



# Respuesta Inicial a Incidentes con Materiales Peligrosos

*Instructor: Capitán, Ing. Oscar G. García Arias*

27 Julio, 3, 10,17 de Agosto 2005.  
Santo Domingo, D.N.



## CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE ACCIDENTES AMBIENTALES

### Introducción

Los *accidentes ambientales* se pueden definir como eventos inesperados que afectan, directa o indirectamente, la seguridad y la salud de la comunidad involucrada y causa impactos en el ambiente.

Los accidentes ambientales se pueden clasificar en dos tipos:

#### a. *Desastres naturales*

Son las catástrofes provocadas por fenómenos de la naturaleza. En la mayoría de los desastres de este tipo no interviene la mano del hombre. En esta categoría están incluidos los terremotos, maremotos, huracanes, etc.

#### b. *Desastres tecnológicos*

Son las catástrofes provocadas por las actividades realizadas por el hombre, tales como los accidentes nucleares, las fugas de sustancias químicas, etc.

Si bien las causas que originan estos dos tipos de catástrofes son independientes, algunas veces pueden estar relacionadas, como podría ser el caso de una fuerte tormenta que ocasiona daños en una planta industrial. En ese caso, además de los daños directos provocados por el fenómeno natural, también puede haber otros problemas derivados de los impactos en las instalaciones de la empresa afectada.

Las intervenciones del hombre en la naturaleza también pueden contribuir a la ocurrencia de accidentes naturales. Por ejemplo, el uso y ocupación desordenada del suelo puede acelerar los procesos de deslizamiento de tierra.

Como por lo general es difícil prevenir la mayoría de los accidentes naturales, en diversos países del mundo, principalmente en aquellos en los que estos fenómenos son más frecuentes, se ha invertido en sistemas para atender estas situaciones.

Se puede decir que la mayoría de los accidentes de origen tecnológico es previsible, por lo que se debe trabajar principalmente en la prevención de estos episodios, sin descuidar la preparación e intervención durante su ocurrencia.

De este modo, se puede observar que, para los accidentes de origen tecnológico, se aplica perfectamente el concepto básico de *gestión de riesgos*. Es decir, es posible



disminuir un riesgo si se actúa tanto en la "probabilidad" de la ocurrencia de un evento no deseado, como en las "consecuencias" generadas por tal evento.

En la década de los ochenta, se dio bastante énfasis a la prevención de accidentes industriales, principalmente después de los casos de Chernobyl, Ciudad de México y Bhopal, y se desarrollaron diferentes programas en los que no sólo se contemplaban los aspectos preventivos sino también los de intervención durante las emergencias. Entre esos programas se puede destacar el *Emergency Planning and Community Right-to-Know Act* (Acta de Planificación de Emergencias y el Derecho a Saber de la Comunidad), el *CAER-Community Awareness and Emergency Response* (Concientización y Respuesta a Emergencias de la Comunidad); el *APELL – Awareness and Preparedness for Emergency at Local Level* (Programa de Concientización y Preparación para Emergencias en el Nivel Local), entre otros.

### **Consideraciones generales**

No se puede ignorar la posibilidad de la ocurrencia de accidentes ambientales provocados por productos químicos. Sin embargo, es necesario tratar de reducir al máximo la probabilidad de ocurrencia de estos episodios mediante el desarrollo de medidas preventivas adecuadas.

También es necesario desarrollar medidas correctivas eficaces para la reducción de los impactos causados al ambiente durante la ocurrencia de los accidentes.

En base a lo expuesto anteriormente, se puede decir que la gestión de accidentes ambientales pasa por dos etapas, a las que corresponden acciones diferenciadas, según lo indicado en el cuadro de la figura 2.

La eficacia de la prevención de los accidentes ambientales y de la minimización de sus impactos, sólo será posible a través de la elaboración de un sistema adecuado que se deberá actualizar y perfeccionar permanentemente con la finalidad de:

- a. Preservar la vida humana;
- b. Evitar impactos significativos para el ambiente;
- c. Evitar o minimizar las pérdidas materiales.

Para lograr el éxito de las operaciones durante las situaciones de emergencia se debe procurar actuar de manera coordinada con la participación de todas las personas involucradas y establecer planes específicos complementados con una capacitación periódica.



# NOCIONES BÁSICAS DE TOXICOLOGÍA APLICADAS A LAS EMERGENCIAS QUÍMICAS

## Accidentes químicos

La Organización Mundial de la Salud (OMS) utiliza los términos *accidente químico* y *emergencia química* para hacer referencia a un acontecimiento o situación peligrosa que resulta de la liberación de una sustancia o sustancias que representan un riesgo para la salud humana y/o el medio ambiente, a corto o largo plazo. Estos acontecimientos o situaciones incluyen incendios, explosiones, fugas o liberaciones de sustancias tóxicas que pueden provocar enfermedad, lesión, invalidez o muerte, a menudo de una gran cantidad de seres humanos.

Aunque la contaminación del agua o de la cadena alimenticia que resulta de un accidente químico puede afectar a poblaciones dispersas, a menudo la población expuesta está dentro o muy próxima a una zona industrial. En un área urbana la población expuesta puede estar, por ejemplo, en las cercanías de un vehículo accidentado que transportaba sustancias peligrosas. Con menos frecuencia, la población expuesta está a cierta distancia del sitio del accidente, incluyendo zonas del otro lado de las fronteras nacionales.

Esta definición debe plantearse unida al concepto de *incidente químico*, en el que una exposición originada por liberaciones de una sustancia o sustancias químicas pueden resultar en enfermedad o posibilidad de ésta. El número de personas afectadas por un incidente químico puede ser muy reducido (incluso una sola), y la enfermedad, incapacidad o muerte puede ocurrir en un lapso considerable, por ejemplo años después del accidente.

Además de los efectos para la salud humana, los accidentes químicos pueden resultar en un daño considerable o a largo plazo al medio ambiente, con cuantiosos costos humanos y económicos (IPCS / OECD / UNEP / WHO1994).

## Clasificación de los accidentes químicos

Desde la perspectiva de la salud, existen varias maneras de clasificar los accidentes químicos, de las cuales ninguna es completa o mutuamente excluyente. Por ejemplo, la clasificación podría basarse en: las sustancias químicas involucradas, la cantidad, la forma física, dónde y cómo ocurrió la fuga; las fuentes de liberación; la extensión del área contaminada; el número de personas expuestas; las vías de exposición; y las consecuencias en la salud relacionadas con la exposición. Algunas consideraciones son necesarias para aclarar esta clasificación, y se presentan a continuación:

- Las sustancias involucradas



Las sustancias involucradas en un accidente pueden agruparse de acuerdo a si son:

- sustancias peligrosas, por ejemplo explosivas, líquidos o sólidos inflamables, agentes oxidantes, sustancias tóxicas o corrosivas;
- aditivos, contaminantes y adulterantes, por ejemplo en el agua potable, bebidas o alimentos, medicamentos y bienes de consumo; y
- productos radioactivos, que no son considerados en esta presentación.

