricación, almacenamiento o uso de sustancias peligrosas. Los objetivos de esta norma son proveer una señal

adecuada o alerta, e información en el lugar para salvaguardar las vidas del público y del personal de bomberos durante las emergencias por incendios. Debe ser colocado en lugar más visible en accesos al lugar de almacenamiento. Si hay varios materiales, prevalece el material de mayor cantidad y más alto riesgo.



### **SEÑAL**

La señal de riesgo de incendio en materiales tiene la forma cuadrada colocada en esta posición. A su vez está formada por cuatro cuadrados iguales. El de la izquierda señala el potencial riesgo para la **SALUD**. El cuadrado superior señala el grado de **INFLAMABILIDAD** y el de la derecha la **REACTIVIDAD** o **INESTABILIDAD** del material almacenado.

### **NÚMEROS (Color negro)**

Los números interiores de cada cuadrado corresponden al grado potencial de riesgo. se usa desde el N°4 que indica riesgo grave hasta 0 que indica que no hay riesgo especial.

### **INFORMACION ADICIONAL**

Cuando sea necesario se recurre al cuadrado inferior ( color blanco). Se usara preferentemente cuando el material tenga una reactividad no usual con el agua. En este caso se esta usando la señal restrictiva que corresponde. También puede ser usada para cualquier información vital , como ser presencia de elementos radioactivos , uso de equipo protector especial, agente extintor, etc.

**Clasificación Señal y Símbolos de Materiales Almacenados**

Color	TIPO		CODIGOS			GRADO POTENCIAL DE RIESGO
	Categ	UBICACION Y SIGNIFICADO	Tipo		Riesgo	
<b>AZUL</b>	<b>SALUD</b>	<p align="center"><b>Salud</b></p>  <p>Lesión por contacto</p> <p><b>INHALACION o INGESTION</b></p> <p>con sustancias tóxicas y corrosivas</p>	<b>MS</b>	<b>1 al 5</b>	<b>4</b>	Materiales que en exposiciones breves podrían causar la muerte (ej.: gases tóxicos o corrosivos.)
					<b>3</b>	En exposiciones breves causan grave lesión aún cuando se dé pronto tratamiento médico.
					<b>2</b>	Materiales que en exposiciones continuas pueden producir lesión temporal, a menos que se suministre atención médica inmediata.
					<b>1</b>	Produce irritación o lesión leve, aún sin tratamiento.
					<b>0</b>	No ofrecen riesgos mayores o especiales.
<b>ROJO</b>	<b>INFLAMABILIDAD</b>	<p align="center"><b>Inflamabilidad</b></p>  <p>Grado de susceptibilidad de los materiales a quemarse</p>	<b>MI</b>	<b>1 al 5</b>	<b>4</b>	Material se vaporiza rápidamente bajo presión atmosférica y temperatura normal, que tengan punto de inflamación bajo 22,8°C (73°F) o sean explosivos al mezclarse con el aire.
					<b>3</b>	Líquidos y sólidos que pueden ser encendidos bajo cualquier condición de temperatura ambiental. Líquidos con punto ebullición bajo 22,8°C y ebullición sobre 37,8°C.
					<b>2</b>	Se encienden a temperatura ambiental alta. Líquidos con inflamación sobre 37,8°C y menos de 93°C sólido y semisólidos que liberan rápidamente vapores inflamables.
					<b>1</b>	Necesitan ser precalentados para que ocurra ignición a 816°C (1500°F) por 5 minutos o menos. Líquidos, sólidos o semisólidos con punto de inflamación sobre 93°.
					<b>0</b>	Materiales que no se queman en el aire al ser expuestos a 816°C por período de 5 minutos.
<b>AMARILLO</b>	<b>REACTIVIDAD</b>	<p align="center"><b>Reactividad</b></p>  <p>Violencia de reacción, descomposición o autoreacción y liberación de energía</p>	<b>MR</b>	<b>1 al 5</b>	<b>4</b>	Material de fácil detonación o reacción explosiva a temperatura normal. Material sensible a golpes mecánicos.
					<b>3</b>	Material explosivo que requiere fuente iniciadora fuerte o ser calentados bajo confinamiento. Reaccionan explosivamente con agua sin necesidad de calor o confinamiento.
					<b>2</b>	Material por si mismo inestable pero no explosivo (liberación de energía) forman mezclas potencialmente explosivas con el agua.
					<b>1</b>	Material por si mismo normalmente estable. Reaccionan a alta temperatura o presión (no son explosivos).
					<b>0</b>	Son estables aún a exposición al fuego y no reaccionan con el agua.

	Adicional		MA	Se usa señal y símbolo que sea necesario en tamaño y color según norma.
--	-----------	---	----	---

Otra forma de almacenar sustancias peligrosas es utilizar la normativa chilena que clasifica la sustancias en nueve clases :

**Clase 1: Explosivos**

**Clase 2: Gases**

**Clase 3: Líquido Inflamable y Líquido Combustible**

**Clase 4: Sólido Inflamable; Material Espontáneamente Combustible; y Material Peligroso cuando está Mojado**

**Clase 5: Oxidantes y Peróxidos Orgánicos**

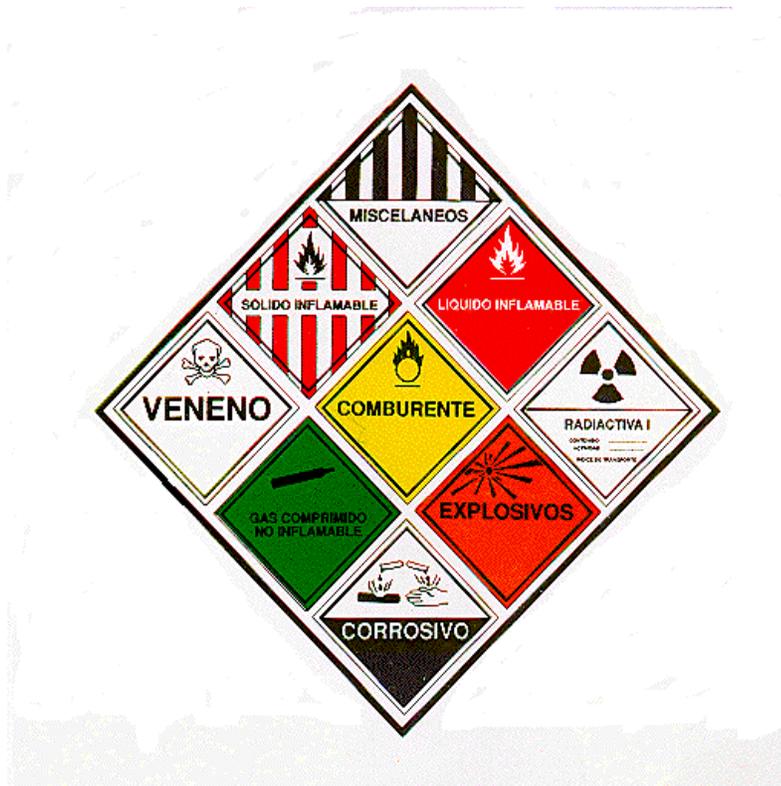
**Clase 6: Sustancias Tóxicas y Sustancia Infecciosas**

**Clase 7: Sustancias Radiactivas**

**Clase 8: Sustancias Corrosivas**

**Clase 9: Material Peligroso Misceláneo**

El diagrama inferior muestra los rótulos utilizados para identificar cada una de las nueve clases de sustancias peligrosas.



### 9.3 Hojas de Seguridad y Equipos de Protección

Existe una serie de bancos de datos que cuentan con un gran número de hojas de datos de diferentes sustancias. Recientemente se acordó que una hoja de seguridad completa debe contener la siguiente información:

Formato propuesto	
1. Identificación del compuesto y el fabricante.	9. Propiedades físicas y químicas.
2. Composición y peligrosidad.	10. Estabilidad y reactividad.
3. Identificación y riesgos.	11. Información toxicológica.
4. Primeros auxilios	12. Información ecológica.
5. Principios para combatir incendios.	13. Consideraciones para desechar y tratar el material.
6. Tratamiento en caso de accidente.	14. Información para transporte.
7. Manejo y almacenamiento.	15. Información regulatoria.
8. Control de la exposición y equipo de protección.	

En un almacén de sustancias, siempre se debe contar con las hojas de datos de seguridad actualizadas de las sustancias que se manejen, y en lugar de fácil acceso, para consultarlas cada vez que se va a manejar alguna sustancia específica y así seguir las principales recomendaciones de manejo.

### REQUERIMIENTOS ADICIONALES DE SEGURIDAD

El cuarto de almacenamiento debe contar con implementos para facilitar la seguridad. Se deberán incluir los siguientes artículos:

- Botiquín, equipado con los materiales más comunes para los primeros auxilios.
- Extintores de fuego.
- Materiales para control de derrames y limpieza (charolas y trapos).
- Control maestro para cortar la electricidad.
- Lavador adecuado para ojos/cara.
- Regadera.
- Detector de incendios.
- Ventilación del suelo al techo.
- Anaqueles seguros para sustancias compatibles.
- Sistema de comunicación a la oficina principal o a algún centro de emergencias médicas.
- Sistema de comunicación a la oficina de bomberos.

En el área del almacén general de sustancias se debe contar con el equipo de protección adecuado para manejarlas, desde la más sencilla hasta la más peligrosa.

Para trasvasar una sustancia de un frasco a otro es necesario hacerlo en una campana de extracción adecuada, siguiendo las precauciones y utilizando el equipo requerido para el trasvase así como el equipo de protección recomendado en las hojas de seguridad.

Las sustancias que carezcan de indicadores de precaución deben ser manejadas con el mismo cuidado que las sustancias peligrosas.

Para el control adecuado de un almacén, éste debe estar siempre bajo la supervisión de una PERSONA CALIFICADA, en cualquier institución.

**¡LA SEGURIDAD EN EL LABORATORIO DEPENDE DE TI!**

**¡LA SEGURIDAD DE TU PERSONA DEPENDE DE TI!**

**¡LA SEGURIDAD DE TUS COMPAÑEROS DEPENDE DE TI!**

## **EQUIPO DE PROTECCIÓN**

Aun cuando lo fundamental en cualquier esfuerzo en pro de la seguridad es la capacitación del personal, así como modificar el ambiente físico, para evitar que accidentes no deseados se produzcan, es necesario salvaguardar al personal, equipándolo en forma individual con equipo de protección adecuado.

El uso apropiado del equipo de protección personal es una consideración importante y necesaria en el desarrollo de un programa de seguridad.

Los estudiantes en general no ven con gusto el empleo de dispositivos de protección personal debido, fundamentalmente, a su incomodidad. En consecuencia, este equipo puede ser alterado o mal utilizado por sus usuarios al tratar de obtener mayor comodidad, lo que se traduce en una baja efectividad de éste en la protección máxima que debe suministrar.

## **FUNCIONES DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN**

Dentro de las principales características que debe cumplir el equipo de protección podemos mencionar:

- Que sea capaz de proteger áreas o funciones del cuerpo humano expuestas.
- Que esté construido con el material específico y resistente para evitar que se exponga el cuerpo humano a un riesgo determinado.

Para el caso del equipo de protección contra sustancias químicas, la principal recomendación es que el material con que esté construido el equipo sea altamente resistente a las sustancias a las que se expone un trabajador; por lo general se usan elastómeros y polímeros de alta densidad.

Los equipos de protección que comúnmente se utilizan son:

- Lentes de seguridad
- Bata de laboratorio
- Guantes
- Mascarillas, respiradores y caretas
- Zapatos de seguridad
- Trajes de seguridad

Estos diferentes equipos de seguridad están diseñados para proteger áreas específicas del cuerpo y, en conjunto, forman el equipo completo de protección personal.

## **LENTE DE LABORATORIO**

Los lentes de protección para el manejo de materiales o sustancias peligrosas constituyen una parte fundamental del equipo de protección ocular. El uso de los lentes se debe exigir a todo el personal presente en cualquier laboratorio donde se manejen y almacenen reactivos químicos.

Nadie debe entrar al laboratorio sin una adecuada protección en los ojos, sin importar la actividad que desarrolle dentro de éste (preparación de reactivos, lavado de material, consulta de bibliografía u otras actividades).

No pueden usarse lentes de contacto aun cuando se lleven lentes de seguridad, pues los gases y vapores pueden encontrarse debajo del lente y además éstos no pueden ser removidos rápidamente si algún contaminante entra en el ojo, lo que puede causar daños permanentes.

Existen, por lo general, dos tipos de protección ocular:

- Lentes de policarbonato con armazón y protección lateral.
- Goggles de PVC con micas de policarbonato.

El equipo de protección para los ojos debe acoplarse cómodamente, ser ligero, ofrecer una buena protección y un amplio campo visual. En general, deben seguirse las recomendaciones del Instituto de Estandarización Nacional Americana.

## **ROPA DE PROTECCIÓN**

Existen diferentes tipos de ropa de protección, dependiendo del riesgo. La vestimenta representa un peligro, ya que suele ser vulnerable a los reactivos químicos, pues comúnmente se fabrica con material sintético combustible. Así, se recomienda el uso de ropa de protección confeccionada con materiales adecuados, y debe ser exigida a todo el personal expuesto a los riesgos mencionados.

Los diferentes tipos de ropa de protección que generalmente se usan son:

- Bata de laboratorio.
- Trajes encapsulados

El primer tipo, bata de laboratorio, es recomendable para cuando se manejan pequeñas cantidades de reactivos químicos, porque previene el contacto con salpicaduras o derrames accidentales menores durante el trabajo de laboratorio. La bata de algodón es la más adecuada, debido a su resistencia a sustancias químicas y al fuego en comparación con otros materiales.

El segundo tipo, rajes encapsulados, es recomendado para cuando se expone todo el cuerpo a atmósferas ocasionadas por grandes derrames o fugas de alguna sustancia química. Existen diferentes variantes:

- Trajes encapsulados cerrados: para usarse con equipo de respiración autónoma, con costuras perfectamente selladas para una amplia protección a sustancias químicas, como gases, vapores o líquidos muy reactivos y/o tóxicos.
- Traje resistente a ácidos: de una sola pieza, con capucha, fabricado de doble capa de PVC con refuerzo de nylon.
- Traje aluminizado: para calor radiante; crea una barrera entre el cuerpo y el material inflamable. Está confeccionado con nómex aluminizado.

En dependencia de las necesidades, debe seleccionarse el equipo más adecuado, teniendo en consideración que algunos de estos trajes tienen la desventaja de ser muy voluminosos, como el encapsulado, mal sellado, como el caso de los de material plástico (PVC, polietileno resistente, etc.9, o poco tiempo de vida útil (trajes tyvek), y en la mayoría de Iso casos se requiere ayuda para ponérselo. Los trajes deben cumplir con los estándares establecidos por NFPA y OSHA.

## **GUANTES**

El contacto cutáneo es una fuente potencial de exposición a materiales y sustancias peligrosas, sobre todo las manos, por lo que es muy importante tomar en cuenta el equipo de protección.

Los guantes constituyen a menudo un medio práctico para proteger a las manos del contacto con sustancias químicas, objetos punzocortantes, materiales calientes, equipo eléctrico de alta tensión y otros, y cuando hay una buena elección del material con el que están elaborados, se puede garantizar una protección adecuada para cualquiera de los casos mencionados.

