MATERIALES PELIGROSOS

UNIDAD I

MATERIALES PELIGROSOS

1. CONCEPTOS Y SUS CARACTERÍSTICAS

1.1. Explosivos

El primer explosivo destacado fue la pólvora, descrita también en algunos textos de estudio como “polvo negro”. Se comenzó a utilizar aproximadamente en el siglo XIII y fue el único explosivo conocido durante algunos siglos.

Los nitratos de celulosa y la nitroglicerina, ambos descubiertos aproximadamente en el año 1846, fueron los primeros explosivos modernos. Desde entonces, nitratos, compuestos de nitrógenos, fulminatos y azidas han sido los principales compuestos explosivos utilizados por separado o mezclados con combustibles y otros agentes.

Nota: “El trióxido de xenón, fue el primer oxido explosivo, se impulso en 1962”.

Muchos textos definen a los explosivos como un material que puede hacer explosión liberando grandes cantidades de energía bajo la forma de gases, calor, presión o radiación. Para la preparación de ellos se utilizan sustancias especiales que se mezclan.

Los explosivos se dividen básicamente en explosivos de alto orden (p. ej. TNT) y explosivos de bajo orden (p. ej. pólvora).

Los explosivos de alto orden

Estos explosivos tienen una velocidad de combustión elevada, de varios km/s, alcanzando velocidades de detonación y por eso son aptos para ser usados en la demolición.

Los explosivos de bajo orden

Estos explosivos se queman a una velocidad de varios cientos de metros por segundo, llegando incluso a velocidades de un par de km/s, lo que se llama deflagración (los explosivos de bajo orden no detonan).

Son utilizados generalmente para la propulsión y para los fuegos artificiales tan famosos en los años nuevos en innumerables países.

Los explosivos llamados DDT (por su sigla en inglés, Deflagration-Detonation Transition): Son explosivos que tienen una velocidad de quemado intermedia entre los dos tipos de explosivos.

Algunos requisitos fundamentales que se deben tener presente para el almacenamiento de los explosivos:

- Se deben almacenar separados de sustancias de distinta naturaleza.
- Debe evitarse la presencia de toda fuente de calor que pueda dar lugar a una explosión.
- No se deben exponer los explosivos a la luz directa del sol, portar fósforos o encendedores o efectuar trabajo en caliente hasta una distancia de 20 m de los explosivos.
- No deben abrirse cajas de explosivos con herramientas metálicas. Se usan cuñas de madera y mazos de goma, y no se deben golpear entre sí ni con otros objetos.
- No se deben usar equipos radiotransmisores cerca de fulminantes. Se recomienda mantener los cables de los fulminantes en corto circuito, hasta el momento de conectarlos al circuito de alimentación.
- Las sustancias deben ser protegidas de la humedad. Las cajas se deben colocar con su parte superior hacia arriba, y los cartuchos horizontalmente. Las mechas se deben ubicar en un lugar fresco y seco.
- Es conveniente mantener los pisos, techos y el área a su alrededor limpios, secos, bien ventilados y frescos.
- No se debe permitir la acumulación de basura ni presencia de malezas en radio mínimo de 20 m de las instalaciones.
- Se recomienda que los polvorines permanezcan cerrados con llave y a asegurar que solo tendrá acceso el trabajador o trabajadores autorizados por el dueño o encargado.

- No se deberán almacenar los explosivos junto con los detonadores (fulminantes) ni con los cebos de explosivos.

- Es beneficioso comprobar periódicamente la buena conservación de las sustancias.

- En caso de encontrarse explosivos en estado de descomposición, deberá procederse a su destrucción por personal calificado y con previa autorización del Ministerio de Defensa.

- No es recomendable el almacenamiento de cantidades de explosivos que sobrepasen el 70% de la capacidad de las instalaciones. El 30% restante se destinará a maniobrar dentro del mismo.

Características físicas de los explosivos.

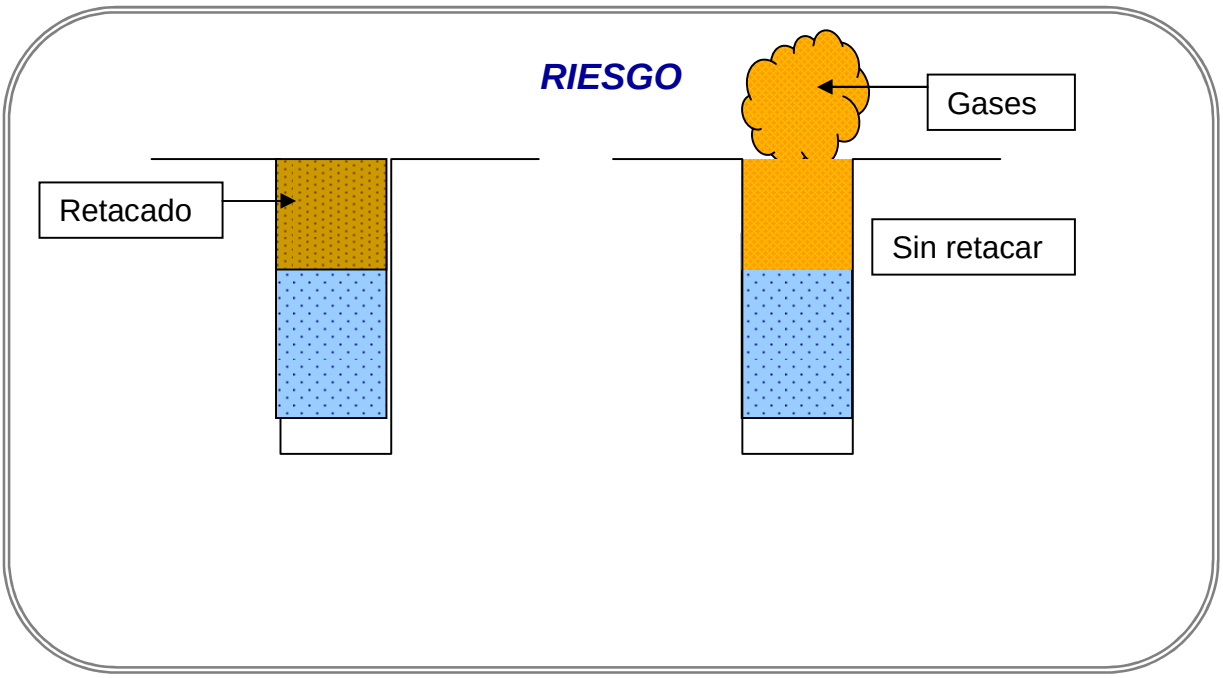
Explosivo: composición o mezcla de dos sustancias, una explosiva y otra no-explosiva. Son dos sustancias, una oxidante, y otra reductora.

Cuando un cartucho explota los gases son aproximadamente 10.000 veces el volumen inicial del cartucho.

Para que se realice un mejor efecto se debe procurar que el cartucho este lo más encerrado posible.

Para hacer una voladura se debe primero perforar el terreno, a continuación se deben llenar las perforaciones con explosivo a utilizar, y el espacio que quede de las perforaciones sin rellenar se retaca, esto quiere decir, que se debe tapar el agujero lo mejor posible, esto permitirá una voladura mucho más efectiva.

En caso de no realizar este retacado, la voladura “pegará bocazo”, esto quiere decir, que los gases producidos en la reacción se escaparán por la parte superior del agujero abierto, con lo cual se perderá mucha efectividad en la voladura.



Características generales de los explosivos.

Las características básicas de un explosivo y que pueden ser fundamentales a la hora de elegir el explosivo más apto para un fin determinado son las siguientes:

a) Estabilidad Química.
b) Sensibilidad.
c) Velocidad de Detonación.
d) Potencia Explosiva.
e) Densidad de Encartuchado.
f) Resistencia al Agua.
g) Humos.

a) Estabilidad Química.

Es la capacidad que el explosivo posee para mantenerse químicamente inalterado durante un cierto grado de tiempo. Esta estabilidad con la que el explosivo parte de fábrica se mantendrá sin alteraciones mientras las condiciones de almacenamiento sean adecuadas (vistas en la pagina Nº 3).

Esto permitiría al consumidor tener un producto totalmente seguro y fiable para los trabajos de voladura. Las pérdidas de estabilidad en los explosivos se producen bien por un almacenamiento excesivamente prolongado o bien porque las condiciones del lugar no sean las adecuadas.

Si los explosivos son polvurolentos (mezclados) con nitrato amónico se estropearán y se perderá la inversión pero no se tendrán accidentes.

Los explosivos con nitroglicerina si pierden su estabilidad química puede significar que la nitroglicerina se ha descompuesto. Si el cartucho suda o se observan manchas verdes en la envoltura el peligro es inminente y es imprescindible la destrucción de este explosivo.

b) Sensibilidad.

Se define como sensibilidad de un explosivo:

"La mayor o menor facilidad que tiene el explosivo para ser detonado".

Se dice por lo tanto que un explosivo es muy *sensible* cuando detona sin dificultades. Un explosivo *insensible* es todo lo contrario. Los explosivos sensibles aseguran pocos fallos en los barrenos (hacer un hueco en una roca o superficie para luego situar hay un explosivo y enseguida hacer detonar). Los insensibles por lo contrario provocarán más barrenos fallidos.

En este sentido son mejores los explosivos sensibles. Pero estos explosivos sensibles están más cercanos a producir una explosión fortuita que los explosivos insensibles en los que la probabilidad de accidente es prácticamente nula. En este sentido los insensibles son más seguros que los sensibles.

Existe otra concepción de sensibilidad debido a experimentos realizados en los laboratorios, donde se realizan la *sensibilidad al detonador, sensibilidad a la onda explosiva, sensibilidad al choque y sensibilidad al rozamiento.* De estas las dos primeras son deseadas, mientras que las dos últimas son sensibilidades indeseadas.

Sensibilidad al detonador.

Todos los explosivos industriales obligan para su iniciación como norma general de la detonación de otro explosivo de mayor potencia. Este explosivo puede ir colocado dentro de un detonador, de un cordón detonante o de un multiplicador, según el procedimiento que se siga para la iniciación de la explosión.

Si algún explosivo no fuera sensible al detonador, entonces los multiplicadores salvarían este obstáculo, aunque el 99% de los explosivos que actualmente se fabrican son sensibles al detonador.

Sensibilidad a la onda explosiva.

Se basa en establecer la máxima distancia a que un *cartucho cebado* trasmite la detonación a otro cartucho receptor. Se colocan cartuchos en línea y ambos a continuación del otro, separados por una determinada distancia (d).

Pero lo que sucede en realidad es que al cargar los barrenos entre cartucho y cartucho puede haber materias inertes que siempre dificultan la propagación y a veces llegan a anularla.

Por esta razón la norma indica que:

"la carga cuando se trate de explosivos encartuchados estará constituida por una fila de cartuchos en perfecto contacto unos con otros."

Sensibilidad al choque.

Los diferentes tipos de explosivos industriales pueden ser o no sensibles al choque, lo cual no quiere decir otra cosa que en algunos explosivos se puede producir su iniciación por un fuerte impacto. La forma de determinar la sensibilidad al choque se hace mediante una maza que se coloca a una determinada altura con una masa definida, se mide la altura hasta que el explosivo explota.

Sensibilidad al roce.

Al igual que con la sensibilidad al choque existen algunos explosivos que son sensibles al rozamiento. Es por esto que existe un ensayo normalizado que indica si un explosivo es sensible o no al rozamiento, y en caso de serlo, debe indicar en qué grado lo es.

Este ensayo se realiza con una máquina provista de un objeto cuyo coeficiente de rozamiento conocemos.

La sensibilidad se conoce pasándolo por la longitud de todo el explosivo cada vez con mayor intensidad hasta que el explosivo explote.

c) Velocidad de detonación.

La velocidad de detonación se podría decir que es la característica más importante del explosivo. Cuanto más grande sea la velocidad de detonación del explosivo, tanto mayor es su potencia.

Se entiende por *detonación de un explosivo* a la transformación casi instantánea de la materia sólida que lo compone en gases. Esta transformación se hace a elevadísimas temperaturas con un gran desprendimiento de gases, casi 10.000 veces su volumen.

Para algunos trabajos atañen explosivos lentos, de poca potencia. (En canteras de roca ornamental). Si se requieren grandes producciones (sobre todo estéril), se usaran explosivos de baja velocidad de detonación, de poca potencia.

d) Potencia explosiva.

La potencia explosiva se puede definir como la capacidad de un explosivo para fragmentar y proyectar la roca.

Depende por un lado de la composición del explosivo, pese a que siempre es posible mejorar la potencia con una adecuada técnica de voladura.

Para determinar la medida de la potencia de un explosivo existen en los laboratorios destinados a estos temas, diferentes técnicas de las cuales es la más utilizada la del péndulo balístico. Por este procedimiento se mide la potencia de un explosivo en porcentaje en relación con la goma pura, a la que se le asigna por convenio la potencia del 100 %.

e) Densidad de encartuchado.

La densidad de encartuchado es también una característica importante de los explosivos, que depende en gran parte de la granulometría (distribución de los tamaños de las partículas de un agregado) de los componentes sólidos, y tipo de materias primas empleadas en su fabricación. El usuario en este caso nada tiene que hacer.

Al ser *fundamental* que los fondos de los barrenos estén completamente llenos de explosivos, si estos tuvieran densidad menor de uno y los barrenos tuvieran agua física, los cartuchos flotarían siendo imposible la carga del barreno. Utilizar en este caso explosivos de densidad inferior a uno sería un gravísimo error.

f) Resistencia al agua.

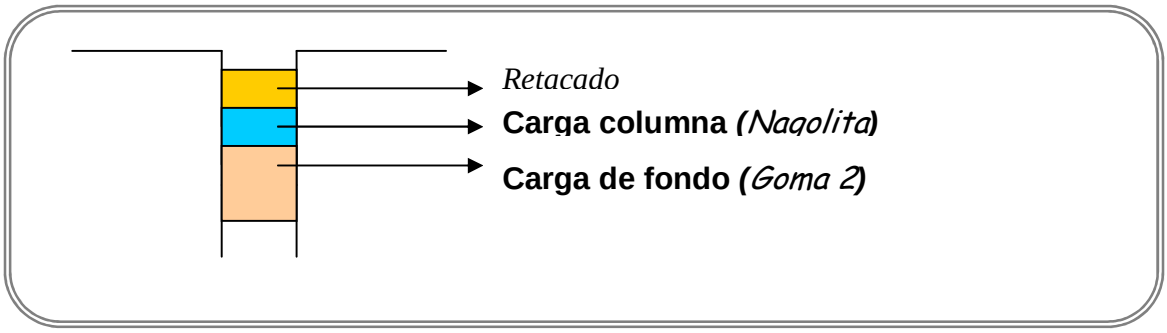
Sobre la resistencia al agua de los explosivos se pueden diferenciar tres conceptos:

1.- Resistencia al contacto con el agua.
2.- Resistencia a la humedad.
3.- Resistencia al agua bajo presión de la misma.

Se entiende por *resistencia al agua o resistencia al contacto con el agua* a aquella característica por la cual un explosivo sin necesidad de envuelta especial mantiene sus propiedades de uso inalterables un tiempo mayor o menor, lo cual permite que sea utilizado en barrenos con agua.

Si un terreno contiene agua se deben emplear gomas, riogeles, etc., cuyo comportamiento al agua es excelente. Nunca se deben emplear explosivos polvurolentos (Anfos) en contacto directo con el agua.

Ahora bien, si el agua se ve agotada con la carga de fondo, se podrá emplear en la carga de columna explosivos polvurolentos. En cualquier caso los explosivos polvurolentos se comportan muy bien en barrenos sumamente húmedos si el contacto con el agua no es mucho. Es aconsejable en estos casos hacer la mitad de barrenos para cargarlos rápidamente.



En referencia al tercer punto, se refiere no solo a que el explosivo soporte el contacto con el agua, *sino que además aguante altas presiones debidas a las grandes profundidades*. Los explosivos utilizados en este caso contienen como aditivos metales pesados, que les confieren características muy especiales, como es el caso de la goma GV submarina.

g) Humos.

Se distingue como humos al conjunto de los productos resultantes de una explosión, entre los que se encuentran gases, vapor de agua, polvo en suspensión, etc. Estos humos contienen gases nocivos como el óxido de carbono, vapores nitrosos, etc., y si bien su presencia no tiene importancia en voladuras a cielo abierto, si la tiene en voladuras en minas subterráneas y sobre todo si se realizan en lugares con poca ventilación que es el caso en las minas subterráneas chilenas.

En este caso pueden ocasionar molestias e intoxicaciones muy graves a las personas que vayan a inspeccionar la voladura. Para los trabajos subterráneos la composición del explosivo debe tener una proporción suficiente de O2 capaz de asegurar la combustión completa.

1.2 BLEVE

El termino BLEVE fue utilizado según los registros por primera vez en el año 1957 cuando los ingenieros norteamericanos James B.Smith, Williams S. Marsh y Wilbur L. Walls investigaban las causas de una explosión de un recipiente de acero utilizado para la producción de resina fenolica a partir de la formalina (disolución de formaldehído en agua) y fenol.

A partir del descubrimiento de este fenómeno estrictamente físico que no requiere de ningún tipo de reacción química y que se puede producir hasta en calentadores de agua y calderas, el modelo pudo llegar a explicar una serie de accidentes ocurridos en el pasado y que no se podían estimar explicaciones; por lo tanto si el liquido es inflamable, combustible, reactivo, venenoso, tóxico etc. indudablemente los riesgos aumentan considerablemente.

La palabra BLEVE está formada por cinco letras que definen el fenómeno, que en ingles seria "Boiling Liquid Expanding Vapor Explotion".

Esto definido al español significaría:

"Explosión por la expansión de los vapores de los líquidos en ebullición".

En efecto se puede definir a la explosión BLEVE como la ruptura ya sea en dos o más pedazos de un recipiente, con proyección de fragmentos a grandes distancias, un inmenso frente de fuego con grandes distancias en su entorno y elevación acompañado de la correspondiente radiación calórica y onda expansiva (en el caso especifico de los líquidos inflamables y combustibles que acompañan el mayor poder destructor), debido a un fenómeno "especial" que se da en ciertas circunstancias, no obstante la primera esencial pero no suficiente, es que el gas licuado o el liquido se encuentre a una temperatura mayor a la que se encontraría de estar a presión atmosférica normal, entonces la temperatura de ebullición (a 1 Atm(unidad de presión atmosférica)).

Ha de ser bastante menor a la que se encuentra el líquido dentro del recipiente.

No obstante se deben dar tres condiciones necesarias para la producción de este fenómeno:

1) Tiene que tratarse de un gas licuado o un líquido *sobrecalentado y a presión.*

2) Que se produzca una repentina baja de presión en el interior del recipiente, esta condición puede ser originada por impactos, rotura o fisura del recipiente, actuación de un disco de ruptura o válvula de alivio con diseño inadecuado.

3) También es necesario que se den condiciones de presión y temperatura a los efectos que se pueda producir el fenómeno de nucleación espontánea, con esta condición se origina una evaporación de toda la masa del líquido en forma de flash rapidísima, generada por la rotura del equilibrio del líquido como consecuencia del sobrecalentamiento del líquido o gas licuado.

A continuación se dará explicación de estas tres condiciones esenciales:

1-Liquido sobrecalentado y bajo presión

Los gases licuados se deben encontrar a una temperatura "bastante superior" a la que se encontraba si estuviese a presión atmosférica normal (1 Atm)

No es suficiente que se encuentre a unos pocos grados por encima de su temperatura ya que esta es una condición bastante común en la mayoría de los gases licuados (GLP, Amoniaco, Cloro), algunos criogénicos (CO_2, Nitrógeno, etc.).

También ocurre con los líquidos que se encuentran por encima de su temperatura de ebullición, cuando los recipientes que los contienen entran en contacto con fuentes de calor y estando bien cerrados aumentan su presión, este es un caso muy común en ciertos incendios donde la intensidad del mismo involucra recipientes que se encuentren en el lugar.

Por tales motivos dos grandes categorías de productos pueden ocasionar BLEVES como:

a) Todos los gases licuados almacenados a temperatura ambiente inflamables o no.

b) Los líquidos que accidentalmente entran en contacto con fuentes de calor.

Acorde a lo desarrollado para que exista una BLEVE la primera condición esencial pero no suficiente es el sobrecalentamiento de los gases licuados o los líquidos, pero también es necesario que se encuentren a presión y en el caso de los líquidos que no se almacenan presurizados, esta condición de presión es debido a su aumento cuando accidentalmente se calienta.

2-Súbita baja de presión

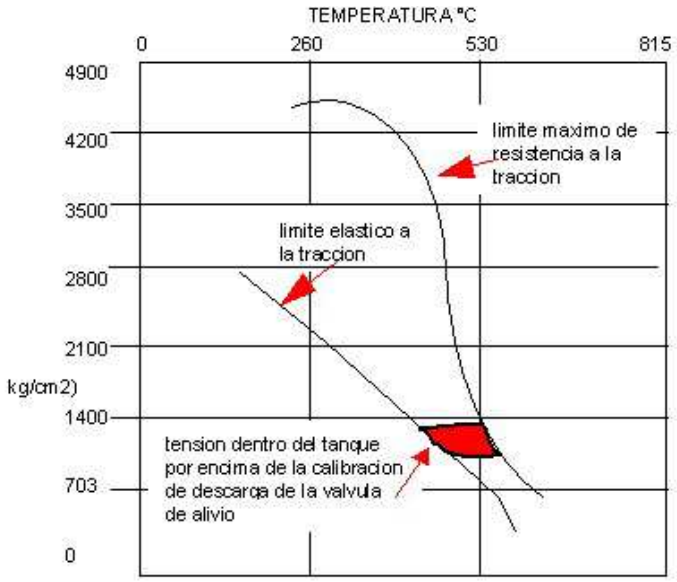
La segunda condición necesaria pero no suficiente es que dentro del recipiente que contiene el líquido se produzca un súbito descenso de la presión.

Cualquier problema de colapso estructural del recipiente, fisura u oquedad que pueden ser producidas por *causas mecánicas*, grietas en las chapas del tanque, impactos, choque o vuelcos de la cisterna bajo presión en su transporte.

Es importante aclarar que esto no ocurriría con los líquidos inflamables y combustibles que no están presurizados, luego del colapso por fallas mecánicas, choques o impactos a lo sumo se produciría el derrame del producto.

También puede producirse una BLEVE por *causas térmicas*, la resistencia del acero al carbono disminuye gradualmente al aumentar la temperatura por encima de los 204°C, los datos se basan en aceros con bajo contenido de carbono no obstante las curvas varían en el caso de otros aceros, pero el efecto de pérdida de resistencia es relativamente similar con el aumento de temperatura en los metales comunes inclusive a temperaturas no tan criticas como las que desarrolla un incendio;

En el caso de los aceros utilizados comúnmente en la construcción de tanques para GLP pueden colapsar a presiones de 14 a 20 Kg/cm2, por calentamiento de la chapa entre los 650 a 700 °C, debido a que la resistencia se reduce un 30% comparativamente a temperaturas normales.



Comportamiento de un recipiente de acero al carbono para LPG con exposición al fuego.

Acorde a lo expresado el calor en contacto con el tanque tiene un doble resultado peligroso, en primer lugar el debilitamiento de la estructura metálica del mismo y en segundo lugar el incremento de la presión interna del líquido.

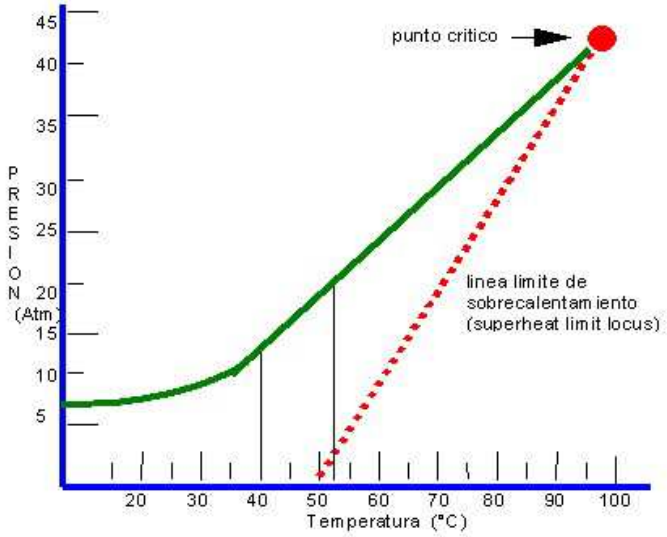
Como también la entrada en funcionamiento de un dispositivo de alivio de presión de aplicación directa sobre el recipiente que incontrolada y súbitamente libere el exceso de presión, puede dar lugar a una BLEVE.

Esto se debe al comportamiento de las válvulas de seguridad, las mismas tienen la función de aliviar el exceso de presión conforme a una calibración estipulada, lo que les permitirá en caso que el tanque este expuesto al fuego de descargar parte del producto en estado de ebullición, pero bajo ningún concepto estos dispositivos evitaran la producción de una BLEVE o el debilitamiento de la chapa por el sobrecalentamiento, en el mejor de los casos retrasaran el momento de la explosión.

A pesar que no se cuenta con información puntual que documente que alguna BLEVE se produjo a causa de un dispositivo de alivio es importante desarrollar dos posibilidades que de presentarse al mismo tiempo "pueden" dar lugar a la misma:

1- Que este calibrada a una presión superior aquella cuya correspondiente temperatura sea más elevada a la de la línea de sobrecalentamiento, lugar donde es posible la Nucleación espontánea.

2- Que el dispositivo sea de gran caudal lo que originara en muy pocos instantes la evacuación de gran cantidad de producto dando lugar a una súbita caída de presión, esto ocurrirá con un disco de ruptura no así con una válvula de alivio que al descender la presión inmediatamente se irá cerrando a la calibración que estaba regulada.



Línea limite de sobrecalentamiento y curva de presión de vapor para el propano (REID 1979)

3-Nucleación espontánea.

Es importante destacar que referente a la teoría de R.C.REID y KING (Investigadores) sobre la Nucleación espontánea, aunque todavía se continúan las experimentaciones parece confirmar dichas hipótesis.

Esta es la tercera y más específica condición para que ocurra una explosión BLEVE, una evaporación en masa tipo flash en milésimas de segundo que haga de desencadenante para el fenómeno.

Acorde a lo realizado por estos investigadores y otros, se puede explicar el mecanismo de esta explosión partiendo previamente del fenómeno de vaporización en las distintas condiciones de presión y temperatura.

Por ejemplo:

- Se tiene un gas licuado o líquido sobrecalentado encerrado en un depósito y en equilibrio con su vapor a la presión correspondiente a las condiciones de equilibrio.

- Por cualquier motivo o causa mecánica se produce la falla de la chapa del depósito, formándose una grieta, fisura, agujero.

- En consecuencia se producirá una súbita caída de presión, por consiguiente el líquido debería comenzar a hervir y a bajar su temperatura a través de toda su masa hasta llegar al nuevo valor de presión (que será el valor de la presión atmosférica).

- Habrá por lo tanto un gas licuado o un líquido por encima de la temperatura a la que teóricamente estaría en equilibrio a la presión atmosférica, esto dará lugar a un desequilibrio que producirá una ebullición violenta que puede terminar de colapsar, rajar o fisurar él deposito.

Acorde a lo investigado por REID y de acuerdo a la teoría cinética de los gases, cabe aclarar que no se producirá Nucleación espontánea y evaporación en flash hasta que alcance una determinada temperatura para cada producto.

La vaporización súbita en caso de BLEVE se considera en el orden de un 10% para los gases, un 25% para los gases criogénicos y un 50% para los gases no criogénicos.

Esta súbita vaporización puede evacuar desde un tercio y la mitad de su volumen en el caso del Propano contenido, en algunas BLEVES, se pueden observar fragmentos que pesan varias toneladas pueden salir proyectados a grandes distancias (300 y 600 metros) y en algunos casos en los que fueron despedidos a 2500 metros.

Al producirse esta expansión se forma la típica bola de fuego (para el caso de los líquidos inflamables y combustibles) donde un porcentaje del liquido sale despedido de la zona de la explosión a alta velocidad, parte de este producto no llega alcanzar su temperatura de ignición, yendo a caer a grandes distancias en estado liquido y frío, hubo casos de encontrar el pavimento de asfalto disuelto a 800 metros del sitio de la BLEVE a causa del gas en estado liquido, en otros casos comentarios hechos por los bomberos que combatían un incendio en momentos de la ocurrencia de una BLEVE; manifestaban que sintieron el fresco al pasar cerca de ellos el gas licuado y frío.

- Sistemas modernos de prevención de BLEVES

A continuación se desarrollaran los aspectos puntuales del campo de investigación actual sobre sistemas de prevención que ayuden a evitar la ocurrencia de estos fenómenos llamados BLEVES.

1- Estudio de nuevos diseños de discos de ruptura y válvulas de seguridad (alivio).

2- Colocación en el interior de los recipientes de mallas que retarden la aparición de la BLEVE.

3- Adición de núcleos iniciadores de ebullición para evitar la Nucleación espontánea.

- Rediseño de los dispositivos de alivio.

Es importante destacar en este segmento que hasta la actualidad ningún siniestro se lo puede caratular como que allá ocurrido a consecuencia de un dispositivo de alivio, se manejan algunas hipótesis de su posibilidad, como así también estos dispositivos pueden en cierta manera retrasar la BLEVE en las sucesivas descargas pero no evitarla.

En función de los conocimientos adquiridos en agradecimiento a los investigadores y a sus teorías de la Nucleación espontánea aconsejan el rediseño de los sistemas de alivio no en base a las calibraciones standard, las mismas se deberían basar en calibrar la válvula de seguridad para que actúen a una presión más baja que las correspondientes a la línea limite de sobrecalentamiento.

Respecto de los discos de rupturas indican la colocación de varios no de uno solo como comúnmente se realiza, que ellos actúen a distintas presiones y distintas capacidades de desalojo eviten la súbita caída de presión a una atmósfera.

Los dispositivos no son de aplicación general ya que se deberá realizar el estudio y diseño para cada caso gas licuado o liquido etc.

Desde ya estas posibles soluciones por su coherencia se encuentran en proceso de desarrollo experimental, no obstante las mismas indican un camino correcto a seguir.

- Introducción de mallas retardantes de BLEVES.

Hasta la actualidad existen dos sistemas de retardo de aparición de BLEVES basándose en mallas introducidas dentro de los recipientes uno de origen Canadiense el otro Alemán.

Son mallas de material de aluminio de pequeñas celdillas hexagonales que pueden formar capas compactas dentro del producto cubriendo todo su volumen, consiguiendo tres efectos:

a- En el caso de que el recipiente sea atacado por un fuego exterior reparte el calor en todo el interior evitando el ablandamiento puntual del sector donde irrumpe la llama, evitando la formación de la temida fisura donde comienza el colapso del recipiente.

b- Como se menciona anteriormente al distribuir homogéneamente el calor principalmente en la fase gaseosa evita el aumento de presión en la cámara de vapores (parte superior de la cisterna).

c- En caso de encontrarse dentro del recipiente aire en los límites de explosividad, esta malla también evitaría la posible explosión por detonación de la mezcla explosiva, debido a que como se menciona favorece la distribución homogénea del calor generado y su apagado.