La cantidad de la sustancia química liberada y sus propiedades tóxicas deberían también ser consideradas. Por ejemplo un kilo de cianuro de sodio es más peligroso que un kilo de gas cloro.

- Fuentes de liberación

Las liberaciones pueden originarse por la actividad humana o tener origen natural, es decir que pueden ser antropogénicas o naturales. Entre las antropogénicas se incluyen: manufactura, almacenamiento, manipulación, transporte (ferrocarril, carretera, agua y tuberías), uso y eliminación. Entre las fuentes de origen natural se incluyen la actividad volcánica, incendios y toxinas de origen animal, vegetal o microbiano.

- Extensión del área contaminada

Los accidentes pueden clasificarse de acuerdo a: si fueron delimitados al área de una instalación y no afectaron a nadie en el exterior; si afectaron únicamente la vecindad inmediata de una planta; si afectaron una zona extensa alrededor de la instalación o si se dispersaron mucho.

- Número de personas expuestas

Los accidentes podrán clasificarse por el número de personas afectadas, calculado en términos de muertos, lesionados y/o evacuados. Sin embargo, la gravedad de un accidente químico no puede determinarse únicamente sobre esta base y así se deberán tomar en cuenta todas las circunstancias y consecuencias conocidas.

- Vías de exposición

Desde la perspectiva de la salud, las vías de exposición podrían ser un medio para clasificar los accidentes químicos. Existen cuatro vías principales: inhalación, exposición ocular, contacto con la piel e ingestión. Ninguna de estas vías es mutuamente excluyente.

- Consecuencias para la salud



Los accidentes químicos pueden ser clasificados también según las consecuencias médicas o para la salud, o en función del sistema u órgano afectado. Ejemplos de esto serían los accidentes que causan efectos carcinogénicos, teratogénicos, dermatológicos, inmunológicos, hepáticos, neurológicos, pulmonares u otros (OPS/OMS, 1998).

### **Aspectos toxicológicos para la atención de un accidente químico**

Algunos de los desastres que ocurrieron más recientemente pusieron en evidencia la necesidad del conocimiento de la toxicidad de los compuestos usados en la industria. Este conocimiento es esencial para la aplicación de un tratamiento efectivo y rápido de los efectos tóxicos, como también para el tratamiento de intoxicaciones accidentales. En el caso del accidente de 1984 en Bhopal, India, donde era fabricado el insecticida Carbaril, se produjo una emisión de isocianato de metilo. En esa época poco o nada se conocía sobre la toxicidad de esta sustancia, y como consecuencia el tratamiento de las víctimas fue incierto y posiblemente inadecuado.

La pregunta que surge, ante la gran cantidad de sustancias químicas, es: "¿Todas las sustancias químicas son tóxicas?". Probablemente la mejor respuesta sería: "No hay sustancias químicas seguras sino maneras seguras de usarlas" (Timbrell, 1989).

En el documento OPS/OMS (1998) se aconseja que las autoridades locales deberían estar preparadas para tomar parte en el proceso de concientización y preparación para accidentes químicos, o en un programa similar, incluyendo el intercambio de toda la información importante con la comunidad y la industria local. Así, deberían participar en este proceso los hospitales y otras instalaciones destinadas al tratamiento, los profesionales de salud y los centros de información toxicológica y los centros para emergencias químicas.

Desde este punto de vista se considera importante que los participantes, en la atención de una emergencia química, tengan conocimientos básicos de toxicología. Estos conocimientos facilitarán las actividades de los profesionales que participan en la atención de la emergencia así como la protección adecuada para evitar efectos tóxicos.

En un artículo publicado por Gajraj, en 1988, en la revista *UNEP Industry and Environment*, sobre necesidades de capacitación en la mitigación y contención para accidentes, ya se consideraban los aspectos toxicológicos entre las actividades de ese tipo de curso.

### **Toxicología**

La toxicología es la ciencia que estudia los efectos nocivos producidos por las sustancias químicas sobre los organismos vivos. Así, el individuo humano, los animales y las plantas pueden estar expuestos a una gran variedad de sustancias químicas. Éstas



pueden ser desde metales y sustancias inorgánicas hasta moléculas orgánicas muy complejas.

Según el Programa Nacional de Toxicología del Servicio de Salud Pública de EUA (EUA, 1999) existen en ese país 80.000 sustancias químicas a las que sus habitantes pueden estar expuestos a través de productos industriales y de consumo, como también por estar presentes en los alimentos, en el agua para beber y en el aire que se respira. Generalmente, se supone que relativamente pocas representan un riesgo significativo para la salud humana, en las concentraciones de exposición existentes, y que los efectos en la salud producidos por la mayoría de ellas son generalmente desconocidos.

En 1998, según otra publicación, el inventario de las sustancias químicas comerciales en Europa registró 100.000 comercializadas para varios propósitos. De acuerdo con la Asociación de Industrias Químicas de la República Federal de Alemania solamente alrededor de 4600 sustancias son producidas en cantidades superiores a 10.000 t anuales. El resto de las sustancias se usan en el laboratorio o en productos manufacturados.

### **Conceptos básicos de toxicología**

Algunos términos de uso frecuente en toxicología son importantes y deben ser conocidos. Por ejemplo: sustancia peligrosa, riesgo, toxicidad, dosis, exposición, absorción, biodisponibilidad, distribución, acumulación, biotransformación, eliminación y efecto tóxico.

#### *Sustancia peligrosa*

Una sustancia peligrosa o un agente peligroso tiene la capacidad de causar daño en un organismo expuesto. Un ejemplo aclarará este concepto: la estricnina es una sustancia química muy tóxica. Cuando está dentro de un frasco perfectamente cerrado puede manipularse sin que se produzca un efecto tóxico. Su toxicidad no mudó pero al no estar en contacto con un organismo vivo no es posible evidenciar su capacidad de producir su efecto tóxico (Ottoboni, 1991).

#### *Riesgo*

Riesgo es la probabilidad de que aparezca un efecto nocivo debido a la exposición a una sustancia química.