Existen diferentes tipos de guantes disponibles en el mercado; la selección de éstos depende del uso que se requiera.

Tabla 9.2  
Efectividad de los guantes contra sustancias químicas

Tipos de sustancias	Hule de but	PVC	Neopreno	Hule natural
Alcoholes	1	1	1	1
Aldehídos	1,2	2	1,2	1
Aminas	1	2	1,2	2
Esteres	2	3	2	3
Eteres	2	2	1,2	2
Hidrocarburos	2	2	2	2
Ácidos inorgánicos	2	1	1,2	2
Bases inorgánicas	1	1	1	1
Ácido orgánicos	1	1	1	1

1: excelente; 2: bueno; 3: pobre.

Para otras actividades que no involucren el manejo de sustancias químicas, existen guantes de otros materiales.

Tipo de material	Uso
Algodón recubierto de látex	Resistente al corte y abrasión
Nómex o aluminizados	Para manipular materiales calientes
Electrobaltex (dieléctrico)	Para trabajo con alta tensión
Malla de acero	Para uso donde el corte es labor rutinaria

Este equipo de protección debe cumplir los parámetros establecidos por la American Society for Testing and Materials, USA (Procedimiento de prueba F 739-83).

## MASCARILLAS Y RESPIRADORES

En muchos casos, debido al tipo de labor que se desempeña, el personal está expuesto a concentraciones altas de contaminantes en el aire que, al ser inhalados tienen un efecto rápido y peligroso sobre la vida o la salud en cortos

periodos, por lo que se requiere emplear dispositivos de protección que ofrezcan una completa salvaguarda respiratoria. Existen dos tipos de dispositivos: mascarillas y respiradores.

Las mascarillas son un protector sencillo de forma anatómica premoldeada, el cual funciona como un filtro pequeño; en algunos casos cuenta con una válvula de exhalación, y en su mayoría son desechables. Este tipo de mascarilla sirve solamente como protección en el manejo de polvos tóxicos.

Los respiradores son dispositivos que funcionan como purificadores de aire, con cartuchos intercambiables para diferentes tipos de contaminantes y brindan un aislamiento de media cara o de cara completa. En algunos casos se les puede adaptar equipos autónomos de oxígeno fabricados de termoplástico, y los cartuchos son de carbón activado u otras sustancias que pueden retener a los diferentes contaminantes.

<b>Tipos de cartuchos</b>
De acuerdo con la protección que ofrecen: Polvos 0.05 mg/m <sup>3</sup> Asbestos Vapores orgánicos (1.000 ppm) Gases ácidos (HCl, SO <sub>2</sub> , Cl <sub>2</sub> ) Amoniac Metilamina Álcalis Insecticidas

Todos estos dispositivos deben cumplir con las especificaciones del National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH).

## **CASCO DE PROTECCIÓN**

El casco de protección es necesario por razones obvias: representa una barrera protectora fundamentalmente para la caída de objetos sobre el cráneo. Se fabrican de polietileno de alta densidad y ofrecen resistencia a grandes impactos y altas tensiones eléctricas (dieléctrico). Es recomendable que el casco cuente con una suspensión para mejorar la amortiguación y absorber los impactos, y con buena ventilación.

Los cascos deben cumplir los requisitos establecidos por la ANSI : American National Standard Institute (ANSI, Z 89.1-1986).

## **ZAPATOS DE SEGURIDAD**

Dentro de los dispositivos de protección para los pies podemos mencionar los zapatos y botas de seguridad. Frecuentemente, lo que varía en una u otra es el tipo de polímero usado (PVC y uretano) y el tipo de suela para los diferentes trabajos.

## **PROTECCIÓN AUDITIVA**

Para cuidar al personal que está frecuentemente expuesto a elevados niveles de ruido, la protección auditiva es indispensable.

Existen diferentes tapones auditivos y orejeras que proporcionan una adecuada atenuación de los niveles de ruido (desde 26 hasta 33 Db) además de brindar comodidad y, sobre todo, evitar lesiones, temporales o permanentes, sobre el aparato auditivo.

El tipo de atenuador a utilizar depende del nivel de exposición.

## **LA PROTECCIÓN DEBE SER MAYOR AL RIESGO ESPERADO**

## **INSPECCIÓN DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN**

El equipo de protección personal debe mantenerse en buen estado, y si presenta algunos de los siguientes deterioros debe cambiarse:

### **Lentes y goggles:**

- Vidrios: rayados o rotos.
- Partes hechas

### **Ropa de protección**

- Rota o desgarrada (roturas son pequeñas).
- Hilos o hebras sueltos.
- Falta de botones, cierres o resortes de seguridad.

### **Guantes**

- Roturas por desgaste o perforación.
- Gran cantidad de material peligroso impregnado.

### **Mascarillas**

- Roturas.
- Mal ajuste.
- Filtros desgastados.

### **Casco**

- Quebrados con fracturas.
- Impregnados de material peligroso.

### **Zapatos**

- Suelas lisas.
- Costuras rotas.

- Agujetas en mal estado.
- Casquillo descubierto.

**Tapones para oídos**

- Rotos y/o deformados.
- Sucios.

El ACCESO A UN LABORATORIO QUÍMICO sólo se debe permitir a personas capacitadas y debidamente protegidas, el no hacerlo puede provocar lesiones irreversibles en el cuerpo humano.

**LOS ACCIDENTES OCURREN EN SEGUNDOS  
Y POCAS VECES AVISAN**

## 9.4 Medidas de Seguridad en caso de incendio

Para prevenir los incendios en un laboratorio es necesario conocer diferentes aspectos acerca de las causas que generan un fuego. En este capítulo se incluyen medidas de prevención para evitarlo y, si éste surge, cómo sofocarlo.

### CAUSAS DE INCENDIO EN EL LABORATORIO

La mayoría de los incendios ocurridos en un laboratorio pueden prevenirse considerando las medidas necesarias.

No obstante, existen acciones inevitables en el laboratorio, tales como encender mecheros, parrillas eléctricas, etc., las cuales representan un inminente peligro. Es importante considerar las siguientes precauciones:

- Nunca calentar directamente un disolvente orgánico inflamable con una flama. Si el disolvente orgánico tiene una temperatura de ebullición inferior a 95°C, la fuente de calentamiento puede ser canastilla eléctrica o un baño María o de vapor; si el punto de ebullición es mayor a 95°C, usar baño de aceite o silicón o arena.
- Antes de encender una flama, revise siempre si hay presencia de disolvente orgánico a sus alrededor, a causa de operaciones comunes, como son: vaciar disolvente de un recipiente a otro o estar destilando ciertos disolventes. Por lo general, los vapores de disolvente orgánico son más densos que el aire y fluyen hacia abajo; se difunden rápidamente y pueden incendiarse por una flama o chispa que se encuentre a varios metros de distancia, por lo que se confirma tomar la precaución de destilar los disolventes, en vez de evaporarlos.
- Nunca dejar encendido un mechero innecesariamente.
- Al realizar trabajo de laboratorio, el cabello largo debe recogerse hacia atrás.
- Fumar representa peligro de incendio, por lo cual en un laboratorio queda **ESTRICTAMENTE PROHIBIDO FUMAR**.
- Los canales y tarjas de las mesas del laboratorio son para eliminar el agua de los refrigerantes y no para verter residuos de líquidos inflamables o cualquier otro tipo de desecho.

Los incendios en un laboratorio pueden ser pequeños o grandes. Se consideran pequeños aquellos que se presentan debido a vapores de compuestos inflamables por la boca de un matraz o vaso de precipitados. Para apagar estos pequeños incendios se coloca en la boca del matraz o vaso una placa de asbesto o vidrio de reloj. Pero en un laboratorio también suelen presentarse incendios grandes generados por diferentes causas.

En esta situación, lo primero es cortar la corriente eléctrica y el gas en la válvula de control total del laboratorio en cuestión y enseguida proceder a desalojarlo con orden y rapidez, y actuar de inmediato para apagar el incendio. Es necesario utilizar un equipo de seguridad que incluya una variedad de extintores, mangueras

para incendio, mantas y sistemas automáticos para apagar fuegos (regaderas), así como un equipo de personas entrenadas para dar respuesta a este tipo de accidentes. Tener a la vista el número telefónico de los bomberos y llamarlos de inmediato.

### **CONTROL DE INCENDIOS**

El origen de los incendios es una reacción química que involucra la rápida oxidación o combustión de un material. Se necesitan cuatro elementos para que ocurra.

- **Combustible:** puede ser cualquier material combustible ya sea sólido, líquido o gaseoso. La mayoría de los sólidos y líquidos se convierten en vapor o gas antes de entrar en combustión.
- **Oxígeno:** el aire que respiramos está formado en un 21% de oxígeno. El fuego requiere una atmósfera de por lo menos un 16% de oxígeno para iniciarse.
- **Calor:** es la energía necesaria para elevar la temperatura del combustible a un punto en donde se den suficientes vapores para que ocurra la ignición
- **Reacción química:** una reacción en cadena puede ocurrir cuando los otros tres elementos están presentes en las condiciones y proporciones adecuadas.

Eliminando cualquiera de estos factores, el fuego no ocurrirá o se apagará si está ardiendo.

### **CLASIFICACIÓN DE LOS INCENDIOS**

Con el propósito de facilitar la selección y uso de extintores portátiles, la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego de Estados Unidos de Norteamérica (NFPA), así como también la normativa chilena ( Instituto Nacional de Normalización , INN ), se clasifica los fuegos en cuatro tipos diferentes:

<b>Fuego clase “A”</b>	Es el generado por materiales combustibles ordinarios o materiales fibrosos como madera, papel, tela, hule y algunos plásticos.
<b>Fuego clase “B”</b>	Es el originado por líquidos combustibles o inflamables, gases inflamables, grasas y materiales similares como la pintura, aditivos, propano, gasolina, acetona, hexano, éter, etc.

<b>Fuego clase “C”</b>	Se produce por combustión de equipos eléctricos, cableados, maquinaria eléctrica energizada, tales como aparatos electrodomésticos, cajas de fusibles y herramientas eléctricas.
<b>Fuego clase “D”</b>	Es causado por metales combustibles, como magnesio, titanio, potasio y sodio. Estos metales arden a altas temperaturas y generan suficiente oxígeno para mantener la combustión. La mayoría reaccionan violentamente con el agua u otros químicos, por lo que deben ser manejados con precaución.

## SELECCIÓN DEL EQUIPO CONTRA INCENDIO

La selección del extintor portátil depende de los siguientes aspectos:

- El tipo y características de los materiales combustibles que pudieran incendiarse.
- La gravedad previsible de un posible incendio.
- La compatibilidad del agente extintor con respecto a la clase de fuego que pudiera presentarse en el área.
- La factibilidad en el manejo del extintor.
- El personal disponible para manejar el extintor.
- Las condiciones ambientales en el área de riesgo (vientos, corrientes de viento, presencia de vapores).
- El cuidado y mantenimiento que requieren los extintores.

## AGENTES Y DIVERSAS FORMAS DE EXTINTORES

**Extinción por enfriamiento:** el agua es el agente más eficaz para reducir la temperatura generada por fuego en materiales combustibles ordinarios, como los señalados en la clase “A”. Si la superficie del material en combustión se enfría por debajo de la temperatura necesaria para que emita suficientes gases para continuar la combustión, el fuego se extinguirá.

**Extinción por sofocamiento:** en el caso de extinción con agua, si se logra generar vapor de agua en cantidad suficiente, se desplaza la presencia de aire en la superficie de la combustión, por lo que la acción sofocante extinguirá el fuego.

**Espuma:** es una masa estable de burbujas de una solución de agua y concentrado de espumas con aire; como esta masa es más ligera que el aceite y algunos hidrocarburos líquidos, puede fluir libremente sobre la superficie del material para formar una capa resistente al calor.

La espuma es un agente que se utiliza para enfriar o cubrir los fuegos de los materiales líquidos de la clase “B”. Tiene dos formas: a) por sofocamiento, al mantener una capa estable en la superficie del material líquido y b) efecto de enfriamiento de ésta por contener agua; por tal motivo, evita la generación de gases combustibles y separa la flama de la superficie.

Tipos de espumas:

- Proteica (proteínas hidrolizadas).
- Fluoruro proteica (proteínas hidrolizadas y tensoactivos fluorados).
- Espuma formadora de película acuosa (base sintética con tensoactivos).
- Espuma para solvente polares.
- Espuma de alta expansión (base sintética y tensoactivos fluorados).

**Bióxido de carbono:** es un agente extintor eficaz, principalmente porque desplaza el aire del medio en que se desarrolla la combustión hasta el punto de extinguirla; además, debido a que es un gas inerte y que no reacciona con la mayor parte de los materiales combustibles, puede ser aplicado a éstos.

Es importante señalar que el bióxido de carbono proporciona su propia presión de descarga, debido a que se almacena en cilindros o extintores en forma de gas licuado y, al ser expulsado hacia el medio ambiente en forma de gas, se difunde y penetra por todas las zonas del área incendiada; además, no es conductor de energía eléctrica, por lo que puede ser usado contra fuegos de la clase “C”.

En condiciones favorables de aplicación, también es capaz de ejercer efecto de enfriamiento, debido a la rápida expansión del gas licuado al salir expulsado del cilindro y transformarse en gas, lo que provoca un enfriamiento que convierte parte del bióxido de carbono en nieve, al registrar una temperatura de 31°C donde se sublima rápidamente cuando absorbe calor, tanto del material en combustión como del medio.

El bióxido de carbono presenta el inconveniente de que los fuegos aparentemente extinguidos pueden reinflamarse después de que se ha asentado la atmósfera sofocante, si permanecen superficies calientes o brasas incandescentes.

La aplicación de este agente se limita a lugares cerrados o semicerrados porque el efecto sofocante disminuye en presencia de viento.

**Polvo químico:**

**Agentes basados en sales metálicas alcalinas:** inhiben los radicales activos de las reacciones en cadena de la combustión, impidiendo que continúe la reacción y el fuego. Las sales metálicas, cuya parte catiónica es sodio o potasio y la aniónica es bicarbonato o carbonato son:

- Bicarbonato de sodio polvo químico seco normal (ABC).
- Bicarbonato de potasio “púrpura K”.

**Agente basado en sales de amoníaco:** actúa en la misma forma que los anteriores pues inhibe los radicales activos de la reacción de combustión, donde sus partes, catión ( $\text{NH}_4$ ) y el anión fosfato diácido ( $\text{H}_2\text{PO}_4$ ) al colocarse por encima de la llama se disocian y provocan el efecto antes descrito: suprimir la combustión.

## PRECAUCIONES PARA EVITAR QUE SE INICIE UN INCENDIO

**Fuego clase “A”:** para evitar que se inicie un incendio en combustibles ordinarios o fibrosos debe realizarse lo siguiente:

- Mantenga las áreas de trabajo y de almacenaje en orden y libres de basura.
- Coloque los trapos grasos en contenedores cubiertos.

El agente extintor recomendado para este tipo de fuego es el agua, polvo químico seco ABC y espuma química.