No obstante lamentablemente estos dispositivos tienen algunos aspectos desfavorables:

1- Su relativo alto costo.

2- Se pierde el 2% del volumen real del recipiente.

3- Aumento del peso muerto en unos 1500 Kg. (conforme al peso de una cisterna de 40 m3).

4- Problemas de falta de fluidez en líquidos viscosos, reacciones con productos químicos.

5- Complica las reparaciones y revisiones del tanque.

- Adición al fluido de núcleos iniciadores de la ebullición.

Esta es un área todavía en experimentación, se observaron buenos resultados en la adición al fluido de ciertos geles o líquidos preparados para que se comporten como tales, dispersados homogéneamente en toda la masa del líquido con el objetivo de evitar la Nucleación espontánea.

COMBATE DE INCENDIOS.

En estos casos los Cuerpos de Bomberos y Brigadas Industriales actuantes deben aplicar en esencia el principio de máxima seguridad, que dice así:

"Cuando haya que enfrentarse con un fenómeno poco conocido, con una circunstancia nueva o que pueda presentar eventos catastróficos, habrá que actuar como si lo peor, teóricamente fuera realmente a ocurrir."
"Planee lo mejor, espere lo peor"

- Refrigeración de los recipientes

En todo recipiente se pueden encontrar dos zonas bien definidas, la superior o cámara de vapores y la inferior o sector donde reposa el producto en estado liquido, correspondiendo más de las ¾ partes.

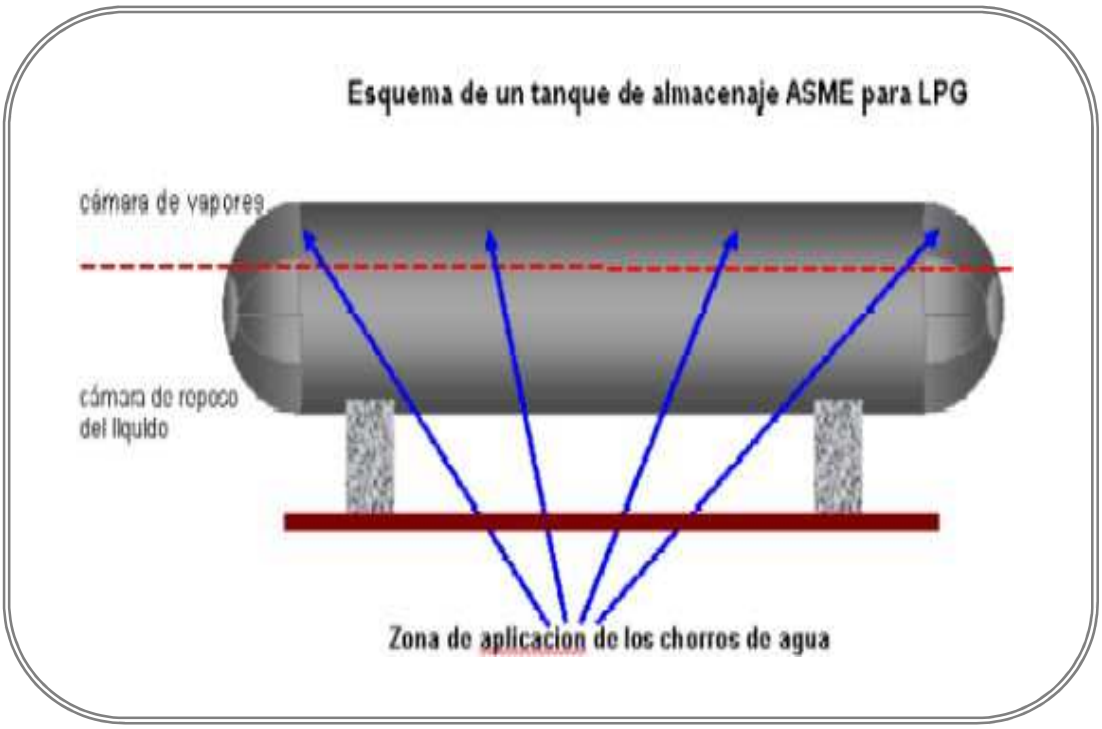
- Cámara de vapores (producto en estado gaseoso).

Es de primordial importancia que las personas identifique esta zona del tanque (se encuentre en cualquier posición) ya que conforme a los datos que obtenga para comenzar las tareas de enfriamiento estructurales sabrá donde aplicar correctamente los chorros de agua, debido a que esta zona actúa como cámara de expansión de los vapores y es donde generalmente se produce el colapso estructural ayudado indudablemente por la presión interna de los vapores del producto en relación con el sobrecalentamiento, debido a que el vapor es un mal disipador del calor, en consecuencia la chapa se sobrecalienta y comienza a perder resistencia, se alarga y reduce su espesor, apareciendo una grieta longitudinal hasta alcanzar magnitud critica, en este momento la estructura es muy frágil, la grieta se alarga y propaga a la velocidad del sonido, dando por resultado el colapso estructural y la rotura en pedazos.

- Cámara de reposo (producto en estado líquido).

En caso que el fuego exterior irrumpa contra el recipiente en su parte inferior es sumamente difícil calentar la estructura metálica, debido a que cualquier líquido es un buen disipador del calor actuando como regulador térmico, ayudando al metal a encontrarse dentro de los límites de seguridad.

Esto brindara a la operación de enfriamiento algún margen de tiempo a favor para actuar coordinadamente, pero no se debe olvidar que el sobrecalentamiento del líquido a su vez estará generando mayor cantidad de vapores, aumentando la presión del recipiente.



Es importante mencionar que la regla básica de los combates de incendios estructurales que se aplica en casos donde el agua es utilizada en tareas de enfriamiento, correctamente aplicada en la parte superior es aprovechada en la parte inferior logrando un enfriamiento integral de todo el recipiente.

Esta operación tiene primordial importancia en recipientes conteniendo gases bajo presión, aunque también es aplicable a todo tipo de recipiente que contenga liquido, se debe tener suma precaución en caso de recipientes conteniendo líquidos inflamables o combustibles etc.

a presión atmosférica y principalmente si el contenedor sufrió colapso estructural provocando el derrame del producto ya que la incorrecta aplicación de los chorros de agua pueden ayudar a extender el derrame con su correspondiente secuela de riesgos.

MATERIALES PELIGROSOS

UNIDAD I

MATERIALES PELIGROSOS

1.3 El Calor.

El calor es una forma de energía y la energía son moléculas en movimiento. Esta actividad molecular es medida por la temperatura que se expresa en grados centígrados.

Se sabe que todos los elementos y materiales están compuestos de moléculas que están constantemente moviéndose. Cuando el calor es aplicado a un combustible, las moléculas que componen el combustible empiezan a moverse cada vez más rápido.

Cuando el combustible alcanza una determinada temperatura, éste empieza a "romperse", liberando moléculas en forma de gases, primero vapor de agua y luego otros, que son altamente inflamables. Esta temperatura es llamada *"punto de vaporización"* del combustible. En este momento si se aplicara una vela son los gases los que arden y no el combustible en sí.

La "temperatura de ignición" de un combustible es la temperatura a la cual sus gases arderán en llamas y provocarán que continúe la combustión incluso después de que el foco del calor exterior, como una vela o un encendedor, sea retirado. La temperatura de ignición de muchos de los combustibles puede variar entre los 260 y 400 grados centígrados.

El calor desprendido por un combustible ardiendo se mide en calorías, y para conocimiento, una caloría es el aumento de calor requerido para que un gramo de agua aumente un grado centígrado su temperatura.

Propagación del Calor

Algunas veces el oxígeno se consume tan rápido en la base del fuego que disminuye su proporción, y éste pronto está fuera del balance, aunque quedan todavía suficiente calor y vapor.

A medida que los gases calientes ascienden en el aire, vuelven a saturarse de oxígeno y pueden aparecer llamas en la columna de humo muy por encima del fuego.

Está claro que el aporte de oxígeno para la combustión depende de la capacidad del aire para circular libremente entre los combustibles. Pero también el calor debe poder llegar al combustible, para elevar su temperatura a la de ignición.

Existen 3 formas de propagación del calor:

a) Radiación

b) Conducción
c) Convección

a) Radiación

La radiación es la transferencia de energía calorífica a través del espacio, por medio de ondas, como las de energía calorífica que recibe la tierra de los rayos del sol.

Cuando se está sentado cerca de un fuego de campamento las personas se calientan por el calor que irradia, incluso es posible sufrir quemaduras graves por calor irradiado, simplemente estando demasiado cerca del fuego sin hacer falta que se toque la llama.

Los combustibles que están muy cerca del fuego se calientan por radiación, pero según se vayan alejando disminuye, y disminuye más deprisa de lo que se separa.

b) Convección

Se ha mencionado que los gases calientes ascienden. Este método de transmisión de calor se llama convección, que es la transmisión de energía calorífica a través de masas de fluidos.

El aire caliente sube porque pesa menos que el frío. El aire frío va a llenar el vacío dejado por el aire caliente que está ascendiendo.

Puede observarse que si se sitúa un papel encima de una llama sin que la toque, éste se calienta hasta llegar a su temperatura de ignición y empieza a arder. Si se coloca otro papel al lado de la llama, en un lateral, arde con mayor dificultad o no arde. Esto es debido a que solamente recibe calor por radiación, y si no arde es porque no recibe suficiente calor para elevar su temperatura a la de ignición.

Se deduce fácilmente que es peligroso estar colocado en una cuesta por encima del fuego, ya que los combustibles en una ladera por encima del fuego, se calientan por convección.

El aire que se eleva por convección puede además llevar cenizas que puedan llegar a zonas de combustible no quemado y empezar nuevos fuegos si existen las condiciones adecuadas para ello y el triángulo del fuego (Oxigeno, calor y combustible) está en el balance adecuado.

También hay otro fenómeno que se debe tener en presente: se puede formar una enorme columna de convección. Cuando esto ocurre el aire caliente que asciende

arrastra aire frío, y con él un nuevo aporte de Oxígeno es absorbido por la base del fuego, que entonces genera su propio viento y se alimenta a sí mismo.

c) Conducción

La conducción es la transferencia de energía calorífica a través de una sustancia por acción molecular directa, es decir, pasa de una molécula a las que tiene junto a ella, y así sucesivamente.

El mango de aluminio de una sartén en el fuego se calienta por conducción. Si este mango estuviera hecho de madera se calentaría mucho menos. Esto es porque la madera es un mal conductor del calor.

1.4 Otros Peligros

Pertenecen a esta clase los materiales y objetos que supongan un peligro diferente a las restantes clases.

Las materias y objetos de esta clase se pueden subdividir del modo siguiente:

- Materias que inhaladas en forma de polvo fino puedan poner en peligro la salud
- Materias y Objetos que en caso de incendio puedan formar dioxinas
- Materias que desprenden vapores inflamables
- Pilas de litio
- Aparatos de salvamento
- Materias peligrosas para el medio ambiente
- Materias contaminantes para el medio acuático, liquidas
- Materias contaminantes para el medio acuático, solidas
- Microorganismos y organismos modificados genéticamente

Algunos ejemplos de esta clase son:

- Amianto
- Batería de ion litio
- Aparatos de salvamento autoinflables
- Semillas de ricino

1.5 Gases Comprimidos

Miles de productos están disponibles y contienen gases y mezclas de gases almacenados bajo presión en cilindros. La mayoría de estos gases se clasifican como *"gases comprimidos".*

Existen tres grupos principales de gases comprimidos almacenados en cilindros:

Líquidos, no líquidos y gases disueltos.

En cada caso, la presión del gas en el cilindro dada comúnmente en unidades de kilo Pascales (kPa) o libras por pulgada cuadrada manométrica (psig). Presión de manómetro = Presión total del gas dentro del cilindro menos presión atmosférica.

La presión atmosférica es normalmente de cerca de 101.4 kPa (14.7 psi). Se debe dejar claro que un cilindro de gas comprimido con una lectura de manómetro de presión de 0 kPa o 0 psig no está realmente vacío. Todavía contiene gas a presión atmosférica.

Gases Líquidos

Los gases líquidos son gases que pueden convertirse en líquidos a temperaturas normales cuando están dentro de cilindros a presión.

Existe dentro del cilindro un balance de vapor- líquido. Inicialmente el cilindro esta casi lleno de líquido, y el gas llena el espacio arriba del líquido. Conforme el gas se saca del cilindro, suficiente líquido se evapora para remplazarlo, manteniendo la presión del cilindro constante.

Amoníaco anhidro, cloro, propano, óxido nitroso y dióxido de carbono son ejemplos de gases líquidos.

Gases No-Líquidos

Los gases no líquidos se conocen también como gases permanentes, presurizados o comprimidos. Estos gases no se vuelven líquidos cuando están comprimidos a temperaturas normales, incluso a muy altas presiones.

Ejemplos comunes de estos son el oxígeno, nitrógeno, helio y argón.

Gases Disueltos

El acetileno es el único gas disuelto común. El acetileno es químicamente muy inestable. Incluso a presión atmosférica el gas acetileno puede explotar. Sin embargo, el acetileno se almacena rutinariamente y se utiliza de manera segura en cilindros a altas presiones (hasta 250 psig a 21°C).

Esto es posible porque los cilindros de acetileno están completamente empacados con rellenos porosos e inertes. El relleno está saturado con acetona u otro solvente conveniente. Cuando el gas acetileno se agrega al cilindro, el gas se disuelve en la acetona. El acetileno en solución es estable.

Todos los gases comprimidos son peligrosos debido a la presión dentro de los cilindros. El gas puede liberarse de forma deliberada al abrir la válvula del cilindro, o accidentalmente por una válvula que gotea o está quebrada o por un dispositivo de seguridad. Incluso a presiones relativamente bajas el gas puede fluir rápidamente de un cilindro que gotea o que está abierto.

Debe haber muchos casos en los que los cilindros dañados se han convertido en cohetes sin control y han provocado daños y lesiones severas. Este peligro se da cuando los cilindros no cubiertos y sin seguro fueron golpeados haciendo que la válvula del cilindro se quebrara y el gas de alta presión escapara rápidamente.

La mayoría de las válvulas de los cilindros están diseñadas para quebrarse en un punto con una abertura de alrededor de 0.75 cm (0.3 pulgadas).

Este diseño limita la proporción del gas que se libera y reduce la velocidad del cilindro. Este límite puede evitar que cilindros más grandes y más pesados sean "lanzados" como un rocket, aunque cilindros más pequeños o más livianos puedan despegar también.

La liberación de gases comprimidos deficientemente controlada en sistemas de reacción química puede provocar que los vasos estallen, creen derrames en equipos o mangueras, o produzcan reacciones de salida.

Gases inflamables, tales como el acetileno, butano, etileno, hidrógeno, metilamina y cloro de vinilo, pueden quemarse o explotar bajos ciertas condiciones:

Concentración de gas dentro de un rango inflamable: La concentración del gas en el aire (o en contacto con gas oxidante) debe de estar entre el punto inflamable más

bajo (LFL) y el límite inflamable más alto (UFL) [a veces se les llama los límites explosivos superiores y e inferiores (LEL y UEL)]. Por ejemplo, el LFL del gas hidrógeno en el aire es 4 por ciento y su UFL es 75 por ciento (a presión y temperatura atmosférica).

Esto significa que el hidrógeno puede encenderse cuando su concentración en aire está entre 4 y 75 por ciento. Una concentración de hidrógeno debajo del 4 por ciento es demasiado "débil" para quemarse. Los niveles de gas hidrógeno por encima del 75 por ciento son muy "ricos" para quemarse.

El rango inflamable de un gas incluye todas sus concentraciones en el aire entre el LFL y UFL. El rango inflamable de cualquier gas se amplía en presencia de los gases oxidantes como oxígeno o cloro y por presiones a temperatura más altas. Por ejemplo, el rango inflamable del hidrógeno en gas oxigeno es 4 a 85 por ciento y el rango inflamable del hidrógeno en gas cloro es 4.1 a 89 por ciento.

Fuente de ignición: Para que un gas inflamable dentro de sus límites de inflamabilidad en el aire (o gas oxidante) levante llama, debe haber una fuente de ignición presente. Existen muchas fuentes de ignición posibles en muchos lugares de trabajo incluyendo llamas al aire libre, chispas y superficies calientes.

La temperatura de auto-ignición (o ignición) de un gas es la temperatura mínima en la que el gas se auto enciende sin fuentes de ignición obvias. Algunos gases tienen temperaturas de auto-ignición muy bajas. Por ejemplo la temperatura de auto ignición de la fosfina de 100°C (212°F) es suficientemente baja por lo que puede ser encendida por un tubo de vapor un bombillo.

Algunos gases comprimidos como el silano y diborano son pirofóricos (se pueden encender espontáneamente en el aire). Lo inverso puede ocurrir con gases inflamables, muchos gases comprimidos inflamables son más pesados que el aire.

Si un cilindro gotea en un área deficientemente ventilada, estos gases pueden fijarse y recogerse en alcantarillas, pozos, zanjas, sótanos u otras áreas bajas.

La estela del gas puede difundirse muy lejos del cilindro. Si la estela de gas entra en contacto con una fuente de ignición el fuego producido puede retroceder al cilindro.

Estanque tipo esfera para gases comprimidos.

1.6 Sustancias Inflamables

Son sustancias que se inflaman siempre que esté presente una fuente de ignición y la combinación aire/combustible este adentro del rango de inflamabilidad del producto.

Las substancias inflamables catalogadas como combustibles espontáneos proveen su propia fuente de ignición.

Temperatura de Autoignición

La temperatura de autoignición, es la temperatura mínima requerida por un material para encenderse sin la necesidad de una fuente externa de ignición.

Peligros de las sustancias Inflamables

- Arden con facilidad.
- Pueden producir atmósferas explosivas en locales con una ventilación inadecuada.
- Un derrame de líquidos inflamables puede generar un incendio en movimiento.
- El incendio de líquidos es, normalmente, más difícil de combatir que el de materiales sólidos, dado que es necesario extinguir toda la superficie incendiada para que el incendio no se produzca.
- En la proyección violenta del agente extintor sobre un líquido inflamado se pueden provocar salpicaduras o rebosamiento del líquido que pueden ser el medio de propagación del incendio.

- En los incendios de gases, en caso de no poder cortar el suministro, su extinción puede acarrear problemas graves, ya que la fuga seguirá generando mayores volúmenes de mezcla inflamable que a buen seguro encontrará en sus proximidades una fuente de ignición, que provocaría su explosión.

Un producto inflamable supondrá mayor o menor riesgo dependiendo de:

● Su punto de inflamación; así por ejemplo, entre la gasolina y el alcohol la primera es más peligrosa por tener un punto de inflamación más bajo.

● La cantidad y el tipo de almacenamiento (tanques, bidones).

1. Rango de Inflamabilidad

Es el rango entre el límite explosivo inferior (LEL) y el límite explosivo superior (UEL), dentro del cual un producto y/o material es capaz de arder.

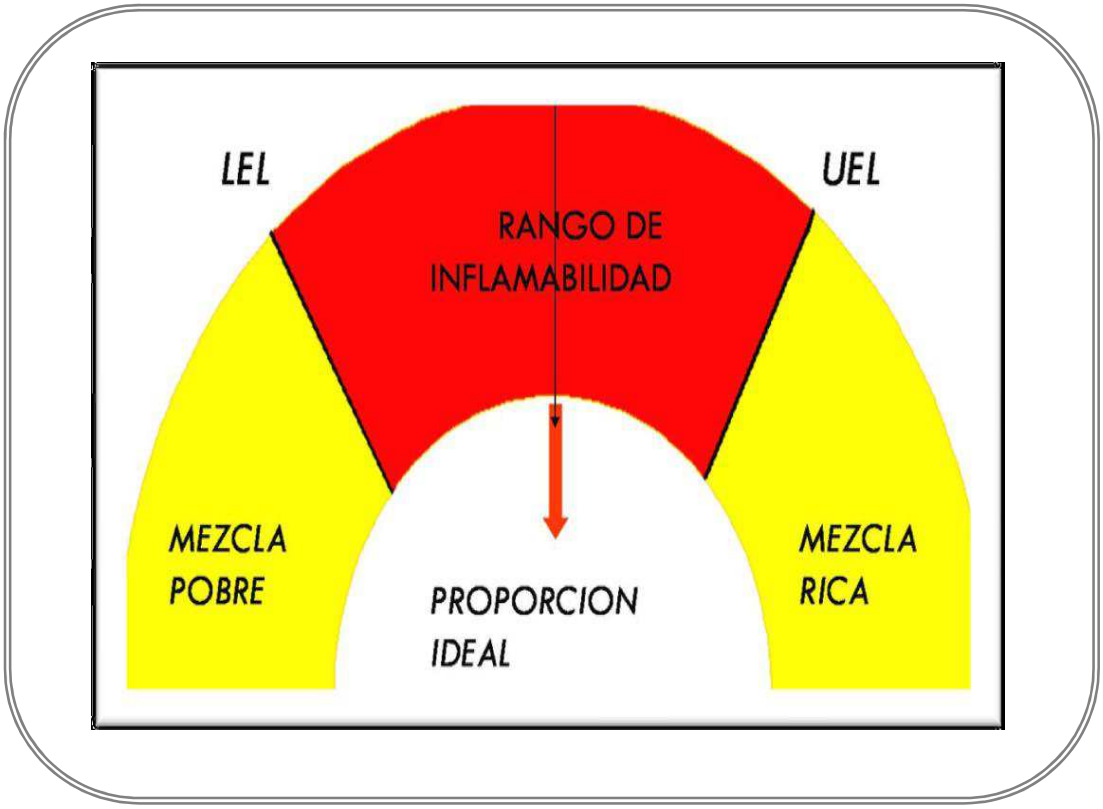
En este rango, existe una mezcla óptima de volúmenes de aire/combustible.

Cualquier mezcla por debajo del límite inferior (LEL) se considera una mezcla demasiado pobre y no arderá (poco combustible / demasiado aire).

Cualquier mezcla por sobre el límite superior (UEL) se considera una mezcla demasiado rica y tampoco arderá (demasiado combustible / poco aire).

En ambos casos, si el material peligroso está afuera del rango de inflamabilidad, no tendrá la capacidad de inflamarse.

LEL (Limite inferior de explosividad)
LFL (Limite inferior de inflamabilidad)
UEL (Limite superior de explosividad)
UFL (Limite superior de inflamabilidad)



Dependiendo del material, el rango de inflamabilidad podrá ser pequeño o amplio. El rango de inflamabilidad de la acetona es relativamente pequeño y va desde el 2,6% al 12,8%.

Cambio el rango de inflamabilidad del óxido de etileno es un rango amplio que va desde el 3% al 100%.

2. Líquidos Inflamables

Los líquidos inflamables son líquidos que se pueden quemar. Están clasificados o agrupados por su temperatura de inflamación. Generalmente hablando, los líquidos inflamables se encienden (se desatan en fuego), y se queman fácilmente en temperaturas de trabajo generalmente normal.

Existen varios criterios técnicos específicos y métodos de prueba para identificar los líquidos inflamables. En el sistema de información de materiales peligrosos en el lugar de trabajo (WHMIS) (Lugar de trabajo Sistema de Información de Materiales Peligrosos), los líquidos inflamables tienen una temperatura de inflamación por debajo de 37.8°C (100°F).

Los líquidos inflamables están presentes en casi todos los lugares de trabajo. Combustibles y muchos productos comunes como solventes, thiner, limpiadores, adhesivos, pinturas, ceras y abrillantadores pueden ser líquidos combustibles o inflamables.

Todo el que trabaja con estos líquidos debe tener noción de sus peligros y como trabajar de manera segura con ellos.

La temperatura de inflamación de un líquido es la temperatura más baja a la cual el líquido libera suficiente vapor para encenderse (empezar a quemarse) en la superficie del líquido. A veces se reporta más de una temperatura de inflamación para un químico. Dado que los métodos de prueba y pureza del líquido probado pueden variar, se pretende que las temperaturas de inflamación de usen como guía únicamente, no como las finas líneas entre lo seguro y lo inseguro.

Los líquidos inflamables por si solos no se queman. Es la mezcla de sus vapores y aire lo que quema. La gasolina, con una temperatura de inflamación de -40°C (-40°F), es un líquido inflamable. Incluso a temperaturas tan bajas como -40°C (-40°F), libera suficiente vapor para formar una mezcla quemable en el aire.

Los límites inflamables de un material también se relacionan con sus riesgos de explosión e incendio. Estos límites dan un rango entre las concentraciones más bajas y más altas del vapor en el aire que se llevará o explotará.

El límite inflamable inferior o el límite de explosivo inferior (LFL o LEL) de la gasolina es un 1.4 por ciento; el límite inflamables superior o el límite explosivo superior (UFL o UEL) es 7.6 por ciento. Esto significa que la gasolina puede encenderse cuando está en el aire a niveles entre 1.4 y 7.6 por ciento.

Una concentración de vapor de gasolina en el aire debajo de 1.4 por ciento es demasiado "débil" para quemarse. Los niveles del vapor de gasolina por encima del 7.6 por ciento son demasiados "ricos" para quemarse. Los límites inflamables como la temperatura de inflamación, pretenden sin embargo servir de guías y no como finas líneas entre lo seguro y lo inseguro.

Una temperatura de ignición o auto ignición de material es la temperatura a la cual el material se enciende así mismo sin fuentes obvias de encendido, tales como chispas o llamas.

Los líquidos inflamables más comunes tienen temperaturas de auto encendido en el rango de 300°C (572°F) a 550°C (1022°F). Algunos tienen temperaturas de auto ignición muy baja. Por ejemplo el éter de etilo tiene una temperatura de auto ignición de 160°C (356°F) y sus vapores han sido encendidos por tubos de vapor calientes.

Serios accidentes han resultado cuando los hornos de evaporación de solvente fueron calentados a temperaturas por encima de la temperatura de auto ignición de los solventes utilizados. Las temperaturas de auto encendido, sin embargo pretenden servir de guía, no como líneas finas entre lo seguro e inseguro. Siempre se deben utilizar todas las precauciones necesarias.

A temperatura ambiente normales, los líquidos inflamables pueden liberar suficiente vapor para formar mezclas quemables con el aire. Como resultados, pueden ser un serio riesgo de fuego. Los fuegos de líquidos inflamables se queman muy rápido. También liberan mucho calor y a veces nubes de humo tóxico, negro y grueso.

Los rocíos en spray de líquidos inflamables en el aire pueden quemarse a cualquier temperatura si la fuente de ignición está presente. Los vapores de líquidos inflamables son usualmente invisibles. Pueden ser difíciles de detectar a menos que se utilicen instrumentos especiales.

La mayoría de los líquidos inflamables fluyen fácilmente. Un pequeño derrame puede cubrir un área grande del banco de trabajo o del piso. Los líquidos que se queman pueden fluir por debajo de puertas, escaleras e incluso en los edificios vecinos, repartiendo el fuego ampliamente.

Materiales como madera, cartón y tela, pueden absorber fácilmente líquidos inflamables. Después de que se ha limpiado un derrame, una peligrosa cantidad de líquido puede todavía permanecer en los materiales circundantes o en la ropa, liberando vapores peligrosos.

Los vapores pueden fluir de recipientes líquidos abiertos. Los vapores de casi todos los líquidos inflamables son más pesados que el aire. Si la ventilación es inadecuada, estos vapores pueden quedarse y recogerse en áreas bajas como sumideros, alcantarillas, posos, zanjas y sótanos. La estela de vapor puede dispersarse lejos del líquido.

Si esta estela de vapor contacta con la fuente ignición, el fuego producido puede revertirse (o viajar de regreso) hacia el líquido. Los fuegos y contrafuegos pueden ocurrir incluso si el líquido que está liberando el vapor y la fuente de ignición están a cientos de pies o varios pisos de distancia.

El más obvio peligro sería el riesgo de un incendio o explosión. Luego del peligro inmediato de un incendio, existen a veces otras propiedades de estos líquidos que pueden ser peligrosos para el cuerpo. (Respirar el vapor/ rocío, contacto con el ojo o la piel, o ingestión). Algunos líquidos inflamables son conocidos. Muchos sufren reacciones químicas peligrosas si entran en contacto con química no compatibles como materiales oxidantes, o si son guardados de manera inadecuada.

La hoja de datos de seguridad de materiales y la tarjeta del proveedor en el recipiente debe indicar todos los riesgos de los líquidos inflamables con los que se trabaja.

Un ejemplo es 2-propanol (también conocido como dimetilo de carbono, isopropanol o alcohol de isopropilo). Es un líquido incoloro con un agudo olor como hule el alcohol o se perece a una mezcla de acetona y etanol. Es líquido y vapor inflamable. El vapor es más pesado que el aire y puede difundirse por largas distancias. La ignición distante y los contra fuegos son posibles. También se considera que es un depresor ligero del sistema nervioso central. El vapor alto puede provocar jaqueca, nausea, mareo, somnolencia, falta de coordinación y confusión. También puede ser irritante para el tracto respiratorio o los ojos.

3. Sólidos Inflamables

Esta familia está compuesta por sólidos inflamables, substancias con riesgo de combustión espontánea y substancias reactivas con el agua.

Estos productos químicos tienen regularmente un punto de ignición bajo y algunos de ellos se encienden espontáneamente al contacto con el aire, sin la necesidad de que esté presente una fuente de ignición.

Son materiales difíciles de extinguir que arden intensamente. No todas estas substancias son solidas, existen productos líquidos dentro de esta clase. Algunos de ellos pueden reaccionar con materiales distintos que el agua y el producto de esta reacción puede generar gases inflamables y/o tóxicos.

Sólidos Inflamables

Los sólidos inflamables son materiales que bajo una condición normal de transporte o almacenamiento, pueden arder. Algunos son auto-reactivos y basta un golpe o una leve fricción para iniciar una *reacción exotérmica (reacción química que desprende energía-luz-calor, etc.)*.

Los sólidos inflamables son altamente reactivos al agua, arden con un calor intenso y al hacer contacto con el agua, pueden generar mayor energía y en algunos casos explosiones con proyección de producto.

Sólidos con Punto de Ignición Bajo

Son materiales como: para-diclorobenzeno (bolitas para las polillas) y el alcanfor. Estos, se subliman, es decir, cambian directamente de estado sólido a gas sin pasar por estado líquido.

Baja determinadas circunstancias, algunos de estos materiales pueden eventualmente incendiarse y emitir gases tóxicos.

Combustibles Espontáneos

Son materiales que pueden calentarse por sí solos y alcanzar su temperatura de auto-ignición, por el simple contacto con el aire (Pirofóricos). Los materiales pirofóricos pueden ser sólidos o líquidos e incluyen materiales como el fósforo y los metales alcalinos.

Los combustibles espontáneos que se auto calientan incluyen al carbón y algunos productos orgánicos vegetales y animales como la harina de pescado.

Todos ellos, experimentan una oxidación lenta y se pueden encender si no se les permite disipar el calor.