#### *Toxicidad*

La toxicidad de una sustancia química se refiere a la capacidad de causar daño en un órgano determinado, alterar los procesos bioquímicos o alterar un sistema enzimático.

Todas las sustancias, naturales o sintéticas, son tóxicas, es decir que producen efectos adversos para la salud en alguna condición de exposición. Es incorrecto denominar



algunas sustancias químicas como tóxicas y otras como no tóxicas. Las sustancias difieren grandemente en su toxicidad. Las condiciones de exposición y la dosis son factores que determinan los efectos tóxicos (Ottoboni, 1991).

### *Dosis*

Paracelso, en el siglo XVI, afirmó: "Todas las sustancias son tóxicas. No hay ninguna que no sea tóxica. La dosis establece la diferencia entre un tóxico y un medicamento". Esta afirmación continúa siendo de gran importancia para la toxicología e involucra la idea de dosis.

Una información muy usada es la denominada dosis letal 50 ( $DL_{50}$ ), que es la cantidad de una sustancia química que cuando es administrada en una sola dosis por vía oral, expresada en masa de la sustancia por masa de animal, produce la muerte en el 50% de los roedores en experimentación dentro de un período de observación de 14 días (Swanson, 1997).

Otro valor es la concentración letal 50 ( $CL_{50}$ ), que es la concentración en el aire de una sustancia química que cuando es inhalada continuamente durante 8 horas produce la muerte en el 50% de los roedores en experimentación.

Si la dosis de una sustancia es suficientemente alta puede ser peligrosa para cualquier ser vivo, como también si la dosis de una sustancia muy tóxica es muy baja podrá no producir efecto adverso. El agua, un elemento esencial para la vida, ingerida en grandes cantidades puede ser tóxica. Esto se debe a que un volumen superior a aquél considerado como ingestión diaria normal para un adulto, entre 2L y 2,5L, puede causar la eliminación por la orina de sustancias que son esenciales para el organismo.

El periodo de tiempo en el que se administra una dosis y la frecuencia son informaciones muy importantes.

### *Exposición*

Para que una sustancia química produzca un efecto, ésta debe estar en contacto con el organismo. Las sustancias químicas pueden ingresar al organismo por tres vías principales: digestiva, respiratoria y dérmica. Después del ingreso, por cualquiera de estas vías, las sustancias químicas pueden ser absorbidas y pasar a la sangre, distribuirse por todo el organismo, llegar a determinados órganos donde son biotransformadas, producir efectos tóxicos y posteriormente ser eliminadas del organismo

También una sustancia química puede entrar al organismo por otras vías, como por ejemplo por inyección venosa o intramuscular, pero estas vías no son de gran interés desde el punto de vista toxicológico y especialmente cuando se trata de accidentes producidos por sustancias químicas.



Un esquema bastante usado para clasificar las sustancias químicas según la toxicidad está basado en la duración de la exposición. Los toxicólogos generalmente buscan entender los efectos de la exposición aguda, subcrónica y crónica, y para cada una de estas tres exposiciones, el tipo de efecto adverso.

### *Absorción*

La absorción implica que la sustancia química atraviesa membranas biológicas. En el caso de que una sustancia sea ingerida, ésta puede ser absorbida en cualquier parte del tracto gastrointestinal. Sin embargo, la mayor absorción se produce en el intestino delgado, de donde la sustancia química pasa al sistema circulatorio por la vena porta y es transportada directamente al hígado.

La inhalación es la vía más rápida por la cual una sustancia química ingresa al organismo. Un ejemplo es la inhalación del éter etílico, un gas anestésico, que al llegar al pulmón se absorbe, pasa a la sangre y posteriormente se observa el efecto. También pueden ingresar por la vía respiratoria sustancias como material particulado o gases.

La vía cutánea es otra vía de ingreso importante. El espesor de la piel en las distintas regiones del organismo influye en la absorción. Así, en la región del abdomen y del escroto, donde la piel es más fina, la absorción es más rápida que en otras donde es más gruesa, como en la planta de los pies o la palma de la mano. El parathión es fácilmente absorbido por vía cutánea. Cuando un área grande de piel está en contacto con una sustancia química la cantidad absorbida será mayor que si se trata de una superficie pequeña. El tiempo de contacto también es importante, siendo mayor la absorción cuanto mayor es el tiempo de contacto.

### *Distribución*

Después de que la sustancia química es absorbida, se distribuye por la sangre a todo el organismo causando efectos nocivos, especialmente en el órgano blanco.

Se entiende por órgano blanco el órgano donde primero se evidencia un efecto nocivo. Para producir esos efectos la sustancia química debe alcanzar una concentración determinada en el órgano, razón por la cual es importante la dosis. La existencia de un órgano blanco no significa que en los otros órganos no se verifiquen efectos, y a medida que aumenta la dosis y el tiempo de exposición otros órganos serán afectados.

### *Acumulación*

Una parte de la sustancia química, que es distribuida en el organismo, puede acumularse. Esto puede ocurrir también en la sangre ya que algunas sustancias pueden unirse a las proteínas sanguíneas. El flúor y el plomo pueden acumularse en los huesos, los bifenilospoliclorados (según la sigla en inglés, PCBs) pueden acumularse en la grasa; otro ejemplo es el cadmio que se une a las proteínas y se acumula en el riñón.



### *Eliminación*

Las sustancias solubles en agua son eliminadas por la orina. Las sustancias que son volátiles, como etanol y acetona, y los gases como el monóxido de carbono se eliminan parcialmente por el aire expirado. Algunas también son eliminadas por la leche y sudor.

### *Efectos nocivos*

Los efectos tóxicos observados pueden ser: daño a los tejidos y otras modificaciones patológicas, lesiones bioquímicas, efectos teratogénicos, efectos en la reproducción, mutagenicidad, teratogenicidad, efectos irritantes y reacciones alérgicas. Los tres primeros puntos de contacto entre sustancias químicas presentes en el ambiente y el organismo son el tracto gastrointestinal, el sistema respiratorio y la piel. Debe recordarse que las sustancias químicas se absorben y pasan a la sangre, y luego pasan al hígado, riñones, sistema nervioso y sistema reproductivo, entre otros.



## CLASIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS MATERIALES PELIGROSOS

### Introducción

Las actividades que se requieren para controlar una emergencia con materiales peligrosos se basan en la identificación de los materiales o sustancias peligrosas involucradas. La facilidad y rapidez con que se controle una emergencia mejora considerablemente si se dispone de un buen sistema de identificación.