**Fuego clase “B”:** para evitar incendios con líquidos o gases inflamables las medidas de seguridad son las siguientes:

- Almacene los disolventes inflamables en envases herméticos y a prueba de goteos, extraiga de los tanques o garrafones únicamente la cantidad necesaria y en forma adecuada.
- Almacene los disolventes inflamables en instalaciones a prueba de chispas y lejos de fuentes que produzcan chispas o llamas, y de materiales combustibles.
- Utilice disolventes inflamables únicamente en áreas bien ventiladas, o en los sectores diseñados para tal fin. El agente extintor recomendado es el polvo químico seco sólido o potásico, polvo químico seco ABC, espuma química y bióxido de carbono.

**Fuego clase “C”:** para evitar incendios en equipos eléctricos, cables, interruptores, etc., son válidas las siguientes precauciones:

- Sustituya los cables viejos, aislamientos desgastados y piezas eléctricas rotas. Informe cualquier situación peligrosa a su jefe inmediato superior y al personal de mantenimiento.
- Evite el recalentamiento de motores manteniéndolos limpios y en buen estado. Una chispa proveniente de un motor en mal estado puede encender el aceite que se encuentra presente en el motor.
- Las luces de emergencia siempre deben tener algún tipo de protección. El calor emanado por luces descubiertas puede encender fácilmente combustibles ordinarios. Nunca instale un fusible de amperaje mayor al especificado.

- El agente extintor recomendado para este tipo de fuego es el bióxido de carbono, polvo químico sódico o potásico, polvo químico seco ABC.

**Fuego clase “D”:** para evitar incendios por materiales como el magnesio, sodio, potasio, las precauciones son:

- Almacene estos materiales en recipientes especiales y en forma adecuada en sitios libres de humedad.
- Almacene sólo la cantidad necesaria.
- Destruya los residuos de estos materiales con el reactivo adecuado (un alcohol), lentamente y en una campana de extracción, donde no existan fuegos o chispas.

El agente extintor recomendado es el polvo químico seco sódico o potásico.

Los equipos de extinción deben estar instalados en los lugares adecuados, ser revisados por lo menos cada seis meses, inspeccionando mangueras, válvulas, presión dentro de los cilindros, etc.

Para actuar acertadamente en un incendio es necesario contar con un plan definido que nos permita saber cómo identificar áreas de alto riesgo debido a malas prácticas.

Dentro de cada área de trabajo deben realizarse visitas de inspección para detectar actividades inseguras que puedan ser causa de incendios.

## **LA PREVENCIÓN ES SINÓNIMO DE SEGURIDAD**

## 9.5 Control de derrames

Los derrames de sustancias peligrosas existen en casi todos los lugares donde se manejan sustancias químicas, en pequeña o gran escala. En los laboratorios es muy común que los derrames que se presentan varíen en un volumen de 1 a 5 galones. Pero en cualquier sitio que se manejen sustancias químicas se debe entender que un derrame puede ocurrir en cualquier momento, y nos debemos preguntar: ¿estamos preparados?.

### ¿QUÉ HACER EN CASO DE DERRAMES DE SUSTANCIAS PELIGROSAS?

La clave del éxito para la prevención y la respuesta para atender los derrames, consiste en tener un plan bien detallado de emergencias. Durante la elaboración de dicho plan se necesita analizar lo siguiente:

- ¿Qué sustancias son manejadas en mi laboratorio?
- ¿Cuáles son las más peligrosas?
- ¿Dónde se encuentran localizadas?
- ¿En qué cantidades se manejan?
- ¿Qué riesgos potenciales están presentes durante su manejo?
- ¿En qué lugar podría ser más frecuente que sucediera un derrame?
- ¿Cuál sería el derrame más grande que pudiera ocurrir?
- ¿Qué tipo de derrame tendría mayores posibilidades de ocurrir?
- ¿Qué tipo de derrame tendría mayores posibilidades de ocurrir?

Se debe anticipar un buen plan de contingencias al peor de los incidentes posibles, y las acciones que se tomen dentro de los primeros diez minutos serán las garantías para prevenir que un incidente pequeño se convierta en una catástrofe mayor.

### PASOS A SEGUIR EN CASO DE UN DERRAME

Para atender un incidente con materiales peligrosos, los principales pasos a seguir por el grupo de atención a contingencias son:

1. *Identificar el material derramado lo más pronto posible.*
2. *Notificar al responsable del área.*
3. *Si el material es inflamable o si no lo sabe eliminar, alejar toda fuente de ignición en un radio de 50 metros.*
4. *Seleccionar y vestirse con el equipo de protección adecuado para asistir el accidente; si el material no se ha identificado usar el equipo de protección más completo.*
5. *Verificar que se han seguido los procedimientos establecidos anteriormente (1 al 4).*
6. *Delimitar la zona, desviar el flujo lejos de alcantarillas y contener el material derramado.*
7. *Bloquear o sellar la fuente del derrame.*

8. *Una vez controlado el derrame, proceder a limpiar utilizando material absorbente.*
9. *Pasada la emergencia, descontaminar el equipo de protección y las herramientas empleadas; así como tratar las aguas de lavado recolectadas.*
10. *Disponer del material contaminado adecuadamente utilizando un contenedor limpio.*
11. *Extender un reporte del accidente en el que se identifiquen las causas del derrame, con el fin de tomar las medidas necesarias para su futura prevención y adecuado control.*

La implementación de un programa de prevención y atención de derrames, para ser completo, debe contar con personal capacitado y entrenado para dar una respuesta rápida y efectiva así como para visualizar las áreas de mayor riesgo.

## **9.6 Primeros auxilios en el laboratorio**

Algunas veces, a pesar de la medidas de seguridad y de los equipos de protección corporal, ocurren accidentes (errores humanos) cuando se manejan inadecuadamente productos peligrosos. En tales ocasiones la persona accidentada (si permanece consciente), así como otras que estén próximas, deben estar capacitadas para ejecutar las primeras medidas y, posteriormente, si es el caso, trasladar a la víctima al hospital y después atender el área de trabajo donde ocurrió el incidente.

### **FORMAS DE INTERACCIÓN ENTRE UNPRODUCTO QUÍMICO Y EL CUERPO HUMANO**

La toxicidad de un producto químico y sobre todo peligroso, depende de la vía de acceso a un organismo. Se consideran importantes las siguientes vías de acceso.

#### **Inhalación**

Las sustancias químicas peligrosas en forma de gases, vapores, humos, nieblas o polvos pueden ingresar rápidamente a nuestro cuerpo por absorción a través de las mucosas del tracto respiratorio y pulmones, hasta alcanzar, por ejemplo, el sistema nervioso central y provocar serios daños.

Cuando una persona se somete a la inhalación de altas concentraciones de sustancias peligrosas por períodos cortos o prolongados puede presentar asfixia, dependiendo del producto en cuestión, lo cual causa inconsciencia o la muerte casi inmediatamente; la exposición prolongada a pequeñas concentraciones puede provocar desde efectos leves (irritación local de mucosas) hasta efectos crónicos, algunos graves, según el producto químico de que se trate.

#### **Ingestión**

Muchas de las sustancias utilizadas en los laboratorios resultan peligrosas si son ingeridas, las cuales por absorción a través del tracto gastrointestinal pasan a la sangre, de donde pueden distribuirse a todo el cuerpo.

Algunas sustancias ingeridas pueden afectar directamente las mucosas bucales y del esófago y provocar serias lesiones, como en el caso de materiales altamente corrosivos; en algunos casos, dependiendo del tipo de sustancia, pueden provocar ulceración intestinal.

#### **Contacto cutáneo**

El contacto con la piel es un modo frecuente de lesiones por sustancias químicas, siendo los poros la principal vía de ingreso a la piel.

Los efectos inmediatos producidos por el contacto cutáneo con las diferentes sustancias pueden ser desde irritación hasta daño tisular, ya que sustancias como ácidos o bases afectan la piel en las capas interiores del tejido, y pueden corroer y/o desintegrar la dermis.

La exposición prolongada de la piel a sustancias químicas moderadamente tóxicas puede provocar hipersensibilidad, lo cual se manifiesta como dermatitis o alergias.

### **Contacto ocular**

El contacto de las sustancias con los ojos es particularmente importante debido a que estos órganos son muy sensibles a los materiales irritantes. Pocas sustancias son inocuas a los ojos; la mayoría de ellas causan quemaduras severas y hasta pérdida de la vista. La córnea es muy sensible a muchas sustancias, especialmente a ácidos y bases; puede adquirir una apariencia opaca u oscura y en ocasiones se pueden presentar daños en el cristalino.

### **Lesiones por calor (fuego o fuentes de calentamiento)**

Son quemaduras menores originadas por tubos y matraces calientes, muflas, parrillas de calentamiento, mecheros, entre otros. Se presentan muy comúnmente en los laboratorios.

### **Cortaduras**

Ocurren con frecuencia cortaduras menores cuando se trabaja con material de vidrio en el laboratorio.

Cada una de las interacciones entre un producto químico y las partes del cuerpo humano antes mencionadas pueden presentarse si no se siguen las normas de seguridad pertinentes.

Es importante mencionar que los efectos de exposición señalados para las diferentes rutas dependen de varios factores tales como la dosis, tiempo de exposición, sexo, edad, sensibilidad y otros factores.

Las sustancias químicas además de clasificarse en nueve clases se pueden dividir dependiendo de los efectos que producen y se clasifican en:

- **Irritantes:** provocan irritación en los órganos de contacto (ojos, piel, mucosas...) y en ocasiones pueden causar inflamación y otros efectos adicionales como urticaria.
- **Asfixiantes:** son depresivos del tejido respiratorio. Se dividen en simples, los cuales son gases fisiológicamente inertes, que desplazan sólo al oxígeno; y asfixiantes químicos, que impiden al cuerpo utilizar el oxígeno de la sangre.
- **Hepatológicas:** afectan al hígado; algunos de estos efectos incluyen la alteración de los niveles de enzimas en el hígado, incapacitándolo para eliminar los tóxicos del cuerpo.

- **Nefrotóxicas:** afectan los riñones, alteran la eliminación de desechos líquidos generados por el cuerpo, lo cual provoca un envenenamiento sistemático y en ocasiones esto causa la muerte.
- **Neurotóxicas:** afectan al sistema nervioso, bloquean los impulsos eléctricos de la sinapsis; también pueden afectar los centros más altos del cerebro y causar una reducción de la habilidad del pensamiento. Sólo algunos productos, y en grandes dosis, afectan las funciones automáticas de la médula, el cerebro y sus conexiones (sistema nervioso central).
- **Anestésicos:** son depresivos del sistema nervioso central, reducen la intensidad de impulsos nerviosos y afectan al sistema nervioso periférico.
- **Hematopoyéticas:** afectan los órganos formadores de sangre (médula espinal), alteran la formación de glóbulos rojos, los cuales contienen hemoglobina para el transporte del oxígeno de los pulmones al cuerpo; por lo tanto, se presentan alteraciones en el número de glóbulos rojos, produciéndose anemia. Existen también alteraciones en la producción de leucocitos y, cuando son dañados, los microorganismos patógenos llegan fácilmente a la sangre y producen enfermedades infecciosas.

## PROCEDIMIENTO GENERAL PARA PRIMEROS AUXILIOS

Procedimiento general a seguir en todos los casos, excepto donde se noten desviaciones por envenenamiento individual.

1. Identificar el material involucrado en el accidente y prevenir al grupo de ayuda respecto de las precauciones.
2. Trasladar al paciente del área donde estuvo en contacto con el o los agentes nocivos.
3. Acostar al paciente boca abajo, colocando su cabeza a un lado con la lengua hacia delante.
4. Mantener al paciente abrigado y recostado, como se indica en el punto anterior.
5. Estar preparado para administrar respiración artificial boca a boca a la primera sospecha de que el paciente tiene dificultad para respirar.
6. No dejar a la víctima sin atención.
7. No dar bebidas alcohólicas excepto bajo autorización médica. El alcohol incrementa la absorción de algunos venenos.
8. Solicitar atención médica tan pronto como sea posible, pero no interrumpir los procedimientos anteriores.

Adicionalmente a los puntos anteriores, es recomendable contar con la hoja de seguridad de la sustancia involucrada, con la finalidad de facilitar, ampliar y mantener los primeros auxilios, medidas contra toxicidad, medidas en caso de derrame, etc., para que las personas del grupo de ayuda tengan de manera accesible la información y con esto evitar pérdida de tiempo en la búsqueda de tales aspectos.

### Si el material es inhalado

1. Tratar de identificar el material. Si es cloro, ácido sulfhídrico, ácido cianhídrico, fosgeno u otro gas altamente tóxico, utilizar la mascarilla apropiada en el área contaminada durante el rescate. Si no se dispone de ésta, el grupo de ayuda debe aguantar la respiración mientras esté en contacto con el ambiente contaminado.
2. Trasladar al paciente inmediatamente a lugares ventilados.
3. A la primera señal de dificultad en respirar, iniciar respiración artificial boca a boca; el oxígeno debe ser administrado sólo por personal calificado.
4. Continuar la respiración artificial boca a boca hasta la llegada del cuerpo médico de ayuda.

### Si el material es ingerido

1. Identificar la naturaleza del producto ingerido, si es posible.
2. Dar de dos a cuatro vasos de agua inmediatamente, o leche en caso de no contar con agua. **Precaución:** nunca dar algo por la boca a una persona inconsciente.
3. Inducir el vómito inmediatamente. Colocar el dedo índice lo más adentro posible (de la lengua) y frotarlo de un lado hacia el otro (realizar esta maniobra por el paciente si es necesario), o dar abundantes tragos de agua salada tibia (una cucharada de sal por vaso de agua). *No inducir el vómito si el paciente ha ingerido parafina, gasolina, ácidos y álcalis fuertes, o si está inconsciente.*
4. Repetir el procedimiento anterior hasta que el fluido (vomitado) sea claro.
5. Mientras se ejecutan los primeros auxilios, tratar de identificar el material ingerido y administrar el antídoto adecuado (véase "Respuestas para sustancias específicas", p....). Si no se puede identificar, dar 15 g. De "antídoto universal" en medio vaso de agua tibia.  
Antídoto universal: carbón activado (2 cucharadas), leche de magnesia (1 cucharada) y ácido Táxico (te cargado, 1 cucharada).  
Precaución: nunca dar aceites, grasas o alguna bebida alcohólica, a menos que sea especificado por el médico.
6. Conservar muestra del vómito, si es posible.
7. Seguir las indicaciones anteriores hasta la llegada del grupo médico de ayuda.

### Si el material está en contacto con al piel

1. Identificar el material si es posible; el grupo de ayuda debe evitar el contacto con el contaminante mediante el uso de equipo de protección adecuado.
2. Lavar con abundante agua la parte del cuerpo afectada por lo menos 15 minutos.
3. Quitar toda la ropa contaminada, incluyendo zapatos, relojes y otros objetos.

---

\* Con una concentración apreciable de un gas altamente tóxico, una simple respiración puede ser suficiente para causar inconsciencia. No entrar a tanques o lugares cerrados sin oxígeno, sin equipo de protección y sin el auxilio de asistentes (dentro y fuera del área).

4. No usar aceites, grasas (mantequilla) o bicarbonato de sodio en la piel a menos que sean específicamente indicadas por el grupo médico de ayuda.

### **Si el material está en contacto con los ojos**

1. Lavar inmediatamente ambos ojos con abundante agua, asegurándose de que los párpados estén completamente abiertos, de tal forma que el agua corra debajo de ambos.
2. Continuar el lavado por lo menos durante 15 minutos.
3. No administrar ninguna solución hasta la llegada del médico especialista.