Los polvos combustibles son sólidos finamente divididos (particulados), que se quemarán al mezclarse con el aire, habiendo presente una fuente de ignición. La reacción del material será más violenta que si fuese un sólido, ya que el área de la superficie de un polvo es mayor que la de un material sólido.

Por ejemplo, el área de un bloque de madera que mide un metro cúbico tiene una superficie de 6 metros cuadrados. Si el mismo bloque fuese molido, el polvo podría alcanzar una superficie de cientos de metros cuadrados.

Si el material se inflama, frecuentemente ocurren dos explosiones, una pequeña y luego una grande. La pequeña es la del polvo que toma contacto con la fuente de ignición y la grande es la del polvo que es succionado e impulsado al aire por la explosión inicial.

Materiales que Arden Intensamente y que son Difíciles de Extinguir

Existen materiales que arden intensamente, como por ejemplo, cantidades pequeñas de pólvora sin humo. Estos se queman rápidamente y mientras se incendian, producen mucha temperatura.

Hay otros materiales difíciles de extinguir, como los incendios de azufre, pueden tardar días o meses en extinguirse. Algunos de estos materiales proveen su propio oxigeno.

4. Materiales que Reaccionan con el Agua

Los materiales que reaccionan con agua se conocen como reactivos al agua. Algunos, como el metal de sodio, pueden tener este único peligro.

Para otros, puede ser un peligro secundario, como es el caso de los ácidos y bases fuertes. Los líquidos y sólidos agua-reactivos pueden producir gases inflamables o tóxicos cuando entran en contacto con el agua.

Si el químico tiene la capacidad de arder, la reacción puede producir suficiente calor como para calentar el gas y llevarlo por sobre su temperatura de auto ignición.

Algunos materiales reactivos al agua, pueden reaccionar solo con la humedad del aire. El carburo de calcio (solido) mezclado con agua, produce acetileno (gas) y creará además una solución corrosiva.

El agua misma puede disociarse e intensificar la reacción por las altas temperaturas que alcanzan estos fuegos. En este caso, se puede agravar el incendio del magnesio metálico involucrado en la emergencia.

5. Oxidantes

Son materiales que proveen oxígeno o reemplazan al oxígeno durante una reacción.

Los Oxidantes pueden reaccionar con sustancias orgánicas (hidrocarburos) y encenderlas espontáneamente. Por ejemplo Diesel, gasolina y aceites.

La consecuencia del contacto entre un oxidante y un material combustible, generará la oxidación del material orgánico elevando su temperatura por sobre el punto de auto-ignición, sin la necesidad de que exista aporte de oxigeno para llevarlo adentro de su rango de inflamabilidad.

Aunque los explosivos contienen oxidantes, los oxidantes no son explosivos o inflamables por si solos. No obstante, cuando reaccionan con otros materiales, originan calor y liberan oxígeno, lo cual puede causar que un fuego mejore notablemente su combustión y eleve su temperatura rápidamente, si existe suficiente combustible orgánico disponible.

Los *Peróxidos Orgánicos* contienen un componente combustible (componente orgánico) y un componente oxidante en alta proporción. Por ser la estructura de los peróxidos orgánicos bivalente, tienen el doble de oxigeno que un oxidante común.

Esta condición hace que algunos de estos productos sean muy inestables y sensibles a la temperatura, pudiendo eventualmente encenderse al interior de su contenedor sin necesidad de oxigeno.

Un incendio confinado de un peróxido orgánico, será difícil de percibir por un respondedor sin experiencia. Un incendio al interior del contenedor, generará presiones altas y con la suficiente energía como para generar la ruptura catastrófica del envase.

Los Peróxidos Orgánicos tienen una MSST (maximum safe storage temperature, (temperatura máxima de almacenamiento seguro), esta es la temperatura bajo la cual el material tiene que ser almacenado y transportado para mantenerlo estable.

Al sobrepasar la MSST, se alcanzara la SADT (self-accelerating decomposition temperature, (temperatura de descomposición autoacelerada) y el material iniciará su proceso de descomposición a un ritmo cada vez más acelerado.

Es muy difícil extinguir un fuego que involucra materiales oxidantes, porque estos proveen su propio oxigeno. Algunos productos como el ácido nítrico y el permanganato de potasio, aparte de ser oxidantes, presentan peligros adicionales. El Acido nítrico y el permanganato de potasio son corrosivos y tóxicos.

6. Polimerizables

Los Monómeros (Moléculas que unidas a otras forman macro moléculas llamadas polímeros) incluyen a materiales tales como el estireno, el acrilo-nitrilo y el butadieno.

Cualquier monómero puede experimentar una polimerización. Esta reacción química cambiara el estado y el volumen del producto al interior del contenedor, generando gases y mucha temperatura, generando la presión suficiente como para producir una ruptura catastrófica.

Por lo general, a los monómeros se les adiciona un inhibidor para evitar el proceso de polimerización. Si se pierde el inhibidor, ocurrirá la reacción. Esta, se acelerara violentamente consecuencia del aumento de la temperatura del monómero.

Los monómeros (líquidos o gases) son inflamables y mientras al arder o fugarse, desprenderán gases tóxicos. Después que han polimerizado, pueden aun seguir generando gases tóxicos mientras mantengan una temperatura elevada. Los plásticos y espumas, por ejemplo, pueden emitir gases tales como el fosgeno.

7. Corrosivos

Aquellos ácidos o bases capaces de corroer el acero o el aluminio y que pueden dañar irreversiblemente el tejido animal y vegetal. Es común que producto de su reacción química, se liberen gases tóxicos, irritantes o inflamables, además de la generación de calor (reacción exotérmica).

Estos elementos son especialmente peligrosos, no sólo por el nivel de daño que pueden provocar, sino también por el hecho de ser muy común su almacenamiento y transporte. Además pueden reaccionar violentamente con el agua u otros elementos, por lo que en caso de fuego se debe estudiar muy bien el agente de extinción que será empleado. Las bases o álcalis, pueden disolver las grasas con facilidad, por lo que en contacto con la piel humana, generan heridas muy profundas y peligrosas.

Tipos de sustancias corrosivas. Características de las sustancias corrosivas

Corrosivos clase a): sustancias muy corrosivas. Pertenecen a este grupo las sustancias que provocan una necrosis perceptible del tejido cutáneo en el lugar de aplicación, al aplicarse sobre la piel intacta de un animal por un período de tiempo de tres minutos como mínimo.

Corrosivos clase b): sustancias corrosivas. Pertenecen a este grupo las sustancias que provocan una necrosis perceptible del tejido cutáneo en el lugar de aplicación, al aplicarse sobre la piel intacta de un animal por un período de tiempo comprendido entre tres minutos como mínimo y sesenta minutos como máximo.

Corrosivos clase c): sustancias con grado menor de corrosividad. Pertenecen a este grupo las sustancias que provocan una necrosis perceptible del tejido cutáneo en el lugar de aplicación, al aplicarse sobre la piel intacta de un animal por un período de tiempo a partir de una hora y hasta cuatro horas como máximo.

Almacenamiento de sustancias corrosivas

Las áreas de almacenamiento destinadas a las sustancias corrosivas deben aislarse del resto del centro de producción o de otros depósitos de mercancías mediante la disposición de paredes y suelos impermeables, previendo además la evacuación de derrames en condiciones de seguridad. Los suelos deben realizarse de bloques de hormigón que no haya sido tratado para reducir su solubilidad, o de otro material resistente. Dichas áreas deben contar con una ventilación adecuada.

8. Materiales Radiactivos

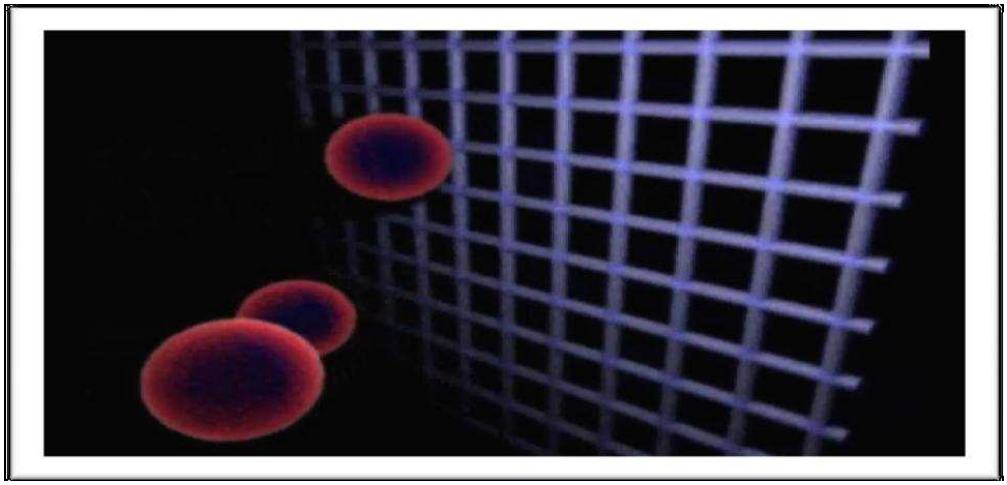
Los materiales radioactivos están presentes en todos los estados físicos (sólidos, líquidos y gaseosos) y pueden presentar peligros adicionales al riesgo primario asociado a la radiactividad.

El Hexafluoruro de Uranio por ejemplo, es un corrosivo. Los materiales radiactivos emiten en forma espontánea energía ionizante en la forma de partículas Alfa o Beta; o rayos Gamma.

Las *Partículas Alfa* son demasiado pequeñas como para ser vistas por el más poderoso de los microscopios, no obstante, son de mayor densidad que las partículas beta.La partícula Alfa está formada por dos protones y dos neutrones y se moviliza muy rápido, por lo tanto, posee una gran cantidad de energía motora o cinética. Sus protones y neutrones la hacen parecida a un átomo de Helio, pero sin los electrones.

Sus protones le otorgan una fuerte carga positiva, por lo tanto, cuando pasa cerca de otro átomo, lo excita y puede así extraerle un electrón generando lo que llamamos ionización. Con cada ionización, la partícula pierde cierta energía y velocidad. Al final de su vida, remueve dos electrones de cualquier átomo y se transforma en un átomo de helio.

Las partículas alfa, por su alta densidad, no penetran las capas exteriores de la piel y principalmente por eso no presentan necesariamente un peligro interno, aun cuando se podrían respirar o incorporar al cuerpo a través de la alimentación, la bebida o alguna herida. El plutonio es principalmente un emisor de partículas alfa.



Simulación de la densidad de la partícula alfa en comparación con la piel
Esta aparece representada por una malla de color azul

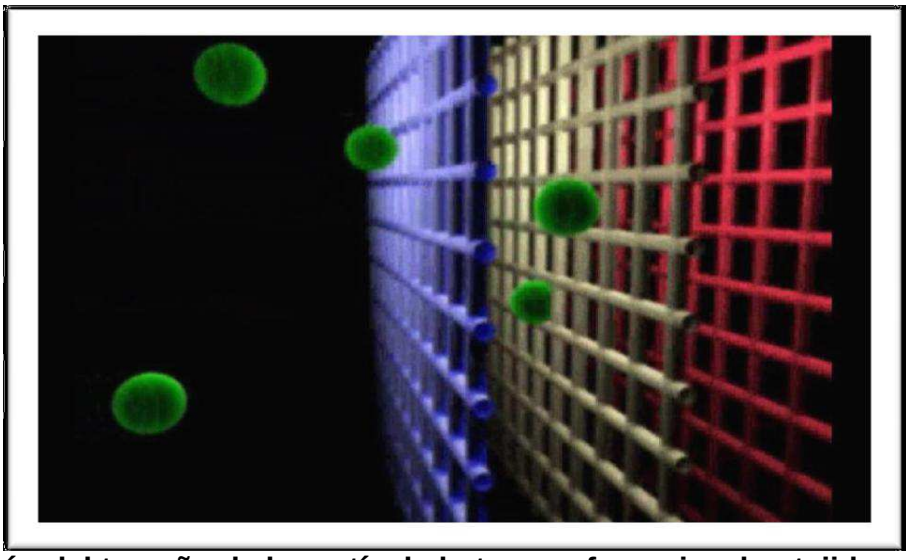
Las *Partículas Beta* son electrones de alta energía y aun cuando pueden llevar una carga positiva o negativa, la mayoría tienen carga negativa.

Son menos densas que las partículas alfa y su poder de penetración depende de su energía.

Aun cuando la mayoría tiene suficiente energía como para penetrar las capas externas de la piel e irradiarlas, el Tritio por ejemplo, no tiene suficiente energía como atravesar la estructura ósea.

Una partícula beta empieza a perder energía cada vez que excita e ioniza a los átomos que están en su camino.

Cuando uso toda su energía cinética, la partícula beta se transforma en un electrón común (negatrón) y ya no afecta a las personas.

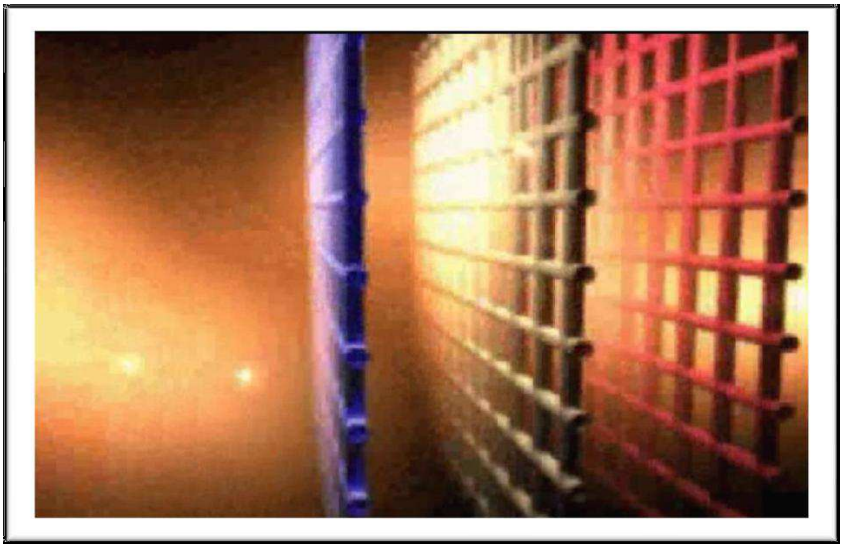


Simulación del tamaño de la partícula beta en referencia a los tejidos de la piel (Malla color azul, café y roja)

El Rayo Gamma, a diferencia de las partículas Alfa y Beta, es un paquete de energía que no posee carga ni masa. Esto le permite viajar distancias muy grandes a través del aire, tejidos corporales y otros materiales.

La fuente de rayos Gamma puede estar relativamente lejos, no obstante atravesará el cuerpo sin necesidad de mantener un contacto directo.

El Rayo Gamma presenta un peligro tanto interno como externo. Puede atravesar prácticamente cualquier blindaje y con mucha facilidad a una persona. Como es puramente energía, una vez que la pierde, deja de existir. No existe hoy día un blindaje que nos permita trabajar a porta distancia de una fuente Gama por tiempo ilimitado.



Simulación de los rayos gamma, que no es una partícula como el alfa y la beta Sino que es una radicación magnética

Peligros de Exposición

El sólo aproximarse a una fuente radiactiva involucra a un alto riesgo de exposición. La detección de la fuente y la cuantificación del grado de exposición, requieren de entrenamiento, experiencia, certificación y equipo especial.

Una alternativa aceptable de protección, es el tiempo de exposición, la distancia a la cual nos ubicamos respecto a la fuente y barrera. Se debe limitar la exposición al menor tiempo posible.

Mientras menos tiempo se permanezca expuesto al efecto del material radioactivo, menor será la exposición y el daño. Mientras más cerca se esté de la fuente, mayor será la exposición.

Como recurso adicional de protección, se debe considerar que exista siempre entre la fuente expuesta y las personas, algún obstáculo que dificulte el desplazamiento de la radiactividad.

Las masas de alto volumen y densidad ofrecen mejor protección. Por ejemplo: bloques de concreto, camiones con agua, planchas de metal de alto espesor, edificios, apilamientos de tierra, etc.

No obstante, el monitoreo permanente y calificado, es la mejor alternativa para garantizar una exposición que pueda generar daños al organismo.

Peligros de la Contaminación por Radiación.

La contaminación por radiación puede ser externa o interna. La contaminación interna por radiación es muy seria. Resulta de la inhalación, ingestión, absorción o la inyección de material radioactivo. Se tener una extrema precaución para prevenirla.

La contaminación externa se lleva por fuera del cuerpo, en la ropa, pelo, piel o el equipo y se puede evitar, siempre y cuando el personal que operara en el área expuesta este entrenado y certificado, se use el equipo protector apropiado, los equipos de detección y medición recomendados, los procedimientos de trabajo seguro, y las medidas apropiadas de descontaminación del personal y los equipos.

El equipo de protección personal para materiales peligrosos, tales como ropa encapsulada y respiradores, no están diseñados para proteger a los respondedores de todos los peligros inherentes de los cientos de miles de materiales peligrosos existentes, sino para prevenir que químicos en fase solida, liquida y gaseosa se depositen en la piel e ingresen al organismo.

La radiación Gamma puede atravesar fácilmente estos equipos, por lo cual no deben usarse como alternativa de protección.

Para el caso de las partículas Alfa y Beta, los equipos de protección química ofrecen una protección limitada al tipo de producto, tiempo de exposición, mecanismos de detección y medición, capacidad técnica del personal, estado del equipo, características de su material de construcción, etc.

Solo personal debidamente autorizado, entrenado, certificado, con experiencia y controlado por las autoridades pertinentes debe intervenir en este tipo de emergencias.

9. Medios de contaminación

Es importante saber que los contaminantes pueden ingresar al organismo de diferentes formas. No todos los materiales peligrosos se comportarán igual en este sentido y no siempre los primeros en la escena sabrán con claridad, cuál de estas formas de ingreso será la preferida de un producto en particular.

Por ello se deberá tomar conocimiento de las cuatro y se deberá estar siempre protegido en cada uno de estos aspectos.

10.1 Inhalación

Es la más común, puesto que los tóxicos se mezclan con el aire que respiramos, llegando a través de los pulmones con gran velocidad, a todo el resto del organismo a través del torrente sanguíneo.

Para protegerse se deberá usar obligatoriamente equipos de protección respiratoria.

10.2 Ingestión

No sólo por la ingesta directa del producto, sino a través de elementos contaminados que llevamos hasta nuestra boca y nariz.

Estos contaminantes ingresan al organismo mezclados con la saliva. Por ello no se debe fumar o comer sin haberse alejado a la zona de seguridad y sin haberse lavado muy bien manos y cara.

10.3 Inyección

La inyección tiene que ver con un objeto contaminado que perfora y penetra la piel. No es un método común de exposición pero puede suceder. La inyección puede ingresar contaminantes directamente en los sistemas del cuerpo y si está involucrado el sistema sanguíneo, se propagará fácilmente hacia órganos críticos.

10.4 Absorción

Muchos contaminantes pueden ingresar al torrente sanguíneo a través de los poros de la piel. Al igual que una crema humectante, son capaces de ser absorbidos con cierta rapidez por la piel. Frecuentemente la gente olvida que ésta también es una puerta de entrada. Este proceso recibe el nombre de absorción cutánea.

La piel representa una capa de protección, que cuando pierde su integridad, puede facilitar el ingreso de contaminantes al organismo.

Este proceso, distinto al anterior de absorción, se manifiesta a través de heridas provocadas por cortes o heridas punzantes con elementos contaminados, donde el agente extraño será incorporado directamente al interior del cuerpo. Este tipo de ingreso al organismo es conocido como parenteral.

MATERIALES PELIGROSOS

UNIDAD II

CLASES, DEFINICIONES Y REQUISITOS PARA ROTULADOS DE PELIGROS

1. Identificación del producto y sus peligros

Antes de empezar a utilizar, manejar cualquier producto químico, es obligatorio utilizar todas las fuentes de información disponibles para saber con exactitud a qué tipo de sustancia se está exponiendo un trabajador.

Dentro de las principales fuentes de identificación se pueden citar:

- Las etiquetas o membretes para frascos y bidones.
- Los pictogramas de la Organización Marítima Internacional
- Los pictogramas de la Comunidad Económica Europea
- Los números de identificación de las Naciones unidas
- El Diamante o Rombo del Sistema NFPA
- Las Hojas de Seguridad

En todos los lugares de trabajo, conforme a la legislación vigente en cada país, cada envase, frasco, bidón, tambor, atomizador que contenga cualquier sustancia química, debe estar debidamente rotulado y marcado con la identidad del producto químico que contiene.

También deberá siempre incluir las advertencias sobre todos sus riesgos, sus incompatibilidades de almacenamiento a cerca de otras sustancias químicas peligrosas, actuación frente a derrames, etc.

Además deberán contar con las medidas de primeros auxilios en caso de ocurrir un accidente.

2. Etiquetas membretes para frascos y garrafas

Las etiquetas membretes para frascos y garrafas indican con precisión el nombre del producto, su estado físico, formula química, y su concentración.

Es de vital importancia que las etiquetas provean información sobre todos los peligros que ofrece la sustancia, bien sean físicos (como el de incendio, derrames y explosión) o peligros para la salud de los trabajadores o usuarios, al igual que las medidas de primeros auxilios para casos de emergencia.

Los peligros se informan al trabajador o usuario de varias maneras:

- Por medio de un corto texto en el cual se especifican los riesgos potenciales inherentes al producto.
- Por medio de frases codificadas por la CEE (Comunidad Económica Europea) que particularizan el riesgo de una determinada sustancia química (Frases R) y sus medidas de prevención y seguridad (Frases S).
- Por medio de Pictogramas o símbolos de peligro que pueden ser los de OMI o CEE y en algunos pocos casos, sobre todo en reactivos químicos para laboratorio, los diseñados por los mismos fabricantes que son sin duda los más aptos para informar.

3. Clasificación OMI de materiales peligrosos

La sigla OMI significa "Organización Marítima Internacional" (en inglés IMO) es un organismo especializado de las Naciones Unidas que promueve la cooperación entre Estados y la industria de transporte para mejorar la seguridad marítima y para prevenir la contaminación marina.

Su sede se encuentra en Londres, Reino Unido. Sus primeras reuniones datan de 1959. Originalmente la OMI tenía carácter consultivo, por lo que se la conocía como OCMI (Organización Consultiva Marítima Internacional) o IMCO por su sigla en inglés y sus recomendaciones eran de carácter optativo.

3.1 Clasificación de sustancias según las Naciones Unidas

CLASE 1- EXPLOSIVOS.

Son sustancias sólidas o líquidas, o mezclas de ellas, que por sí mismas son capaces de reaccionar químicamente produciendo gases a tales temperaturas, presiones y velocidades que pueden ocasionar daños graves en los alrededores.

Se consideran 6 subclases de acuerdo con la forma como una sustancia puede explotar.

Subclase 1.1: Corresponde a sustancias o artículos que ofrecen peligro de explosión en masa. Es decir, que afecta toda la carga en forma instantánea.

Subclase 1.2: Sustancias o artículos que ofrecen peligro de proyección más no explosión en masa.

Subclase 1.3: Sustancias o artículos que ofrecen peligro de fuego y en menor grado proyección de partículas, o ambos, mas no peligro de explosión en masa.

Subclase 1.4: Sustancias o artículos que no representan peligro significativo. Pueden entrar en ignición eventualmente.

Subclase 1.5: Sustancias o artículos muy insensibles que ofrecen en condiciones especiales, peligro de explosión en masa.

Subclase 1.6: Sustancias o artículos extremadamente insensibles que no tienen peligro de explosión en masa.

Algunos ejemplos de sustancias o artículos explosivos son:

- La Dinamita.
- El TNT.
- Pólvora negra.
- Nitroglicerina.
- Nitrato de pentaeritritol.

CLASE 2- GASES.

Son sustancias que se encuentran totalmente en estado gaseoso a 20ºC y una presión estándar de 101.3 Kpa (Kilopascal).

Existen los siguientes gases:

- *COMPRIMIDOS,* que se encuentran totalmente en estado gaseoso al ser empacados o envasados para el transporte, a 20ºC.
  - ✓ Ejemplo: Aire comprimido
- *LICUADOS,* que se encuentran parcialmente en estado líquido al ser empacados o envasados para el transporte a 20ºC.
  - ✓ Ejemplo: GLP (gas licuado del petróleo)
- *CRIOGÉNICOS,* que se encuentran parcialmente en estado líquido al ser empacados o envasados para el transporte a muy bajas temperaturas.
  - ✓ Ejemplo: Nitrógeno criogénico
- *EN SOLUCIÓN,* que se encuentran totalmente disueltos en un líquido al ser empacados o envasados para el transporte.
  - ✓ Ejemplo: Acetileno (en acetona)

Con respecto al tipo de riesgo que ofrecen, los gases se clasifican en dos subdivisiones:

- ❖ *Subclase 2.1: Gases Inflamables,* pueden incendiarse fácilmente en el aire cuando se mezclan en proporciones inferiores o iguales al 13% en volumen. Ejemplo: Gas Propano, Aerosoles.

- *Subclase 2.2: Gases No-inflamables, no tóxicos;* Pueden ser asfixiantes simples u oxidantes. Ejemplo: Nitrógeno.

- *Subclase 2.3: Gases Tóxicos;* ocasionan peligros para la salud, son tóxicos o corrosivos. Ejemplo: Cloro.

CLASE 3. LÍQUIDOS INFLAMABLES.

Son líquidos o mezclas de ellos, que pueden contener sólidos en suspensión o solución, y que liberan vapores inflamables por debajo de 35ºC (punto de inflamación).

Por lo general son sustancias que se transportan a temperaturas superiores a su punto de inflamación, o que siendo explosivas se estabilizan diluyéndolas o suspendiéndolas en agua o en otro líquido. Ejemplo: Gasolina, benceno y nitroglicerina en alcohol.

CLASE 4. SÓLIDOS CON PELIGRO DE INCENDIO.

Constituyen las siguientes subdivisiones:

- *Subclase 4.1: Sólidos Inflamables.* Son aquellos que bajo condiciones de transporte son combustibles o pueden contribuir al fuego por fricción.

  Ejemplo: Fósforo.

- *Subclase 4.2: Sólidos espontáneamente combustibles.* Son aquellos que se calientan espontáneamente al contacto con el aire bajo condiciones normales.

  Ejemplo: Hidrosulfito de sodio.

- *Subclase 4.3: Sólidos que emiten gases inflamables al contacto con el agua.* Son aquellos que reaccionan violentamente con el agua o que emiten gases que se pueden inflamar en cantidades peligrosas cuando entran en contacto con ella.

  Ejemplo: Metales alcalinos como sodio, potasio.

CLASE 5- OXIDANTES Y PERÓXIDOS ORGÁNICOS.

- *Subclase 5.1: Sustancias oxidantes:* generalmente contienen oxígeno y causan la combustión o contribuyen a ella.

  Ejemplo: Agua oxigenada (peróxido de hidrógeno); Nitrato de potasio.

- *Subclase 5.2: Peróxidos orgánicos.* Sustancias de naturaleza orgánica que contienen estructuras bivalentes -O-O-, que generalmente son inestables y pueden favorecer una descomposición explosiva, quemarse rápidamente, ser sensibles al impacto o la fricción o ser altamente reactivas con otras sustancias.

  Ejemplo: Peróxido de benzoílo, Metiletilcetona peróxido.

CLASE 6. SUSTANCIAS TÓXICAS E INFECCIOSAS

El término tóxico puede relacionarse con "venenoso" y la clasificación para estas sustancias está dada de acuerdo con la DL50 oral (Dosis Letal, 50 %), inhalatoria y dérmica.

Existen dos subdivisiones:

- *Subclase 6.1: Sustancias Tóxicas.* Son líquidos o sólidos que pueden ocasionar daños graves a la salud o la muerte al ser ingeridos, inhalados o entrar en contacto con la piel.

  Ejemplo: Cianuros, Sales de metales pesados

- *Subclase 6.2: Materiales infecciosos.* Son aquellos microorganismos que se reconocen como patógenos (bacterias, hongos, parásitos, virus e incluso híbridos o mutantes) que pueden ocasionar una enfermedad por infección a los animales o a las personas.

  Ejemplo: Ántrax, VIH, E. Coli.

CLASE 7. MATERIALES FISIONABLES

Son el Uranio 233, Uranio 235, Plutonio 239, Plutonio 241 o cualquier combinación de estos radionucleidos.

CLASE 8. SUSTANCIAS CORROSIVAS

Son materiales que no se encuentran incluidos en las clases anteriormente mencionadas y por tanto pueden ser transportados en condiciones que deben ser estudiadas de manera particular.

Ejemplo: Asbesto, fibra de vidrio, sílice.

Dentro de este grupo se han incluido las sustancias que ocasionan de manera especial, contaminación ambiental por bioacumulación o por toxicidad a la vida acuática (polutantes marinos) o terrestre (contaminante ambiental).

Ejemplo: 1,2-Dibromoetano.

CLASE 9. SUSTANCIAS Y ART. PELIGROSOS MISCELÁNEOS

Son materiales que no se encuentran incluidos en las clases anteriormente mencionadas y por tanto pueden ser transportados en condiciones que deben ser estudiadas de manera particular. Ejemplo: Asbesto, fibra de vidrio, sílice.

Dentro de este grupo se han incluido las sustancias que ocasionan de manera especial, contaminación ambiental por bioacumulación o por toxicidad a la vida acuática (polutantes marinos) o terrestre (contaminante ambiental). Ejemplo: 1,2-Dibromoetano.

4. Pictogramas de las Comunidad Económica Europea – CEE

Conforme a la clasificación de mercancías peligrosas de la Comunidad Económica Europea las características de peligrosidad se agrupan en cuatro apartados en función de sus propiedades de la siguiente manera:

Nº	PROPIEDAD	CARACTERISTICA DE PELIGROSIDAD
1	**Por sus propiedades físico-químicas**	**Explosivos** **Comburente** **Inflamables dentro de los cuales:** **Fácilmente inflamables y extremadamente inflamables**
2	**Por sus propiedades toxicológicas**	**Toxico** **Muy toxico** **Nocivo** **Irritantes** **Sensibilizantes**
3	**Por sus efectos sobre la salud humana**	**Carcinogénicos o cancerígenos** **Mutagénicos** **Teratogénicos** **Toxicos para la reproducción**
4	**Por sus efectos en el medio ambiente**	**Los peligros para el medio ambiente**

El procedimiento establecido por la normativa europea con el fin de obtener una rápida identificación de los riesgos que tendrán los usuarios es que una vez conocida la peligrosidad de una sustancia se le asigna el correspondiente pictograma o símbolo identificatorio del riesgo, de forma cuadrada con color de fondo naranja indicando en su parte inferior el nombre de la clasificación, como se muestra a continuación:

Clases que poseen símbolo:

- *Explosivos:* sustancias y preparados que pueden explosionar.

- *Comburentes:* sustancias y preparados que, en contacto con otros, particularmente con los inflamables, originan una reacción fuertemente exotérmica.

- *Extremadamente inflamable:* sustancias y preparados líquidos cuyo punto de destello sea inferior a 0º C, y su punto de ebullición inferior o igual a 35º C.