En algunos casos, las placas (rótulos), etiquetas, papeles de embarque o envío y el conocimiento acerca de las sustancias almacenadas en la instalación o el informe de un testigo ocular, suponiendo que éste sea creíble, pueden hacer relativamente fácil el proceso de identificación. En otros casos, puede tomar una cantidad considerable de tiempo determinar la identidad de un material o sustancia peligrosa. También las sustancias simples que puedan mezclarse en un accidente, o los productos de combustión, presentan problemas especiales al determinar los peligros que puedan encontrarse.

Cuando no se conoce cuáles son los materiales involucrados, se debe suponer que existe una situación grave y se deben tomar medidas de seguridad y precauciones máximas para prevenir cualquier efecto indeseable en el personal de emergencia o en cualquier otra persona en el área. Una vez que se ha identificado el material, se pueden determinar los peligros asociados con él y se puede hacer una evaluación de su impacto potencial. Se pueden establecer las medidas de control más apropiadas para ese tipo de material y sus peligros, así como medidas de seguridad tanto para el personal que atiende la emergencia como para el resto de la gente, respecto a los peligros que se corren.

Los materiales peligrosos son transportados y almacenados frecuentemente en grandes cantidades. Un escape accidental de estos materiales presenta un peligro potencial para el público y el medio ambiente. El accidente puede ser manejado más rápidamente cuando el material peligroso es identificado y caracterizado específicamente. Lamentablemente, el contenido de los tanques o camiones de almacenaje puede que no esté especificado o adecuadamente identificado. Puede ser que los papeles de embarque o registros no estén disponibles. Incluso con tal información, se necesita una persona con experiencia para definir los peligros y su gravedad.

Debido a la necesidad inmediata de información concerniente a un material peligroso, se han desarrollado varios sistemas de identificación de materiales peligrosos. Todos ayudan a que los que participan en el accidente se enfrenten con rapidez y seguridad a un problema que puede originar peligros a la salud o al medio ambiente.



El primer sistema que se presentará es el propuesto por la Asociación Nacional de Protección contra Incendios de Estados Unidos [ *National Fire Protection Association* (NFPA)] y de manera específica el Sistema de Normas para la Identificación de Riesgos de Incendio de Materiales, NFPA 704, el cual se emplea para tanques de almacenaje y recipientes pequeños (instalaciones permanentes). El segundo sistema se usa exclusivamente para depósitos y tanques transportados en la comercialización de los materiales peligrosos. El Departamento de Transporte (DOT) de los Estados Unidos de América es responsable de este sistema, apoyado en los lineamientos del sistema de clasificación propuesto por las Naciones Unidas. Su empleo se basa en el uso de placas y etiquetas.

Curso PRIMAP

<b>Reconocimiento</b>	<b>Identificación</b>
<b>1. Naturaleza del lugar</b>	<b>1. Número ONU</b>
<b>2. Tipo y forma del contenedor</b>	<b>2. Nombre marcado en el contenedor</b>
<b>3. Diamantes, placas, etiquetas, marcas corporativas</b>	<b>3. Documentos de transporte</b>
<b>4. Sentidos</b>	<b>4. Hojas MSDS</b>

### **1) Sistema estandarizado para la identificación de riesgo de incendio de materiales peligrosos (NFPA 704)**

#### **Descripción**

El sistema de información se basa en el "rombo de la 704", que representa visualmente la información sobre tres categorías de riesgo: salud, inflamabilidad y reactividad, además del nivel de gravedad de cada uno. También señala dos riesgos especiales: la reacción con el agua y su poder oxidante. El rombo está pensado para ofrecer una información inmediata incluso a costa de cierta precisión y no hay que ver en él más de lo que estrictamente indica. El sistema normalizado (estandarizado) usa números y colores en un aviso para definir los peligros básicos de un material peligroso. La salud,



inflamabilidad y reactividad están identificadas y clasificadas en una escala de 0 a 4 dependiendo del grado de peligro que presenten.

Las clasificaciones de productos químicos individuales se pueden encontrar en la *Guía para materiales peligrosos* de la NFPA.

Resumen del Sistema de Clasificación de Peligros (NFPA)



El material constitutivo de los pictogramas como también del panel naranja, será ejecutado como lámina autoadhesiva, que podrá tener un soporte metálico que le brinde soporte rígido, teniendo la propiedad de retro-reflejar la luz que le incide, visualizándose con claridad aún en circunstancias de lluvia, niebla, polvo, por ej. El haz de luz incidente de un reflector.

Las dimensiones de los pictogramas identificatorios de peligro varían de acuerdo al tipo de transporte de la mercancía peligrosa.



## 2) Sistema de identificación de los materiales peligrosos UN/DOT/CANUTEC

La administración del transporte de materiales peligrosos del Departamento de Transporte de los Estados Unidos (DOT) regula más de 1400 materiales peligrosos. Las regulaciones exigen etiquetas en recipientes pequeños y placas en tanques y remolques. Las etiquetas y placas indican la naturaleza del peligro que presenta la carga. La clasificación usada en estas señales se basa en las diferentes clases de peligros definidas por los expertos de las Naciones Unidas. El número de la clase de peligro de las sustancias se encuentra en la esquina o vértice inferior de la placa o etiqueta.

Para facilitar la intervención en accidentes donde se vean involucrados materiales peligrosos, se emplean placas para su identificación con el uso de cuatro dígitos. Este número procede de la tabla de materiales peligrosos de las regulaciones del DOT, 49 CFR 172.101. Este número de identificación (ID/UN) debe ser escrito también en los documentos de embarque o manifiestos de carga. En el caso de un accidente será mucho más fácil de obtener el número de identificación de la placa que de los documentos de embarque. Una vez obtenido el número, se puede consultar la *Guía de respuesta inicial a la emergencia* del DOT de Estados Unidos o del CANUTEC de Canadá. Estas guías describen los métodos apropiados y las precauciones para reaccionar ante el escape de un material peligroso con un número de ID/UN. El sistema de DOT/CANUTEC va un paso más adelante con respecto al sistema NFPA, ayudando al personal de respuesta. Sin embargo, el usar los dos sistemas cuando se responde a un accidente con materiales peligrosos ayudará a identificar y caracterizar correctamente las sustancias involucradas.