### **Quemaduras por fuente de calentamiento**

1. En caso de presentarse quemaduras menores debe mantenerse la parte afectada bajo un chorro de agua fría durante 5-10 minutos, y aplicar una pomada que alivie el dolor.
2. En caso de quemaduras severas provocadas por fuego, es probable que la víctima entre en shock; por lo que debe ser acostada en el piso y mantenerla abrigada con una manta o abrigo (sin tocar el área quemada). No se debe lavar la quemadura (sólo en caso de apagar fuego de la ropa) ni aplicar ninguna pomada. Solicitar inmediatamente ayuda médica.

### **Cortaduras**

1. Las pequeñas cortaduras deben ser lavadas con agua limpia y fría para remover alguna sustancia o astillas de vidrio. Colocar un venda en la herida y esperar ayuda médica.
2. En caso de cortaduras mayores o hemorragias severas, elevar el miembro afectado si es posible y colocar una venda de presión. Solicitar inmediatamente ayuda médica. El uso de torniquete debe aplicarse por personal calificado.

## **RESPUESTAS PARA SUSTANCIAS ESPECÍFICAS**

### **Ácidos corrosivos**

- Si es por ingestión, no inducir el vómito.
- No dar carbonatos o bicarbonato de sodio.
- Dar suspensión de hidróxido de aluminio o leche de magnesia en grandes cantidades.
- Continuar con leche o clara de huevo batida con agua.
- Para el contacto cutáneo u ocular, seguir el procedimiento general.

### **Álcalis, cáusticos**

- Si es por ingestión, no inducir el vómito.
- Dar grandes cantidades de solución de ácido acético al 1%, vinagre (1:4), ácido cítrico al 1% o agua de limón.
- Continuar con leche o clara de huevo batida con agua.
- Para el contacto cutáneo u ocular, seguir el procedimiento general.

### **Alcaloides**

- Si es por ingestión, los antidotos recomendados son: un vaso de solución de permanganato de potasio al 0.01% o “antídoto universal”, 15 g. En medio vaso de agua tibia.

### **Bromo**

- Si es por inhalación, seguir el procedimiento general, proporcionando inhalación de amoniaco.
- Si es por ingestión, dar una cucharada de tiosulfato de sodio en un vaso de agua y posteriormente leche de magnesia (30 ml) en agua, una sola vez.
- Si es por contacto cutáneo, seguir el procedimiento general, aplicar agua en la parte afectada y bicarbonato de sodio; mantenerla húmeda.
- Si es por contacto ocular, seguir el procedimiento general.

### **Cianuros**

- Iniciar con los primeros auxilios y solicitar inmediatamente ayuda médica.
- Si es por inhalación y si el paciente está consciente, inducir el vómito con agua salada tibia (una cucharada de sal por vaso de agua), trata de que el vómito se repita hasta que el fluido sea claro. [ **RECUERDE**: no dar nada al paciente por la boca si está inconsciente] .
- Romper una perla de nitrito de amilo en un pañuelo y mantenerlo ligeramente bajo la nariz por 15 segundos; repetir cinco veces esta operación a intervalos de aproximadamente 15 segundos cada uno.
- Iniciar y mantener la respiración artificial boca a boca a la primera señal de dificultad respiratoria.

### **Fenol**

- Si es por ingestión, inducir el vómito dando una cucharada de sal en un vaso de agua tibia.
- Repetir hasta que el fluido del vómito sea claro.
- Dar grandes cantidades de leche o clara de huevo batida con agua.
- No dar bebidas alcohólicas o aceites al paciente.
- Si es por contacto cutáneo, lavar inmediatamente con grandes cantidades de agua y jabón, y posteriormente lavar suavemente con alcohol.
- Si es por contacto ocular, seguir el procedimiento general.

El concepto de seguridad debe incluir información general sobre la manipulación de los reactivos y productos químicos, así como de sustancias peligrosas específicas.

Aunque esta guía de procedimientos parece muy breve, el objetivo principal es ahorrar tiempo y dar una orientación sobre las acciones inmediatas a seguir en caso de un accidente en el laboratorio. Esta guía debe estar al alcance (o a la mano) de todo el personal del laboratorio.

### **Regla de oro en primeros auxilios**

Siempre atiende el más urgente síntoma de:

- Shock
- Daños oculares
- Dificultad en la respiración
- Contacto cutáneo

## 9.7 Tratamiento de residuos en el laboratorio

La clasificación y manejo de residuos peligrosos está controlada por el reglamento de Manejo de Residuos Peligrosos, MINSAL, 1997, el cual define en el título I, artículo 5°. , como residuo peligroso a “ Un residuo o una mezcla de residuos se considerara como peligroso si en función de sus características de toxicidad, toxicidad por lixiviación, inflamabilidad, reactividad y corrosividad puede presentar riesgo para la salud pública, provocando o contribuyendo al aumento de la mortalidad o a la incidencia de enfermedades y/o presentar efectos adversos al medio ambiente cuando es manejado o dispuesto en forma inadecuada. Asimismo establece que el responsable directo del manejo, tratamiento y disposición adecuada de un residuo peligroso es el *generador*.

Anteriormente, a los residuos químicos no se les daba gran importancia. Sin embargo, ahora la comunidad se ha interesado más en el buen manejo y disposición de los residuos químicos, por su propio bienestar.

Existen requerimientos legales para que los residuos sean tratados de manera consciente y responsable.

La primera tarea del personal de un laboratorio de manejo de residuos peligrosos es:

- Determinar cuándo un material es un residuo.
- Determinar si el residuo es un residuo peligroso.

A continuación se presenta la definición general de lo que entiende por de contaminante y residuo:

**Contaminante** : Toda materia o energía en cualquiera de sus estados físicos, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora o cualquier elemento natural altere o modifique su composición natural.

**Residuo** : Cualquier material generado por los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Los residuos peligrosos comprenden:

- Los residuos aislados, mezclados o en solución; pueden presentarse en estado sólido, líquido o en forma de lodos y son generados como subproductos del proceso.
- Los residuos resultantes de operaciones unitarias.
- Los residuos que se generan del almacenamiento, transporte, confinamiento o tratamiento final de los residuos anteriores.
- Todos aquellos materiales con la característica de que sus propiedades fisicoquímicas y toxicológicas representan un peligro para la salud humana y los ecosistemas.

- En muchos casos, podrían también convertirse en residuos peligrosos la materias primas que caduquen o se deterioren durante el tiempo de su almacenamiento, comercialización y envío, las que se dejan de usar.

## **CRITERIOS QUE DETERMINAN LA PELIGROSIDAD DE LOS MATERIALES Y DE LOS RESIDUOS**

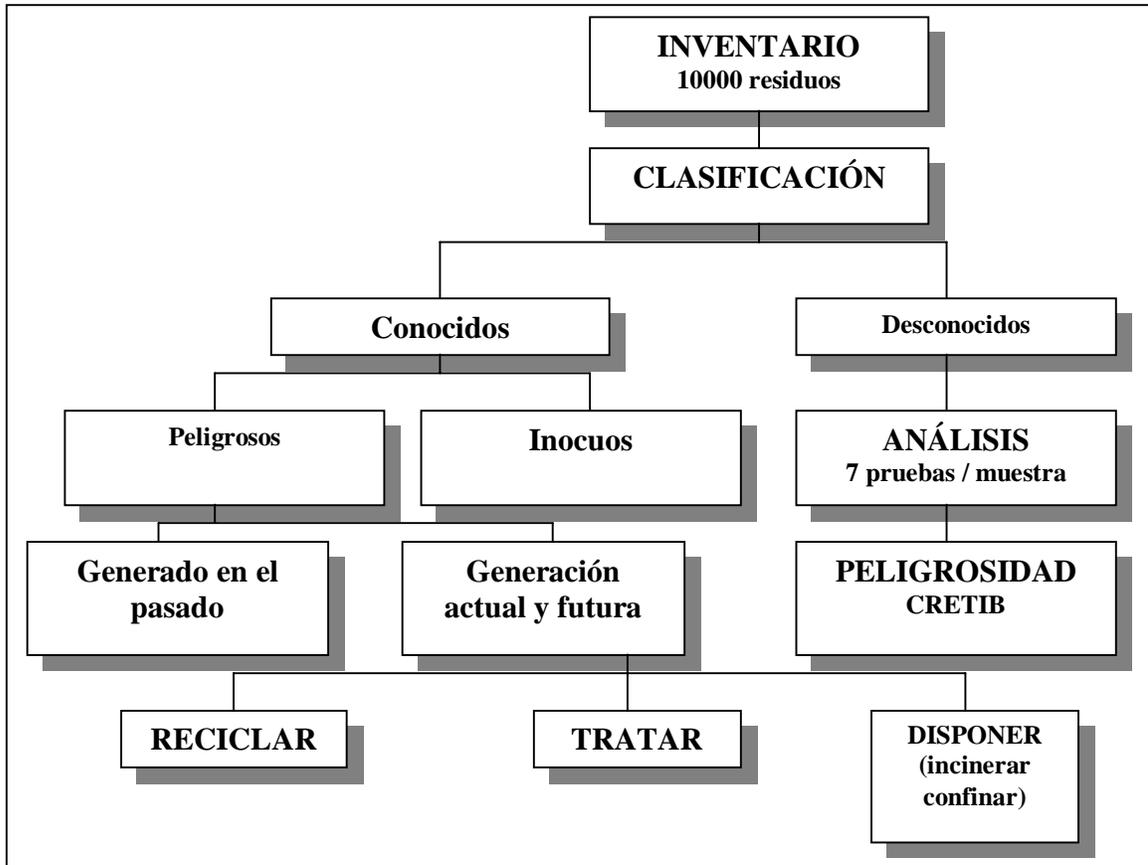
La peligrosidad de los materiales y de los residuos depende en parte de sus propiedades fisicoquímicas (corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, biológico-infecciosas, presión de vapor, punto de ebullición, etc.), las cuales pueden verse incrementadas por su manejo inadecuado en las etapas de almacenamiento, proceso de uso, transporte y disposición final. Para establecer y seleccionar los siguientes criterios normativos en la peligrosidad de los materiales y residuos, la legislación mexicana se apoyó en lo que establece la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica (EPA, Environmental Protection Agency) a este respecto.

<b>Características</b>	<b>Código</b>
Corrosivos ( C)	P 01
Reactivos ( R)	P 02
Explosivos (E)	P 03
Tóxicos (T)	El correspondiente al contaminante tóxico según las tablas 5, 6, 7 de la NOM-052 ECOL-93
Inflamables (I)	P 03
Biológicos (B)	P 04
Infecciosos	

Es muy difícil establecer un sistema o método de tratamiento general para los residuos específicos de un laboratorio, ya que depende del volumen generado, del tipo de laboratorio que se trate y, sobre todo, de la variedad de residuos que se generan; por otra parte, los residuos casi nunca están constituidos por un solo producto, casi siempre son mezclas complejas.

En algunas ocasiones se han almacenado en los laboratorios residuos generados en el pasado, por diferentes causas (no saber cómo tratarlos, reactivos caducos, reactivos que han perdido su etiqueta, etc.); éstos pueden ser conocidos o desconocidos (en cuanto a su composición química). Los primeros se tratan de acuerdo con la secuencia que se describe en la bibliografía y, respecto de los segundos, se debe efectuar su análisis para saber su composición y luego proceder al diseño del tratamiento.

Dentro de los puntos primordiales que se deben considerar en la elaboración de cualquier programa de manejo de residuos conocidos y desconocidos podemos recomendar la siguiente secuencia:



El tratamiento de los residuos generados en los laboratorios debe ser llevado a cabo por personal capacitado, siendo esta la manera más efectiva para proteger a los seres vivos y no contaminar el ambiente.

## CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE TRATAMIENTO

Los métodos de tratamiento se pueden clasificar, de manera general, en:

- 1) Químicos [ Neutralización, Precipitación, Oxidación , Reducción ]
- 2) Físicos [ Filtración , Cristalización , Destilación , Adsorción ]
- 3) Biológicos [ Aeróbicos , Anaeróbicos , Enzimáticos ]
- 4) Térmicos
- 5) Incineración

Es importante insistir en que no existe un método general para el tratamiento de un residuo, es decir, cada residuo es diferente y el diseño de su tratamiento depende de muchos factores, tales como si en el residuo están presentes una o más sustancias, si está en solución acuosa o no, en qué concentración se encuentra cada componente, si es un residuo con varias fases, etc., y con base en estos aspectos se diseña un proceso de tratamiento en el cual se combinan los

métodos químicos, físicos y/o térmicos para llegar a la destrucción final de éste o enviarlo al confinamiento.

Cada investigador, profesor y/o estudiante, antes de empezar a trabajar en el laboratorio, necesita planear cómo va a manejar los residuos que generará (*sus residuos; los residuos que están bajo su responsabilidad*).

La planeación de las actividades debe incluir consideraciones tales como: los tipos y cantidades de residuos que se pueden generar, la forma en que se llevará a cabo el tratamiento y la verificación de la eficiencia del mismo, hasta la disposición de éstos.

En algunos casos se puede rediseñar, de ser posible, el experimento o emplear materiales alternativos que permitan alcanzar idealmente los mismos fines sin la generación de residuos peligrosos, o por lo menos con la disminución máxima de la peligrosidad y/o cantidad producida.

Con una planeación previa, el personal del laboratorio tiene la posibilidad de controlar costos mediante sencillas prácticas como: procedimientos para la minimización de residuos, generar residuos fáciles de manejar y/o destruir, así como reducir riesgos al personal involucrado y al ambiente.

## **IDENTIFICACIÓN Y ETIQUETADO DE RESIDUOS**

Una adecuada etiquetación y descripción de la composición cualitativa y, en forma aproximada, la cuantitativa de los residuos peligrosos, es una responsabilidad importante en un sistema de tratamiento, ya sea por el mismo personal o a través de una compañía especializada.

Los responsables de una adecuada identificación de los residuos son los propios generadores, sean estudiantes, profesores o investigadores.

Todos los residuos deben estar bien etiquetados, donde se indique el nombre y ubicación del generador, así como las precauciones e indicaciones correspondientes para su manejo adecuado.

Nunca se deben mezclar productos químicos desconocidos, esto puede causar una reacción peligrosa. Un gran número de personas puede resultar gravemente herida en un accidente causado por la falta de identificación de residuos de productos químicos.

Los accidentes ocurridos durante el transporte de residuos han sido directamente atribuidos a una pobre identificación y/o mal embalaje de los mismos.

Los generadores de residuos son responsables ante la ley por los accidentes ocasionados debido a un etiquetado y/o transporte inadecuados y deben pagar por

los daños causados a los seres vivos y a los bienes materiales, en ocasiones con dinero y en otras con encarcelamiento.

Los residuos bien etiquetados deben proporcionar información adecuada de su composición; saber que en un contenedor se tienen los productos finales de una reacción (por ejemplo, residuos de la reacción de Diels-Alder), no es suficiente. Si el residuo es identificado como un compuesto específico o mezcla conocida (número de productos, naturaleza y cantidad), esto da una idea de su peligrosidad, clase química, grupos funcionales y así se puede establecer su compatibilidad, o medidas de emergencia en caso de un derrame accidental.