- Sustancias y preparados que, a la temperatura ambiente en el aire y sin aporte de energía, puedan calentarse e incluso inflamarse.

- Sustancias y preparados que en estado liquido tengan un punto de destello igual o superior a 0ºC e inferior a 21º C.

- Sustancias y preparados sólidos que puedan inflamarse fácilmente por la acción breve de una fuente de ignición y que continúen quemándose o consumiéndose después del alejamiento de la misma.

- Sustancias y preparados gaseosos que sean inflamables en el aire a presión normal.

- Sustancias y preparados que en contacto con el agua o el aire húmedo desprendan gases fácilmente inflamables en cantidades peligrosas.

❖ *Muy tóxicos:* Sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan entrañar riesgos extremadamente graves, agudos o crónicos e incluso la muerte. Su criterio de clasificación se estable en la siguiente tabla.

❖ *Tóxicos:* Sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan entrañar riesgos graves agudos o crónicos incluso la muerte.

Categoría	DL 50 ORAL RATA mg/kg	DL 50 CUTANEA RATA O CONEJO mg/kg	CL 50 POR INHALACION EN RATA mg/l
MUY TOXICAS	**< 25**	**< 50**	**< 0.50**
TOXICAS	**20-200**	**5-400**	**0.5-2**
NOCIVAS	**200-2000**	**400-2000**	**2-20**

DL50= Dosis letal media.
CL50= Concentración letal media

- *Corrosivos:* Sustancias y preparados que en contacto con tejidos vivos pueden ejercer sobre ellos una acción destructiva.

- *Nocivos:* sustancias o preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden entrañar riesgos de gravedad limitada.

- *Irritantes:* sustancias y preparados no corrosivos, que por contacto inmediato, prolongado o repetido con la piel o mucosas pueden provocar una reacción inflamatoria.

- *Peligrosos para el medio ambiente:* sustancias o preparados cuya utilización presente o pueda presentar riesgos inmediatos o diferidos para el medio ambiente

- *Clases que no poseen símbolos:*

- *Carcinogénicos:* Sustancias o preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan producir cáncer o aumento de su frecuencia.

- *Teratógenos:* Sustancias o preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan inducir lesiones en el feto durante su desarrollo intrauterino.

- *Mutagénicos:* Sustancias que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan producir alteraciones en el material genético de las células.

5. Número de las Naciones Unidad. (UN)

Con el fin de tener una optima identificación de las sustancias peligrosas durante el transporte de las mismas, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en algunas de sus recomendaciones sobre este tipo de transporte a asignado un numero compuesto de cuatro dígitos a cada sustancia peligrosa de un grupo de sustancias peligrosas, que por su naturaleza se constituyen como las más utilizadas por la Industria Química en el Mundo.

Los números que identifican algunas de las sustancias más conocidas en la Industria son:

- ✓ Gasolina UN 1203
- ✓ Acetona UN 1090
- ✓ Carburo de Calcio UN 1402
- ✓ Peróxido de Hidrógeno, UN 2015 estabilizado
- ✓ Ácido Clorhídrico UN 1789
- ✓ Ácido Sulfúrico UN 1830

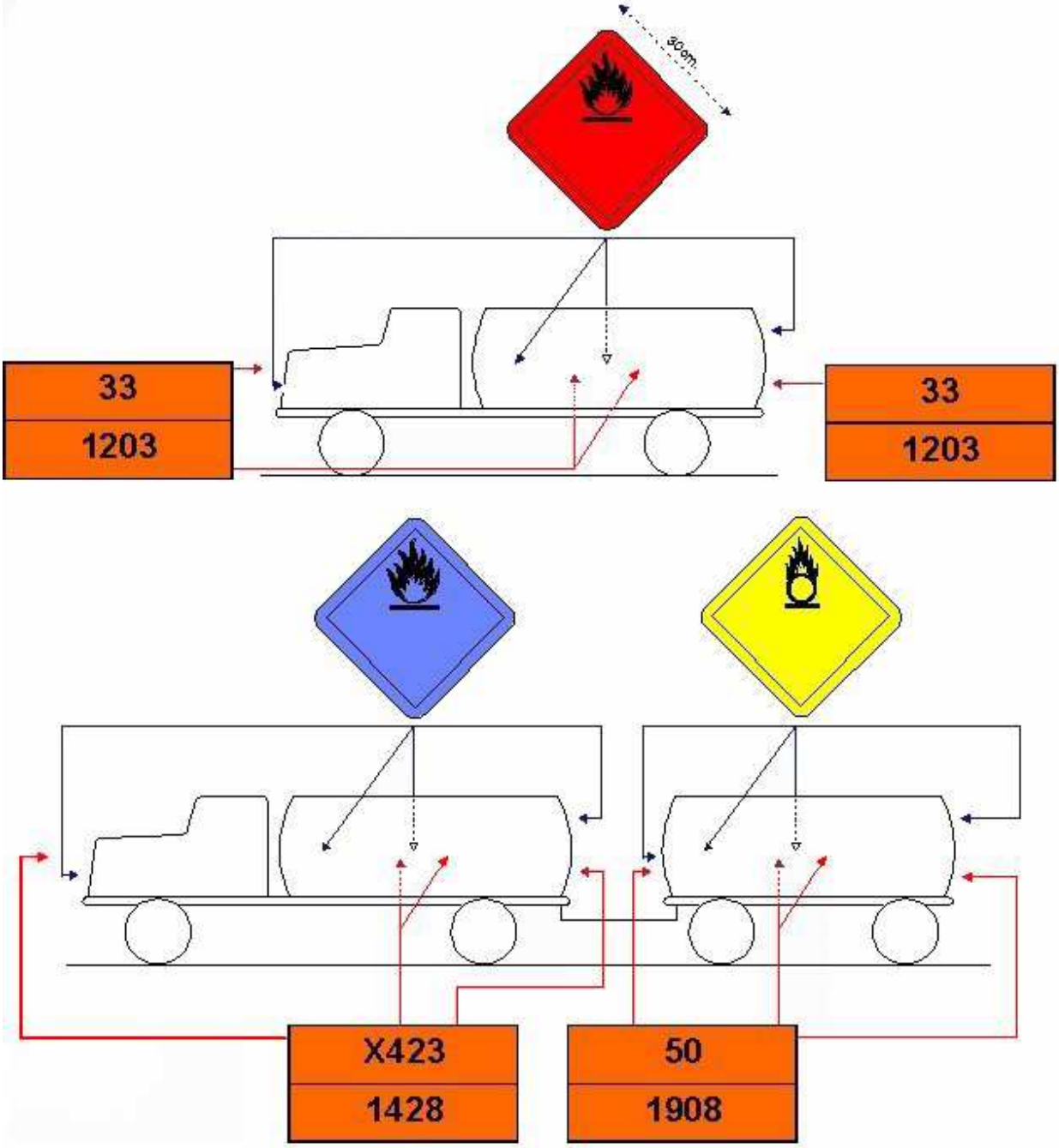
Dentro de esta denominación se debe considerar que las sustancias pueden tener un mismo número, siempre y cuando se trate de la misma sustancia pero que tenga diferentes nombres o también en caso las propiedades peligrosas de dos sustancias sean idénticas o iguales.

Los conocidos Paneles Naranja, son colocados en la unidad de transporte, a fin que sirvan para identificar efectivamente la naturaleza de la materia que se transporta y el peligro que estas sustancias presenta, en caso de verse involucrada en un incidente o accidente.

❖ Las características de este panel son:

- Debe ser de color naranja.
- Reflectante y además debe contar con un borde negro.
- Las dimensiones habituales de estos paneles son de 30 x 40 cm.
- Además estos paneles deberán ir provistos de números de identificación adecuados, de color negro, los cuales ya deberán haber sido preestablecidos según el tipo de materia o sustancia que se trate, cuyo significado se describe a continuación.

Estos paneles deberán ser colocados estratégicamente de modo que sean fácilmente visibles por personas situadas al frente, atrás o a los costados de los vehículos que transportan las sustancias peligrosas. Como se muestra a continuación:



Como característica de estos paneles se puede decir que en la parte superior se indicará un código de peligro, el cual identifica la peligrosidad de la materia que se transporta, a lo que se le conoce también como el número de identificación de peligro ó ***Numero Kemler***, el cual se compone de dos o tres números y en algunas ocasiones también se coloca la letra X precediendo a estos números.

De este modo el número de identificación del peligro compuesto de dos o tres cifras, representa el tipo de peligro propio del material o sustancia que se transporta, donde la letra X que podría acompañar indica que el elemento tiende a reaccionar violentamente con agua, mientras que el primer número del conjunto indica, en general, los peligros siguientes:

2	Emanación de gas resultante de presión o de una reacción química
3	Inflamabilidad de materias líquidas (vapores) y gases o materia líquida susceptible de autocalentamiento
4	Inflamabilidad de materias sólidas o materias sólidas susceptibles de autocalentamiento
5	Comburente (favorece el incendio)
6	Toxicidad o peligro de infección
7	Radiactividad
8	Corrosividad
9	Peligro de reacción violenta espontánea (*)
* Comprende la posibilidad, de acuerdo con la naturaleza de la materia, de un peligro de explosión, de descomposición o de una reacción de polimerización debida a un desprendimiento de calor considerable o de gases inflamables y/o tóxicos.	

Por otro lado en la parte inferior, se coloca un número de cuatro cifras, el cual hace referencia a la identificación específica del material o sustancia que se está transportando, dicho valor se le conoce como el número de las Naciones Unidas ONU.

Básicamente el Número de identificación de la materia o Número ONU consiste de un conjunto de cuatro cifras o números los cuales representan la identificación del material o sustancia que se transporta.

Este número específico para cada tipo de material fue adoptado por el Comité de Expertos de la ONU en sus recomendaciones para el transporte de mercancías peligrosas, también conocido como el Libro Naranja.

Por tanto el objetivo de este número es lograr la correcta identificación de un material. Es así que este número formado por 4 cifras que es asignado oficialmente a cada producto o sustancia figura o es considerado en todas las reglamentaciones nacionales e internacionales referidos al transporte de mercancías peligrosas por distintos medios, tales como vía aérea, carretera, ferrocarril, transporte marítimo y algún otro tipo de vía navegable.

De este modo resumiendo los números de identificación de riesgo según el panel Mercosur, tenemos:

2 Gas
3 Líquido Inflamable
4 Sólido Inflamable
5 Oxidante
6 Venenosos
7 Radiactividad
8 Corrosivo
9 Reacción violenta espontánea
X Reactivo con agua produciendo gases inflamables

6. Sistema NFPA

6.1 Sistema Normativo para la Identificación de los riesgos de materiales para respuestas a emergencias

❖ *Alcance*

Esta norma está dedicada a los riesgos para la salud, inflamabilidad, inestabilidad y riesgos relacionados que se presentan por la exposición intensa, a corto plazo a un material bajo condiciones de incendio, derrames o emergencias similares.

❖ *Objeto*

Esta norma proporciona un sistema sencillo, fácilmente reconocible y comprensible de identificación para dar una idea general de los riesgos de un material y la gravedad de estos riesgos en relación con la respuesta a emergencias.

❖ *Objetivos*

• (1) Suministrar una señal apropiada o alerta e información en el lugar para proteger las vidas del público y del personal de respuesta a emergencias.

• (2) Ayudar en la planeación de operaciones de control de incendios y emergencias, incluyendo la limpieza.

• (3) Ayudar al personal designado, ingenieros y personal de seguridad y de planta en la evaluación de riesgos.

Este sistema provee información básica para el personal de combate de incendios, emergencias y otros, permitiéndoles decidir con facilidad si se debe evacuar el área o comenzar los procedimientos de control de emergencias.

"Este sistema también debe proporcionar información para ayudar a escoger las tácticas de combate de incendios y procedimientos de emergencia. Las condiciones locales pueden influir en la evaluación de los riesgos; por lo tanto, la discusión será en términos generales"

Esta norma debe aplicarse a las instalaciones industriales, comerciales e institucionales que manufacturen procesen, usen o almacenen materiales peligrosos.

Esta norma no debe aplicarse al transporte o uso por el público general y no intenta ocuparse de lo siguiente:

• (1) Exposición ocupacional

• (2) Agentes explosivos y de voladura incluyendo los material explosivo comercial como lo define la NFPA 495 "Código de materiales explosivos"

• (3) Químicos cuyo único riesgo es el riesgo de enfermedad crónica

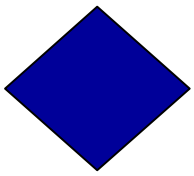
• (4) Teratógenos, mutagénos, oncógenos, agentes etiológicos y otros riesgos similares

❖ Equivalencia: Nada en este estándar es equivalente con otros sistemas.

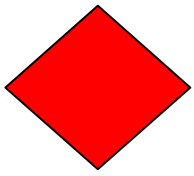
❖ Descripción: Este sistema identifica los peligros de un material en términos de las siguientes tres principales categorías

I) SALUD
II) INFLAMABILIDAD
III) INESTABILIDAD

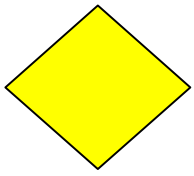
Cada uno de estos peligros está asociado a un color específico:



SALUD



INFLAMABILIDAD

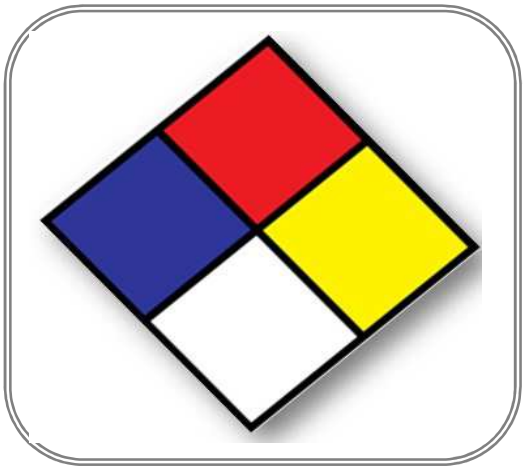


INESTABILIDAD

El sistema se complementa utilizando una escala de severidad de forma numérica, la cual va desde el número cero hasta el cuatro de manera progresiva, donde el cero indica el mínimo riesgo y el cuatro el máximo riesgo.

Para completar la figura, siempre se debe de respetar el arreglo espacial de los indicadores, quedando siempre el rombo de color azul para peligro a la salud en posición de las 9:00 en punto, el rombo de color rojo de peligro de inflamabilidad en posición de las 12:00 en punto y el rombo de color amarillo de peligro de inestabilidad en posición de las 3:00 en punto.

El cuarto cuadrante que queda en posición de las 6:00 en punto se reserva para indicar peligros especiales, no existe ningún color asociado para este cuadrante, pero es común encontrarlo dibujado en color blanco, la figura completa en lenguaje coloquial recibe varios nombres, uno de los más aceptados es el de diamante, diamante de la seguridad o simplemente rombo, a continuación se muestra la figura con el diseño completo.



❖ Asignación de valores

La asignación de valores en la escala de severidad requiere de una evaluación para determinar el número correcto en la escala para cada material y debe de ser llevada a cabo por personal técnico calificado, con experiencia y competencia en la interpretación de riesgos de sustancias peligrosas.

Requiere también que sean tomados en cuenta todos factores y peligros inherentes del material incluyendo los posibles cambios y su comportamiento de manera anticipada bajo condiciones de exposición al fuego y los procedimientos de control y combate de incendios.

MATERIALES PELIGROSOS

UNIDAD II

CLASES, DEFINICIONES Y REQUISITOS PARA ROTULADOS DE PELIGROS

PELIGROS A LA SALUD

Se refiere básicamente a la capacidad de un material de causar daño a la salud a través del contacto o la entrada al cuerpo a través de las diferentes vías de entrada, como son la Inhalación, ingestión y contacto dérmico.

Los daños a la salud resultantes del calor del fuego o debidos a la fuerza de la onda expansiva de una explosión, no están considerados en este sistema.

Peligros a la salud que pueden resultar de exposiciones crónicas o por reiteradas y repetidas exposiciones de largo plazo a bajas concentraciones de materiales peligrosos no están considerados en este sistema.

Para propósitos de asignación de valores de peligros a la salud, pueden considerarse únicamente las propiedades físicas y toxicas inherentes del material, sin embargo, si se sabe que los productos resultantes de la combustión o de la descomposición son generados en cantidades significativas y representan un alto grado de riesgo, entonces debe asignárseles un valor de la escala de severidad de acuerdo a ello.

El grado de riesgo debe de indicar a los bomberos y al personal de respuesta a emergencias una de las siguientes características:

a) Se puede trabajar de manera segura únicamente con equipo de protección especializado.

b) Se puede trabajar de manera segura con el equipo adecuado de protección respiratoria.

c) Se puede trabajar de manera segura en el área con la ropa ordinaria.

Los grados de peligro a la salud se asignan de acuerdo a la severidad de los efectos de exposición del personal de respuesta a emergencia.

GRADOS DE PELIGRO PARA LA SALUD (COLOR AZUL)

Grado de Peligro	Criterio
4	• Materiales que, bajo condiciones de emergencia pueden ser letales. • Gases cuyo LC50 apra toxicidad aguda de inhalación es menor o igual a 1000 ppm • Cualquier liquido cuya concentración de vapor saturado a 20ºC es igual o mayor que diez veces su LC50 para toxicidad aguda de inhalación, si su LC50 es menor o igual a 1000 ppm. • Polvos y nieblas cuyo LC50 para toxicidad aguda de inhalación es menor o igual a 0,5 mg/litro • Materiales cuyo LD50 para toxicidad dérmica aguda es menor o igual a 40 mg/kg • Materiales cuyo LD50 para toxicidad para toxicidad oral aguda es menor o igual a 5 mg/kg

Grado de Peligro	Criterio
3	• Materiales que, bajo condiciones de emergencia , pueden causar lesiones graves o permanentes • Gases cuyo LC50 para toxicidad grave de inhalación es mayor de 1000 ppm pero menor o igual a 3000 ppm • Cualquier líquido cuya concentración de vapor saturado a 20ºC es igual o mayor que su LC50 para toxicidad aguda de inhalación, si su LC50 es menor o igual a 3000 ppm y que no tiene el criterio de riesgo 4 • Polvos y nieblas cuyo LC50 para toxicidad aguda de inhalación es mayor de 0,5 mg/L pero menor o igual a 2 mg/L • Materiales cuyo LD50 para toxicidad dérmica aguda es mayor de 40 mg/kg pero menor o igual a 200 mg/kg • Materiales que sean corrosivos para el tracto respiratorio • Materiales que sean corrosivos para los ojos o causen opacidad corneal irreversible • Materiales que sean corrosivos para la piel • Gases criogénicos que causen congelación y daño irreversible a los tejidos • Gases licuados comprimidos con puntos de ebullición o por debajo de -55ºC que causen congelación y daño irreversible a los tejidos • Materiales cuyo LD50 para toxicidad oral aguda es mayor de 5 mg/kg pero menor o igual a 50 mg/kg

Grado de Peligro	Criterio
2	• Materiales que bajo condiciones de emergencia, pueden causar incapacidad temporal o lesión residual • Gases cuyo LC50 de toxicidad de inhalación aguda es mayor que 3000 ppm pero menor o igual a 5000 ppm • Cualquier líquido cuya concentración de vapor saturado a 20ºC es igual o mayor que 1/5 de su LC50 para toxicidad aguda de inhalación, si su LC50 es menor o igual a 5000 ppm y que no cumpla el criterio de grado de riesgo 3 o grado de riesgo 4 • Polvos y nieblas cuyo LC50 para toxicidad aguda de inhalación es mayor de 2 mg/L pero menor o igual a 10 mg/L • Materiales cuyo LD50 para toxicidad dérmica aguda es mayor de 200 mg/kg pero menor o igual a 1000 mg/kg • Gases licuados comprimidos con puntos de ebullición de entre-30ºC y -55ºC que causen daño severo irreversible a los tejidos, dependiendo de la duración de la exposición • Materiales que son irritantes respiratorios • Materiales que causan irritación grave pero no reversible a los ojos o lagrimales • Materiales que son irritantes primarios o sensibilizantes de la piel • Materiales cuyo LD50 para toxicidad oral aguda es mayor que 50 mg/kg pero menor o igual a 500 mg/kg
1	• Materiales que, bajo condiciones de emergencia, pueden causar irritación significativa • Gases y vapores cuyo LC50 para toxicidad aguda de inhalación es mayor que 5000 ppm pero menor o igual a 10000 ppm • Polvos y nieblas cuyo LC50 para toxicidad aguda de inhalación es mayor de 10 mg/L pero menor o igual a 200 mg/L • Materiales cuyo LD50 para toxicidad dérmica aguda es mayor de 1000 mg/kg pero menor o igual a 2000 mg/kg • Materiales que causan irritación leve o moderada al tracto respiratorio, ojos y piel • Materiales cuyo LD50 para toxicidad oral aguda es mayor que 500 mg/kg pero menor o igual a 2000 mg/kg

Grado de Peligro	Criterio
0	Materiales que, bajo condiciones de emergencia, no ofrecerán riesgo más allá de los materiales combustibles ordinarios Gases y vapores cuyo LC50 para toxicidad aguda de inhalación es mayor que 10000 ppm Polvos y nieblas cuyo LC50 para toxicidad aguda de inhalación es mayor que 200 mg/L Materiales cuyo LD50 para toxicidad dérmica aguda es mayor de 2000 mg/kg Materiales cuyo LD50 para toxicidad oral aguda es mayor que 2000 mg/kg Esencialmente no irritante para el tracto respiratorio, ojos y piel.

PELIGRO DE INFLAMABILIDAD

La inflamabilidad se refiere al grado de susceptibilidad de los materiales a quemarse. Algunos materiales pueden arder bajo algunas condiciones especificas, pero no lo podrán hacer bajo otras, la forma o condición del material debe ser considerada y todas sus propiedades inherentes.

Los grados de riesgo asignados de acuerdo a la susceptibilidad a quemarse se detallan a continuación

GRADOS DE PELIGRO DE INFLAMABILIDAD (COLOR ROJO)

Grado de Peligro	Criterio
4	• Materiales que se vaporizarán rápida o completamente a la presión atmosférica y temperatura ambiental normales o que son rápidamente dispersados en el aire y se quemarán fácilmente • Gases inflamables • Materiales criogénicos inflamables • Cualquier liquido o material gaseoso que sea liquido bajo presión y tenga un punto de inflamación menor de 22.8 ºC y un punto de ebullición por debajo de 37.8ºC (Líquidos Clase IA) • Materiales que se prenden espontáneamente cuando se exponen al aire

Grado de Peligro	Criterio
3	• Líquidos y sólidos que pueden encenderse casi bajo cualquier condición de temperatura ambiente. Los materiales en esta clasificación producen atmósferas riesgosas con el aire bajo casi todas las temperaturas ambientes o, aunque no afectados por las temperaturas ambientes, se encienden rápidamente bajo casi todas las condiciones. • Líquidos con un punto de inflamación menor de 22.6ºC y con un punto de ebullición a o mayor de 37.8 ºC y aquellos líquidos con un punto de inflamación a o mayor de 22.8 y menor de 37.8ºC (Ejemplo, líquidos Clase IB y Clase IC • Materiales que debido a su forma física o condiciones ambientales pueden formar mezclas explosivas con el aire y que dispersan fácilmente en el aire • Polvos inflamables o combustibles de menos de 420 micrones de diámetro • Materiales que se queman con extrema rapidez, generalmente debido a oxígeno autónomo (ej. Nitrocelulosa seca y muchos peróxidos orgánicos) • Los sólidos que, contienen más de 0,5% por peso de un solvente inflamable se clasifican por el punto de inflamación de "closed up" del solvente

Grado de Peligro	Criterio
2	• Materiales que se deben calentar moderadamente o exponerse a temperaturas ambiente relativamente altas antes de que pueda ocurrir la ignición. Los materiales en este grado bajo condiciones normales no formarían atmósferas riesgosas con el aire, pero bajo temperaturas ambientes altas o bajo calentamiento moderado podrían liberar vapor en cantidades suficientes para producir atmósferas riesgosas con el aire. • Líquidos con un punto de inflamación de o mayor a 37.8ºc y menor de 93.4ºC (ejemplo líquidos Clase II y Clase IIIA) • Materiales sólidos pulverizados o en forma de polvos gruesos que se queman rápidamente pero que generalmente no forman atmósferas explosivas con el aire menores a 420 mcrones • Materiales sólidos en forma fibrosa o desmenuzados que se queman rápidamente y crean riesgos de incendio por inflamación, como el algodón, cabuya y cáñamo • Sólidos y semi-sólidos que emiten fácilmente vapores inflamables. • Sólidos que contienen más de 0,5% por peso de un solvente inflamable y se clasifican por el punto de inflamación de "copa cerrada" del solvente

Grado de Peligro	Criterio
1	• Materiales que deben ser precalentados antes que pueda ocurrir la ignición. Los materiales en este gado requieran considerable precalentamiento , bajo todas las condiciones de temperatura ambiente, antes que pueda ocurrir la ignición y combustión • Materiales que se queman en el aire cuando se exponen a una temperatura de 815,5ºC por un periodo de 5 minutos. • Líquidos, sólidos y semisólidos con un punto de inflamación en o mayor de 93.4 ºC (Ejemplo Líquidos Clase IIIB) • Líquidos con un punto de inflamación mayor de 35ºC que no sustentan la combustión cuando se prueban por el "Método de prueba para combustibilidad sostenida" según 49 CFR 173. Anexo H o "Recomendaciones sobre transporte de mercancías peligrosas " de la ONU • Líquidos con un punto de inflamación mayor a 35ºC en una solución o dispersión miscible al agua o con un contenido de líquido o sólido no combustible de más de 85% del peso • Líquidos que no tienen punto de combustión al probarse por ASTM D92 hasta el punto de ebullición del líquido o hasta una temperatura a la cual la muestra que se aprueba muestre un cambio físico obvio • Gránulos inflamables o combustibles superiores a 420 micrones • La mayoría de los materiales combustibles ordinarios • Sólidos que contienen más de 0,5% por peso de un solvente inflamable y se clasifican por el punto de inflamación de copa cerrada del solvente

0	• Materiales que no se queman bajo condiciones típicas de incendio, incluyendo materiales no combustibles como el concreto, piedra y la arena • Materiales que no se queman en el aire cuando se exponen a una temperatura de 815ºC por un periodo de 5 min.

PELIGRO DE INESTABILIDAD

La inestabilidad se refiere a la susceptibilidad intrínseca de los materiales a liberar energía.

Aplica a todos aquellos materiales capaces de liberar energía rápidamente por ellos mismos a través de una auto-reacción o polimerización. Al evaluar los peligros de los peróxidos orgánicos, se deben de tomar en cuenta factores adicionales.

Del amplio rango de vacaciones y combinaciones posibles en fuegos no intencionales o en otras emergencias, estos extraños factores de peligros (excepto por el efecto del agua) no debería de ser aplicada una escala de severidad general numérica para clasificar el grado de riesgo.

Donde exista una gran cantidad de materiales almacenados juntos, debe ser considerada una mezcla inadvertida para establecer una apropiada separación o segregación. El grado de riesgo de inestabilidad debe de indicar a los bomberos o a personal de respuesta a emergencias cualquiera de las siguientes posibilidades.

Si el área debe ser evacuada, si el fuego debe ser combatido de un lugar protegido, si debe tomarse en cuenta alguna precaución para acercarse al incendio o derrame al aplicar diferentes agentes extinguidores o si el fuego puede ser combatido usando procedimientos normales.

Los grados deben ser asignados de acuerdo a la facilidad, grado y cantidad de energía liberada del material en forma pura o comercial, esto se detalla a continuación:

GRADOS DE PELIGRO DE INESTABILIDAD

Grado de Peligro	Criterio
4	• Materiales que en si mismos son fácilmente capaces de detonación o descomposición explosiva o reacción explosiva a temperatura y presiones normales • Materiales que son sensibles a choque térmico o mecánico localizado a temperaturas y presiones normales • Materiales con una densidad de potencia instantánea (producto del calor de reacción y velocidad de reacción) a 250ºC de 1000 W/mL o mayor
3	• Materiales que en sí mismos son capaces de detonación o descomposición explosiva o reacción explosiva, pero que requieren una fuente de iniciación fuerte o que deben calentarse bajo confinamiento antes de la iniciación • Materiales con una densidad de potencia instantánea (producto del calor de reacción y velocidad de reacción) a 250 ºC a o mayor a 100 W/mL y menor de 1000 W/mL • Materiales sensibles al choque térmico o mecánico a temperaturas y presiones elevadas
2	• Materiales que fácilmente sufren cambio químico violento a temperatura y presiones elevadasMateriales con una densidad de potencia instantánea (producto del calor de reacción y velocidad de reacción) a 250 ºC a o por encima de 10 W/mL y a menor de 100 W/mL
1	• Materiales que en sí mismos son normalmente estables , pero que pueden volverse inestables a temperatura y presiónes elevadas • Materiales con una densidad de potencia instantánea (producto del calor de reacción y velocidad de reacción) a 250 ºC a o por encima de 0,01 W/mL y a menor de 10 W/mL

Grado de Peligro	Criterio
0	• Materiales que en si mismos son normalmente estables, aún bajo condiciones de incendio • Materiales con una densidad de potencia instantánea (producto del calor de reacción y velocidad de reacción) a 250 ºC por debajo de 0,01 W/mL • Materiales que no muestran un exotérmico a temperaturas menores o iguales a 500ºC cuando se prueban por escaneo diferencial calorimétrico

PELIGROS ESPECIALES

Los peligros especiales se refieren a la reactividad con el agua y a las propiedades oxidantes de los materiales que causan problemas especiales o requieren técnicas especiales de combate de incendio.

Los símbolos de los peligros especiales se muestran en el rombo o diamante, normalmente en fondo color blanco.

RIESGOS ESPECIALES

Riesgos especiales deben ser representarse por una disposición especial denotada por símbolos unificados siempre en la posición de las seis en el reloj.

₩	Materiales que reaccionan violentamente con el agua o explosivamente
OX	Materiales que tienen propiedad oxidantes
SA	Materiales gaseosos que son asfixiantes simples y deben ser limitados a los siguientes gases: nitrógeno, helio, neón, argón, krypton y xenón

7. Hojas de datos de seguridad de los materiales

Un factor clave para evitar el contacto peligroso con productos químicos es leer y entender las Hojas de Datos de Seguridad de Materiales, también conocidas como MSDS (Material Safety Data Sheets, por sus siglas en inglés).

Para entender las varias secciones de las hojas de seguridad, es importante tener un conocimiento básico sobre materiales peligrosos. Los materiales peligrosos pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos y presentar peligros físicos o para la salud.

Los peligros físicos causan lesiones en ocurrencias como incendios, explosiones o reacciones. Los peligros para la salud describen la forma en que los productos químicos pueden afectarlo, por ejemplo, causarle una enfermedad, daños al hígado, quemaduras o cáncer.