### Sistema de identificación de materiales peligrosos

- 1..... Explosivos clases 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 y 1.5
- 2..... Gases inflamables, no inflamables y venenosos
- 3..... Líquidos inflamables
- 4..... Sólidos inflamables, sustancias de combustión espontánea y sustancias que reaccionan con el agua
- 5..... Sustancias comburentes y peróxidos orgánicos
- 6..... Sustancias venenosas y sustancias infecciosas
- 7..... Sustancias radiactivas
- 8..... Sustancias corrosivas
- 9..... Materiales peligrosos misceláneos no cubiertos por ninguna de las otras clases (peligrosas varias)






### ***Señales y colores. Características de identificación de los materiales peligrosos***










De los más de 1400 materiales peligrosos regulados por la administración de transporte del DOT y de acuerdo con los reglamentos de la misma administración en su Título 49, código de reglamentos federales, parte 172, subparte f, se requieren de señales o marcas y colores específicos en rótulos que deben colocarse en tanques y remolques que transporten materiales peligrosos y se deben ubicar etiquetas en los empaques (contenedores) que se transportan. Los reglamentos del DOT se aplican al transporte de materiales peligrosos tanto dentro como entre los estados de la unión americana. A partir del final de los años ochenta y principios de los noventa, muchos países de la región han implementado esta reglamentación en el transporte y almacenamiento de los materiales peligrosos.

Los rótulos (placas) y etiquetas indican la naturaleza del peligro que presenta la carga. La clasificación utilizada para los rótulos y etiquetas se basa en los peligros naturales que de acuerdo con sus características físicas, químicas y toxicológicas tienen los materiales. El número de clase de peligro de las Naciones Unidas se encuentra en la esquina inferior de un rótulo o etiqueta.

A cada material peligroso se le asigna un número de identificación. Los números precedidos por las letras "UN" (clasificación de las Naciones Unidas) están asociados con descripciones consideradas apropiadas tanto para carga internacional como para dentro del país. Los materiales peligrosos precedidos por las letras "NA" están asociados con descripciones que no están reconocidas para carga internacional, excepto hacia y desde Canadá. Cada etiqueta, rótulo o papel de envío debe contener el número de clase de peligro UN e IMO (Organización Marítima Internacional) y, cuando corresponda, el número de división. El número deberá estar en negro o en algún otro color autorizado, localizado en la esquina inferior del rótulo o etiqueta, o en la descripción del material peligroso en los documentos de envío. El número debe medir media pulgada (12,7 mm) o menos de altura. En ciertos casos, el número de clase o división puede reemplazar el nombre escrito de la clase de peligro en la inscripción del documento de envío. Los números de clases y divisiones de las Naciones Unidas tienen los siguientes significados:

<b>Clase 1 - 1</b> Explosión de toda la masa	<b>Clase 1 CEE</b>	<b>Irritante CEE</b>
	<b>E</b> 	<b>Xi</b> 






<p><b>Clase 1.4</b> Leve riesgo en caso de ignición.</p>	<p><b>Clase 1.5</b> Bajo riesgo de explosión</p>	<p><b>Clase 1.6</b> Materiales extremadamente insensibles</p>
		
<p>Clase 2: Gases comprimidos, licuados o disueltos a presión</p>		
<p><b>Clase 2.1</b> Gases comprimidos, licuados o disueltos a presión inflamables</p>	<p><b>Clase 2.2</b> Gases comprimidos, licuados o disueltos a presión NO inflamables</p>	<p><b>Clase 2.3</b> Gases comprimidos, licuados o disueltos a presión tóxicos</p>
		
<p>Clase 3: Líquidos inflamables</p>		
<p><b>Clase 3</b></p>	<p><b>Clase 3 CEE muy inflamable</b></p>	<p><b>Clase 3.3 CEE extremadamente inflamable</b></p>
	<p><b>F+</b></p> 	<p><b>F++</b></p> 






Clase 4: Sólidos inflamables		
<p><b>Clase 4.1</b> Sólidos inflamables, fácilmente inflamables</p>	<p><b>Clase 4.2</b> Sustancias propensas a combustión espontánea o al entrar en contacto con el aire</p>	<p><b>Clase 4.3</b> Sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables</p>
		
Clase 5 : Comburentes y peróxidos orgánicos		
<p><b>Clase 5.1</b> En su composición pueden liberar oxígeno rápidamente.</p>	<p><b>Clase 5.1 CEE</b></p>	<p><b>Clase 5.2 CEE</b> Comburente</p>
		
Clase 6: Sustancias tóxicas e infecciosas		
<p><b>Clase 6.1</b> Sustancias tóxicas (venenosas). Pueden causar la muerte o lesiones que afecten la salud humana.</p>	<p><b>Clase 6.2</b> Sustancias infecciosas que contienen microorganismos o toxinas que pueden afectar al hombre.</p>	<p><b>Nocivo</b></p>



		
<b>Clase 6.1 CEE</b>	<b>Clase 6.1 CEE Muy tóxico</b>	
<b>T</b> 	<b>T+</b> 	
<b>Clase 7: Materiales radiactivos. Aquellos que emiten radiaciones ionizantes</b>		
<b>Clase 7 I</b>	<b>Clase 7 II</b>	<b>Clase 7 III</b>
		
<b>Clase 8: Materiales corrosivos.</b>		<b>Clase 9: Miscelánea</b>



Clase 8	Clase 8 CEE	Clase 9 CEE
	<p style="text-align: center;"><b>C</b></p> 	

**ACCIONES DE RESPUESTA EN EMERGENCIAS CON  
PRODUCTOS QUÍMICOS  
SISTEMA DE COMANDO DE INCIDENTES**

**Introducción**

Durante millones de años de vida en la tierra, el ser humano ha enfrentado innumerables problemas para garantizar su sobrevivencia. Primero, buscaba lugares más tranquilos y seguros para defenderse de los animales que lo perseguían y vivir en sociedad. Durante su búsqueda, en el transcurrir de su evolución, encontró adversidades como lugares sin agua (desiertos), inundaciones, terremotos, maremotos, huracanes, ciclones, plagas, epidemias, volcanes, etc.

Obviamente, durante su historia, el ser humano también encontró lugares seguros y adecuados para desarrollarse de forma armoniosa y en sociedad.

Actualmente, varias ciudades, estados o incluso países enteros sufren las consecuencias de los accidentes naturales (huracanes, terremotos, ciclones, volcanes, etc.). El cúmulo de estadísticas sobre ocurrencias permite desarrollar análisis para determinar cuándo, dónde y con qué intensidad se va a producir un evento de origen natural.

Al tener que convivir con estos "eventos" desde el inicio de su vida en la tierra, el ser humano ha adquirido un amplio conocimiento sobre estos y ha desarrollado diversas formas de planificación para minimizar las consecuencias causadas por estos desastres.