El conocimiento del producto químico y sus propiedades físicas, químicas y toxicológicas, antes de tomar cualquier decisión acerca del tratamiento, es responsabilidad del personal del laboratorio que lo generó y/o lo tratará.

Para la implementación de un programa de manejo de residuos debe existir un responsable que coordine labores como: etiquetado, almacenamiento, planeación en caso de una contingencia, levantamiento de inventarios, entre otros aspectos. También, elegir la forma de transportación dentro de las instalaciones o fuera de las mismas, programar los horarios de recolección y estar al tanto del diseño, verificación y, en su caso, ajustes que se deban incorporar al sistema de tratamiento de residuos.

Este cargo debe ser otorgado a una persona que tenga conocimientos, experiencia y autoridad para desempeñar y/o coordinar el trabajo adecuadamente. Además, debe recibir capacitación y entrenamiento en el tratamiento y manejo de residuos peligrosos.

## **SEPARACIÓN DE RESIDUOS EN CONTENEDORES**

Existen ciertas reglas que deben seguirse para el manejo de contenedores (éstos pueden ser recipientes de vidrio, polietileno de alta densidad, acero inoxidable, metal con recubrimiento, etc.) en los que se recolectan residuos o productos peligrosos, independientemente del lugar donde se almacenen.

En primer lugar, el material del que están hechos los contenedores debe ser compatible con su contenido. Siempre deben estar bien cerrados para evitar derrames o emisión de vapores. Los materiales sólidos deben mantenerse en contenedores metálicos y no de plástico o en bolsas de papel que se pueden romper o rasgar.

Cada persona que participe en el transvase y empaqueo de productos o residuos peligrosos a un contenedor debe conocer y usar el equipo de protección adecuado como: bata, goggles, mascarilla para respirar, guantes, botas o cualquier otro

equipo necesario, así como las características mínimas de seguridad del local donde se llevan a cabo estas acciones.

## **MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS**

Los elementos básicos en un programa de minimización de residuos son:

- Contar con un equipo de personas capacitadas para su tratamiento.
- Tener una metodología para la identificación del tipo, cantidad y naturaleza química de los constituyentes peligrosos.
- Programar la revisión periódica de los procedimientos en donde siempre se debe tener como objetivo proponer cambios que eviten o reduzcan los residuos, sobre todo peligrosos, que se generen.
- Disponer de un presupuesto destinado al programa, para cubrir todos los costos que implique el tratamiento, manejo, empaque y traslado de los residuos para incineración o confinamiento, cuando sea el caso.
- Efectuar intercambio de información entre los estudiantes, profesores, investigadores, directivos, etc., sobre los resultados del programa de minimización de residuos.
- Realizar una autoevaluación del sistema para identificar las áreas que requieran ajustes.
- Mezclar materiales no peligrosos con peligrosos implica un aumento de volumen de los residuos peligrosos y por lo tanto mayor costo de tratamiento.

La mejor forma de reducir los residuos peligrosos en el laboratorio es disminuyendo la cantidad y el empleo de materiales peligrosos. Esto se puede realizar utilizando técnicas micro de operación, sustituyendo los productos químicos peligrosos por aquellos que no lo son; de preferencia, evitar el uso de disolventes halogenados, optimizar los experimentos, entre otros factores.

Algunas prácticas sencillas que se pueden llevar a cabo en la disminución de residuos peligrosos son:

- Devolver productos químicos no utilizados al proveedor, siempre que éstos estén sellados.
- Purificar los residuos cuyo principal componente sea un disolvente para su uso posterior (reciclado o reutilización).
- Purificar los residuos con un producto principal, para su reciclado o reúso, haciendo un balance de costo – beneficio.
- Optimizar los experimentos.
- Diseñar nuevos experimentos limpios.

## **ADECUADO USO DEL DRENAJE Y DE LA BASURA NORMAL**

Si existe alguna duda sobre la peligrosidad de un compuesto, es mejor asumir que es un producto químico peligroso. Emplear el drenaje o la basura para deshacerse de sus residuos peligrosos no es ético y está penado, teniendo en cuenta que los residuos que van a la basura son manipulados por muchas personas, lo cual provoca riesgos y/o accidentes innecesarios, por lo que *nunca* se deben depositar en ella residuos peligrosos.

Por otra parte, al drenaje va el agua residual municipal cuyo tratamiento no prevé la procedencia de ciertos productos tóxicos que dañan al proceso o prevalecen en la supuesta “agua tratada”; o peor aún, van a ríos o lagos, donde lesionan a los seres vivos y al ambiente.

## APENDICE 1

### GLOSARIO DE TÉRMINOS

#### **Absorción:**

Proceso mediante el cual una sustancia atraviesa las membranas biológicas exteriores de un organismo y pasa desde el medio externo hacia el medio interno de éste, especialmente mediante la circulación sanguínea (7).

Ingreso de una sustancia a través de una superficie corporal tal como los pulmones, el tracto gastrointestinal o la piel y, finalmente a los fluidos y tejidos (7).

#### **Accidente:**

Es un evento inesperado y no intencional, el cual ocurre repentinamente y causa daño a las personas, la propiedad o el medio ambiente (50).

#### **Acción retardada:**

Respuesta a una sustancia xenobiótica, que no aparece sino hasta después de transcurrido un cierto tiempo a partir de la exposición a dicha sustancia (7).

#### **Acción Sistémica:**

La que ocurre en un sitio remoto al del primer contacto con el agente tóxico con el organismo, debido a la capacidad de desplazamiento de éste dentro del organismo (51).

#### **Aflatoxina:**

Metabolito producido por el hongo *Aspergillus flavus*. Es tóxico para la mayoría de los animales superiores incluyendo al hombre (51).

#### **Agente nocivo:**

Todo agente que altera el ambiente y que representa un riesgo significativo desde el punto de vista de la salud para el individuo o para la población, o que puede repercutir indirectamente sobre el hombre, sobre su patrimonio natural, cultural o económico (7).

#### **Agente químico ambiental:**

Cualquier sustancia natural o artificial presente en el ambiente en general o en ciertos componentes de éste en particular, tales como agua, aire, suelo, alimentos, etc (52).

#### **Agente tóxico:**

Cualquier sustancia capaz de producir un efecto nocivo en un organismo vivo, desde el daño de sus funciones hasta la muerte (7).

Cualquier sustancia que sea potencialmente tóxica (53).

#### **Agente tóxico ambiental:**

Sustancia potencialmente nociva para los organismos vivos que se encuentra diseminada en los ecosistemas (52).

#### **Agente tóxico corrosivo:**

Agente patógeno que contiene un ácido o base potente que puede quemar gravemente la piel, boca, estómago, etc (7).

#### **Análisis de riesgo:**

Proceso de identificación del peligro y estimación del riesgo. En adición a los aspectos cualitativos de identificación del peligro, el análisis del riesgo incluye

una descripción cuantitativa del riesgo en base a las técnicas de evaluación de riesgo (7).

Es la identificación y evaluación sistemática de objetos riesgosos y peligros (50)

**Antídoto:**

Agente capaz de reducir el efecto dañino de una intoxicación. Los antídotos que contrarrestan los efectos de un agente tóxico se llaman antídotos farmacológicos; los que revierten la lesión bioquímica se llaman específicos (7).

**Blanco:**

El ser humano o cualquier organismo, órgano, tejido, célula, recurso, o cualquier elemento constituyente del ambiente, vivo o no, que está sometido a la actividad de un contaminante u otra actividad química o física u otro agente (7).

Organismo, población o la fuente a ser protegidos de un riesgo específico (54).

**Cáncer:**

Crecimiento anormal, desordenado y potencialmente ilimitado de las células de un tejido u órgano (51).

Enfermedad que resulta del desarrollo de un tumor maligno que se extiende tanto a los tejidos que le rodean como a los tejidos distantes (7).

**Captación:**

Entrada de una sustancia química dentro del organismo, dentro de una célula, o en los fluidos del cuerpo pasando a través de una membrana o por otros medios (sinónimo: absorción) (55).

**Caracterización de la exposición:**

Identificación de las condiciones de contacto entre una sustancia y un individuo o una población. Puede involucrar la identificación de la concentración, vías de captación, fuentes objetivo (blanco), rutas ambientales, y la población bajo riesgo (7).

**Caracterización del riesgo:**

Descripción de los distintos efectos potenciales del peligro sobre la salud y cuantificación de las relaciones dosis-efecto y dosis-respuesta en un sentido científico general (56).

**Carcinogénesis:**

Inducción por agentes químicos, físicos o biológicos, de neoplasmas que no son observados normalmente, una inducción temprana de neoplasmas que son observados usualmente, y/o la inducción de más neoplasmas que los que se encuentran normalmente; aunque, en los mecanismos, pueden estar involucradas diferencias fundamentales. Se refiere a la producción de cáncer (7).

**Comburente:**

Sustancia o mezcla de ellas, que proporciona el oxígeno u otro elemento necesario para una combustión (14).

**Combustible:**

Sustancia o mezcla de ellas que es capaz de entrar en combustión (14).

**Combustión:**

Oxidación rápida de una sustancia por acción del oxígeno del aire u otro comburente, con desprendimiento de calor y, normalmente gases, luz o llama (14).

**Combustión espontánea:**

Encendido de una sustancia o materia, causado por un elemento que la integra o está en íntimo contacto y reacciona con ella (14).

**Concentración crítica para la población:**

Concentración de una sustancia química en el órgano crítico a la cual, un porcentaje específico de la población expuesta ha alcanzado sus concentraciones críticas individuales en los órganos respectivos. El uso es similar al del término DL<sub>50</sub> (7).

**Concentración diaria máxima promedio de contaminante atmosférico:**

Nivel máximo de las concentraciones diarias promedio registradas en un punto de medición definido, durante un cierto período de observación (7).

**Concentración efectiva mediana (CE<sub>50</sub>):**

Concentración en un medio ambiental que produce cierto efecto en el 50% de los animales de prueba en el grupo normalizado, después de cierto tiempo de exposición y de observación subsecuente. Se le denota CE<sub>50</sub> (7).

**Concentración letal (CL):**

Concentración de agente tóxico en un ambiente que causa muerte después de cierto período de exposición. Se le denota como CL (7).

**Concentración letal absoluta (CL<sub>100</sub>):**

La menor concentración de agente tóxico en un medio ambiente que mata al 100% de los animales de prueba. Se denota como CL<sub>100</sub> (7).

**Concentración letal mediana (CL<sub>50</sub>):**

Concentración de agente tóxico en un medio ambiente que mata al 50% de los animales de prueba, en el grupo normalizado en cierto tiempo de exposición y de observación subsecuente. Se le denota CL<sub>50</sub> (7).

**Concentración letal 50 de sustancias de toxicidad aguda por inhalación:**

Concentración de vapor, niebla o polvo que, administrado por inhalación continua durante una hora a un grupo de ratas albinas adultas jóvenes, machos y hembras, causa con la máxima probabilidad, en el plazo de 14 días, la muerte de la mitad de los animales del grupo (25).

**Concentración letal mínima (CL<sub>mín</sub>):**

La menor concentración de agente tóxico en un medio ambiente que mata a especies individuales de animales de prueba. Se la denota CL<sub>mín</sub> (7).

**Concentración máxima permisible:**

Concentración de una sustancia química que no debe excederse bajo ninguna circunstancia en la exposición (7).

**Concentración máxima permisible a corto plazo (una sola vez) de contaminante atmosférico:**

Máxima concentración, en relación a un tiempo promedio de 20 a 30 minutos, que no causa alteraciones en las reacciones de los reflejos en el hombre respecto a una probabilidad distribuida de que ocurran (7).

**Concentración máxima tolerable (CL<sub>0</sub>):**

La concentración más alta de un agente tóxico en un medio ambiental que no causa la muerte en los animales de prueba. Se denota por CL<sub>0</sub> (7).

**Concentración narcótica mediana (CN<sub>50</sub>):**

Concentración de agente tóxico en un medio ambiente que causa condiciones narcóticas en el 50% de los animales de prueba. Se le denota CN<sub>50</sub> (7).

**Concentración promedio ponderada con relación al tiempo (TWA):**

Concentración de una sustancia a la cual está expuesta una persona en el aire ambiental, promediada en un período, habitualmente de 8 horas (53).

**Corrosión:**

Proceso de carácter químico, causado por determinadas sustancias, que desgasta a los sólidos o que puede producir lesiones más o menos graves a los tejidos vivos; pueden producirse ambos efectos a la vez (14).

**Curva de dosis-efecto:**

Refleja la relación que existe entre la dosis y un efecto observado (7).

**Curva de dosis-respuesta:**

Proporción de la población que manifiesta un efecto definido (7).

**Degeneración:**

Respuesta tóxica que describe genéricamente a una variedad de cambios anormales, visibles al microscopio, que ocurren en las células de los tejidos como una respuesta al daño tóxico. Los cambios degenerativos agudos inducidos pueden ser reversibles, pero las exposiciones repetitivas pueden causar un avance de los cambios degenerativos, ocasionando un mal funcionamiento de las células, y finalmente, la muerte de éstas (57).

**Desastre:**

El significado de desastre desde el punto de vista local implica muchas muertes y decenas de sobrevivientes gravemente heridos, daños materiales evaluados en varios millones de dólares o daño ambiental durante un largo período de tiempo (50).

**Desecho:**

Denominación genérica de cualquier tipo de productos residuales, restos, residuos o basuras procedentes de la industria, el comercio, el campo o los hogares (7).

Cualquier sustancia sólida, líquida o gaseosa para la cual no se encuentra ningún uso por el organismo o sistema que la produce, y para la cual debe implementarse un método de disposición (58).

**Desechos peligrosos:**

Se refiere a los desechos, con excepción de los desechos radiactivos, que a causa de su reactividad química, de sus características tóxicas, explosivas, corrosivas o de otro tipo, constituyen un peligro para la salud o el ambiente, ya sea solos o cuando entran en contacto con otros desechos (7).

**Desintoxicación:**

Eliminación del efecto tóxico de una sustancia en el organismo como resultado de un proceso bioquímico ( desintoxicación natural) o de un tratamiento activo ( desintoxicación artificial) (7)

**Dosis:**

Cantidad de una sustancia administrada a un organismo. Se prefiere el término “captación” al habitual de “dosis”, ya que la dosis precisa administrada es muy difícil de medir y porque captación indica exposición efectiva (58).

Cantidad de una sustancia ingresada al organismo por unidad de peso corporal de éste. Algunos autores la definen como la cantidad o concentración de una sustancia en un sitio específico del organismo. Respecto de esta última definición, la dosis administrada puede ser diferente de la dosis absorbida y, a su vez, la dosis efectiva que actúa sobre algún órgano, es una fracción tanto de la dosis absorbida como de la dosis administrada (52).

**Dosis absorbida:**

Cantidad de una sustancia que penetra a través de las fronteras de intercambio de un organismo, ya sea por procesos físicos o biológicos, después del contacto ( exposición). (7)

**Dosis administrada:**

Cantidad de una sustancia dada a un ser humano o animal de experimentación en la determinación de relaciones dosis-respuesta, especialmente por ingestión o inhalación. Aun cuando este término es frecuentemente encontrado en la literatura, la dosis administrada es, en realidad, una medida de exposición pues aunque la sustancia está “dentro” del organismo una vez que fue ingerida o inhalada, la dosis administrada no explica la absorción (7).