Se debe estar siempre atento a la forma en que los materiales peligrosos pueden entrar en el cuerpo. Las formas más comunes son:

- Absorción: absorción del material a través de la piel o los ojos.
- Inhalación: inhalación de humo, rocío, vapores o polvo peligrosos que pasan hacia los pulmones, la sangre u otros órganos.
- Ingestión: ingestión de sustancias peligrosas, por ejemplo, transferencia de estas sustancias a la comida cuando las manos están contaminadas.
- Penetración directa: los productos químicos pueden entrar al cuerpo a través de una herida abierta.

Los materiales peligrosos pueden afectar al cuerpo de varias maneras. La clase de producto químico, el tiempo de exposición al material y la cantidad de material peligroso al que se ha estado expuesto determinará cómo afectará a la salud. Los efectos agudos se presentan durante un plazo corto y usualmente desaparecen una vez que la persona ya no está expuesta, pero los efectos crónicos se presentan con el tiempo, frecuentemente cuando la persona ha estado expuesta constantemente a dosis pequeñas.

❖ *Hojas de datos sobre seguridad de materiales (MSDS)*

La compañía que produce el producto químico o lo importa de otro país redacta las hojas MSDS. ***A pesar de que no existe una forma de presentación estándar***, las hojas MSDS deben tener determinada información y las secciones siguientes son comunes en la mayoría de ellas:

- *Nombre del producto químico e identificación del fabricante*

Esta sección proporciona el nombre del producto químico y el nombre del fabricante/importador y la información para comunicarse con ellos.

- *Composición e ingredientes:*

En esta sección se identifican todos los ingredientes peligrosos así como los límites de exposición aplicables permitidos (PEL, por sus siglas en inglés) y los valores umbrales límites (TLV, por sus siglas en inglés).

Un PEL es la cantidad de químicos peligrosos a la que el trabajador típico puede estar expuesto en un día de 8 horas sin peligro. Un TLV es una unidad de medida de la calidad del aire que indica qué cantidad del producto puede haber en el aire sin que haya efectos adversos. El PEL es la norma fijada por OSHA; el TLV es fijado por la Conferencia Estadounidense de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH).

- Propiedades físicas y químicas:

Esta sección contiene las propiedades físicas y químicas del material, así como sus características únicas, como su apariencia, olor, estado físico, pH, densidad del vapor, punto de ebullición, punto de congelación/punto de fusión, solubilidad en agua, etc.

- *Control de incendios:*

Esta sección contiene información que indica si el producto químico es inflamable, combustible o explosivo. Además, se incluye el tipo de extinguidor de incendios que se debe usar si el material empezara a arder.

- *Identificación de los peligros y primeros auxilios:*

Esta sección contiene información sobre los efectos que la exposición al producto tiene sobre la salud, describiendo asimismo la apariencia del producto, los síntomas potenciales, las vías de ingreso y los órganos a los que ataca.

- *Estabilidad y reactividad:*

En esta sección se identifican las potenciales reacciones químicas peligrosas, incluyéndose las condiciones que hay que evitar, la incompatibilidad y la descomposición.

- *Escapes/derrames accidentales:*

Esta sección incluye materiales para la limpieza del derrame, técnicas y precauciones.

- *Manejo y almacenamiento:*

Esta sección incluye los tipos de contenedores, condiciones de almacenamiento y procedimientos de manejo necesarios para evitar la sobreexposición.

- *Control de la exposición y protección personal:*

Esta sección incluye información sobre controles técnicos y Equipo de Protección Personal (EPP) para reducir la exposición a productos químicos.

- *Información toxicológica:*

Esta sección proporciona información sobre los efectos de los productos químicos en su cuerpo, por ejemplo, el potencial de carcinogenicidad (la capacidad para causar cáncer).

- *Información ecológica:*

Esta sección incluye información sobre el impacto del producto químico si fuera liberado en el medio ambiente.

- *Consideraciones para desechar el producto:*

Esta sección incluye información sobre como desechar, reciclar y recuperar el producto.

- *Información sobre el transporte:*

Esta sección incluye los requisitos sobre el embalaje y etiquetado para el transporte.

- *Información sobre las regulaciones:*

Esta sección incluye notaciones que indican si el producto químico está cubierto por regulaciones de OSHA o EPA.

- *Información adicional:*

Aquí se incluye cualquier otra información pertinente.

8. Límites Permisibles de Exposición

El proceso y modernización de la industria entraña a menudo peligros para la salud de los trabajadores. En gran número de industrias, los trabajadores deben manipular productos químicos potencialmente tóxicos; en otras, las reacciones químicas que intervienen en ciertos procesos de fabricación provocan la liberación de sustancias toxicas al ambiente de trabajo y en muchas de ellas se producen elevados niveles de ruido, condiciones de temperaturas extremas, o la presencia de radiaciones derivadas de las operaciones o procesos que pueden afectar la salud de los trabajadores.

La total eliminación de los agentes potencialmente peligrosos de los puestos de trabajo es el único método absoluto de asegurar la salud del trabajador, pero como este óptimo no siempre es posible conseguirlo, la exposición a agentes potencialmente tóxicos es inevitable. *Por lo tanto, se recurre cada vez más a definir cuantitativamente que niveles de exposición no están afectados por un riesgo para la salud del trabajador o su bienestar.*

Estos niveles están en continua revisión, con el fin de elevarlos o rebajarlos al ritmo y medida en que nuevos datos son recogidos y en los que los procesos evolucionan continuamente.

La utilidad de los límites máximos permisibles ha sido suficientemente demostrada, pero su aplicación puede entrañar dificultades. Es necesario comprender bien el significado de estos niveles y aplicarlos correctamente, pues existe el riesgo de originar un perjuicio para la salud o por el contrario, imponer inútilmente a los trabajadores y empresarios normas que representan un malestar o son una fuente de descontento.

Además, la puesta en vigor de niveles admisibles entraña a veces dificultades considerables de orden financiero y técnico y puede hasta representar un freno de los procesos de industrialización, dificultades que el buen criterio de implantación y aplicación y los progresos futuros permitirán remontarlas.

Los límites máximos permisibles para un contaminante, varía a menudo de un país a otro, ello se debe tanto a diferencias de puntos de vista sobre lo que constituye un perjuicio para la salud como al empleo de métodos experimentales y epidemiológicos diferentes para definir éstos valores.

PRINCIPIOS BASICOS PARA EL DESARROLLO Y UTILIZACION DE LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES.

Los agentes agresivos del ambiente que pueden actuar sobre la salud de los trabajadores son de tres tipos: químicos (polvos, humos, gases, vapores y neblinas), físicos (ruido, vibraciones, temperatura, presiones, radiaciones) y biológicos (bacterias, hongos, virus, parásitos).

Por experiencia se ha observado que cualquier material o forma de energía extraño al ambiente natural, tiene algún efecto sobre el hombre, variando de un mínimo a un máximo.

La siguiente observación lógica ha sido que cierto tipo de materiales ejerce un efecto primario sobre un sistema biológico en particular, por ejemplo los polvos sobre los pulmones y sistema respiratorio; los disolventes sobre el sistema hematopoyético y renal, etc. Además se ha demostrado que todos los individuos no reaccionan de igual manera a los contaminantes en el mismo ambiente.

Así, en un ambiente donde todos los trabajadores están expuestos a un nivel constante razonable de un contaminante común, pueden observarse cuatro niveles de respuesta biológica: severa, menos severa, moderada y respuesta nula. En tan amplias variaciones de la respuesta biológica influyen una serie de factores que se pueden clasificar en intrínsecos y extrínsecos.

Los factores intrínsecos se definen como aquellos sobre los que el hombre no puede ejercer ningún control, es decir, sus características inherentes y adquiridas, como son la edad, sexo, código genético, capacidad de desintoxicación del cuerpo, susceptibilidad.

Los factores extrínsecos son aquellos sobre los que el hombre tiene algún grado de influencia, como son la concentración del contaminante, los hábitos de trabajo y tensiones derivadas de él, la duración de la exposición, el uso de otras sustancias tóxicas(alcohol, drogas , tabaco), el estado nutricional, etc.

FACTORES INTRINSECOS HOMBRE RESPUESTA
SEVERA MODERADA
FACTORES EXTRINSECOS
MENOS SEVERA RESPUESTA NULA

De estos factores que influyen en el cambio biológico producido, son unos medibles y otros nó y además, unos serán positivos y otros negativos, según potencien o reduzcan la acción del agente sobre el organismo.

Los factores no medibles: susceptibilidad, código genético, capacidad de desintoxicación y estrés, se ha comprobado últimamente que son altamente importantes en los procesos de producción de enfermedades. Los parámetros que reciben mayor énfasis en el presente son los parámetros medibles como la duración de la exposición, concentración del contaminante, edad, sexo, características étnicas y uso de otras sustancias tóxicas (alcohol, tabaco, etc.).

El único factor relacionado con la causa de la enfermedad que está sujeto a controles de ingeniería rígidos es la concentración del contaminante. El siguiente factor sobre el que puede ejercerse un control es la duración de la exposición.

CONCEPTO DE DOSIS La exposición es la concentración a que un trabajador está expuesto en un momento dado. Para que esto sea una cantidad significativa promediada y referida sobre una unidad de tiempo, por ejemplo horas de trabajo. La duración es también medida sobre un período de tiempo y expresada en años.

RELACION DOSIS RESPUESTA La dosis puede usualmente estar relacionada con la respuesta biológica cuando se presentan variaciones o cambios en otras medidas biológicas. Con estas relaciones, es posible construir una curva dosis respuesta.

DOSIS SEVERIDAD DE LA RESPUESTA La curva dosis respuesta permite una determinación de la dosis que induce los cuatro niveles de respuesta. La línea continua representa la respuesta promedio para el grupo completo estudiado y los puntos representan la respuesta de casos individuales.

Es obvio, por tanto, que la relación dosis respuesta no es un índice de confianza para predecir la respuesta de un individuo, pero es una técnica aplicable para determinar la respuesta relacionada con la dosis para un grupo de individuos. Aunque la dosis no es sinónimo de enfermedad es de aclarar que siempre habrá respuesta biológica.

Los resultados de esa respuesta biológica se obtiene con la ayuda de exámenes médicos tales como: rayos X, concentración de plomo en sangre, etc. Construyéndose paulatinamente la figura DOSIS RESPUESTA. Debe notarse que el punto de respuesta nula corresponde a una dosis mayor que cero.

Esto tiene dos interpretaciones:

a) Que el cuerpo tiene normalmente alguna capacidad de desintoxicación y no cabe esperar ninguna respuesta en o por debajo de esta dosis, pero cuando la dosis aumenta, una respuesta mayor o incidencia de enfermedad puede esperarse.

b) Este punto puede ser el límite inferior de las técnicas biológicas que se utilizan para medir cambios. En algunos casos el contaminante produce algún cambio patológico antes de que llegue a ser diagnosticable. Entonces la enfermedad existió algún tiempo antes de ser reconocida.

También es evidente que largas exposiciones a bajas concentraciones de un contaminante pueden establecer efectos en otros sistemas del organismo. Para diferenciar estos dos efectos, el desarrollo de los síntomas clásicos es designado como un efecto primario y la acción sobre otros sistemas es un efecto contribuyente.

NIVEL DE RESPUESTA NULA. Todos los agentes químicos causan una respuesta biológica que es función de la cantidad absorbida y del período de tiempo que dura dicha absorción y habrá una dosis (función de la concentración y tiempo) que no exceda de la capacidad del organismo de metabolizar, desintoxicar o eliminar tales compuestos.

Esta dosis es normalmente definida como nivel de respuesta nula. Un nivel de respuesta nula es tal que no produce ningún deterioro o efecto indeseable sobre la salud y el bienestar humano o sobrecargas del mecanismo normal de protección del cuerpo.

VARIABLES QUE INFLUYEN EN EL USO DE LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES.

a) El ciclo de trabajo- descanso. Implica un día de ocho horas de trabajo, en una semana de cuarenta horas de actividad. Así pues, cada período de trabajo es seguido normalmente de período de no exposición de 16 horas, durante las cuales ocurren los procesos de restitución. Con ciclos de trabajo – descansos distintos de los normales, deben de ser aplicados otros estándares apropiados de calidad ambiental.

b) Estado de salud del trabajador. Los estándares utilizados dependen del estado de salud de los trabajadores. Esto es debido al hecho de que personas con funciones o condiciones patológicas deficientes no son capaces de comportarse con las sustancias absorbidas de la forma esperada.

c) Condiciones climatológicas adversas. Puesto que condiciones climatológicas adversas crean un problema acomodativo sobre el individuo, el trabajo adicional implicado en la acomodación al estrés ocupacional puede ser excesivo.

De acuerdo con ello, en tales circunstancias los estándares de calidad del aire pueden requerir modificaciones que reflejen tales cargas fisiológicas adicionales.

d) Susceptibilidad biológica y genética especial. Puesto que los factores genéticos y biológicos son específicos para algunos individuos, estos trabajadores pueden poseer una susceptibilidad exagerada a los agentes encontrados en el ambiente de trabajo.

METODOS PARA PERMISIBLES.
EL DESARROLLO DE LOS LIMITES MAXIMOS

1- ESTUDIOS EPIDEMIOLOGICOS. Constituyen el método más importante en la identificación de los efectos de los contaminantes ya que están basados en los resultados de una experiencia real, se refieren al estudio de las enfermedades causadas en el hombre por el ambiente de trabajo.

Hay tres grandes tipos de estudios epidemiológicos ocupacionales:

a) Un estudio *RETROSPECTIVO* es usual en la identificación de problemas de enfermedad, pero puede no ser suficiente para suministrar información definitiva sobre los agentes causantes. En este caso, tal estudio debe ser continuado con estudios más definitivos, incluyendo evaluaciones ambientales.

b) En un estudio epidemiológico *PROSPECTIVO*, grupos de población con exposiciones ambientales definidas son estudiados por períodos de hasta 20 años. Esta técnica promete ser la más importante en la identificación de los efectos de bajos niveles de contaminantes sobre los sistemas biológicos y para observar los pequeños cambios biológicos, pero como limitante se tiene el largo tiempo necesario y el hecho que se pueden presentar cambios tecnológicos durante el período de estudio.

c) Los estudios epidemiológicos *SOBRE LA MARCHA* es una técnica mucho más utilizada, miden los cambios biológicos importantes en una población y relaciona estos cambios con las condiciones ambientales existentes. Esta técnica permite hacer razonables estimaciones sobre las concentraciones mínimas necesarias para causar una patología reconocible.

2- LA EXTRAPOLACION POR ANALOGIA QUIMICA. Cuando aparece una nueva sustancia, los datos de toxicidad animal o humana son generalmente desconocidos. En este caso, el principio que prevalece es que la calidad de la respuesta de una sustancia puede ser considerada análoga a la producida por otra sustancia similar.

Las sustancias que son estructuralmente similares producirán una respuesta biológica similar así: En una primera aproximación, puede obtenerse una estimación del potencial tóxico. El uso de tales supuestos, dado que no son absolutamente indicativos de los efectos cualitativos, es de dudosa aplicación para producir efectos cuantitativos.

Existen limitaciones importantes a la utilización de este método como son:

a) Inconsistencia del efecto cualitativo: No es raro que un compuesto de una familia química de compuestos responda de una manera totalmente atípica cuando se compara con otros de la familia.

b) Inconsistencia del efecto cuantitativo: Como consecuencia del posible error en el efecto cualitativo, el estimar el efecto cuantitativo es todavía más peligroso.

3- LA EXPERIMENTACION ANIMAL. Antes de que los trabajadores estén expuestos a cualquier agente químico en los puestos de trabajo, es aconsejable conocer el efecto tóxico que tales materiales poseen y sobre esta base se pueden diseñar las medidas protectoras para los trabajadores y tratar los problemas médicos causados por tales materias.

En el caso de nuevas sustancias se tiene a menudo poca o ninguna información sobre cómo actúa, siendo la experimentación animal un método importante para obtener nueva información.

Puesto que los agentes encontrados en los lugares de trabajo pueden actuar sistemáticamente o localmente, según la exposición de la piel o de la membrana mucosa, pruebas en la piel sobre posible absorción y toxicidad sistémica, irritación primaria o pruebas sensitivas son indicadas. La exposición a vapores, nieblas, aerosoles o gases para determinar los efectos pulmonares y la toxicidad sistémica es extremadamente relevante del medio industrial.

Las dificultades de la cuestión están en los problemas de la extrapolación de la información animal al hombre. Como regla, es deseable tener información toxicológica derivada de más de una especie animal, siempre que sea posible.

Un principio operacional, mientras no se demuestre lo contrario, es que el hombre deberá considerarse que responde como lo hace el animal más sensible. Las grandes dosis ayudan a resolver la cuestión tóxica o no tóxica, mientras que también suministran respuesta clara sobre los órganos específicos susceptibles de ser dañados.

Por otro lado, un rango de dosis pequeñas debe ser utilizado para dar una estimación más clara de los umbrales de la respuesta. En la experimentación animal se realizan fundamentalmente dos tipos de estudios:

a) Test de toxicidad aguda para cortas exposiciones. Para este propósito se utilizan dos grupos de pequeños roedores. Un grupo es utilizado como control y el otro es sometido a test de toxicidad utilizando técnicas de insuflación, inyección o ingestión. Después de un intervalo deseado, los animales tratados y bajo control, son sacrificados según métodos normalizados para determinar la patología debida a la sustancia objeto de estudio.

b) Test de toxicidad crónica para largas exposiciones. Puesto que la vía respiratoria es la más importante en toxicología industrial, es necesario realizar estudios de inhalación de sustancias para determinar la toxicidad crónica de largas exposiciones. Para realizar estos estudios, los animales son colocados en cámaras de exposición, donde la atmósfera contiene una concentración conocida y predeterminada del contaminante que es

mantenida dentro de estrechos límites. La exposición se realiza durante ocho horas diarias y cuarenta horas semanales.

La exposición continúa por un largo período para simular lo más ampliamente posible el ambiente industrial. Una patología detallada y estudios histológicos son realizados al animal para determinar los efectos sobre el sistema afectado.

4-EXPERIMENTACION HUMANA (con voluntarios). La experiencia basada en exposiciones del hombre a las sustancias tóxicas, es de vital importancia en las determinaciones de niveles de seguridad.

Tales datos pueden resultar de una exposición inadvertida o no intencionada. Las necesidades específicas para obtener datos de toxicidad humana son: - Irritación y náuseas. - Respuestas alérgicas. - Evaluación de olor. - Efectos sobre las funciones nerviosas superiores. - Rutas metabólicas humanas.

La exposición humana suministrará la información cualitativa y cuantitativa definitiva, observando el metabolismo humano de la sustancia en cuestión. Como mínimo, al menos cuatro requerimientos deben considerarse antes del experimento: - Seguridad, que estará ampliamente establecida para las especies animales. - Los voluntarios deben estar libres de presión y completamente informados de todos los posibles efectos, de una forma claramente comprensible. - No deberá existir ninguna posibilidad de daño permanente y el sujeto debe ser completamente libre de terminar el experimento en cualquier momento. - Debe tenerse un escrito con el consentimiento del voluntario a participar en el experimento. *LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES*. Existe una estrecha relación entre la cantidad de sustancia tóxica absorbida por el organismo y su efecto biológico.

En el caso de una exposición de tipo profesional el estudio de esta correlación permite cuantificar la etiología de gran número de enfermedades profesionales y su prevención. Particularmente hace posible dirigir el establecimiento de un límite de seguridad para las exposiciones profesionales a sustancias tóxicas que se encuentran en el medio ambiente, por debajo del cual no existiría riesgo para la salud de los trabajadores y no se modificaría el grado de bienestar necesario para mantener la producción y reducir el riesgo de accidentes.

El comité para la higiene del trabajo de la OIT / OMS, en su sexta sesión, del año 1968, adoptó la siguiente clasificación de los efectos biológicos consecutivos a la exposición profesional a sustancias tóxicas en el ambiente:

CATEGORÍA A: (Zona de exposición segura). Exposiciones que no producen ninguna alteración, al menos conocida, de la salud o de la capacidad de las personas durante su vida.

CATEGORÍA B: Exposiciones que pueden producir rápidamente efectos reversibles sobre la salud o la capacidad, pero que no causan un estado permanente de enfermedad.

CATEGORÍA C: Exposiciones que pueden producir una enfermedad reversible.

CATEGORÍA D: Exposiciones que pueden producir una enfermedad irreversible o la muerte.

Todas estas categorías son similares a las seleccionadas para la clasificación de los efectos de polución atmosférica. Sin embargo, la exposición de tipo profesional difiere considerablemente de la exposición a la polución atmosférica, por varias razones: más que nada, las ocho horas diarias de exposición, en el caso de los trabajadores, en contra de las posibles 24 horas de exposición de la población en general y la presencia entre la población de gente enferma, de niños, ancianos y mujeres grávidas que pueden ser susceptibles a las sustancias tóxicas.

Es por esta razón que los límites de seguridad, en los casos de exposición de tipo profesional, a sustancias tóxicas en el ambiente pueden ser incluso diez veces superiores que el límite recomendado para la polución atmosférica. Las concentraciones permisibles se estudiaron por primera vez, de una forma esporádica en la década de 1930 y la primera relación de concentraciones máximas permisibles ("maximum allowable concentration") (MAC) de sustancias tóxicas en el ambiente de los puestos de trabajo, se publicó entre 1933 y 1938 en la Unión Soviética, Estados Unidos y Alemania.

Las concentraciones en el puesto de trabajo pueden variar ampliamente. Esta variación depende de una serie de factores, tales como la fase en el ciclo de trabajo, el volumen de producción, variaciones en la ventilación o en la temperatura, posibles fallas técnicas e interrupciones durante el trabajo.

Todas estas fluctuaciones pueden ocurrir en intervalos de tiempo muy cortos no debiendo pasarse por alto a la hora de considerar el concepto de concentraciones permisibles. Los valores utilizados hasta el presente en los diferentes países sólo coinciden en parte, debido a que su definición no responde a criterios semejantes. En líneas generales, la fijación de concentraciones permisibles ha seguido dos tendencias principales representadas por los criterios adoptados en los Estados Unidos y en los países de la antigua URSS: Independientemente del hecho de la consideración de factores tecnológicos y económicos en el establecimiento de límites ambientales en los Estados Unidos, explican la diferencia entre los valores legales utilizados por la O.S.H.A. y los propuestos según criterio higiénico por la A.C.G.I.H. y que apenas tiene reflejo en los valores adoptados en los países de la antigua Rusia, existiendo una discrepancia entre los criterios básicos que sustentan los valores adoptados en ambos países.

Los valores M.A.C. (Máximo Permisible) adoptados en la anterior Unión Soviética, por las autoridades sanitarias, están basados generalmente en una concentración "techo", la cual nunca debe sobrepasarse. Esos valores son definidos por los higienistas Rusos como" concentración máxima permisible de sustancias tóxicas en el área de trabajo, la cual no puede sobrepasarse durante una jornada laboral de ocho horas y a través de toda la vida activa del trabajador.

Se considera que si no se sobrepasan estas concentraciones no se manifiesta ninguna enfermedad o desviación del estado normal de salud, detectable por los métodos usuales de investigación médica, tanto durante la vida laboral del trabajador como con posterioridad". La definición de límite máximo permisible adoptada en el año 1957 por la A.C.G.I.H. da una concentración media para una jornada laboral de ocho horas y se acepta la posibilidad de un efecto desfavorable para la salud, e incluso que llegue a adquirirse una enfermedad por determinados trabajadores que por sus condiciones fisiológicas especiales se aparten del conjunto de la población laboral, mientras que para los Rusos, aspiran alcanzar el completo bienestar para el conjunto de los trabajadores, de acuerdo con la definición del concepto de salud dado por la O.M.S.

Otro de los factores que influyen en la diferencia de los valores fijados en U.S.A. y los países de la antigua Rusia es el método experimental seguido para su determinación. La mayoría de los estándares americanos están fijados por estudios epidemiológicos, aunque también se hayan utilizado otros medios de experimentación, que corroboren los datos de las encuestas.

Por el contrario, en las concentraciones máximas permisibles publicadas por las autoridades Rusas sólo para una pequeña parte se considera como dato fundamental el suministrado por las encuestas epidemiológicas, mientras que para la mayoría se han fijado por extrapolación al hombre de valores experimentales obtenidos sobre animales e "in vitro".

Por todo lo anterior resulta que en general los valores Rusos son inferiores a los adoptados por los americanos.

El segundo simposio internacional sobre límites permisibles (París1963) recomendó la adopción de: 1- Un límite techo(en la práctica un M.A.C.) para todas las sustancias irritantes, sensibilizantes y narcóticas o aquellas que puedan producir una intoxicación aguda.

2- Un umbral medio de exposición para todas aquellas sustancias que tengan un efecto acumulativo. Además, para la mayoría de las sustancias carcinogénicas es imposible fijar un límite, por lo que el valor en tales casos deberá reducirse a una concentración cero.

Un estudio preparado por la O.I.T. y publicado en el año 1967, relaciona los valores permisibles adoptados por 28 organismos oficiales o semioficiales de diecinueve países.

Comparando estas listas se observa que determinadas sustancias tienen valores con una diferencia que, en ocasiones, exceden a un factor de 10. Estas diferencias son más pronunciadas, en general, para los productos que ejercen una acción narcótica o irritante.

Puesto que el objetivo de las concentraciones permisibles es el mismo en todos los países, se ha pretendido justificar estas diferencias por los métodos utilizados para establecer los valores.

Actualmente están introduciéndose factores de seguridad adicionales cuando los resultados de la investigación se extrapolan al hombre. CONCEPTO DE LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE (T.L.V.) (THRESHOLD LIMIT VALUES) Se refiere a las concentraciones de sustancias suspendidas en el aire y representan condiciones por debajo de las cuales se cree que casi todos los trabajadores pueden exponerse repetidamente día tras día a la acción de tales concentraciones sin sufrir efectos adversos.

Sin embargo, dada la amplia medida en que varía la susceptibilidad individual, es posible que un pequeño porcentaje de trabajadores experimente malestar ante algunas sustancias o concentraciones iguales o inferiores al límite máximo permisible, mientras que un porcentaje menor puede resultar afectado más seriamente por el agravamiento de una condición que ya existía anteriormente o por la aparición de una enfermedad profesional.

Algunas personas pueden ser también hipersusceptibles o de respuesta no usual a algunos compuestos químicos de uso industrial debido a factores genéticos, edad, hábitos personales (tabaco, alcohol y uso de otras drogas), medicación o exposiciones anteriores que les han sensibilizado. Tales personas pueden no ser protegidas adecuadamente de los efectos adversos para su salud a ciertos compuestos químicos a concentraciones próximas o por debajo del T.L.V.

El médico de empresa o personal de higiene debe evaluar en estos casos la protección adicional que requieren los trabajadores. Los valores T.L.V. se basan en la mejor información disponible obtenida mediante la experiencia en la industria, la experimentación humana y animal y cuando es posible, por la combinación de las tres. La base sobre la que se establecen los valores T.L.V. puede diferir de una sustancia a otra; para unas, la protección contra el deterioro de la salud puede ser un factor que sirve de guía, mientras que para otras la ausencia razonable de irritación, narcosis, molestias u otras formas de malestar pueden constituir el fundamento.

9. Muestreo y medición de contaminantes

Los componentes de un sistema de muestreo y medición de la contaminación del aire incluyen la recolección o muestreo de contaminantes del aire ambiental y de fuentes específicas; el análisis o medición de la concentración de los contaminantes; y la notificación y uso de la información recopilada.

El muestreo y análisis del aire ambiental y de la emisión de las fuentes puntuales son importantes por varias razones.

Los datos de las concentraciones de los contaminantes del aire se usan para determinar el cumplimiento de las normas de calidad del aire. También se usan para diagnosticar las condiciones de un área antes de construir una nueva fuente de contaminación, para

desarrollar modelos de dispersión de contaminantes, para realizar estudios científicos y para evaluar la exposición humana a contaminantes y el daño al medio ambiente.

Los datos de emisiones de fuentes puntuales se usan para determinar el cumplimiento de los reglamentos de contaminación del aire, la eficacia del control de la contaminación del aire, la eficiencia de producción y para apoyar la investigación científica.

Las instituciones responsables del monitoreo de la calidad del aire generalmente designan los métodos de referencia para el muestreo y análisis de los contaminantes y de las fuentes de emisión. Los métodos especifican procedimientos precisos que se deben seguir para cualquier actividad de monitoreo relacionada con el cumplimiento de la reglamentación vigente.

Estos procedimientos orientan el muestreo, análisis, calibración de instrumentos y cálculo de las emisiones. La elección del método específico de análisis depende de un número de factores, siendo los más importantes las características químicas del contaminante y su estado físico –sólido, líquido o gaseoso.

Los métodos de referencia se diseñan para determinar la concentración de un contaminante en una muestra. La concentración se expresa en términos de masa por unidad de volumen, usualmente en microgramos por metro cúbico.

Hay algunos principios básicos y terminología asociada al muestreo y análisis del contaminante. La recolección de la muestra puede realizarse mediante técnicas manuales o automáticas. El análisis y medición de los contaminantes puede hacerse por diversos medios, según las características químicas y físicas del contaminante. Uno de los métodos para la medición del material particulado es emplear principios gravimétricos. La **gravimetría** se refiere a la medición del peso. Las partículas se atrapan o recogen en filtros y se pesan. El peso del filtro con el contaminante recolectado menos el peso de un filtro limpio da la cantidad del material particulado en un determinado volumen de aire.

MATERIALES PELIGROSOS

UNIDAD III

Manipulación, transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas. Legislación y Fuentes de información.

SEMANA 5

Introducción

Cuando no se conoce cuáles son los productos involucrados, se debe suponer que se trata de una situación grave que requiere que se tomen las medidas de seguridad y precauciones máximas para evitar cualquier efecto indeseable en las personas y medio ambiente.

Una vez que se haya identificado el producto, se pueden determinar los riesgos relacionados con este y se puede evaluar su impacto potencial. Se pueden establecer las medidas de control más adecuadas para este tipo de producto y sus riesgos, así como las medidas de seguridad tanto para el personal que participa en la emergencia como para el resto de personas, en relación con los riesgos a los que están expuestos.

Una fuga accidental de estos productos representa un riesgo potencial para las personas y el ambiente. El accidente se puede tratar más rápidamente cuando se identifica el producto peligroso. Lamentablemente, es probable que no se haya especificado el contenido de los estanques o camiones de almacenamiento. Quizá los documentos de embarque o registros (Guías de despacho o facturas), no estén disponibles. Sin embargo, incluso cuando se dispone de esta información, es necesario contar con una persona que tenga el conocimiento técnico y la experiencia para indicar cuáles son los riesgos y la gravedad, o consultar sobre el control de desastres y emergencias químicas o de información toxicológica.