## La planificación para los desastres tecnológicos

Si bien la planificación es una modalidad un tanto reciente para casos de emergencia en relación con la historia del hombre sobre la faz de la tierra, existen innumerables herramientas que se pueden usar para minimizar los efectos de los desastres tecnológicos para la humanidad, propiedades y ambiente en general.

Actualmente, existen modelos matemáticos automatizados que pueden ayudar en las etapas de preparación y planificación de la respuesta a emergencias tecnológicas. Si bien resulta un tanto paradójico, las últimas guerras (por ejemplo, la del Golfo) representaron un gran desarrollo para los equipos de protección personal, principalmente en el área química y en las operaciones contra incendios; los terremotos de México y los atentados con bombas en Estados Unidos, dieron lugar al desarrollo de métodos y creación de equipos para rescates. Otro aspecto positivo es que muchos deportes de aventura actuales, como el alpinismo, espeleología, canotaje, entre otros, también han ayudado a desarrollar equipos de protección, además de proporcionar una considerable gama de equipos que se usan en las industrias.

La cantidad de información disponible sobre esta modalidad de emergencia, así como la facilidad de su investigación y velocidad de su divulgación (por ejemplo, a través de Internet), facilitan el acceso y uso de estas herramientas.

## La respuesta a los incidentes

Toda empresa u organización incluida en el contexto de la respuesta a emergencias tecnológicas debe hacer un balance entre los recursos humanos y los materiales involucrados en esas operaciones, así como proveer una interacción adecuada entre esos recursos a través de la capacitación y operaciones reales.

Un análisis del siguiente diagrama puede ayudar a efectuar ese balance y establecer prioridades con los recursos humanos destinados a las emergencias tecnológicas.

Los tres conjuntos que interactúan en la intersección representan las tres modalidades más comunes de emergencias tecnológicas: *operaciones contra incendios*, *rescates* y *emergencias con productos químicos*. Estas modalidades de emergencias se aplican en ocurrencias que pueden estar directamente relacionadas.

El análisis de las posibles combinaciones entre los elementos permite verificar que tales modalidades de emergencias se pueden desarrollar de manera aislada o conjunta. De esta forma, puede ocurrir una emergencia, como una operación contra incendios, que requiera actividades de rescate, por ejemplo de víctimas de una edificación en llamas. Este evento está representado por la intersección entre los conjuntos de rescate y operaciones contra incendios. Otro ejemplo puede ser un accidente de tránsito que implica derrame de productos químicos que afecta a las poblaciones vecinas al accidente, además de los mismos conductores de los vehículos implicados.



## Patrón de respuesta en emergencias químicas

Existen actividades básicas para el sistema de respuesta al incidente que se pueden dividir en cinco segmentos amplios que interactúan entre sí:

- **Reconocimiento** : identificación de las sustancias implicadas y las características que determinan su grado de peligrosidad.
- **Evaluación** : impacto o riesgo que representa una sustancia para la salud y el ambiente.
- **Control** : métodos para eliminar o reducir el impacto del incidente.
- **Información** : conocimiento adquirido sobre las condiciones o circunstancias de un determinado incidente.
- **Seguridad** : protección contra los posibles daños para todos los recursos humanos y materiales involucrados en la respuesta del incidente.

Estos segmentos forman un sistema con una disposición ordenada de componentes que interactúan para cumplir una tarea. En el desarrollo de la atención del incidente, la tarea es prevenir y reducir el impacto del incidente en las personas, propiedades y ambiente para restaurar las condiciones normales de la manera más rápida posible. Para alcanzar este objetivo, el personal debe realizar una serie de actividades, por ejemplo: combatir incendios, obtener muestras, desarrollar planes de intervención, instalar sistemas de control físico, mantener comunicaciones, evaluaciones, etc. Estas actividades están interrelacionadas; lo que ocurre en una, afectará a las otras.

Las actividades del sistema de atención de emergencias están clasificadas por cinco elementos. Estos elementos describen las actividades de reconocimiento, evaluación y control que orientan las acciones. Estas permiten obtener un resultado: la identificación de la muestra, la instalación de un sistema de control, la identificación de un producto o la determinación de un riesgo.

La información y seguridad son elementos de apoyo. Son complementos o resultados del reconocimiento, la evaluación y el control.

La comprensión del sistema y conocimiento de la relación entre las actividades sirven de apoyo para el desarrollo y el balance de la atención de emergencias.

### **Reconocimiento**

Por lo general, uno de los primeros pasos que se debe seguir en la atención de una emergencia provocada por productos peligrosos es el reconocimiento del tipo y grado de



riesgo presente del incidente. Es necesario identificar las sustancias implicadas y determinar sus propiedades químicas y físicas. Como un paso preliminar, se pueden revisar estas propiedades para analizar el comportamiento o prever problemas relacionados con el material.

El reconocimiento puede ser fácil; por ejemplo, se puede ver el letrero (señalización) de un carro tanque para identificar rápidamente su contenido. Por otro lado, será difícil reconocer e identificar de manera detallada un depósito de residuos químicos. El reconocimiento implica el uso de toda la información disponible, resultados de muestras, datos históricos, observación visual, análisis instrumental, rótulos, documentos de embarque y otras fuentes para identificar las sustancias implicadas.

Los problemas causados por la fuga de un determinado producto químico en el ambiente se pueden prever mediante el estudio de sus propiedades físicas y químicas. Sin embargo, el daño que producirá ese producto al derramarse depende de las condiciones específicas del lugar de la ocurrencia.

Una vez identificadas las sustancias, será posible determinar sus propiedades mediante el uso del material de referencia.

### ***Evaluación***

El reconocimiento facilita la información básica referente a las sustancias involucradas en la emergencia. La evaluación implica la determinación de sus efectos o potencial de impacto en la salud pública, propiedades y ambiente. Una sustancia peligrosa es una amenaza debido a sus características físicas y químicas. Sin embargo, su potencial de impacto real depende de la localización del incidente, tiempo y otras condiciones específicas del lugar.

El riesgo es la probabilidad de que se produzcan daños, una medida del potencial de impacto o efecto. La presencia de una sustancia peligrosa constituye un riesgo. Sin embargo, si el material está controlado, el riesgo es bajo pero aumenta cuando está fuera de control. El receptor crítico puede sufrir daños si está expuesto al material. Por ejemplo, el gas cloro es muy tóxico y representa un riesgo. Si el gas cloro se derrama en un área densamente poblada, el riesgo de la fuga para las personas será muy grande, pero será mucho menor si se derrama en un área deshabitada.