**Dosis aplicada:**

Cantidad de una sustancia dada a un humano o a un animal de prueba en la determinación de relaciones dosis-respuesta, especialmente a través de contacto dérmico (7).

**Dosis diaria máxima permisible:**

La dosis máxima de una sustancia, cuya penetración diaria en el cuerpo humano, durante el transcurso de su vida, no causará enfermedades o peligros para la salud que puedan detectarse por los métodos de investigación modernos y que no afectarán adversamente a las generaciones futuras (7).

**Dosis efectiva mediana (DE<sub>50</sub>):**

Cantidad de veneno que produce cierto efecto en el 50% de los animales de prueba en el grupo normalizado durante un cierto período subsecuente de observaciones. Se expresa por DE<sub>50</sub> (7).

Dosis única de una sustancia, obtenida estadísticamente, de la cual se espera que cause un efecto definido no letal en el 50% de una población dada de organismos, bajo un conjunto definido de condiciones experimentales (53).

**Dosis letal (DL):**

Cantidad de agente tóxico que causa la muerte cuando se inyecta en el cuerpo. Se expresa DL (7).

**Dosis letal absoluta (DL<sub>100</sub>):**

La menor cantidad de agente tóxico que mata al 100% de los animales de prueba. Se expresa  $DL_{100}$  (7).

**Dosis letal mediana ( $DL_{50}$ ):**

Dosis de un agente químico necesaria para producir la muerte del 50% de los animales de experimentación expuestos a él (51).

El valor  $DL_{50}$  es un cálculo estadístico del número de miligramos de un material dado, por kilogramo de peso corporal necesario para matar al 50% de una gran población de animales de prueba (7).

**Dosis letal 50 de sustancias de toxicidad aguda por ingestión:**

Dosis de la sustancia que, administrada por vía oral a un grupo de ratas albinas adultas jóvenes, machos y hembras, causa con la máxima probabilidad, en el plazo de 14 días, la muerte de la mitad de los animales del grupo (25).

**Dosis letal 50 de sustancias de toxicidad aguda por absorción cutánea:**

Dosis de la sustancia que, administrada por contacto continuo con la piel desnuda de un grupo de conejos albinos, causa con la máxima probabilidad, en el plazo de 14 días, la muerte de la mitad de los animales del grupo (25).

**Dosis letal mediana acumulativa:**

Cálculo de la cantidad total administrada de una sustancia que está asociada con la muerte de la mitad de la población de animales, cuando la sustancia se administra repetidamente en dosis que son generalmente fracciones de la dosis letal mediana (7).

**Dosis letal mínima ( $DL_{\text{mín}}$ ):**

Menor cantidad de agente tóxico que, cuando se introduce al cuerpo, causa la muerte en especies individuales de animales de prueba. Se expresa por  $DL_{\text{mín}}$  (7).

**Dosis narcótica mediana ( $DN_{50}$ ):**

Dosis de veneno que causa narcosis en el 50% de los animales de prueba. Se denota  $DN_{50}$  (7).

**Dosis no efectiva:**

Dosis de agente tóxico que no tiene efecto en el organismo. Es menor que el umbral de efecto dañino y se obtiene cuando se establece el umbral de efecto dañino (7).

**Dosis tóxica:**

Cantidad de veneno cuyo efecto en el organismo conduce a la intoxicación sin un resultado letal (7).

Cantidad de una sustancia que es necesaria para que produzca efectos tóxicos. Puede variar desde microgramos hasta gramos (51).

**Efecto:**

Corresponde a una alteración biológica producida en el organismo por la exposición a un agente externo, sea éste de naturaleza química, física o biológica (52).

**Efecto a largo plazo:**

Efecto que persiste después de que ha terminado la exposición (7).

**Efecto acumulativo (acumulación funcional):**

Ocurre cuando se suman dosis repetidas de una sustancia tóxica, o radiación dañina, para producir un efecto aumentado (55).

Aquellos donde existe un daño progresivo y un empeoramiento de los efectos tóxicos como resultado de condiciones de exposición repetidas. Cada exposición produce un incremento adicional de daño, que se agrega al que ya existe. Muchos materiales, que se sabe inducen un tipo particular de efecto tóxico por una exposición aguda, pueden tener también el mismo efecto por un procedimiento acumulativo de exposiciones repetitivas a una dosis menor que el umbral de efecto dañino ocasionando por una exposición aguda (57).

**Efecto aditivo:**

Efecto que es el resultado de dos sustancias que actúan juntas. Es la simple suma de los efectos de las sustancias actuando independientemente (53).

Interacción farmacológica o toxicológica en la cual el efecto combinado de dos o más agentes químicos es aproximadamente igual a la suma de los efectos de cada compuesto por sí solo (7).

**Efecto adverso:**

Efecto, reversible o irreversible, que altera la salud de un organismo, incluyendo el bienestar de ese organismo (59).

Efecto anormal, indeseable o dañino para el organismo, indicado por algún resultado tal como mortalidad, consumo alterado de alimentos, peso corporal, y peso de órganos alterados, niveles enzimáticos alterados o cambio patológico visible. Un cambio estadístico importante a partir del estado normal de un organismo expuesto a una sustancia, no necesariamente es un efecto biológico adverso. Se tienen que considerar la magnitud de la desviación del nivel normal, la consistencia del efecto fuera del nivel y la relación del efecto con el bienestar fisiológico, bioquímico y total del organismo de prueba. Un efecto puede considerarse adverso, si causa daño funcional o anatómico, si causa un cambio irreversible en la homeóstasis del organismo o aumenta la susceptibilidad de éste hacia otra sustancia o estimulación biológica. Habitualmente, un efecto adverso se revertirá cuando cese la exposición a la sustancia (53).

**Efecto antagónico:**

Efecto de una sustancia que actúa contra el efecto adverso de otra: es decir, la situación en que la exposición a dos sustancias juntas tiene menos efecto que la simple suma de sus efectos independientes; se dice que tales sustancias muestran antagonismo (53).

**Efecto combinado de agentes tóxicos:**

Efecto sucesivo o simultáneo de dos o más agentes tóxicos en el organismo por la misma vía de absorción (7).

**Efecto en la salud:**

Corresponde a cualquier efecto biológico, nocivo o benéfico, causado por un agente externo sobre el organismo humano. El efecto nocivo, o efecto adverso en la salud, puede expresarse en una amplia gama de manifestaciones que pueden ir desde la muerte, la enfermedad clínicamente detectable, la alteraciones histológicas y bioquímicas hasta cambios conductuales o mentales (52).

**Efecto global de agentes tóxicos:**

Efecto simultáneo o sucesivo en el organismo, causado por agentes tóxicos que ingresan por diversos medios: el aire, el agua, los alimentos o a través de la piel (7).

**Efecto independiente de agentes tóxicos:**

Efectos combinados no difieren de los efectos por separado de cada agente tóxico. Predomina el efecto de la sustancia más tóxica (7).

**Efecto intermitente:**

Alternancia de períodos de efectos causados por agentes tóxicos en dosis específicas (concentraciones), con períodos de efecto en otras dosis (concentraciones) o con períodos de completa ausencia de cualquier efecto del agente tóxico (7).

**Efecto invertido de agentes tóxicos:**

Fenómeno en el cual aumenta el efecto de una sustancia dañina mientras disminuye la dosis introducida al organismo (7).

**Efecto local:**

Efecto que aparece en el primer sitio de contacto del organismo con una sustancia (59).

**Efecto posterior de los agentes tóxicos:**

Capacidad de algunos agentes tóxicos para producir un efecto en el organismo después de cesar el contacto con ellos (7).

**Efecto residual:**

Efecto que producen pequeñas cantidades de una sustancia aplicada a cultivos, que permanecen en una superficie que ha sido rociada (7).

**Efecto retardado (efecto tardío):**

Efecto que aparece después de un período de latencia, luego del cese de la exposición (7).

**Efecto sinérgico:**

Efecto de dos sustancias que, al actuar juntas es mayor que la simple suma de sus efectos cuando actúan solas: se dice que tales sustancias muestran sinergismo (53).

**Efecto sistémico:**

Efecto que es de naturaleza generalizada o el cual ocurre en un lugar distante del punto de entrada de una sustancia. Un efecto sistémico requiere absorción y distribución de la sustancia en el cuerpo (51).

**Efecto tóxico:**

Se define como la acción nociva de un agente tóxico sobre un organismo vivo (7).

**Efectos agudos:**

Efectos que ocurren rápidamente después de la exposición y que tienen una evolución rápida (55).

**Efectos crónicos:**

Efectos que se desarrollan lentamente y tienen larga duración. Con frecuencia es, aunque no siempre, irreversible. Algunos efectos irreversibles pueden aparecer largo tiempo después de que la sustancia química estuvo presente en el tejido sensible. Debido a sus efectos retardados, el período de latencia (o el tiempo de ocurrencia de un efecto observable) puede ser muy largo, especialmente si el nivel de la exposición es bajo (55).

**Efectos inmediatos:**

Aquellos que se desarrollan rápidamente después de una sola dosis de una sustancia tóxica (51).

**Efectos latentes**

Son los que ocurren sólomente después de que ha habido un importante período libre de síntomas de intoxicación posteriores a la exposición, o aquellos que ocurren después de la eliminación de efectos agudamente tóxicos, los cuales tuvieron su aparición inmediatamente después a la exposición. Este tipo de efectos se conocen también como efectos de aparición tardía (57).

**Efectos mediatos:**

Aquellos que ocurren después de un tiempo en relación con el momento en que el organismo estuvo expuesto a un tóxico (51).

**Efectos persistentes**

Estos efectos no se eliminan, y pueden llegar a ser aún más severos después de la remoción de la fuente de exposición. Pueden producirse como consecuencia de condiciones de exposición aguda o repetida. Es por esto que, el uso del término persistente debe ser claramente diferenciado de la implicación del uso de la descripción de un efecto como crónico. Debe notarse, sin embargo, que algunos efectos crónicos pueden ser persistentes; un ejemplo de estos es la maligna neoplasia (57).

**Efectos transitorios**

Son aquellos donde existe reparación del daño tóxico o reversibilidad de anomalías bioquímicas inducidas (57).

**Envenenamiento:**

Aparición de daños o trastornos causados por un veneno, inclusive la intoxicación (7).

**Epidemiología ambiental:**

Se ocupa de los efectos adversos en la salud provocados por exposiciones a factores ambientales, los cuales pueden ser biológicos, químicos o físicos y pueden presentarse en forma natural o pueden ser generados a través de actividades humanas, tales como la agricultura, la industria manufacturera, la producción de energía y el transporte (60).

**Estimación del riesgo:**

Determinación del peligro y probabilidad de ocurrencia de dicho peligro. Involucra análisis estadístico de datos toxicológicos y epidemiológicos y del nivel de exposición humana. Examina la gravedad, extensión y la distribución de los efectos de un evento o actividad. Conduce a una estimación específica numérica puntual o a una escala de valores (7).

Proceso por el que se combinan la caracterización del riesgo, las relaciones dosis-respuesta y las estimaciones de la exposición a fin de cuantificar el riesgo en una población concreta. El resultado es un enunciado cualitativo y cuantitativo sobre el tipo de efectos permisibles para la salud y la proporción y el número de personas afectadas en una población concreta, incluidas las estimaciones de los factores de incertidumbre presentes. Es preciso conocer el tamaño de la población (56).

**Estimativo para la dimensión de un daño:**

Es un cálculo aproximado del nivel de daños que pueden esperarse de un peligro en cierto tipo de accidente. El evento considerado como el peor caso es frecuentemente tan improbable que un evento de menor magnitud y más probable es generalmente elegido como la base para la evaluación de peligros y la toma de decisiones en cuanto a las medidas de seguridad. (50)

**Evaluación de alternativas:**

Proceso de desarrollar y analizar alternativas para la gestión de peligros ambientales. El desarrollo de las alternativas incluye consideraciones sobre los objetivos de los programas, políticas institucionales actuales y las reglamentaciones ambientales. El análisis de alternativas puede involucrar la consideración de riesgos y beneficios; incertidumbres en la estimación de riesgo; el conocimiento y percepción pública; factibilidad técnica; e impactos económicos, sociales, políticos y culturales (7).

**Evaluación de dosis-efecto:**

Comprende la descripción de la relación cuantitativa entre la cantidad de la exposición a una sustancia química y el alcance del daño tóxico o enfermedad. Los datos derivan de estudios en animales o, menos frecuentemente, de estudios en poblaciones humanas expuestas. Pueden haber muchas relaciones dosis-respuesta diferentes para una sustancia, si ésta produce distintos efectos tóxicos, bajo diferentes condiciones de exposición. Los riesgos de una sustancia no pueden asegurarse con ningún grado de confianza a menos que las relaciones dosis respuesta sean cuantificadas, aunque se sepa que la sustancia es tóxica (7).

**Evaluación de dosis-respuesta:**

Componente de la evaluación del riesgo que describe la relación cuantitativa entre la magnitud de la exposición a una sustancia y, el alcance del daño tóxico o enfermedad (7).

**Evaluación de la exposición:**

Medición o estimación de la magnitud, frecuencia, duración y ruta de exposición de animales o componentes ecológicos a sustancias en el ambiente. La evaluación de la exposición también describe la naturaleza de la exposición y el tamaño y naturaleza de las poblaciones expuestas, y es una de las cuatro etapas de la evaluación del riesgo (7).

**Evaluación de la exposición humana:**

Componente de la evaluación del riesgo que incluye la descripción de la naturaleza y el tamaño de la población expuesta a una sustancia, así como la magnitud y la duración de su exposición. La evaluación puede incluir exposiciones pasadas, presentes o predictivas (7).

Intento para identificar poblaciones o grupos que están, o pueden estar expuestos a contaminantes, y bajo cuáles circunstancias lo están. Incluye una evaluación ambiental de la exposición humana, que identifica y mide los parámetros ambientales de riesgo, y una evaluación biológica de la exposición humana, que identifica y mide las concentraciones alcanzadas por las sustancias o sus metabolitos al interior del organismo humano. Cuando este concepto se aplica en la práctica de un modo regular y periódico, habitualmente se le denomina "Monitoreo de la exposición" (52).

### **Evaluación de la toxicidad:**

Proceso de definir la naturaleza de los daños que pueden causarse a un organismo por exposición a una sustancia dada y la concentración de la exposición; así como la dependencia temporal de los daños inducidos químicamente. El objeto de la evaluación es el de establecer límites seguros de concentración durante la exposición con relación al tiempo de ésta (53).

Análisis de las características toxicocinéticas de una sustancia y de la información relacionada con el tipo y a la gravedad del daño resultante de una exposición determinada (52).

### **Evaluación del riesgo:**

Actividad científica de evaluar las propiedades tóxicas de un agente químico y las condiciones de exposición humana a éste, con el fin de comprobar la posibilidad de que los humanos expuestos serían adversamente afectados, y para caracterizar la naturaleza de los efectos que ellos puedan experimentar (7).

### **Evento inicial:**

Es la primera etapa en una cadena de eventos que van dirigidos hacia un accidente (50).

### **Examen toxicológico:**

Investigación toxicológica preliminar del efecto de un agente tóxico en el organismo, bajo condiciones experimentales para determinar el grado de toxicidad y peligro (7).

### **Exposición:**

Proceso por el cual el agente químico dado se introduce o es absorbida por el organismo (o población) por cualquier vía (7).