Por décadas, los administradores de la seguridad han atribuido la mayoría de los accidentes en el lugar de trabajo a actos inseguros de los trabajadores, no a las condiciones de inseguridad. Se ha investigado el origen de esta idea hasta el trabajo pionero en el campo de la seguridad por el último H.W. Heinrich (1959), el primer ingeniero de seguridad reconocido como tal en Estados Unidos. Los estudios de Heinrich produjeron la ampliamente conocida razón 88:10:2. Es decir:

- Actos Inseguros 88%
- Condiciones Inseguras 10%
- Causas Inseguras 2%
- Causas totales de los accidentes 100%

Fuente: Seguridad Industrial y administración de la salud sexta edición. C. Ray Asfahl. David W. Rieske

En consecuencia, y como apoyo el estudio de Heinrich a la presente temática en relación a la identificación de productos químicos, los accidentes generalmente se adosan a una participación directa del trabajador y la capacitación entregada. Por tanto, y debido a la necesidad inmediata de la información sobre los productos peligrosos, se han desarrollado varios sistemas para identificarlos. Estos sistemas ayudan a los que participan en el accidente a enfrentar con rapidez y seguridad un problema que puede generar riesgos para la salud y el ambiente.

1. Sistemas de clasificación e identificación para productos químicos

Los sistemas de clasificación y etiquetado de riesgos para sustancias peligrosas se incluyen en la legislación en **materia de seguridad en la producción, el transporte, la utilización y la elaboración de productos químicos**. Todos estos sistemas comparten un objetivo en común, la protección de la seguridad y salud de los trabajadores. Por lo tanto, dicha clasificación comprende clases, divisiones y niveles de riesgos. La identificación visualiza generalmente pictogramas de información a nivel nacional e internacional.

Estas clasificaciones se diseñan para facilitar una entrega sistemática y completa de información sanitaria para la población o trabajadores. Pudiendo ser a escala nacional, regional e internacional. No obstante, sólo se dispone de un número reducido de sistemas de clasificación y etiquetados significativos.

Los criterios y las definiciones utilizadas en estos sistemas varían en cuanto al número y al grado de las escalas de riesgo (Por ejemplo, el rombo de la NFPA va de una escala de 1 a 4), la terminología específica, los métodos de ensayo y la metodología para clasificar las mezclas de sustancias químicas.

El fundamento de la clasificación de productos químicos consiste en la **evaluación de los niveles de exposición y el impacto ambiental** (agua, aire y suelo). En torno a la mitad de los sistemas internacionales incorporan criterios relacionados con el volumen de producción de cada sustancia química o los efectos de las emisiones de contaminantes.

Los criterios más conocidos en la clasificación de productos químicos se basan en los valores de la **dosis letal media (LD50)** y la **concentración letal media (LC50)**. Estos se evalúan en animales de laboratorio a través de tres vías principales (oral, dérmica e inhalación) en una exposición única. Nótese que los valores de LD50 y LC50 se comprueban en las mismas especies animales y con las mismas vías de exposición. En la mayoría de los países, la legislación sobre sustancias químicas exige la aplicación de criterios cuantitativos en la estimación de LD50 en la administración oral y tiene en

cuenta la posibilidad de establecer clasificaciones de riesgos diferentes en función de la vía de exposición. (Fuente: O.IT. Materiales peligrosos).

Además, existen diferencias en las definiciones de niveles de riesgo de las sustancias químicas. Mientras que en el sistema de la Comunidad Europea **(CE)** se utiliza una escala de toxicidad aguda de **tres niveles ("Muy tóxico", "tóxico" y "nocivo")**, en la Norma de comunicación de riesgos de la Administración para la Salud y la Seguridad en el Trabajo de Estados Unidos **(OSHA)** se recogen **dos niveles de toxicidad aguda ("Extremadamente tóxico" y "tóxico")**. **En la mayoría de las clasificaciones se aplican tres categorías** (Naciones Unidas (NU), Organización Marítima Internacional (OMI) y CE) o cuatro dependiendo de cada país y su legislación al respecto.

1.1. Clasificación OMI (Organización Marítima Internacional)

La OMI, con un mandato derivado de la Conferencia sobre la seguridad de la vida en el mar de 1960 (SOLAS 1960), ha elaborado el Código marítimo internacional de transporte de mercancías peligrosas (IMDG).

Este instrumento completa las disposiciones obligatorias del capítulo VII (Transporte de mercancías peligrosas) de SOLAS 74 y del Anexo III del Convenio sobre contaminación marítima (MARPOL 73/78). El Código IMDG ha sido desarrollado y actualizado durante más de 30 años en estrecha colaboración con el Comité de Expertos de las Naciones Unidas sobre transporte de mercancías peligrosas (CETG) y ha sido adoptado por 50

miembros de la OMI, lo que permite su aplicación a un 85 % del volumen de mercancías de este tipo transportadas en el mundo.

Fig. N° 1 Logo OMI

La armonización del Código IMDG garantiza la compatibilidad con las normas nacionales e internacionales aplicables al transporte de mercancías peligrosas a través de otros medios, en la medida en que estas otras normas se basen asimismo en las recomendaciones del UNCETG, es decir las Instrucciones técnicas de la OACI para el transporte seguro de mercancías peligrosas por vía aérea y los Reglamentos europeos relativos al transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR) y por ferrocarril (RID).

En 1991, la 17ª Asamblea de la OMI adoptó una Resolución sobre la coordinación del trabajo en cuestiones relativas a las mercancías y las sustancias peligrosas, en la que, entre otras cosas, se instaba a los organismos de las Naciones Unidas y a los gobiernos a coordinar sus actividades con el fin de garantizar la compatibilidad de la legislación existente en materia de productos químicos y mercancías y sustancias peligrosas con las normas internacionales de transporte establecidas. (Fuente: Organización Internacional del Trabajo (O.I.T.).

1.2. Comunidad Europea (CE)

Es el Organismo europeo de integración económica constituido por el Tratado de Roma de 25 de marzo de 1957, y que hasta la entrada en vigor del Tratado de la Unión Europea en 1993 era denominado Comunidad Económica Europea. Sus países miembros son Alemania, Bélgica, Francia, Italia, Luxemburgo y Países Bajos (1957), Dinamarca, Irlanda y Reino Unido (1973), Grecia (1981), España y Portugal (1986) y Austria, Finlandia y Suecia (1995). Sus fines principales son lograr un crecimiento económico equilibrado de todos los países miembros, asegurar el progreso y protección social, elevar el nivel y calidad de vida, y en general, alcanzar una cohesión económica y social y una solidaridad entre todos sus estados, todo ello mediante el establecimiento de un mercado común y de una unión económica y monetaria.

Fig. N° 2 Logo CE

1.3. Sistemas internacionales para identificación de sustancias peligrosas

El análisis de los sistemas de etiquetado y clasificación de productos químicos existentes hoy en día y que se mencionan a continuación, se centran fundamentalmente en las estructuras más importantes con una amplia experiencia de aplicación en diversos países.

Las evaluaciones de los riesgos de los plaguicidas no se incluyen en las clasificaciones generales de productos químicos, pero se abordan en las de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/Organización Mundial de la Salud (FAO/OMS), así como en diversas legislaciones nacionales.

En la clasificación de las Naciones Unidas se subdividen los productos químicos en **nueve clases en función del riesgo:**

- Clase 1: Sustancias explosivas.
- Clase 2: Gases comprimidos, licuados, disueltos bajo presión y altamente condensados.
- Clase 3: Líquidos fácilmente inflamables.
- Clase 4: Sustancias sólidas fácilmente inflamables.
- Clase 5: Sustancias oxidantes, peróxidos orgánicos.
- Clase 6: Sustancias nocivas (tóxicas) e infecciosas.
- Clase 7: Sustancias radiactivas.
- Clase 8: Agentes corrosivos.
- Clase 9: Otras sustancias peligrosas.

Los sistemas de clasificación y rotulado está dividido en nueve clases y aplica por igual al transporte marítimo, terrestre y aéreo. Cada símbolo tiene sus restricciones, para clases o productos, las cuales están consignadas en códigos específicos.

Fig. N° 3 Sistema de clasificación ONU sustancias peligrosas

El número de las naciones unidas (UN), corresponde a un número de serie de 04 dígitos asignado a cada objeto o sustancia peligrosa en el sistema de las naciones unidas. Este número tiene que acompañar al distintivo establecido en la norma chilena 2190 y debe fijarse a las unidades de transporte, como placas de fondo naranja y números negros.

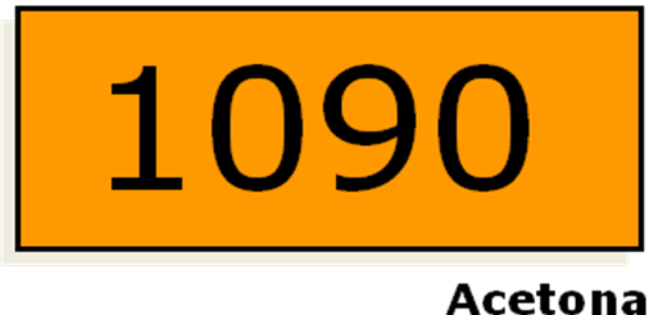


Fig. N° 4 Número Naciones Unidas (NU) para sustancias peligrosas.

Las **consideraciones en el uso del número de las naciones unidas** deben seguir las siguientes reglas:

- Debe acompañar a las etiquetas o rótulos de identificación.
- Debe colocarse bajo el vértice inferior del distintivo de seguridad de la clase o división del riesgo especifico.
- La distancia entre el distintivo y el numero NU debe ser no menor de 100 mm.
- En caso de carga de varias sustancias peligrosas el numero NU corresponde a la de mayor riesgo.

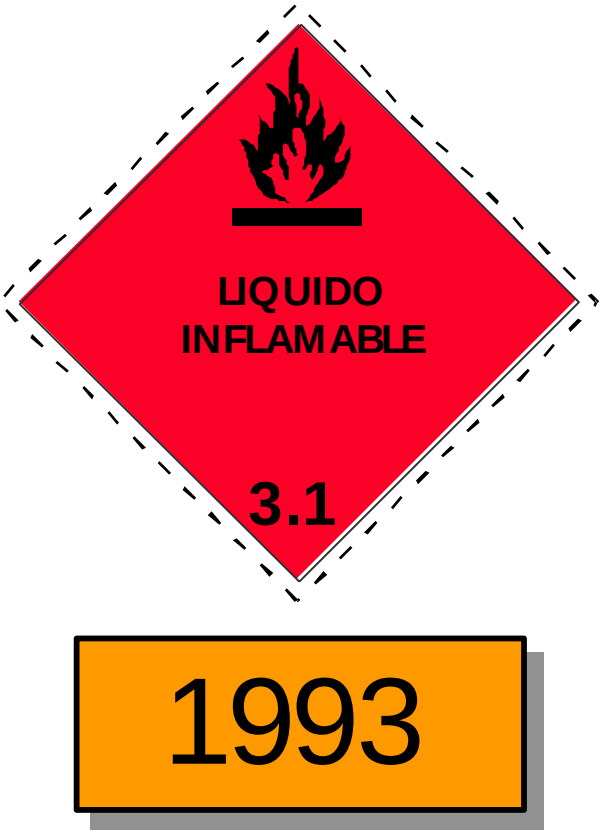


Fig. N° 5 Estándar del uso del número de NU para el transporte en vehículos

La legislación nacional también es parte de esta clasificación determinada por las NU. En la Norma Chilena 382 se especifica claramente el alcance que ha adoptado el legislador respecto a la información que se debe entregar a la población y trabajadores en general que se vean expuestos a cualquier tipo de sustancia peligrosa. En el capítulo siguiente (Normativa Nacional respecto a sustancias peligrosas), se detallará minuciosamente cada una de las clases. A continuación, y para el apoyo y aprendizaje del lector en su formación profesional como administrador de la seguridad, conocerá algunas sustancias peligrosas mencionadas en la clasificación de las NU. Dicha información debe fortalecerse con los estándares dispuestos por las normativas chilenas que reglamentan las sustancias peligrosas.

1.4. Sustancias Explosivas

Se incluyen en esta categoría todas las sustancias químicas, productos pirotécnicos y cerillas que son explosivos, así como otras sustancias como las sales metálicas sensibles que por sí mismas, en ciertas mezclas o sometidas a determinadas condiciones de temperatura, choque, fricción o acción química, pueden transformarse y experimentar una reacción explosiva. En el caso de los explosivos, la mayoría de los países han adoptado normativas estrictas en lo

que se refiere a los requisitos de almacenamiento seguro y las precauciones que deben tomarse con el fin de evitar el robo para su utilización en actividades delictivas.

Los lugares de almacenamiento deben situarse alejados de otros edificios y estructuras, de forma que puedan minimizarse los daños en caso de explosión.

Los fabricantes de este tipo de sustancias elaboran instrucciones respecto al modo de almacenamiento más adecuado. Las áreas designadas al efecto deben dotarse de una estructura sólida y mantenerse bien cerradas cuando no son utilizadas. **Los lugares de almacenamiento** no deben situarse cerca de un edificio que contenga petróleo, aceite, material de desecho combustible o sustancias inflamables, o en el que se mantengan fuegos o llamas abiertas.

Nótese que en algunos países, la legislación obliga a la ubicación de los polvorines a una distancia mínima de 60 metros respecto a centrales generadoras de energía, túneles, pozos mineros, diques, autopistas o edificios.

Los lugares de almacenamiento deben estar bien ventilados y libres de humedad. Debe utilizarse la iluminación natural, lámparas eléctricas portátiles o luces situadas fuera del área de almacenamiento.

Los suelos han de construirse de materiales que no generen chispas. Debe evitarse la presencia de hierba seca, basura u otros materiales susceptibles de arder en la zona que rodea al lugar de almacenamiento. La pólvora y otras sustancias explosivas deben conservarse en salas separadas, en las que no se dispondrá de detonadores, herramientas u otros materiales afines. Se emplearán instrumentos no ferrosos para abrir los recipientes de explosivos.

1.5. Sustancias Oxidantes

Este tipo de sustancias **constituyen fuentes de oxígeno** y, por tanto, son capaces de **facilitar la combustión e intensificar la violencia de un incendio.**

Algunas generan oxígeno a la temperatura ambiente en el que se conserven, pero otras requieren la aplicación de calor. Si los envases de los materiales oxidantes se han deteriorado, su contenido puede mezclarse con otras sustancias combustibles y provocar una ignición. Este riesgo puede evitarse mediante el depósito de estos materiales en zonas de almacenamiento aisladas.

Es peligroso almacenar sustancias oxidantes potentes cerca de líquidos, aunque su punto de inflamación sea bajo, o de materiales inflamables, aunque lo sean sólo ligeramente. **Resulta más seguro mantener todas las sustancias inflamables lejos del lugar en el que se conservan los**

oxidantes. El área de almacenamiento debe ser fresca, estar bien ventilada y tener una estructura ignífuga.

1.6. Sustancias Inflamables

Se considera que un gas es inflamable cuando prende en presencia de aire u oxígeno. El hidrógeno, el propano, el butano, el etileno, el acetileno, el ácido sulfhídrico y el gas de carbón se encuentran entre los gases inflamables más comunes. Algunos como el cianuro de hidrógeno y el cianógeno son inflamables y tóxicos. Los materiales inflamables deben conservarse en lugares suficientemente ventilados para evitar igniciones accidentales si los vapores se mezclan con el aire.

Los vapores de disolventes inflamables pueden ser más pesados que el aire y moverse a ras de suelo. Se han observado casos en los que los vapores inflamables generados por sustancias químicas derramadas han descendido por escaleras y huecos de ascensores y han prendido en pisos inferiores. Por tanto, es esencial la prohibición de fumar y de generar llamas abiertas en los lugares en que se manipulan o almacenan dichos disolventes.

Los bidones de seguridad portátiles aprobados constituyen los recipientes más seguros para almacenar sustancias inflamables.

Los volúmenes de líquidos inflamables superiores a 1 litro deben depositarse en envases de metal. Habitualmente, se utilizan bidones de doscientos litros para transportar estas sustancias, pero estos recipientes no están concebidos para su almacenamiento a largo plazo. El tapón debe retirarse con cuidado y ser sustituido por una válvula de presión aprobada que evite el aumento de la presión interna debido al calor, el fuego o la exposición a la luz solar.

El área de almacenamiento debe situarse alejada de toda fuente de calor o de riesgo de incendio. **Las sustancias altamente inflamables deben conservarse separadas de agentes oxidantes** potentes y de materiales susceptibles de combustión espontánea.

Cuando se almacenen líquidos altamente volátiles, deben instalarse aparatos y dispositivos eléctricos de iluminación de fabricación antideflagrante certificado y no se permitirá la generación de llamas abiertas en el lugar de almacenamiento o cerca de éste. Se dispondrá además de extintores de incendios y materiales inertes absorbentes como arena y tierra seca para su utilización en situaciones de emergencia.

Las paredes, los techos y los suelos de los lugares de almacenamiento se construirán con materiales con una **resistencia al fuego mínima de dos horas**. Se utilizarán puertas cortafuegos de cierre automático. Las instalaciones de dichas salas dispondrán de toma a tierra eléctrica y serán

inspeccionadas periódicamente, o se equiparán con dispositivos automáticos de detección de humo o fuego. Las válvulas de control en los recipientes de almacenamiento que contengan líquidos inflamables se etiquetarán claramente y las tuberías se pintarán con colores de seguridad distintivos para indicar el tipo de líquido y la dirección del flujo. Los depósitos que contengan sustancias inflamables deben situarse sobre el suelo, en pendiente y alejados de los principales edificios e instalaciones del centro de producción.

Debe disponerse asimismo de extintores de incendios, ya sean automáticos o manuales. No debe permitirse fumar, ni ingerir alimentos.

1.7. Sustancias tóxicas

Las sustancias químicas tóxicas deben conservarse en áreas bien ventiladas lejos de fuentes de calor, ácidos, humedad y sustancias oxidantes.

Los compuestos volátiles deben almacenarse en refrigeradores que no generen chispas (–20 ºC) para evitar la evaporación. Puesto que los envases pueden sufrir fugas, los lugares de almacenamiento deben equiparse con campanas de extracción de humos u otros dispositivos de ventilación local equivalentes. Las sustancias que pueden reaccionar químicamente entre sí deben mantenerse en ubicaciones separadas.

1.8. Sustancias corrosivas

Se trata de ácidos, álcalis y otras sustancias que pueden provocar quemaduras o irritación de la piel, las membranas mucosas o los ojos, o que deterioran la mayoría de los materiales. Son ejemplos típicos el ácido fluorhídrico, el ácido clorhídrico, el ácido sulfúrico, el ácido nítrico, el ácido fórmico y el ácido perclórico. Estos materiales pueden dañar sus recipientes y propagarse en la atmósfera del área de almacenamiento, algunos son volátiles y otros reaccionan violentamente con la humedad, la materia orgánica u otras sustancias químicas. **Los vapores de ácido pueden corroer los materiales estructurales y los equipos y ejercer una acción tóxica sobre el personal.** Este tipo de sustancias deben mantenerse a baja temperatura, pero muy por encima de su punto de congelación, ya que un compuesto como el ácido acético puede congelarse a una temperatura relativamente alta, romper su envase y propagarse cuando la temperatura vuelva a superar dicho punto.

Asimismo, algunas sustancias corrosivas pueden tener otras propiedades peligrosas, por ejemplo, el ácido perclórico, además de ser sumamente corrosivo, constituye un potente agente oxidante capaz de causar incendios y explosiones.

Las áreas de almacenamiento destinadas a las sustancias corrosivas deben aislarse del resto del centro de producción o de otros depósitos de sustancias mediante la disposición de paredes y pisos impermeables, previendo además la evacuación de derrames en condiciones de seguridad.

Dichas áreas deben contar con una ventilación adecuada. **No se utilizará una misma área para el almacenamiento simultáneo de compuestos de ácido nítrico y compuestos de ácido sulfúrico**. En ocasiones, es necesario depositar líquidos corrosivos y tóxicos en envases especiales; por ejemplo, el ácido fluorhídrico debe conservarse en botellas de plomo. Puesto que este ácido interactúa con el cristal, no debe almacenarse cerca de bombonas de este material o de barro que contengan otros ácidos.

2. Criterios que definen la peligrosidad de una sustancia peligrosa

- Toxicidad: Capacidad de una sustancia de ser letal en baja concentración o de producir efectos tóxicos acumulativos, carcinogénicos, mutagénicos o teratogénicos.
- Patogenicidad: Capacidad de un organismo y/o agente patógeno de producir enfermedades infecciosas en seres humanos y animales susceptibles.
- Radiactividad: Fenómeno físico natural, mediante el cual algunas sustancias, elementos y compuestos químicos emiten radiaciones electromagnéticas del tipo ionizante.
- Inflamabilidad: Capacidad de una sustancia para iniciar la combustión provocada por la elevación local de la temperatura.
- Corrosividad: Proceso de carácter químico causado por determinadas sustancias que desgastan a los sólidos o que puede producir lesiones más o menos graves a los tejidos vivos.
- Reactividad: Potencial que tienen algunas sustancias para reaccionar químicamente liberando en forma violenta energía y/o compuestos nocivos, ya sea por combinación con otras sustancias, descomposición, detonación o polimerización.

La NFPA supervisa el desarrollo y mantenimiento de más de 300 códigos y normas. Un grupo bastante mayoritario de voluntarios que representan al servicio de bomberos, compañías de seguro, comercio, industria, gobierno y consumidores mantienen estos documentos.

Nuestro país también incorpora como estándar los códigos de esta norma, ya sea literalmente o con pequeñas modificaciones. Incluso en los casos en que no es requisito de la ley, la aplicación de las normas y códigos de la NFPA, son generalmente aceptados como referencia a nivel profesional y reconocidos por muchos tribunales. Los capítulos de la NFPA, buscan crear una mayor relación entre los profesionales de la seguridad contra incendios e interesar a las autoridades de los gobiernos, a organismos de normalización (INN) y la seguridad de la comunidad a participar, legislar, divulgar y aplicar normativas sobre prevención y lucha contra incendios.

Este método identifica los riesgos de un material determinado en tres categorías principales: Salud, Inflamabilidad y Reactividad (Sección azul, roja, amarilla y blanca). En cada sección se incluye el grado de severidad para cada categoría, indicando en un rango numérico que va desde 4 (riesgo severo), al 0 (sin riesgo).La cuarta sección blanca está reservada para informar algún tipo de riesgo especial a través de símbolos específicos. El color blanco está designado para ofrecer información especial sobre el producto químico. Por ejemplo, puede indicar que el material es radioactivo, en cuyo caso se emplea el símbolo correspondiente e internacionalmente aceptado. Si el material es reactivo se usa una W atravesada por una raya para indicar que un material puede tener una reacción peligrosa al entrar en contacto con el agua. No quiere decir "no use agua", ya que en ciertos casos se pueden usar algunas formas de agua, como niebla o agua finamente rociada. Este signo quiere decir que el agua puede originar ciertos riesgos, por lo que se deberá usar con cuidado hasta que se esté debidamente informado. Las letras OX indican la existencia de un oxidante, ALC indican materiales alcalinos y ACID ácido, CORR indica corrosivos y el símbolo internacional para los materiales radioactivos.

Fig. N° 6 Rombo NFPA

Fig. N° 7 Identificación de Riesgo NFPA

3. Normativa Nacional de uso general para sustancias peligrosas

3.1. Norma Chilena 382.Of 98 Sustancias peligrosas - Terminología y clasificación general.

- Esta norma establece una clasificación general de las sustancias peligrosas en clase y división. **La clasificación se realiza de acuerdo a los riesgos inherentes y más significativos que presentan las sustancias para el transporte el transporte terrestre** en territorio nacional, en su manipulación y almacenamiento asociado. El Instituto Nacional De normalización (INN), es el organismo que tiene a su cargo el estudio y preparación de las normas técnicas a nivel nacional.

- En las operaciones con sustancias u objetos peligrosos que se efectúan en los recintos portuarios se aplican las disposiciones del Código IMDG: Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas.

- En las operaciones con sustancias u objetos peligrosos que se efectúan en los recintos de aeródromos y aeropuertos se aplican las disposiciones que emanen de la Dirección general de Aeronáutica Civil, de acuerdo con el documento DAR-18 Transporte sin riesgos de Mercancías Peligrosas por vía aérea.

- Las sustancias peligrosas se clasifican, atendiendo a los tipos de riesgos más significativos que encierran fundamentalmente las actividades de transporte, y además en las actividades de manipulación y almacenamiento relativos al transporte. (En este sentido, la operación de transporte así definida incluye actividades de manipulación y almacenamiento).

- Las sustancias peligrosas se clasifican en clases, y éstas, a su vez, pueden clasificarse en divisiones.

- Una sustancia peligrosa puede presentar **más de un tipo riesgo distinto a la vez,** pero su ubicación en la clase que corresponda estará determinada **según su riesgo mayor**.

- Las sustancias peligrosas según a esta norma obedecen a la siguiente clasificación:

  Clase 1, Sustancias y Objetos Explosivos. En la clase 1 se distinguen las divisiones 1.1 a 1.5, como sigue:

  - División 1.1

  Sustancias y objetos que presentan un **riesgo de explosión de la totalidad de la masa**
  División 1.2
  Sustancias y objetos explosivos que presentan un **riesgo de proyección**, pero **no un riesgo de explosión de la totalidad de la masa.**

  - División 1.3

  Sustancias y objetos que presentan un **riesgo de incendio** y un riesgo de que se produzcan pequeños efectos de onda expansiva o de proyección, o ambos efectos, pero **no un riesgo de explosión de la totalidad de la masa.**

  - División 1.4

  Sustancias y objetos que **no presentan algún riesgo considerable.**
  Se incluyen en esta división las sustancias y objetos que sólo presentan un pequeño riesgo en caso de ignición o de cebado durante el transporte. **Los efectos se limitan en su mayor parte al bulto o embalaje/envase y normalmente no se proyectan a distancia fragmentos de tamaño apreciable**. Los incendios exteriores no deben causar la explosión prácticamente instantánea de casi la totalidad del contenido del bulto.

  - División 1.5

  Sustancias **muy poco sensibles**, pero que **presentan un riesgo de explosión de la totalidad de la masa.** Se conocen también como agentes de tronadura.

Fig. N° 8 Divisiones clase 1

Clase 2, gases comprimidos, licuados, disueltos a presión o criogénicos.

Pertenecen a esta clase:

- Los gases permanentes. Gases que no se licúan a las temperaturas ambientes.
- Los gases licuados. Gases que pueden licuarse a presión a las temperaturas ambientes.
- Los gases disueltos. Gases disueltos a presión en un disolvente, que pueden estar adsorbidos por una sustancia porosa.
- Los gases criogénicos. Gases que en fase líquida tienen un punto de ebullición inferior a -90ºC.

Para los efectos de estiba y segregación, en la clase 2 se distinguen las **divisiones 2.1 a 2.3**, como sigue:

- División 2.1: Gases inflamables.
- División 2.2: Gases no inflamables.
- División 2.3: Gases venenosos (tóxicos). En esta división se incluyen los gases venenosos (tóxicos) comprimidos porque su transporte se hace en cilindros del mismo tipo que los utilizados para los demás gases y en las mismas condiciones de seguridad. Los gases venenosos (tóxicos) comprimidos deben ser incluidos, como riesgo secundario, en la clase 6 división 6.1

Es conveniente el empleo de etiquetas con la mención veneno en todos los envases de gases venenosos (tóxicos) comprimidos.

Fig. N° 9 Divisiones clase 2

Clase 3, líquidos inflamables.

Son líquidos inflamables los líquidos, mezclas de líquidos o líquidos que contienen sustancias sólidas en solución o en suspensión (pinturas, barnices, lacas, etc.). En la clase 3 se distinguen las **divisiones 3.1 a 3.3**, como sigue:

- División 3.1: Líquido inflamable con temperatura de inflamación (ti) baja en que ti < -18ºC
- División 3.2: Líquido inflamable con temperatura de inflamación (ti) media, en que se tiene -18ºC.
- División 3.3: Líquido inflamable con temperatura de inflamación (ti) alta.

Fig. N° 10 Divisiones Clase 3

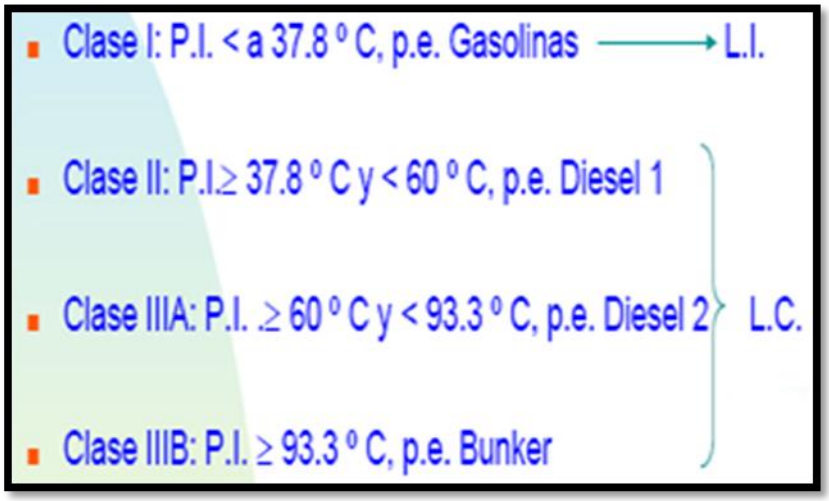


Fig. N° 11 Características especiales para sustancias clase 3

Clase 4, sólidos inflamables, sustancias que presentan riesgo de combustión espontánea, sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables.

Esta clase comprende sustancias no clasificadas como explosivos que en las condiciones normales de transporte entran en combustión con facilidad o pueden provocar incendios.

En la clase 4 se distinguen las **divisiones 4.1 a 4.3**, como sigue:

- División 4.1: Sólidos inflamables. Sustancias que, por sus propiedades, son susceptibles de ser encendidas fácilmente por fuentes exteriores de ignición, como chispas y llamas, y de entrar fácilmente en combustión o de iniciar incendios por impacto o frotamiento.
- División 4.2: Sustancias que presentan riesgos de combustión espontánea. Sustancias que pueden calentarse espontáneamente en las condiciones normales de actividad o al entrar en contacto con el aire y que entonces pueden inflamarse.
- División 4.3: Sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables. Sustancias que por reacción con el agua pueden hacerse espontáneamente inflamables o desprender gases inflamables en cantidades peligrosas.

Fig. N° 12 Divisiones clase 4

Clase 5, sustancias comburentes; peróxidos orgánicos

Esta clase comprende las **divisiones 5.1 y 5.2:**

- División 5.1. Sustancias comburentes. Sustancias o mezclas de ellas, que proporcionan oxígeno u otro elemento químico necesario para la combustión, acrecentando el riesgo de incendio de otras materias con las que entran en contacto o aumentando la intensidad con que éstas arden.
- División 5.2. Peróxidos orgánicos. Sustancias orgánicas térmicamente inestables que pueden sufrir una descomposición exotérmica auto-acelerada. Además, pueden tener una o varias propiedades siguientes:

a) Ser susceptibles de una descomposición explosiva.
b) Arder rápidamente.
c) Ser sensibles al impacto o al frotamiento.
d) Reaccionar peligrosamente al entrar en contacto con otras sustancias.

Fig. N° 13 Divisiones clase 5

Clase 6, sustancias venenosas (tóxicas) y sustancias infecciosas

Esta clase comprende las **divisiones 6.1 y 6.2**

- 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.
- 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 el hombre.