La evaluación de los riesgos de este tipo es relativamente simple. En cambio, los episodios que implican muchos compuestos son mucho más complejos y existe un alto grado de incertidumbre en relación a su comportamiento en el ambiente y efectos en los receptores. Por ejemplo: ¿Cuál sería el efecto si millares de personas bebieran agua de una fuente de aguas subterráneas contaminadas con algunos ppm de estireno?

Para evaluar completamente los efectos de una emergencia con productos peligrosos, se deben identificar las sustancias, establecer sus patrones de dispersión y determinar las



concentraciones de los productos tóxicos. El riesgo se evalúa en base a la exposición del público y otros receptores críticos.

La caracterización del lugar de la emergencia se refiere al proceso de identificar los productos implicados en un incidente y evaluar su impacto. Este proceso puede ser fácil y rápido o prolongado y de resolución compleja, como en el caso de un depósito de residuos químicos.

### ***Control***

El control se realiza a través de métodos destinados a la prevención y/o reducción del impacto del incidente. Por lo general, se establecen acciones preliminares de control tan rápido como sea posible. Al obtener información adicional a través del reconocimiento y evaluación, se modifican las acciones iniciales de control o se establecen otras. Las fugas que no requieren una acción inmediata, permiten más tiempo para planificar e implementar las medidas correctivas. Las medidas de control incluyen tratamientos químicos, físicos y biológicos, así como técnicas de descontaminación, con el objetivo de reestablecer las condiciones normales. También se incluyen medidas sobre la salud pública, como por ejemplo el abandono o corte del suministro de agua potable para prevenir la contaminación causada por el producto en las personas.

### ***Información***

La información es un componente importante del sistema de atención de emergencias causadas por productos peligrosos.

Todas las actividades que componen el sistema de atención de emergencias, se basan en el proceso de recibir y transmitir información. La información es un elemento de apoyo al reconocimiento, evaluación y control. Es un elemento de soporte para los elementos de acción que ofrece datos para la toma de decisiones. Además, es el resultado del balance de los demás elementos.

La muestra de un determinado producto puede ofrecer información para determinar las opciones de tratamiento del incidente. La información proviene de tres fuentes:

- **Inteligencia** : información obtenida de registros o documentos existentes, letreros, etiquetas, rótulos, configuración de los recipientes, observación visual, informes técnicos y otros.
- **Instrumentos de lectura directa** : información obtenida con relativa rapidez a través de instrumentos.
- **Muestreo** : información obtenida a través de la recolección de porciones representativas del medio o materiales para su posterior análisis en los laboratorios de campo o fijos.



La adquisición de información, el análisis y la toma de decisiones, son procesos interactivos que definen la extensión del problema y la selección de posibles acciones de respuesta al incidente. Para que la atención del incidente sea efectiva, es necesario establecer una base de información precisa, válida y oportuna. Durante el desarrollo del incidente, se reúne, procesa y aplica un flujo intenso de información.

### ***Seguridad***

Todas las intervenciones para atender eventos causados por productos peligrosos presentan diversos riesgos para quienes trabajan en tareas de respuesta. Para establecer un programa de protección contra tales riesgos, se deben analizar las características fisicoquímicas de los productos y relacionarlas con cada operación de respuesta. Las consideraciones de seguridad contribuyen a la ejecución de cada actividad que se inicia y, a la vez, son producto de cada intervención realizada. Toda organización de atención de emergencias químicas debe contar con un programa efectivo de seguridad, incluidos los exámenes médicos, equipos de seguridad apropiados, procedimientos operacionales estandarizados y un activo programa de capacitación.

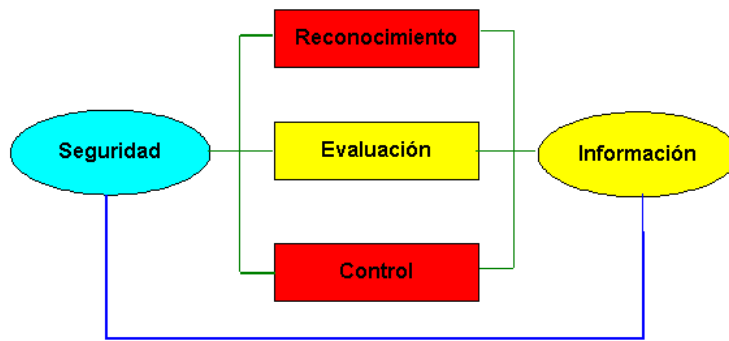
### ***Relación entre los elementos***

El reconocimiento, evaluación, control, información y seguridad, describen los cinco elementos del sistema de atención de emergencias provocadas por productos peligrosos. Cada elemento incluye una variedad de actividades y operaciones. Los elementos no son necesariamente pasos secuenciales del proceso de atención. En algunas situaciones, se puede comenzar por la adopción de las medidas de control antes de identificar todas las sustancias. En otros, se debe realizar una evaluación más completa de la dispersión de los materiales antes de poder determinar las acciones correctas de control.

Todos los elementos y actividades están relacionados. Se debe construir un dique ( *control* ) para retener el agua residual del incendio de un depósito que posiblemente contenga plaguicidas. Si se determina la inexistencia de productos químicos peligrosos en el agua ( *reconocimiento* ) y que las concentraciones en esa agua están debajo de los límites aceptables ( *evaluación* ), se establece que el tratamiento no es necesario y se puede eliminar el dique. Este conocimiento ( *información* ) altera los requisitos de seguridad para todos los que atienden el incidente.

El sistema de atención de emergencias causadas por productos peligrosos es un concepto que explica, en términos generales, los procesos implicados en la intervención durante el incidente. Todas las intervenciones requieren los elementos de acción: reconocimiento, evaluación y control, apoyados por la información y la seguridad.





## Sistema de comando de incidentes (SCI)

El sistema de comando de incidentes ( **SCI** ) es un modelo de gestión desarrollado para comando, control y coordinación de la respuesta a una situación de emergencia, y su objetivo es estabilizar el incidente y proteger la vida, las propiedades y el ambiente.

La compleja gestión de un incidente y la creciente necesidad de acciones de varios grupos de actuación hace indispensable que exista un único sistema de gestión que sirva de guía para todos. Los principios del **SCI** permiten que diferentes grupos desarrollen actividades conjuntas con elementos comunes: comando unificado, planes de acción, terminología, administración, recursos humanos y materiales, flexibilidad organizacional, conceptos de seguridad, procedimientos estandarizados, etc.