Concentración (o intensidad) de un agente físico o químico en particular que llega a un objetivo. Usualmente se expresa en términos numéricos de duración, frecuencia y concentración, o intensidad (7).

### **Exposición a largo plazo:**

Exposición continua o repetida a una sustancia a lo largo de un período de tiempo extenso, es decir, de varios años en el hombre y de la mayor parte del tiempo de vida total en los animales (59).

### **Exposición a lo largo de la vida:**

Exposición de un agente tóxico durante el período total de la vida; bajo condiciones experimentales, se aplica al estudio de efectos de sustancias dañinas a largo plazo (7).

### **Exposición aguda:**

Una sola o varias exposiciones a un tóxico, que ocurren dentro de un corto lapso (51).

Aquellas que involucran una exposición única al agente químico de prueba a fin de determinar si este es efectivo en cuanto a producir efectos inmediatos, tardíos, o persistentes (57).

### **Exposiciones crónicas**

Estas involucran una exposición diaria consecutiva al material de prueba, por sobre el tiempo de vida de las especies, o una gran parte de éste (57).

### **Exposiciones múltiples de corta duración**

Estas abarcan consecutivas exposiciones diarias al agente químico de prueba, las cuales continúan sobre un período de unos pocos días a unas pocas semanas, pero comúnmente no más del 5% del tiempo de vida del animal. (57)

**Exposición ocupacional:**

Exposición a sustancias dañinas durante su producción o su uso. Las vías de inhalación y de contacto con la piel son a menudo relativamente más importantes en las exposiciones ocupacionales que en las ambientales (7).

Se refiere a la exposición, a una sustancia o agente, en un ambiente ocupacional durante un lapso de trabajo de 8 horas. También se entiende, más genéricamente, a aquel tipo de exposición que ocurre específicamente en un ambiente de trabajo (52).

**Exposición repetida:**

Administración regular, por una o más vías, de una sustancia (59).

**Exposición subcrónica:**

Exposición a una sustancia durante aproximadamente el 10% del tiempo de vida de un organismo (7).

Aquellas que comprenden exposiciones diarias consecutivas al material de prueba, sobre un período que generalmente no es mayor que el 10-15% del tiempo de vida de las especies de prueba (57).

**Exposición total:**

Se refiere a la exposición a una sustancia o agente durante un período de 24 horas. También se entiende, con el mismo término, a la suma de exposiciones a una misma sustancia que ocurren en un individuo a través de sus diferentes vías de exposición, por un tiempo determinado (52).

**Genotóxico:**

Término amplio que usualmente se refiere a un agente químico, el cual tiene la capacidad de dañar el ADN o los cromosomas (7).

**Incidente:**

Es el resultado de una cadena de eventos, los cuales en circunstancias un tanto diferentes, pudieron haber llevado a un accidente (casi accidente) (50).

**Índice de toxicidad potencial por inhalación:**

Razón entre la concentración saturada de vapores de sustancias tóxicas en el aire a 20°C y su CL<sub>50</sub> para ratones (2 horas de exposición y 2 semanas de observación) (7).

**Índice terapéutico:**

Razón de la dosis letal promedio de un agente tóxico para animales de prueba que han sido sometidos a tratamiento y la dosis letal promedio para animales sin tratamiento (7).

**Inflamación:**

Estado de enfermedad producido por la acción de microorganismos patógenos (14).

Proceso que describe la respuesta biológica local e inmediata al daño en el tejido. Se produce un aumento en el flujo de la sangre, escapes de plasma sanguíneo hacia los tejidos, y migración de ciertas células sanguíneas al área afectada, seguida por un proceso de reparación. Dependiendo de la duración de la respuesta inflamatoria, y el tipo de células del tejido afectado, la inflamación

puede describirse como aguda o crónica. La inflamación aguda se inicia rápidamente, y tiene una recuperación temprana y completa del área lastimada, y es producida por agentes químicos irritantes locales. En la inflamación crónica, se produce una persistencia del agente agravante, tales como partículas insolubles, o una exposición repetitiva continua al material irritante (57).

**Ingestión diaria aceptable (IDA):**

Cantidad de una sustancia ingerida diariamente que, durante el tiempo de vida, no parece presentar un riesgo apreciable para la salud del consumidor, en base en todos los hechos conocidos cuando se lleva a cabo la evaluación toxicológica. Se expresa en miligramos de la sustancia por kilogramo de peso corporal (7).

**Intoxicación:**

Conjunto de efectos nocivos producidos por un agente químico. Se distinguen tres tipos de intoxicación, considerando el tiempo transcurrido hasta la aparición de los efectos, la intensidad y duración de los mismos (7).

**Intoxicación aguda:**

La intoxicación aguda se produce cuando hay una exposición de corta duración y el agente químico es absorbido rápidamente, en una o varias dosis, en un período no mayor de 24 horas, apareciendo los efectos de inmediato (7).

**Intoxicación crónica:**

En la intoxicación crónica se requieren exposiciones repetidas a muy bajas dosis durante períodos largos de tiempo. Los efectos se manifiestan porque el agente tóxico se acumula en el organismo, es decir, la cantidad eliminada del agente es menor que la absorbida, o porque los efectos producidos por las exposiciones repetidas se suman (7).

**Intoxicación por plomo:**

Intoxicación por ingestión o absorción de plomo en un lapso prolongado; caracterizado por cólico, enfermedad encefálica, anemia e inflamación de los nervios periféricos (7).

**Intoxicación subaguda:**

Resultado de varias exposiciones repetidas o de una exposición sostenida por un período de tiempo limitado (habitualmente manifestada clínicamente) (7).

En la intoxicación subaguda son necesarias exposiciones frecuentes o repetidas durante un período de varios días o semanas, antes de que aparezcan los efectos (7).

**Itai-itai:**

Intoxicación crónica con cadmio, caracterizada por osteomalacia, enfisema y anemia (51).

**Latencia:**

Período entre la exposición a un agente dañino y la manifestación de una respuesta (7).

**Límite de detección:**

Cantidad más pequeña o la concentración más baja de una sustancia dada que un determinado procedimiento puede detectar (61).

**Límite de exposición:**

Término general que implica el nivel de exposición que no debería ser excedido (55).

**Límite de exposición a corto plazo (STEL, short term exposure limit):**

Concentración a la cual pueden estar continuamente expuestos los trabajadores durante un período corto sin sufrir: 1) irritación, 2) daño irreversible o crónico del tejido, o 3) narcosis de grado suficiente como para aumentar la probabilidad de daño accidental, deteriorar el autorrescate o reducir materialmente la eficiencia en el trabajo, y siempre que no se exceda la TLV-TWA. No se trata de un límite de exposición independiente y separado, sino que complementa el límite del promedio ponderado en el tiempo (TWA) donde hay efectos agudos reconocidos de una sustancia cuyos efectos tóxicos son primariamente de naturaleza crónica. Los STEL sólo se recomiendan donde se ha informado de efectos tóxicos como resultado de exposiciones a corto plazo ya sea en humanos o animales (62).

**Límites de control:**

Concentraciones de sustancias potencialmente tóxicas en el aire, que han sido juzgadas como “razonablemente factibles” para toda la gama de actividades laborales y que normalmente no deberán excederse (539).

**Margen de seguridad (MOS, margin of safety):**

Cantidad máxima de exposición que no produce un efecto medible en animales (o humanos bajo estudio), dividida entre la cantidad real de la exposición en humanos de una población (7).

**Mutagénesis:**

Capacidad de los agentes químicos de causar alteraciones en el material genético en el núcleo de la célula, de forma que pueden ser transmitidas durante la división celular. Si las células somáticas embrionarias son afectadas y no las células germinales, el individuo presentará únicamente los efectos (7).

Se refiere a la producción de mutaciones. También puede conducir a carcinogénesis y a transformación (53).

**Necrosis.**

Este término se utiliza para describir la muerte localizada del tejido, y podría ser una consecuencia de cualquier proceso patológico provocado por un daño químico. (51).

**Neoplasma:**

Crecimiento anormal de un tejido en forma de tumor (7).

Los neoplasmas son masas anormales de células en las que el control de crecimiento y los mecanismos de división se reducen, produciéndose un crecimiento y proliferación anormales. Básicamente, los neoplasmas pueden clasificarse como benignos y malignos. Los neoplasmas benignos se desarrollan localmente y sin producir la erosión de los tejidos adyacentes. Los efectos adversos producidos por neoplasmas benignos son debidos tanto a efectos mecánicos compresivos, como a la liberación de materiales biológicamente activos desde las células del tumor. Los neoplasmas malignos (cánceres) pueden invadir y socavar tejidos circundantes y llegar a ser diseminados por el cuerpo,

estableciendo depósitos secundarios de células malignas proliferados (metástasis) (57).

**Nivel de efecto adverso no observado (NOAEL, no observed adverse effect level):**

Concentración o dosis de un agente ambiental u otra sustancia que causa alteraciones (adversas) no detectables en la capacidad funcional, morfología, crecimiento, desarrollo o período de vida del objetivo (55).

**Nivel de efecto no observado (NOEL, no observed effect level):**

Dosis máxima o concentración ambiental que un organismo puede tolerar durante un período específico, sin mostrar ningún efecto adverso y encima de la cual se detectan efectos adversos (53).

**Nivel sin efecto:**

Dosis máxima de una sustancia que produce alteraciones no detectables bajo condiciones definidas de exposición (59).

**Nivel sin respuesta:**

Máxima dosis de una sustancia a la cual no se observa respuesta en una población definida y bajo condiciones precisas de exposición (59).

**Nivel sugerido de respuesta no adversa:**

Máxima dosis o concentración que, con base en los conocimientos actuales, probablemente será tolerada por un organismo sin producir efectos adversos (53).

**Nivel tentativo de exposición segura:**

Norma higiénica provisional que indica la concentración de una sustancia dañina, en el aire de la zona de trabajo, el aire ambiental de zonas residenciales, masas o corrientes de agua. Se obtiene por cálculo usando parámetros de toxicometría y de las propiedades fisicoquímicas, en series de compuestos congéneres en base a relaciones de correlación regresiva o por interpolación o extrapolación (7).

**Nivel umbral:**

Concepto teórico para la concentración de una sustancia, que representa el cambio de la exposición máxima que no produce efectos (adversos), a la exposición mínima que produce un efecto (adverso), bajo condiciones definidas (59).

**Norma de calidad ambiental (EQS, environmental quality standard):**

Requisitos que definen la calidad óptima de algún componente ambiental (por ejemplo, la calidad del aire). Estas normas a menudo establecen concentraciones máximas que no deberían excederse salvo circunstancias excepcionales; por ejemplo, normas que permitan sobrepasar el nivel máximo sólo una vez por año. Estas normas de calidad no deben confundirse con las normas de emisión o de efluentes, las cuales especifican niveles máximos permisibles de descargas contaminantes, pero no especifican los niveles máximos de calidad ambiental (63).

Máxima concentración de una sustancia potencialmente tóxica que puede permitirse en un componente ambiental, habitualmente aire (norma de calidad del aire) o agua, durante un período definido (53).

**Norma de emisión:**

Límite cuantitativo sobre la emisión o descarga de una sustancia potencialmente tóxica a partir de una fuente particular. El sistema más simple es el de norma uniforme de emisión (UES) en el que se pone el mismo límite a todas las emisiones de un contaminante en particular (53).

**Normas de descarga:**

Especificaciones técnicas de autoridades normativas competentes que establecen los niveles máximos permitidos de emisiones o efluentes contaminantes (63).

**Normas de salud ambiental:**

Especificaciones técnicas u otros documentos disponibles para el público, formuladas con la cooperación de todos los intereses afectados y basadas en una revisión de los resultados de la ciencia, la tecnología y la experiencia, con el objeto de salvaguardar la salud humana o el ambiente, mientras que al mismo tiempo se ponderan otros objetivos sociales por una autoridad reconocida a nivel nacional, regional o internacional. Estas normas tienen fuerza de ley y están hechas para ser cumplidas. No deberían confundirse con las pautas, las cuales pueden incluir recomendaciones y no necesariamente se hacen cumplir con rigidez (63).

**Órgano crítico:**

Aquel órgano en particular que alcanza primero la concentración crítica de una sustancia, bajo circunstancias específicas de exposición, en una población dada (59).

**Peligro:**

Posibilidad de que un agente físico, químico o biológico cause efectos adversos en la salud, dependiendo de las condiciones en que éste se produzca o se use (63).

Es una amenaza que podría ocasionar un accidente (alternativamente una fuente de riesgo) (50).

**Peor caso:**

Es el evento posible que si ocurriera podría tener las peores consecuencias (50). Existen tres tipos de peor caso:

1. Las consecuencias son tan restringidas que el riesgo no es importante, cualquiera que sea la probabilidad del evento;
2. Las consecuencias son tan serias que tiene que haber poca probabilidad de que ocurra el evento para que el riesgo tenga un nivel tolerable. En casos extremos la carencia de medidas efectivas de seguridad hacen que el riesgo sea intolerable;
3. La peor consecuencia es irrelevante debido a que la probabilidad del riesgo es tan baja que el riesgo no tiene importancia. Sin embargo, cuando se hace este tipo de juicios, se deben considerar los efectos de sabotaje y terrorismo. Esto podría significar que se escoja el tipo 2 de peor caso.

**Prueba de exposición:**

Determinación del nivel del compuesto tóxico o de sus metabolitos en los medios biológicos de un hombre (sangre, orina, cabello, etc.) y la interpretación de los resultados para establecer la dosis absorbida o el grado de contaminación

ambiental; es la medición de efectos no adversos de la sustancia absorbida, o con su concentración en el ambiente 87).

**Prueba de toxicidad aguda:**

Estudio experimental en animales en el cual aparecen los efectos adversos en un tiempo corto (1 a 7 días) después de la administración de dosis únicas o múltiples de una sustancia. La prueba de toxicidad aguda que más frecuentemente se usa, incluye la determinación de la dosis letal mediana (DL<sub>50</sub>) del compuesto. Se ha definido a la DL<sub>50</sub> como una expresión de origen estadístico de la dosis única de un material administrado, del cual se espera que mate al 50% de los animales (64).

**Prueba de toxicidad crónica:**

Estudio en el que se observan animales durante toda su vida (o la mayor parte de ella) y en el cual tiene lugar la exposición al material de prueba, durante todo el tiempo de observación o durante una parte importante de éste (64).

**Prueba de toxicidad subaguda:**

Experimento en animales que sirve para estudiar los efectos producidos por el material de prueba cuando se administra en dosis repetidas (o continuamente en alimentos o en el agua de beber), en un período de 90 días (55).

**Respuesta:**

Proporción de una población expuesta que muestra un efecto o la proporción de un grupo de individuos que demuestra un efecto definido en un tiempo dado (por ejemplo, muerte) (55).

**Riesgo:**

Frecuencia esperada de efectos indeseables que aparecen por una exposición dada a un contaminante. Es un concepto matemático relacionado con la gravedad esperada y/o la frecuencia de respuestas adversas que aparecen por una exposición dada a una sustancia (59).

Probabilidad de que ocurra un evento; por ejemplo que un individuo enferme o muera dentro de un período determinado de tiempo o edad. También es un término no técnico que implica una variedad de mediciones de la probabilidad de que un resultado (generalmente desfavorable) se presente (7).