Fig. N° 14 Divisiones clase 6

Clase 7, sustancias radiactivas

Las sustancias radiactivas se conocen también, legalmente, como materiales radiactivos.

Fig. N° 15 División clase 7

Clase 8, sustancias corrosivas

La clase 8 incluye sustancias que, por su acción química, pueden causar lesiones graves a los tejidos vivos con que entran en contacto o que, si se produce un escape del recipiente que las contienen, pueden causar daños de consideración a otras sustancias o mercaderías o a los medios de transporte, o incluso destruirlos, y pueden asimismo provocar otros riesgos.

Fig. N° 16 División clase 8

Clase 9, sustancias peligrosas varias

Sustancias que presentan un riesgo distinto de los correspondientes a las demás clases.

Fig. N° 17 División clase 9

3.2. Distintivos para identificación de riesgos según Norma Chilena 2190.

Este sistema de marcado, etiquetado o rotulado se basa en la clasificación de las sustancias peligrosas que establece la Nch. 382 y tiene como finalidad hacer que la naturaleza del riesgo que presenta la sustancia peligrosa sea fácilmente reconocible. Es aplicable principalmente al transporte, pero su uso se ha extendido a normas asociadas al almacenamiento, etiquetado de embalajes y/o envases que contengan sustancias peligrosas y también al manejo de residuos peligrosos.

Clase 1. Explosivos.

Clase 2. Gases.

Clase 3. Líquidos inflamables.

Clase 4. Sólidos inflamables.

Clase 5. Sustancias comburentes y/ peróxidos orgánicos.

Clase 6. Sustancias Tóxicas e infecciosas.

Clase 7. Sustancias radiactivas.

Clase 8. Sustancias Corrosivas.

Clase 9. Sustancias y objetos peligrosos varios.

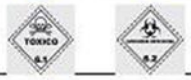
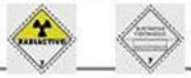
CLASE	DESIGNACIÓN	DESCRIPCIÓN GENERAL	PICTOGRAMA
1	MATERIALES EXPLOSIVOS	Sustancias sólidas o líquidas , o mezclas de sustancias, que de manera espontánea o por reacción química , pueden desprender gases a una temperatura y velocidad tales que pueden desprender gases	
2	GASES	Esta clase incluye gases comprimidos. Gases licuados refrigerados, mezcla de gases de uno o más gases con uno o más vapores de sustancias de otras clases.	
3	LÍQUIDOS INFLAMABLES	Líquidos y mezclas que tengan un punto de ignición inferior a 0ºC y un punto de ebullición inferior o igual a 35ºC, y las sustancias y preparados gaseosos que, a temperatura y presión normales, sean inflamables en contacto con el aire.	
4	SÓLIDOS INFLAMABLES	Los sólidos que puedan inflamarse fácilmente tras un breve contacto con una fuente de ignición y que sigan quemándose o consumiéndose una vez retirada dicha fuente,	
5	MATERIALES COMBURENTES Y PERÓXIDOS ORGÁNICOS	Sustancias que, sin ser necesariamente combustibles , pueden liberar oxigeno y en consecuencia estimular la combustión y aumentar la velocidad de un incendio en otro material	
6	MATERIALES TÓXICOS E INFECCIOSOS	Productos que en muy pequeña cantidad puedan provocar efectos Extremadamente graves, agudos o crónicos e incluso la muerte.	
7	MATERIALES RADIACTIVOS	Son materiales que emiten partículas radiactivas de diferentes formas como rayos alfa, beta y gama.	
8	MATERIALES CORROSIVOS	Son sustancias y preparados que, en contacto con tejidos vivos pueden ejercer una acción destructiva de los mismos. Estos productos suelen ser ácidos o álcalis cuyo contacto con la piel, aunque sea poco tiempo, provoca quemaduras químicas.	
9	MATERIALES PELIGROSOS VARIOS	Comprende sustancias y objetos que durante el transporte presentan un riesgo diferente a las otras clases	

Fig. N° 18 Clasificación sustancias peligrosas

3.3. Decreto Supremo N° 78/2010 Reglamento de almacenamiento de sustancias peligrosas.

Toda instalación que almacene **más de 10 t** de sustancias inflamables y **más de 12 t de otras clases**, requerirá **Autorización Sanitaria** para su funcionamiento. Deberá mantener al día los datos de la instalación y de las sustancias almacenadas, en sitio web:

- Identificación completa del interesado.
- Ubicación de la instalación de almacenamiento.
- Resolución de Calificación Ambiental (RCA), cuando corresponda.
- Especificaciones técnicas de las características constructivas de la instalación de almacenamiento, elaborada por un profesional idóneo, indicando su nombre, RUT, título profesional, universidad que lo otorgó, fecha de titulación y firma del profesional responsable.
- Memoria técnica de los sistemas de extinción de incendios, cuando proceda Plan de Emergencias.

- Clase de las sustancias, según la clasificación de la NCh 382.Of2004, que se almacenarán en la bodega, sus cantidades y capacidad máxima de almacenamiento.
- El almacenamiento en bodega común debe ser :
- Cerrada en su perímetro por muros o paredes sólidas incombustibles, piso liso, impermeable, construcción de acuerdo a la OGUC, respecto a las resistencias al fuego, según estudio de carga combustible.
- Registro escrito o electrónico de las sustancias almacenadas.
- Hojas de datos de seguridad.
- Sistema manual de extinción de incendio, según DS. 594/99 MINSAL. Sobre 1 Ton de inflamables y/o comburentes y/o peróxidos con sistema de detección automática de incendio.
- Sistema de ventilación natural o forzada.

El almacenamiento en bodega para sustancias peligrosas:

- Señalizada con rótulos externos que indiquen el almacenamiento de Sustancias Peligrosas (SP), según la NCh 2190.Of2003
- Cerrada en su perímetro por muros o paredes sólidas resistentes al agua, incombustibles, techo liviano, piso sólido impermeable y no poroso. Su construcción deberá ajustarse a lo señalado en la OGUC.

Cuando se almacenen sustancias líquidas deben contar con control de derrames. Señalizada con rótulos externos que indiquen el almacenamiento de SP según la NCh 2190.Of2003

- Cerrada en su perímetro por muros o paredes sólidas resistentes al agua, incombustibles, techo liviano, piso sólido impermeable y no poroso. Su construcción deberá ajustarse a lo señalado en la OGUC.
- Cuando se almacenen sustancias líquidas deben contar con control de derrames.
- La ventilación puede ser natural o forzada, con renovación de aire de al menos 12 cambios por hora.
- Instalación eléctrica reglamentaria (declarada en SEC).
- Puertas de escape: Cuando la distancia recorrida desde cualquier punto de la bodega no sea superior a 30m. Se exceptúan de contar con la puerta, bodegas de menos o igual a 40 m2
- Deben contar con duchas y lavaojos de emergencia a 20 m de la puerta, 10 m de toma de muestra zona de estanques.
- Envases rotulados
- Distanciamiento entre sustancias incompatibles de 2,4 m.
- Las bodegas deberán contar con pasillos internos demarcados con líneas amarillas, con un ancho mínimo 1,2 m. y de 2,4 m.

Personal capacitado formalmente cada 3 años y registro de ello.

- Registro impreso y/o electrónico de las sustancias almacenada, con NU, por clase según NCh 382.Of2004.
- Tener disponibles en forma impresa, las hojas de datos de seguridad, según la NCh 2245.Of2003.

- En la portería o acceso debe existir:
- Un croquis de la instalación, indicando las bodegas, las sustancias almacenadas, según NCh 382, los elementos para combatir la emergencia, las salidas de emergencias. Capacidad máxima de la bodega, hojas de datos de seguridad impresas.

3.4. Decreto Supremo N° 298/95 Reglamento de transporte de cargas peligrosas por calles y caminos.

Este reglamento establece 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.

De acuerdo al mismo, se considerarán sustancias peligrosas aquellas que se definen en las Normas Chilenas Oficiales NCh382.Of89 y NCh2120/1 al 9.Of89. Será responsable del cumplimiento de las obligaciones establecidas en los incisos precedentes, el expedidor de la carga. Para efectos del presente reglamento, expedidor de la carga es la persona natural o jurídica por cuya cuenta y orden se realiza el envío de la mercancía peligrosa, para lo cual contrata su transporte.

Se **entenderá por compatibilidad entre dos o más sustancias, la ausencia de riesgo potencial** de que ocurra una explosión, desprendimiento de calor o llamas, formación de gases, vapores, compuestos o mezclas peligrosas, así como de una alteración de las características físicas o químicas originales de cualquiera de los productos transportados, puestos en contacto entre sí, por vaciamiento, ruptura del embalaje o cualquier otra causa.

El **motor del vehículo deberá estar detenido mientras se realizan las operaciones de carga y descarga**, a menos que su utilización sea necesaria, bajo estrictas condiciones de seguridad, para el funcionamiento de bombas y otros mecanismos que permitan la carga o descarga del vehículo.

Durante el proceso de carga y descarga el **vehículo deberá encontrarse inmovilizado mediante un dispositivo que lo asegure, como cuñas u otros elementos, que eviten su desplazamiento.**

El transportista o su representante antes de iniciar la operación de transporte, deberá inspeccionar el vehículo asegurándose de sus perfectas condiciones para el transporte para el cual se destina, con especial atención en el estanque, si se tratare de un vehículo de transporte de gases o líquidos a granel, carrocería y demás elementos que puedan afectar a la seguridad de la carga transportada.

Todo el personal que participe en las operaciones de carga, descarga y transbordo de cargas peligrosas, deberá usar vestimenta adecuada y equipo de protección personal, conforme con las normas e instrucciones que indican los reglamentos respectivos y en la inexistencia de éstos, según las instrucciones

del expedidor cuando se trate de la carga o el transbordo, o del destinatario en la operación de descarga. Si el transportista no estuviere en conocimiento del carácter peligroso de la mercancía por no haberse así consignado en la Guía de Despacho o en la Factura, el expedidor será responsable de todos los perjuicios resultantes de la expedición de la misma, y ésta podrá en cualquier momento ser descargada, destruida o transformada en inofensiva, según requieran las circunstancias, sin que haya lugar a indemnización.

3.5. Decreto Supremo N° 594/2000 Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en os lugares de trabajo.

De acuerdo a esta norma, no podrán vaciarse a la red pública de desagües de aguas servidas sustancias radiactivas, corrosivas, venenosas, infecciosas, explosivas o inflamables o que tengan carácter peligroso en conformidad a la legislación y reglamentación vigente. La descarga de contaminantes al sistema de alcantarillado se ceñirá a lo dispuesto en la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente y las normas de emisión y demás normativa complementaria de ésta.

El almacenamiento de materiales deberá realizarse por procedimientos y en lugares apropiados y seguros para los trabajadores. Las sustancias peligrosas deberán almacenarse sólo en recintos específicos destinados para tales efectos.

El empleador mantendrá disponible un plan detallado de acción para enfrentar emergencias, y una hoja de seguridad que incluyan: nombre comercial, fórmula química, compuesto activo, cantidad almacenada, características físico químicas, tipo de riesgo más probable ante una emergencia, croquis de ubicación dentro del recinto donde se señalen las vías de acceso y elementos existentes para prevenir y controlar las emergencias.

Las sustancias inflamables deberán almacenarse en forma independiente y separada del resto de las sustancias peligrosas, en bodegas construidas con resistencia al fuego de acuerdo a lo establecido en la OGUC. Los **estanques de almacenamiento de combustibles líquidos** deberán cumplir las exigencias dispuestas en el decreto Nº90 de 1996, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

3.6. Decreto Supremo N° 160/2009 Reglamento de seguridad para las instalaciones y operaciones de producción, refinación, transporte, almacenamiento, distribución y abastecimiento de combustibles líquidos.

Este reglamento establece los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir las instalaciones de combustibles líquidos derivados del petróleo y biocombustibles y las operaciones asociadas a la producción, refinación, transporte, almacenamiento, distribución y abastecimiento de combustibles líquidos que se realicen en tales instalaciones, a objeto de realizar dichas actividades en forma segura, controlando el riesgo de manera tal que no constituyan peligros para las personas y/o cosas.

Establece que los operadores de las instalaciones de CL deberán velar por su correcta operación, mantenimiento e inspección, a objeto de desarrollar las actividades en forma segura, eliminando o controlando los eventuales riesgos que la operación presente para las personas y/o cosas.

El operador de las instalaciones de CL **deberá contar, en materia de seguridad de las instalaciones, con la asesoría de un experto en prevención de riesgos**, en los términos establecidos en el título III Capítulo 1párrafo 5 “Del experto en prevención de riesgos”. Además, deberá considerar los **Aspectos básicos en seguridad:** Programa de seguridad, manual de seguridad de combustibles líquidos, planes de emergencia y accidentes, accidentes a informar, del experto profesional y técnico en prevención de riesgos.

3.7. Decreto Supremo N° 157/2007 Reglamento de pesticidas de uso sanitario y doméstico.

El reglamento regula las condiciones de registro, autorización, fabricación, importación, almacenamiento, envase, expendio, tenencia, transporte, distribución, promoción, publicidad, aplicación y eliminación de pesticidas de uso sanitario y doméstico, así como la manipulación de todos aquellos que puedan afectar la salud de las personas.

Se entiende por **plaguicida o pesticida** cualquier sustancia, mezcla de ellas o agente destinado a ser aplicado en el medio ambiente, animales o plantas, con el objeto de prevenir, controlar o combatir organismos capaces de producir daños a personas, animales, plantas, semillas u objetos inanimados. Existen plaguicida de uso sanitario y doméstico, que son aquellos destinados a combatir vectores sanitarios y plagas en el ambiente de las viviendas, ya sea en el interior o exterior de éstas.

En términos generales, el transporte de plaguicidas deberá ajustarse a lo establecido en el Reglamento sobre Transporte de Cargas Peligrosas por Calles y Caminos, decreto N° 298 de 1995, del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones -o el que lo reemplace- y deberá cumplir con lo dispuesto sobre etiquetado, en el reglamento. Así:

- El almacenamiento de plaguicidas se deberá realizar en bodegas para sustancias peligrosas cuyo diseño y características de construcción se ajuste a lo establecido por la legislación pertinente.

- Los residuos de plaguicidas clasificados como peligrosos deberán identificarse y etiquetarse de acuerdo a la clasificación y tipo de riesgo que establece la Norma Chilena NCh 2.190, of. 93. Obligación que será exigible desde que tales residuos se almacenen y hasta su eliminación.

- Los envases de plaguicidas **se considerarán residuos peligrosos a menos que sean sometidos al procedimiento de triple lavado** y manejados conforme a un programa de eliminación.

- La aplicación de plaguicidas de venta especializada sólo podrá ser realizada por **empresas autorizadas por la autoridad sanitaria por medio de personal con la capacitación que contempla este reglamento.**

- **Antes, durante y después de la ejecución de los trabajos, la empresa deberá adoptar todas las precauciones necesarias para la debida protección contra riesgos de intoxicación**, ya sea por contaminación directa o por contaminación de artículos de consumo, tanto de las personas a cargo de estas labores y ocupantes de los lugares tratados como de los animales domésticos presentes en el lugar de la aplicación.

- El empleador deberá proporcionar a su costo, a los trabajadores que manipulen, preparen o apliquen plaguicidas, equipos de protección personal, los cuales deberán ser aquellos recomendados por el fabricante según el tipo de producto a utilizar y cumplir con la calidad certificada nacional.

- Las empresas que utilizan plaguicidas de uso doméstico y sanitario deberán contar con la autorización correspondiente otorgada por la autoridad sanitaria del territorio en el cual se encuentren ubicadas sus instalaciones. Esta autorización tendrá una duración de 3 años y se renovará en forma automática por iguales períodos mientras no sea dejada sin efecto.

3.8. Norma chilena 2190/2003 Transporte de sustancias peligrosas – distintivos para la identificación de riesgos.

El sistema de marcado, etiquetado o rotulado se basa en la clasificación de las sustancias peligrosas que se presentan en la Norma Chilena 382. Los distintivos de seguridad (marcas, etiquetas, rótulos), que se establece en esta norma están destinados para ser colocados sobre las mercancías o sobre los envases, embalajes o bultos que contienen estas sustancias y sobre los medios de transporte en que se trasladan estas sustancias.

La finalidad del etiquetado y rotulado es:

- Hacer que los bultos, envases y embalajes con sustancias peligrosas sean reconocibles fácilmente, a distancia por el aspecto general (símbolo, color, forma), de sus etiquetas o rótulos.

- **Hacer que la naturaleza del riesgo sea reconocible, fácilmente, mediante la simbología y otros elementos contenidos en etiquetas y rótulos.**

- Dar, mediante los colores contenidos en las etiquetas y rótulos, una primera orientación útil para la manipulación, estiba almacenamiento en tránsito y el transporte de las sustancias peligrosas.

Esta norma se aplica en el transporte de las sustancias peligrosas definidas en las normas chilenas 382 y 2120/1 a 2120/9, por vías terrestre, marítima, fluvial, lacustre o aérea, dentro del país y para el comercio de importación/exportación, así como en la manipulación en tránsito de estas sustancias.

3.9. Norma chilena 2245/2003 Sustancias químicas – hojas de datos de seguridad – requisitos.

La Hoja de Datos de Seguridad (HDS) es un medio adecuado para transferir información sobre las características esenciales y grados de riesgos que presentan los productos químicos para las personas, instalaciones o materiales y el medio ambiente, incluyendo aspectos de: transporte, manipulación, almacenamiento y acción ante emergencias, desde el productor o proveedor de un producto químico al receptor y usuario de dicho producto, también es usada para transmitir esta información a instituciones, servicios y otras entidades que juegan un rol al tratar con el producto mismo.

Facilita la difusión de información importante para las sustancias peligrosas, cuya terminología y clasificación general fue establecida en la norma chilena 382, siendo un **complemento que permite, también, cumplir con la obligación legal de dar a conocer los riesgos laborales** (derecho a saber).

MATERIALES PELIGROSOS

UNIDAD III

Manipulación, transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas. Legislación y Fuentes de información.

SEMANA 6

Introducción

El presente texto aborda las problemáticas de las concentraciones ambientales máximas permisibles (CAMP), para agentes de riesgo químicos, como así también, los límites máximos permisibles (LPM), para agentes de riesgos físicos. Así mismo, explica a través de ejemplos y casos el abordaje cuando se presentan combinaciones de sustancias o combinaciones entre diferentes fuentes de ruido.

Se establecen los controles más utilizados para proteger a los trabajadores de las consecuencias que tienen las exposiciones a estos agentes higiénicos. La normativa nacional vigente resulta un pilar fundamental para establecer dichos controles, ya que estos cuerpos legales establecen los rangos máximos en unidades de medida para cada agente (químico, físico o biológico). Se plantea también, el estudio de las sustancias o productos utilizados para el control de plagas o pestes en zonas agrícolas o uso domiciliario.

Los objetivos que pretende alcanzar este documento para el profesional de la administración de la seguridad y salud de las personas se establecen en: Internalizar la normativa legal vigente en relación a los límites permisibles de exposición de los trabajadores, identificar los agentes de riesgos higiénicos y determinar sus metodologías de control e identificar los peligros de los plaguicidas, sus beneficios y adversidades, como así también, la clasificación de riesgos que le otorgan organismos internacionales.

Concentraciones Permisibles para agentes químicos

Como ya sabemos, las enfermedades profesionales se diferencian fundamentalmente de las comunes por **el agente causante que ingresa al organismo en una cantidad suficiente para provocar daño**. Esta cantidad depende en gran parte de la **concentración en que se encuentra en el aire y del tiempo de exposición** a que las personas están en contacto con el agente o mezcla de ellos. También debemos considerar que el daño se relaciona además con la **susceptibilidad de cada persona** que manifiesta con el agente agresivo y con **el tamaño de las partículas**. Las medidas de control se basan en actuar sobre una de estas variables o en ambas.

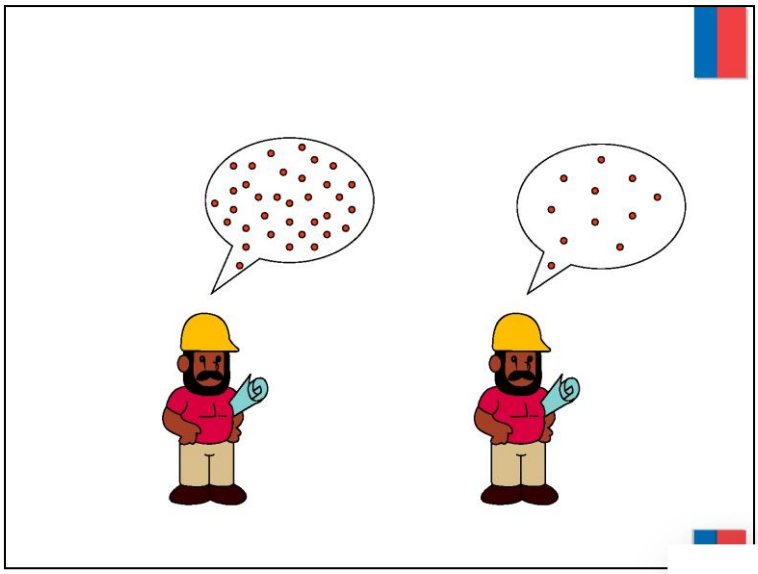


Figura N° 1 Concentración de partículas en el ambiente.

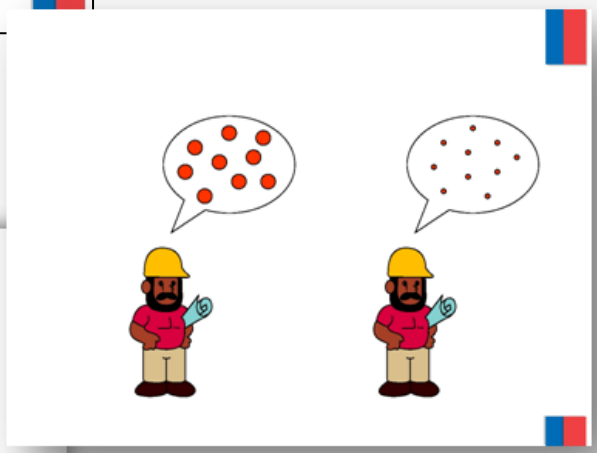


Fig. N° 3 Tamaño de la partícula

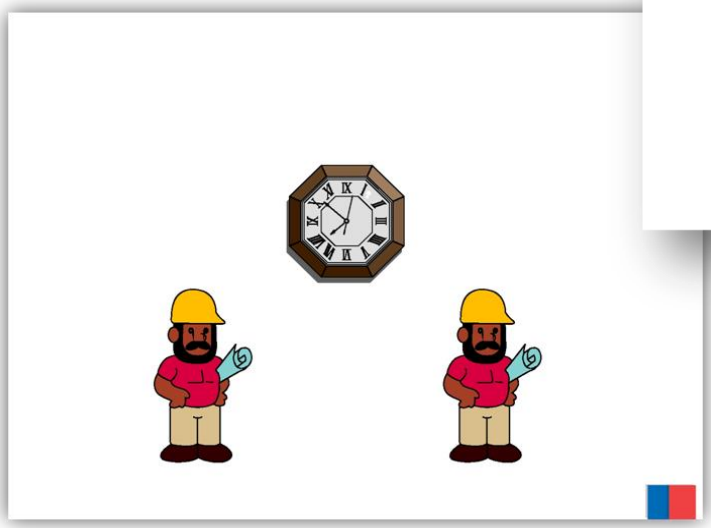


Figura N° 2 Tiempo de exposición a los agentes de riesgos.

Las sustancias tóxicas presentes en el aire penetran al organismo y algunas de ellas son retenidas o depositadas en ciertas partes, dependiendo de las características físicas y químicas de los agentes (Por ejemplo, su tamaño, forma, solubilidad, etc.). Algunas sustancias se disuelven en la sangre y ejercen una acción general en el cuerpo, que normalmente afecta a determinados órganos o sistemas. El daño del agente puede ser lento como en el caso de la silicosis y asbestosis, de corta duración como el saturnismo o muy corta como sustancias que destruyen la sangre. Pero, que entendemos como **agente de riesgo**. Desde un punto de vista amplio, **es la exposición a un elemento o sustancia química (agente químico), una energía (agente físico), o un ser vivo (agente biológico), presentes en el medio laboral, que en cantidad/concentración o intensidad suficiente pueden afectar la salud de los trabajadores que entren en contacto con él.** La siguiente figura retrata un resumen de lo anteriormente mencionado como agentes de riesgo para las personas:

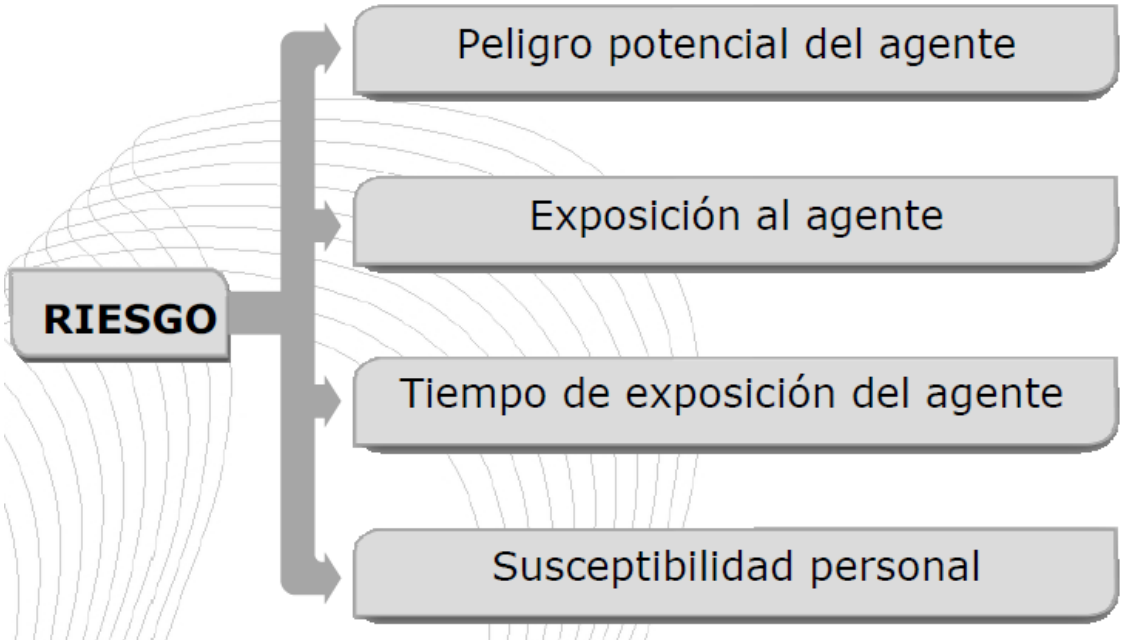


Figura N° 4 Cuadro Riesgos higiénicos (Fuente: Higiene Industrial Curso Experto en Prevención de Riesgos de la industria extractiva minera 2013).

Los agentes de riesgos más estudiados por la higiene industrial y que pueden afectar la salud de los trabajadores son numerosos, lo que hace indispensable una clasificación para poder facilitar su estudio. Por lo tanto, se suelen **dividir en 3 grandes grupos**:

- Químicos (Aerosoles [sólidos {polvos y humos} y líquidos {rocíos y nieblas}] Gases, [vapores, y gases propiamente tales].
- Físicos (Ruido, vibraciones, iluminación defectuosa, radiación ionizante y no ionizante)
- Biológicos (Virus, bacterias, hongos y parásitos)

De estos 3 grupos se establecen las concentraciones o límites máximos permisibles de exposición para los trabajadores en sus ambientes laborales.

La concentración ambiental máxima permisible (CAMP), considera todo lo comentado anteriormente y si alguna sustancia más tóxica son permitidas en mayor cantidad que otras menos tóxicas, debido a la acción de estas últimas que es en forma severa y rápida a ciertas partes del organismo, dando lugar muchas veces a accidentes del trabajo. Generalmente se **habla de CAPM** cuando se trata de **agentes químicos** (Aerosoles, gases, vapores, polvos, humos, nieblas, etc.)

Entendemos por **concentración ambiental máxima permisible** de una sustancia a su concentración en un ambiente laboral **por debajo de la cual existe una razonable seguridad de que el grupo de personas podrá desempeñar sus labores indefinidamente,** cumpliendo una jornada laboral normal durante toda su vida de trabajo, sin sufrir molestias ni daños a la salud. Dicha jornada ordinaria de trabajo es de 45 horas semanales. Sin dejar de mencionar aquellas labores que se desarrollan en turnos especiales autorizados por la inspección del trabajo (7X7, 4X4, 10X10, etc.).

Las CAMP se expresan en partes de la sustancia contenidas en un millón de partes de aire (ppm) o en milígramos contenidos en un metro cúbico (mg/m3). Nótese que cuando se trata de **agentes físicos** (Ruido, vibraciones), se usa la expresión **límites máximos permisibles (LPM)** y sus valores se expresan normalmente en unidades de energía y no en concentraciones. Por tanto, de manera gráfica se expresa los límites permisibles según la figura N° 5

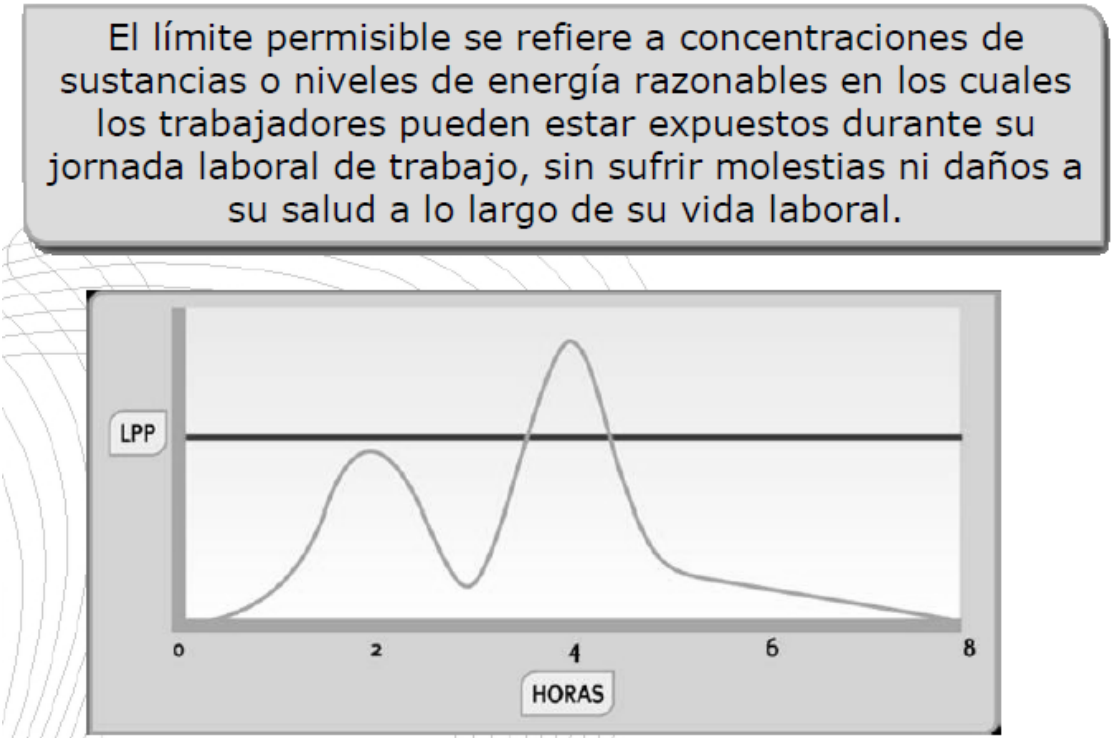


Figura N° 5 Límites Permisibles.

Los valores que se le asignan a las CAMP de los diferentes tóxicos deben considerarse sólo como un criterio para **orientar futuras decisiones**. No deben manejarse como simples reglas matemáticas, porque entiéndase que los daños son de naturaleza biológica. No se aplican para ordenar las sustancias químicas según su toxicidad ya que esto requiere de otras características. Para que el administrador de la seguridad y salud, como el higienista, evalúen el determinado riesgo y la adopción de ciertas medidas de control, no basta el valor asignado a un CAMP, sino que es necesario recurrir a información adicional.

Tratándose de la concentración permisible de **mezclas de sustancias en un sitio de trabajo**, se pueden distinguir **dos posibilidades**. **La primera** es que los efectos de las sustancias, que constituyen la mezcla **sean la mayoría aditivos**, en estos casos se entenderá que se está excediendo la concentración permisible, si sumamos los números que resultan de dividir la concentración de cada uno de los tóxicos por su respectivo CAMP. **La segunda posibilidad** es que las **sustancias tengan efectos independientes entre sí**, en este caso se considerará en forma separada la CAMP de cada una de ellas.

Así como pude existir la mezcla de sustancias en un área de trabajo y la complejidad para medir la CAMP. Para los LPM también se puede originar una problemática similar a la anterior. Supongamos que existen tres o más fuentes de ruido, se combinan dos de ellas y después se trata como una sola fuente para combinarla con una tercera y así sucesivamente con las siguientes hasta que se han combinado todas las fuentes en un total único. El siguiente ejemplo ayudará a analizar y dar solución a lo mencionado.

Escala para decibeles combinados

Diferencia entre dos niveles de decibeles que se van a sumar	Cantidad que se suma al nivel mayor para obtener la suma de decibeles (db)
0	3.0 db
1	2.6 db
2	2.1 db
3	1.8 db
4	1.4 db
5	1.2 db
6	1.0 db
7	**0.8 db**
8	0.6 db
9	0.5 db
10	0.4 db
11	0.3 db
12	**0.2 db**

Tabla N° 1 Escala para decibeles combinados (Fuente: NIOSH (Manual de control industrial 1978)).

Caso N° 1 (Fuente: Seguridad Industrial y administración de la salud, sexta edición. C. Ray Asfahl, David W. Rieske).

Supongamos que un trabajador está expuesto a cuatro fuentes de ruido en un área de trabajo:

1. Máquina A 86 db (decibeles)
2. Máquina B 86 db (decibeles)
3. Máquina C 82 db (decibeles)
4. Máquina C 78 db (decibeles)

Primero, se combinan dos fuentes idénticas de ruido, las máquinas A y B, para producir un nivel de ruido de 89 db. Después se suma la máquina C, como sigue:

Diferencia de db = 89 db - 82 db = 7 db

De la tabla 1, una diferencia de 7 db entre dos fuentes corresponde a 0.8 db a la fuente mayor. Por lo tanto, el sonido combinado de las máquinas A, B y C es:

Sonido combinado (A, B, C) = 89 db + 0.8 db = 89.8 db

Sumando la máquina D, tenemos:

Diferencia de db = 89.8 db – 78 db = 11.8 db = 12 db

De la tabla 1, una diferencia de 12 db entre dos fuentes corresponde a 0.2 db a la fuente mayor. Por lo tanto, el sonido combinado de todas las máquinas es:

En la presente figura N° 6 se grafica el cálculo del ejemplo anterior.

Máquina “B” 82 dB

Máquina “C” 82 dB

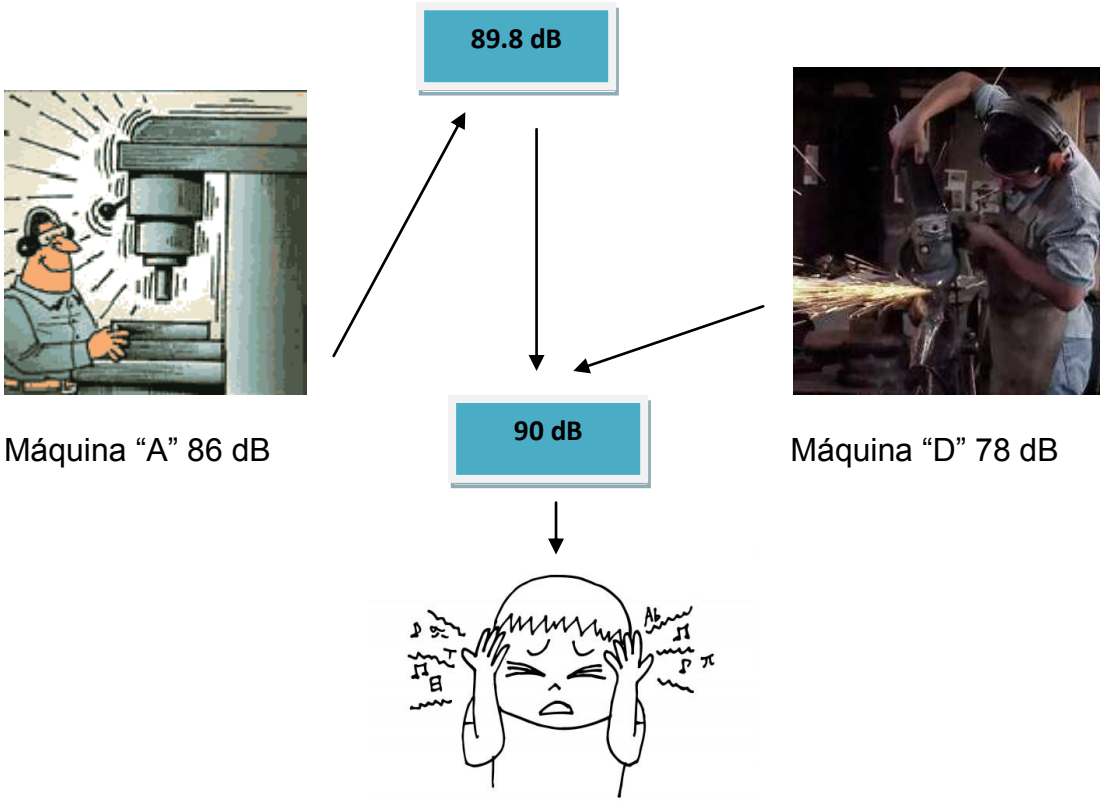


Figura N° 6 Combinación de ruido de varias fuentes.

De tal manera de enriquecer el vocabulario del administrador de la seguridad y salud se presentan conceptos relevantes en materias de exposición a agentes de riesgos en los ambientes laborales:

1. **Exposición a agente químico:** Presencia de un agente químico en el lugar de trabajo que implica el contacto de éste con el trabajador, normalmente, por inhalación o por vía dérmica.

2. Vigilancia de la salud: El examen de cada trabajador para determinar su estado de salud en relación con la exposición a agentes químicos específicos en el trabajo.

3. **Dosis:** La cantidad de tóxico que el organismo absorbe y por tanto incorpora.

4. **Ley de Haber:** DOSIS = CANTIDAD X TIEMPO. Así por ejemplo, si una persona ingiere 40 pastillas en 2 minutos muere, mientras que si, ingiere en 365 días 300 pastillas no matan sino curan.

5. Dosis de exposición: Concentración en el aire del contaminante que se inhala a lo largo de un tiempo.

6. Dosis absorbida o retenida: Denominada también como carga corporal, es la cantidad presente en el cuerpo en un determinado momento durante el transcurso de la exposición o después de ella.

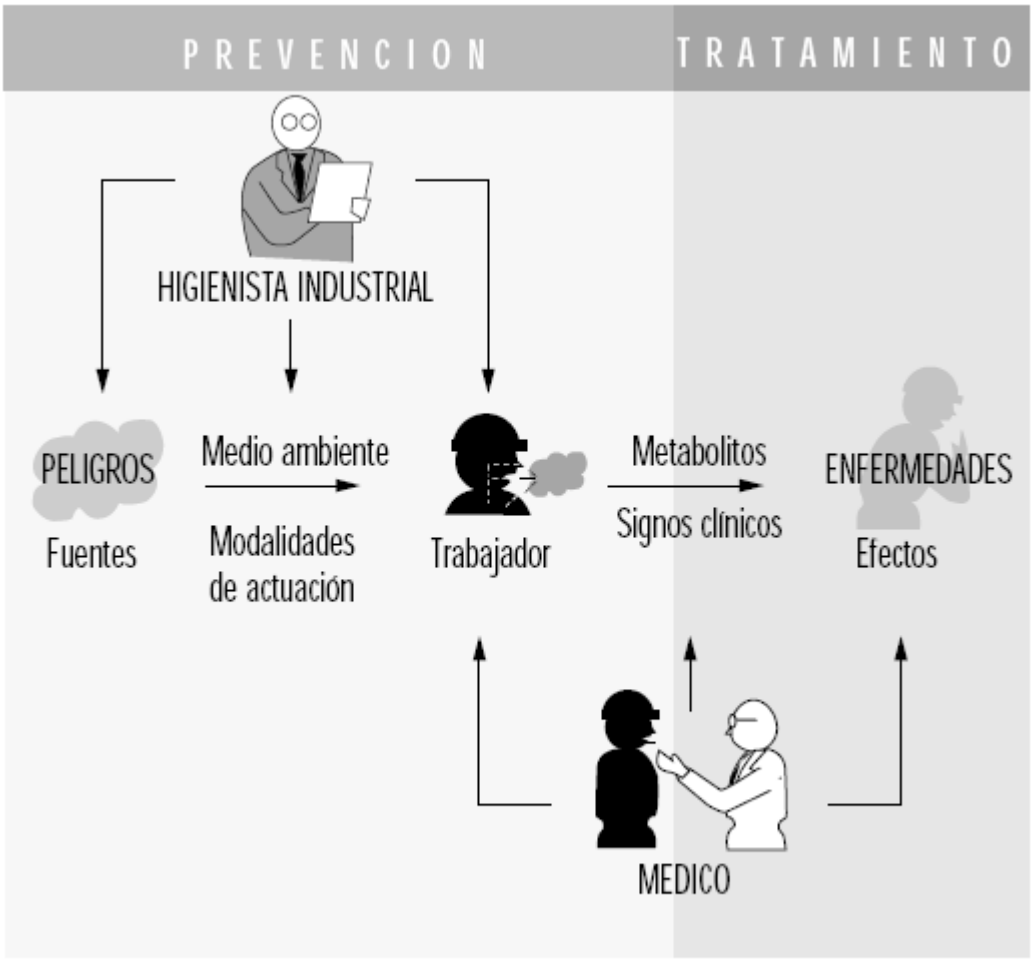
7. Dosis tisular: Cantidad de sustancia en un tejido muy concreto.

8. Dosis tóxica mínima (DTm): Cantidad mínima de sustancia administrada por cualquier vía que se conozca haya generado algún efecto tóxico.

9. Dosis letal mínima (DLm): Cantidad mínima de sustancia administrada por cualquier vía, que causa la muerte a algún animal de experimentación.

10. **Dosis efectiva:** Aquella que genera el efecto deseado en el 50% de los individuos que la sufren. Cuando dicho efecto es la muerte se denomina Dosis letal media o Dosis letal 50 (DL50).

El establecimiento profesional de controles para minimizar, mitigar o eliminar los agentes de riesgos químicos o físicos en los lugares de trabajo está a cargo de la ciencia denominada Higiene Industrial. Por tanto, el administrador de la seguridad y salud debe tener bastas competencias en dicha materia y que le ayuden a proponer programas efectivos frente a estas amenazas.



Fuente: Por cortesía del Prof. M. Guillemin. Institut universitaire romand de Santé au Travail, Lausana, Suiza (ligeramente modificado).

Figura N° 7 Identificación y Control de agentes de riesgos para la salud.

En otros capítulos hemos estudiado que las materias primas obtenidas de la naturaleza por el hombre son convertidas por la industria en liles de sustancias, las cuales son a su vez elaboradas en nuevos elementos de usos o consumo.

Todas estas sustancias presentan un riesgo determinado para el hombre. **Para valorizar el grado de toxicidad o riesgo** es necesario reconocer los efectos nocivos que las sustancias ejercen sobre el ser humano. Par ello es necesario establecer lo siguiente:

- Sus efectos nocivos.
- Sus vías de ingreso.
- Exámenes de diagnóstico.
- Sus límites permisibles.

Los efectos nocivos pueden ser: locales, o generalizados.

a) Los efectos locales se limitan particularmente a la acción sobre la piel, ojos, membranas mucosas del aparato respiratorio.
b) Los efectos generalizados se relacionan con el ingreso y distribución al organismo del contaminante afectando órganos internos, tejidos del aparato respiratorio inferior y gastro intestinal

Las vías de ingreso. Intenta indicar el método más probable por el que el agente tóxico ingresa al organismo. Piel, inhalación o ingestión.

Los exámenes de diagnóstico. En estos se incluyen los preocupacionales, ocupacionales o algunos especiales.

Los límites permisibles representan un nivel al que se estimó de acuerdo a la mejor información disponible que casi todos los trabajadores pueden ser expuestos una y otra vez, día tras día a través de su vida laboral, sin que se produzcan efectos adversos para su salud o sin someterlos a malestares significativos. Estos valores se clasifican en 4 grupos según las unidades utilizadas que dependen del estado físico en que se encuentran en el ambiente:

1. Para gases y vapores se da en **partes por millón en volumen (ppm).**
2. Para polvos tóxicos, humos y nieblas se da en **miligramos por m3 de aire (mg/m3).**
3. Para polvos minerales se da en partículas por **litro de aire (p/lt).**
4. Para radiación se da en **Roentgen/seman y en Curies.**

Fuente: Normas técnicas del S.N.S. Sobre Higiene y Seguridad Industrial.

Para dar una idea general sobre **las medidas técnicas usadas en el control de contaminantes atmosféricos** se indican algunos sistemas normalmente usados. Como primera medida deben cumplirse ciertas etapas de investigación y análisis como:

- Medición del contaminante.
- Comparación con la CAMP.
- Revisión del proceso industrial.
- Análisis del método de control.

Una vez que estos datos han sido revisados se procede a implantar el método de control de contaminantes más adecuado según sea el caso. Entre los métodos más aplicados encontramos:

- Método de sustitución.

- Método de encerramiento.
- Método de molienda húmeda.
- Método de aspiración local.

Legislación en materia de Concentraciones ambientales en los lugares de trabajo

Decreto Supremo N° 594/2000. Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales mínimas en los lugares de trabajo.

Como cultura general, para la formación del administrador de seguridad y salud, entendamos que hasta el año 1983 rigieron dos reglamentos separados, uno sobre condiciones sanitarias y el segundo sobre concentraciones ambientales de agentes nocivos permisibles en los lugares de trabajo. En este año (1983), ambos fueron reemplazados por el reglamento único mencionado en este título.

La parte sobre condiciones ambientales establece normas destinadas a prevenir enfermedades comunes originadas en el lugar de trabajo y contiene disposiciones sobre suministro de agua potable, servicios higiénicos, eliminación de aguas servidas y de residuos industriales y sobre guardarropías y comedores.

La segunda parte se refiere sobre la contaminación ambiental de los lugares de trabajo y tiene por objeto prevenir las enfermedades profesionales.

Establece además, los niveles de contaminantes de cualquier naturaleza que no se permite exceder en todo lugar de trabajo, para una jornada ordinaria de trabajo de 45 horas semanales.

Para los agentes químicos define el concepto de concentración ambiental máxima permisible (CAMP), como la mayor concentración de dichos agentes que puede existir en el ambiente de trabajo, por debajo de la cual se tiene una razonable seguridad de que la persona puede desempeñar su labor sin daño para la salud, con una exposición que no sea la indicada. Este reglamento, contiene una enumeración muy completa de las CAMP para los agentes químicos, ya sea en el estado de gases, vapores, nieblas o humos, que se expresan en partes por millón y en milígramos por metro cúbico.

En uno de sus capítulos establece la CAMP para polvos inorgánicos (Por ejemplo, cuarzo, silicatos y carbón), expresada en número de partículas por litro y milígramos por metro cúbico.

También trata sobre los agentes físicos que se rige por el límite máximo permisible (LPM). Considera en primer lugar la exposición a ruidos, sean estos

continuos o de impactos. Para el primero se permite un nivel de presión sonora máximo de 85 decibeles (db), para una exposición de 8 horas. En el caso de ruidos de impacto, el límite en decibeles está expresado en función del número de impactos en 8 horas.

El reglamento también incluye las vibraciones. Considerando la frecuencia y la aceleración del movimiento vibratorio.

A continuación, se detallan algunos artículos de referencia con respecto a las obligaciones de los empleadores y trabajadores en materia de exposición a agentes de riesgos químicos y físicos según el decreto supremo 594/2000:

Artículo 55°

Los límites permisibles de aquellos agentes químicos y físicos capaces de provocar efectos adversos en el trabajador serán, en todo lugar de trabajo, los que resulten de la aplicación de los artículos siguientes.

Artículo 56°

Los límites permisibles para sustancias químicas y agentes físicos son índices de referencia del riesgo ocupacional.

Artículo 57°

En el caso en que una medición representativa de las concentraciones de sustancias contaminantes existentes en el ambiente de trabajo o de la exposición a agentes físicos, demuestre que han sido sobrepasados los valores que se establecen como límites permisibles, el empleador deberá iniciar de inmediato las acciones necesarias para controlar el riesgo, sea en su origen, o bien, proporcionando protección adecuada al trabajador expuesto. En cualquier caso el empleador será responsable de evitar que los trabajadores realicen su trabajo en condiciones de riesgo para su salud.

Artículo 58°

Sé prohíbe la realización de trabajos, sin la protección personal correspondiente, en ambientes en que la atmósfera contenga menos de 18% de oxígeno.

Artículo 59°

Para los efectos de este reglamento se entenderá por:

a.- Límite Permisible Ponderado:

Valor máximo permitido para el promedio ponderado de las concentraciones ambientales de contaminantes químicos existente en los lugares de trabajo durante la jornada normal de 8 horas diarias, con un total de 48 horas semanales.

b.- Límite Permisible Temporal:

Valor máximo permitido para el promedio ponderado de las concentraciones ambientales de contaminantes químicos en los lugares de trabajo, medidas en un período de 15 minutos continuos dentro de la jornada de trabajo. Este límite no podrá ser excedido en ningún momento de la jornada.

c.- Límite Permisible Absoluto:

Valor máximo permitido para las concentraciones ambientales de contaminantes químicos medida en cualquier momento de la jornada de trabajo.

Artículo 60°

El promedio ponderado de las concentraciones ambientales de contaminantes químicos no deberá superar los límites permisibles ponderados (LPP) establecidos en el artículo 66 del presente Reglamento. Se podrán exceder momentáneamente estos límites, pero en ningún caso superar cinco veces su valor. Con todo, respecto de aquellas sustancias para las cuales se establece además un límite permisible temporal (LPT), tales excesos no podrán superar estos límites.

Tanto los excesos de los límites permisibles ponderados, como la exposición a límites permisibles temporales, no podrán repetirse más de cuatro veces en la jornada diaria, ni más de una vez en una hora.

Artículo 65°

Prohíbase 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.

- Asbesto Azul – Crocidolita
- Aldrín
- Bencina o Gasolina para vehículos motorizados en cualquier uso distinto de la combustión en los motores respectivos.
- Bendizina
- Beta – Naftilamina
- Beta – Propiolactona
- Clorometil Metiléter
- Dibromocloropropano
- Dibromo Etileno
- Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)

- Dieldrín
- Dimetilnitrosamina (N – Nitrosodimetilamina)
- Endrín
- 2 – 4 – 5T
- 4 – Nitro Difenilo
- 4 – Amino Difenilo (para Xenilamina)

En el artículo 66° del presente reglamento se detallan los límites permisibles ponderados y temporales para las concentraciones ambientales de las sustancias que en esa tabla se indican

Artículo 74°

La exposición ocupacional a ruido estable o fluctuante deberá ser controlada de modo que para una jornada de 8 horas diarias ningún trabajador podrá estar expuesto a un nivel de presión sonora continuo equivalente superior a 85 dB(A) lento, medidos en la posición del oído del trabajador.

En resumen: La exposición a sustancias tóxicas es el problema de salud más común, pero las que se originan en el ámbito laboral son muy distintas a las de exposición común de la sociedad. Esto debido principalmente, a las concentraciones y diversidad de sustancias venenosas a las que están expuestos los trabajadores. Por lo tanto, el establecimiento de concentraciones ambientales máximas permisibles (CAMP) o los límites máximos permisibles (LPM), suponen el primer paso para el control de los agentes de riesgos higiénicos. Asimismo, en este capítulo se han presentado además ejemplos que demuestran las diferentes posibilidades de medición par mezclas de sustancias, incluidas las mediciones de diferentes fuentes de ruido. La importancia de los controles para minimizar, mitigar o eliminar es tarea fundamental del administrador de la seguridad y salud, para ello el profesional recurrirá a metodologías ya conocidas en el ámbito de la higiene industrial, como lo son:

- Medición del contaminante.
- Comparación con la CAMP.
- Revisión del proceso industrial.
- Análisis del método de control.

Por último, la legislación actual vigente debe ser considerada en todo momento cuando se desee asesorar e instruir a la organización y trabajadores respecto a la presencia de agentes de riesgos higiénicos en los lugares de trabajo.

Sustancias Fitosanitarias (Plaguicidas)

Los sistemas nacionales de clasificación relativos a la evaluación de riesgos de los plaguicidas suelen caracterizarse por su exhaustividad debido a la utilización generalizada de estos productos químicos y su capacidad para dañar el medio ambiente de forma permanente. En estos sistemas pueden identificarse de dos a cinco clasificaciones de riesgos. Los criterios se basan en las dosis letales medias con diversas vías de exposición. Téngase en

consideración que en algunos países como Venezuela y Polonia sólo se reconoce una vía, la de ingestión, la OMS y otros países como por ejemplo, Chile, consideran además el contacto con la piel y la inhalación.

.

Los criterios para evaluar los riesgos de los plaguicidas generalmente se basan en las dosis letales medias por inhalación. En cambio, en otros países, como por ejemplo, Bulgaria, se tienen en cuenta la irritación de la piel y de los ojos, la sensibilización, la capacidad de acumulación, la persistencia en el medio ambiente, la toxicidad aguda y el tratamiento médico.

Clasificación de plaguicidas en función del riesgo recomendada por la OMS

Consiste en una categoría de riesgo o criterio de clasificación, la toxicidad aguda, dividida en cuatro niveles de clasificación basados en la LD50 (valores en ratas, orales y dérmicos para formas líquidas y sólidas), que van de la calificación de extremadamente peligroso a la de ligeramente peligroso.

Clasificación Toxicológica OMS	LD_{50} agudo (ratas), mg/kg de plaguicida			
	Por vía oral		Por vía cutánea	
	Sólidos	Líquidos	Sólidos	Líquidos
Ia Sumamente Peligroso	5 o menos	20 o menos	10 o menos	40 o menos
Ib Muy Peligroso	Más de 5 Hasta 50	Más de 20 Hasta 200	Mas de 10 Hasta 100	Más de 40 Hasta 400
II Moderadamente Peligroso	Más de 50 Hasta 500	Más de 200 Hasta 2.000	Mas de 100 Hasta 1.000	Más de 400 Hasta 4.000
III Poco Peligroso	Más de 500 Hasta 2.000	Más de 2.000 Hasta 3.000	Más de 1.000	Más de 4.000
IV Productos que normalmente no ofrecen peligro.	Más de 2.000	Más de 3.000		

Figura N° 8 Clasificación Toxicológica de la OMS para Plaguicidas.

Los plaguicidas se encuentran entre las sustancias más problemáticas de usar o manejar de una manera segura. Son, después de todo, “venenos” y se comercializan porque se sabe que tienen propiedades activas (deseables) biológicamente para los mercados. No obstante, el uso y mal uso de plaguicidas ha provocado contaminación de los alimentos y del medio ambiente y daños a la vida silvestre y a humanos en numerosas ocasiones.

Las amenazas de los plaguicidas ocasionaron que se llevaran a cabo acciones a niveles tanto nacionales como internacionales para controlar su uso desde la década de 1950. La FAO ha desarrollado especificaciones técnicas para más de 380 plaguicidas y formulaciones relacionadas para proveer estándares de calidad, ayudar en la aprobación y aceptación oficial de plaguicidas, proteger a los vendedores contra productos inferiores y asegurar la eficacia biológica. La FAO y la OMS comenzaron juntas a desarrollar estas especificaciones en el año 2002.

La FAO también desarrolló un *Código de Conducta Internacional sobre la Distribución y Uso de Plaguicidas* que se adoptó en 1985 y posteriormente se reformó en 1989. Este código voluntario, uno de los primeros estándares internacionales sobre las sustancias químicas (por ejemplo, plaguicidas) para proteger la salud del ser humano y el medio ambiente.

Fuente: O.I.T. Materiales Peligrosos

Los plaguicidas son compuestos destinados a combatir los insectos, parásitos y roedores que propagan enfermedades al hombre y además de combatir hongos, parásitos y malezas que causan daño a la agricultura y ganadería, como así también a las viviendas. De acuerdo al Decreto Supremo 157 Reglamento de Pesticidas de uso sanitario y doméstico, **la definición de plaguicida o pesticida es**: **"Cualquier sustancia, mezcla de ellas o agente destinado a ser aplicado en el medio ambiente, animales o plantas, con el objeto de prevenir, controlar o combatir organismos capaces de producir daños a personas, animales, plantas, semillas u objetos inanimados".**

Estos productos cuando se usan en forma consciente, han logrado sorprendentes beneficios y mínimos daños. **Gracias a los plaguicidas se ha erradicado la malaria, tifus, fiebre amarilla, etc.** Se ha protegido y asegurado de esta manera la salud y vida de las personas.

Al actuar sobre plagas, malezas, hongos o insectos que atacan las viviendas, el cultivo y los bosques, se ha conseguido un mayor rendimiento en la alimentación para las personas.

Habíamos dicho que los plaguicidas también han producido ciertos daños, que adquieren mayor o menor proporción según sus consecuencias. A raíz de ello, han desaparecido algunas hierbas útiles para las personas e insectos útiles como las abejas están en peligro de extinción. También, estos productos han provocado desde mucho tiempo intoxicaciones a los animales de sangre caliente. Mutaciones en bebes, infertilidad, cánceres y otros efectos dañinos para la población humana han sido producto del mal manejo de estas sustancias. El impacto mayor es la intoxicación oral, dérmica y respiratoria, con el fin de predecir además la acumulación diaria en las personas de estos agentes en cantidades pequeñas en sus organismos.

Figura N° 9 Mutaciones en niños. Figura N° 10 Abejas en riesgo de extinción

Todo lo anterior le plantea un serio problema a la industria de los plaguicidas y a las autoridades sanitarias. El primero debe asegurarse que envía al mercado un plaguicida que justifique su aplicación, que en lo posible sea específico ante un determinado agente, que no cause daños inesperados a corto o largo plazo. Las industrias gastan aproximadamente el 20% de sus costos en el estudio de los nuevos plaguicidas y transcurren entre 2 a 3 años para que un nuevo producto salga al mercado, habiéndose estudiado sus características y efectos en el hombre.

Las autoridades sanitarias necesitan de los plaguicidas, ellos ayudan como hemos dicho, contra pestes de índole agrícola y domiciliaria, pero también le plantea el control de los riesgos que involucra su fabricación, formulación, venta, uso y aplicación, queda además en sus manos, el difícil problema de estudiar cómo afectan a la salud los residuos de los plaguicidas, que entran en el organismo la pequeñas cantidades. Así también, la preocupación por la regulación en el etiquetado de estos productos para

información de la población y trabajadores en general. Dicha información, también debe considerar los criterios de índole internacionales como la OMS en esta materia.

Clasificación de la OMS según los riesgos	Información que debe figurar en la etiqueta			
	Clasificación del peligro	Color de la banda	Símbolo del peligro	Símbolos y palabras
Ia Sumamente peligroso	MUY TOXICO			MUY TOXICO
Ib Muy peligroso	TOXICO			TOXICO
II Moderadamente peligroso	NOCIVO			NOCIVO
III Poco peligroso	CUIDADO			CUIDADO
IV Pctos que normalmente no ofrecen peligro				CUIDADO

Figura N° 11 Clasificación de Riesgos OMS para Plaguicidas.

Por la vía oral se reciben los alimentos (Fruta, verduras, carne, leche, agua, etc.) Por la vía respiratoria, al exponer a las personas en atmósferas que los contienen, por la vía dérmica al manipularlos y aplicarlos, al lavarse con agua contaminada, etc. La respuesta por lo tanto, que se espera de los residuos de los plaguicidas es a largo plazo y difícil.

En Chile, el control de los plaguicidas está en manos del Servicio Nacional de Salud y del Ministerio de Agricultura, según lo estipula la ley N° 15.703.

El ministerio de Agricultura se preocupa del daño que pueden inferirse a la producción agrícola y ganadera, lleva un registro nacional de fabricantes y

cataloga a los plaguicidas según los datos de toxicidad entregados por el Servicio Nacional de Salud, esta acción en conjunta permite etiquetar de manera adecuada estas sustancias y si son altamente tóxicos, será un profesional agrónomo quién prescriba su uso y aplicación segura. El Servicio Nacional de Salud, a través de los departamentos de higiene industrial y medicina del trabajo tienen la misión de proteger a los trabajadores en las condiciones seguras de fabricación, formulación y aplicación, fijando los equipos de protección personal necesarios y las concentraciones máximas permisibles (CAMP), de cada plaguicida en el ambiente de trabajo.

Finalmente, los departamentos de higiene industrial, deben preocuparse de fijar también las CAMP de plaguicidas en el agua.

Es seguro que cada día aumentará la diversidad y cantidad de estos productos y se debe fijar un camino para manejarlos en forma segura y así es posible ver que para proteger la salud del trabajador se usa la dosis dérmica máxima que puede recibir, junto a la dosis máxima que se puede aceptar en un ambiente de trabajo, así también la dosis que entra al organismo por vía respiratoria. A la población se le protege usando la dosis máxima oral y el máximo de residuos de plaguicidas que puede aceptarse en los alimentos.

En los ambientes de trabajo, la concentración de plaguicidas en el aire se expresa en mg/m3 o en ppm.

Cuando se trata de residuos de plaguicidas en alimentos, los valores se dan en mg/kg de peso del alimento y si son líquidos, se habla de ppm o ppb