Medida del peligro para la salud por la exposición a una sustancia y de la probabilidad de su ocurrencia. Puede involucrar la extrapolación cuantitativa de animales a humanos, o de dosis altas/corto plazo a dosis bajas/largo plazo. Puede considerar la potencia (propiedades físicas, propiedades químicas, reactividad biológica), susceptibilidad (activación metabólica, mecanismos de reparación, edad, sexo, factores hormonales, y estado inmunológico); nivel de exposición (fuentes, concentración, eventos de iniciación, vías, y rutas); y efectos adversos a la salud (naturaleza, gravedad, inicio y reversibilidad) (7).

Probabilidad de que ocurra un accidente dentro de cierto tiempo, junto con las consecuencias para las personas, la propiedad y el medio ambiente (50).

**Riesgo aceptable:**

Probabilidad de sufrir enfermedad o daños que serán tolerados por un individuo, grupo o sociedad. La aceptabilidad del riesgo depende de la

información científica, factores sociales, económicos y políticos, así como de los beneficios percibidos que surgen de un proceso o sustancia (53).

Riesgo tan pequeño, cuyas consecuencias son tan ligeras, o cuyos beneficios asociados (percibidos o reales) son tan grandes, que las personas o los grupos en la sociedad están dispuestos a tomarlo o a estar sometidos a dicho riesgo (7).

**Salud ambiental:**

Concepto general que incorpora aquellos planteamientos o actividades que tienen que ver con los problemas de salud asociados con el ambiente, teniendo en cuenta que el ambiente humano abarca un complejo contexto de factores y elementos de variada naturaleza que actúan favorable o desfavorablemente sobre el individuo. Además de la calidad ambiental, que condicionará el mayor o el menor riesgo de enfermar, la calidad del medio se refiere también al tipo de factores sociales, culturales, económicos y políticos prevalecientes y a la naturaleza de otros numerosos factores ambientales (52).

**Seguridad:**

Grado hasta el cual puede utilizarse una sustancia en cantidades necesarias para propósitos definidos con un mínimo riesgo de efectos adversos para la salud (55).

**Seguridad en el proceso de producción:**

Denota las características del proceso de producción, que satisfacen los requisitos de seguridad laboral, cuando se opera bajo condiciones establecidas de valores y documentación técnica (65).

**Seguridad laboral:**

Estado de las condiciones de trabajo en el cual se previene el efecto de factores dañinos y peligrosos de la producción en los trabajadores (65).

**Seguridad química:**

Certeza práctica de que no habrá exposición de organismos a un agente tóxico. Esto significa llegar a un riesgo bajo aceptable de exposición a sustancias potencialmente tóxicas (53).

**Síntesis letal:**

Formación, en el curso del metabolismo, de compuestos altamente tóxicos a partir de aquellos que no lo son o son de baja toxicidad (7).

Este es un proceso en que la sustancia tóxica tiene una similitud estructural cercana a los sustratos normales en las reacciones bioquímicas. Como resultado, el material puede incorporarse en los procesos bioquímicos y ser metabolizado a un producto anormal y tóxico (57).

**Sistémico:**

Perteneciente a, o afectando al organismo como un todo, o actuando en alguna parte de él que no es el sitio de entrada. Usado para referir generalmente los efectos no cancerosos (7).

**Sustancia dañina (sustancia nociva):**

Material que, mientras está en contacto con un organismo humano (bajo condiciones de trabajo a diario), puede causar enfermedad o desviaciones de la salud que pueden detectarse por métodos modernos, tanto cuando se está en

contacto con la sustancia, como en períodos posteriores, en la vida de las generaciones presentes y futuras (7).

**Sustancia extraña o xenobiótica:**

Aquella que no es utilizable en los ciclos generadores de energía ni en las reacciones de síntesis de los seres vivos y que, sin embargo, puede ser objeto de transformaciones por parte de los mecanismos metabólicos de éstos (52).

**Sustancia peligrosa:**

Corresponde a aquel tipo de sustancia que, por su naturaleza o por el uso que el hombre haga de ella, representa un riesgo de daño para las personas. Comprende sustancias inflamables, explosivas, tóxicas, radiactivas, etc (52).

Aquella que, por su naturaleza, produce o puede producir daños momentáneos o permanentes a la salud humana, animal o vegetal y a los elementos materiales, tales como instalaciones, maquinarias, edificios, etc (14).

**Sustancias tóxicas:**

Sustancias que causan efectos adversos en los organismos, dependiendo del grado de toxicidad. El término “toxinas” no debe usarse como sinónimo de “sustancias tóxicas” (7).

**Temperatura crítica:**

Aquella por encima de la cual la materia solamente puede existir en estado gaseoso (14).

**Temperatura de inflamación:**

Se conoce también como punto de inflamación; es la temperatura mínima, medida en condiciones prefijadas en el líquido, a la cual la sustancia desprende suficientes vapores para formar, con el aire, una mezcla inflamable, la cual puede encenderse en contacto con una chispa o una llama (14).

**Temperatura de ignición:**

Temperatura máxima para que en una sustancia se inicie o en ella se cause una combustión autosostenida, independientemente de una fuente de energía externa (14).

**Teratogénesis:**

Inducción de malformaciones u otros defectos congénitos en la descendencia (51).

Los efectos teratogénicos son aquellos que se producen por el desarrollo de una anomalía funcional o estructural en el feto o el embrión. Dependiendo de la naturaleza del material, los efectos teratogénicos pueden producirse por una variedad de mecanismos; los cuales incluyen mutagénesis, establecimiento de anomalías cromosómicas, interferencias con la síntesis del ácido nucleico y proteínas, deficiencias de sustrato, e inhibición de enzimas. Con respecto a la aparición de anomalías estructurales en evolución, el período más crítico para la exposición se produce durante la temprana etapa de gestación cuando ha ocurrido el mayor grado de diferenciación de las células y la formación definitiva de los órganos. Sin embargo, existe un creciente interés y preocupación por los efectos de la exposición a agentes químicos extraños en las siguientes etapas de gestación, que pueden inducir anomalías funcionales, incluso en el comportamiento (57).

**Teratógeno:**

Sustancia que causa defectos de nacimiento no heredables (53).

**TLV-TWA, Media ponderada en el tiempo:**

Concentración media a que puede estar expuesto un trabajador durante 8 horas diarias o 40 horas a la semana, sin sufrir efectos adversos (7).

**Toxicidad:**

La toxicidad de una sustancia es la capacidad para causar daño a un organismo vivo. Una sustancia altamente tóxica causará lesión a un organismo aun si se le administra en cantidades muy pequeñas, y una sustancia de baja toxicidad no producirá efecto a menos que la cantidad administrada sea muy grande. Sin embargo, no es posible definir la toxicidad en términos cuantitativos sin referirse a la cantidad de sustancia administrada o absorbida, la vía por la cual se administra esta cantidad (por ejemplo, inhalación, ingestión, inyección) y la distribución en el tiempo (por ejemplo, una sola o dosis repetidas), el tipo y gravedad del daño y el tiempo necesario para causarlo (55).

Cualquier efecto adverso producido por una sustancia en un organismo vivo. El término, también se usa para describir el potencial que tiene una sustancia para causar efectos adversos. El grado de toxicidad producido por cualquier sustancia es directamente proporcional a la concentración de la exposición y al tiempo de ésta. Esta relación varía con la etapa de desarrollo del organismo (53).

Propiedad de una sustancia que, por acción de contacto o absorbida por un organismo, sea por vía oral, respiratoria o cutánea, es capaz de producir efectos nocivos sobre la salud humana, animal o vegetal, incluso la muerte (14).

**Toxicidad aguda:**

Efectos adversos que surgen poco después de la administración de una dosis única o de varias dosis proporcionadas dentro de un lapso de 24 horas (7).

**Toxicidad aguda por inhalación:**

Medida del efecto tóxico en los pulmones de una dosis única de una sustancia inhalada (7).

**Toxicidad crónica:**

Efectos adversos que ocurren en un organismo viviente como resultado de la exposición diaria repetida a una sustancia en una parte de su vida (habitualmente más del 10%). Con animales experimentales, esto habitualmente significa un período de exposición de más de tres meses (53).

**Toxicidad efectiva:**

Toxicidad resultante de la volatilidad de un agente tóxico; las cifras de toxicidad efectiva se expresan en unidades de medición relativa, en comparación con otras sustancias (7).

**Toxicidad oral aguda:**

Medida del efecto tóxico de una dosis única de una sustancia tomada por vía oral (7).

**Toxicidad subaguda:**

Efectos tóxicos posteriores a una exposición repetida durante un período limitado, habitualmente no mayor de un mes (7).

**Toxicidad subaguda (subcrónica) :**

Efectos adversos que ocurren como resultado de la exposición diaria repetida a una sustancia, una parte del tiempo de vida del organismo (habitualmente menos del 10%). Con animales experimentales, el período de exposición puede variar de entre unos pocos días hasta seis meses (53).

**Tóxico:**

Capaz de causar daño a organismos vivos como resultado de interacciones químicas (53).

**Toxicología:**

Estudio del peligro potencial presentado por el efecto dañino de sustancias (venenos) en organismos vivos y ecosistemas, de los mecanismos de acción, diagnóstico, prevención y tratamiento de intoxicaciones (7).

Disciplina que estudia los efectos nocivos de los agentes químicos y de los agentes físicos (agentes tóxicos) en los sistemas biológicos y que establece, además, la magnitud del daño en función de la exposición de los organismos vivos a dichos agentes. Se ocupa de la naturaleza y de los mecanismos de las lesiones y de la evaluación de los diversos cambios biológicos producidos por agentes nocivos (52).

Estudio de los efectos adversos para la salud inducidos por sustancias tóxicas. Involucra el estudio cuantitativo y cualitativo de los efectos perjudiciales de agentes físicos y químicos, como es observado en las alteraciones de estructura y respuesta en sistemas vivos; incluye la aplicación de los hallazgos de estos estudios para la prevención de daños en los humanos (7).

**Umbral de efecto dañino (concentración umbral):**

(Por vez única o crónico). Mínima concentración (dosis) de una sustancia que causa la aparición de alteraciones en el organismo (en condiciones específicas de ingestión de la sustancia y en un grupo estadístico normalizado de animales), las cuales están fuera de los límites de reacciones fisiológicas adaptativas, o que causa la aparición de una patología latente (temporalmente compensada). El umbral de efecto por vez única se expresa  $Lim_{ac}$ , mientras que el umbral de efecto crónico se expresa  $Lim_{ch}$  (7)

**Umbral de efecto específico (selectivo) :**

Concentración (dosis) mínima que causa alteraciones en las funciones biológicas de órganos y sistemas individuales del organismo, las cuales sobrepasan los límites de las reacciones fisiológicas adaptativas. Se expresa  $Lim_{sp}$  (7).

**Umbral odorífero:**

Menor concentración de un odorífero que puede detectar un ser humano. En la práctica, se usa normalmente a un grupo de "olfateadores" y se toma como umbral la concentración a la cual el 50% del grupo puede detectar el odorífero (aunque algunos investigadores también han usado el umbral de 100%) (66).

**Valor techo:**

Se aplica a la expresión de niveles permisibles de exposición ocupacional. Los valores techo no deben excederse ni siquiera por un instante (59).

La concentración de una sustancia potencialmente tóxica en el aire que nunca debería excederse (53).

**Valor umbral límite, TLV:**

**Concentración umbral límite, TLC.** Concentración (en el aire) de un material al cual pueden estar expuestos diariamente la mayoría de los trabajadores sin tener un efecto adverso (66). Estos valores se establecen (y se revisan anualmente) por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH) y son concentraciones medidas con relación al tiempo, para jornadas de trabajo diarias de 7 a 8 horas y para semanas de trabajo de 40 horas. Para la mayoría de los materiales, el valor puede excederse hasta cierto grado, siempre y cuando hayan períodos compensatorios de exposición por debajo del valor durante la jornada de trabajo (o en algunos casos, la semana de trabajo). Para unos cuantos materiales (principalmente los que producen una respuesta rápida), el límite está dado por la concentración máxima permisible) que nunca debería excederse. Los valores umbral límite no intentan ser líneas de demarcación entre las concentraciones seguras y las peligrosas .

**Límite de exposición permisible, PEL.** Concentración aérea de una sustancia potencialmente tóxica a la cual se cree que los trabajadores adultos sanos pueden estar expuestos con seguridad a lo largo de una semana de trabajo de 40 horas y una vida laboral completa. Esta concentración se mide como una concentración promedio ponderada en el tiempo (53).

**Valor umbral límite biológico (BTLV):**

Concentración límite de una sustancia medida ya sea directamente en tejidos, líquidos o aire exhalado, o indirectamente por sus efectos específicamente relacionados con el organismo (59).

**Veneno (agente tóxico):**

Sustancia capaz de mostrar un efecto dañino en el organismo (humano). Es un término relativo: cualquier sustancia puede bajo ciertas condiciones (dosis, vías de administración) mostrar un efecto dañino (7).

Sustancia que puede causar trastornos estructurales o funcionales que provoquen daños o la muerte si la absorben en cantidades relativamente pequeñas los seres humanos, las plantas o los animales (7).

**Veneno portado:**

Existencia de venenos en el organismo sin síntomas de intoxicación, que se detectan por métodos modernos de análisis. Un ejemplo es la acumulación de DDT en el tejido adiposo del hombre, al ingerirlo en pequeñas dosis con los alimentos. El veneno portado se considera un fenómeno indeseable, ya que, bajo ciertas condiciones, el veneno puede salir de su depósito y causar intoxicación (7).

**Vesicante:**

Agente tóxico que produce ampollas en la piel (7).

**Vías de exposición o de ingreso:**

Corresponden a algunas de las modalidades anatómicas por medio de las cuales un agente patógeno puede atravesar las membranas o mucosas e ingresar al organismo, a través de la mucosa ya sea del tracto respiratorio (inhalación), del tracto digestivo (ingestión) y la piel (52).

**Vida media biológica:**

Tiempo requerido para que un organismo reduzca la concentración de una sustancia en uno de sus tejidos o en todo el cuerpo en un 50% (59).

Tiempo requerido para que la concentración de un producto químico presente en el organismo o en un compartimiento en particular de éste, disminuya a la mitad a través de procesos biológicos tales como el metabolismo y excreción (7).

**Xenobiótico:**

Sustancia que no aparece naturalmente en el organismo expuesto a ella (53).

Sustancia que en condiciones normales no está presente en el ambiente, tal como un plaguicida o un contaminante (7).

**Zona de efecto crónico (factor de reducción de umbral de exposición crónica):**

Razón entre la concentración (dosis) umbral para un efecto por vez única y la concentración (dosis) umbral para efecto crónico. Se utiliza para determinar el efecto crónico de agentes tóxicos y para determinar las propiedades acumulativas. El peligro de intoxicación crónica es directamente proporcional al valor de la zona de efecto crónico. Se expresa en inglés  $Z_{ch}$  (7).

**Zona de efecto específico (selectivo):**

Razón entre el umbral de un efecto por vez única establecido por indicadores integrales y el umbral de efecto agudo establecido por indicadores específicos (sistemas, órgano relacionado, receptor). Se utiliza para determinar propiedades específicas de un agente tóxico. Se expresa en inglés  $Z_{sp}$  (7).