La flexibilidad del **SCI** permite ampliar o restringir la gestión de acuerdo con las diferentes necesidades, lo que posibilita lograr un sistema eficiente.

El sistema fue probado y validado en respuesta a todos los tipos de incidentes y situaciones de no emergencia, como por ejemplo: emergencias con productos peligrosos, accidentes con un gran número de víctimas, eventos planificados (celebraciones, desfiles militares, conciertos, etc.), catástrofes, incendios, misiones de búsqueda y salvamento, programas de vacunación masiva, etc.

El **SCI** fue desarrollado en la década de los setenta en respuesta a una serie de grandes incendios forestales en el Sur de California, Estados Unidos. En este periodo, se reunieron las autoridades del municipio, organismos estatales y federales involucradas en la lucha contra incendios, para formar el FIRESCOPE ( *Firefighting Resources of California Organized for Potential Emergencies* – Recursos Contra Incendios de California Organizados para Emergencias Potenciales). Esta unidad identificó los problemas que suelen suscitarse cuando distintos grupos participan en una misma misión, como:

- Falta de estandarización de la terminología utilizada.
- Falta de capacidad de ampliar y restringir la estructura de gestión del incidente.
- Ausencia de estandarización e integración en los medios de comunicación.
- Falta de instalaciones apropiadas.
- Ausencia de planes de acción consolidados.



Los esfuerzos para resolver estas dificultades llevaron al desarrollo del modelo original del **SCI** para la gestión de incidentes. Sin embargo, el sistema inicialmente concebido para combatir incendios forestales, evolucionó hasta llegar a ser un sistema aplicable a cualquier tipo de emergencia, se trate o no de un incendio.

El gran éxito del **SCI** es producto de la aplicación directa de:

- Una estructura organizacional común.
- Principios de gestión estandarizados.

### ***La organización del SCI***

En todo incidente o evento, se deberán ejecutar ciertas actividades y acciones de administración. Siempre se realizarán actividades administrativas, inclusive de manera inconsciente, independientemente del alcance del accidente, aún con solo dos o tres personas involucradas en la operación.

La organización del **SCI** está formada por cinco sectores funcionales:

- Comando
- Operaciones
- Planificación
- Logística
- Finanzas

Estos cinco componentes principales son la base del desarrollo de la organización del **SCI**. Estos se aplican durante una pequeña emergencia o un incidente de gran escala.

En incidentes de pequeña escala, una sola persona, el comandante del incidente (CI), puede administrar todos los componentes. Los accidentes de gran escala, en cambio, requieren que cada componente o sector tenga un responsable administrativo que responda al CI. Por ello, cada uno de estos sectores primarios del **SCI**, con excepción del comando de incidentes, se puede dividir en funciones secundarias según la necesidad.

La organización del **SCI** se puede ampliar o restringir para satisfacer las necesidades del incidente, pero todos los incidentes, independientemente de su dimensión o complejidad, deberán nombrar un comandante del incidente. En un **SCI** básico, cuando el CI debe alejarse del puesto de comando (PC) para realizar una operación o supervisión en el lugar del incidente, el cargo de CI deberá ser transferido a otra persona.



### ***Funciones del comando***

La función de comando está dirigida por el comandante del incidente (CI), que es la persona técnicamente calificada para asumir la responsabilidad y gestión global del incidente. Las principales responsabilidades del CI incluyen:

- Ejecutar la actividad de comando y establecer el lugar del puesto de comando.
- Proteger las vidas, propiedades y el ambiente.
- Controlar los recursos humanos y materiales.
- Establecer y mantener contacto con otros grupos de actuación e instituciones.

En relación con la administración del incidente:

- Recopilar y analizar los datos sobre el incidente.
- Estructurar el plan de alerta y desarrollar acciones prioritarias.
- Aprobar las solicitudes de recursos adicionales.
- Mantener contacto con los coordinadores del sector.
- Establecer el comando.
- Establecer el sistema de seguridad.
- Evaluar las prioridades del incidente.
- Determinar los objetivos operacionales.
- Desarrollar e implementar el plan de acción del incidente.
- Desarrollar una estructura organizacional apropiada.
- Nombrar y supervisar a los coordinadores de los diversos sectores.
- Mantener el control global de la situación.
- Administrar los recursos del incidente.
- Coordinar las actividades de emergencia.
- Coordinar las actividades de los otros grupos.
- Autorizar a los medios en la divulgación de información.
- Controlar los costos implicados.

Un CI eficaz debe ser seguro, decidido, positivo, objetivo, tranquilo y tener raciocinio rápido. Para poder dirigir todas las responsabilidades que demanda esta función, el CI también debe ser flexible, adaptable y realista en relación con sus propias limitaciones. El CI debe saber cuándo y a quién delegar funciones en caso necesario durante el desarrollo de las actividades en el incidente.

Inicialmente, la primera persona calificada para llegar al lugar del incidente deberá asumir el papel de comandante del incidente y establecer el control de la situación hasta la llegada del CI nombrado, quien pasará a tener el control total.

A medida que los incidentes evolucionan o se hacen más complejos con la participación de autoridades de diferentes jurisdicciones o acciones conjuntas de varios grupos de respuesta, se podrá asignar un CI más calificado. En el cambio de comando, el CI que deja el cargo debe dar instrucciones detalladas al nuevo CI y notificar el cambio de cargo a todo el personal involucrado.



## **EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL PARA HACER FRENTE A LAS EMERGENCIAS QUÍMICAS**

### **EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)**

Es un dispositivo de uso individual, destinado a proteger la salud e integridad física del trabajador.

La función del equipo de protección personal no es reducir el "riesgo o peligro", sino adecuar al individuo al medio y al grado de exposición.

#### **¿Cuándo se debe usar?**

Durante la realización de las actividades rutinarias o emergencias, según el grado de exposición.

#### **¿Cómo se debe escoger?**

Según las necesidades, riesgos intrínsecos de las actividades y la parte del cuerpo que se desea proteger.

#### **Observaciones**

1. En caso de duda o desconocimiento del grado de exposición y/o contaminación al que estará expuesto el trabajador, será necesario utilizar los equipos de protección personal de protección máxima.
2. Una vez evaluada la situación, se deberá adaptar el uso de los equipos de protección personal a las situaciones reales.

### **Clasificación de los equipos de protección personal según el tipo de protección**

A continuación se detallan las características de distintos tipos de equipos de protección, ordenados según la siguiente clasificación:

#### ***1) Protección para la cabeza (incluidas las partes y órganos)***

- Craneana
- Facial
- Visual
- Auricular
- Respiratoria (\*)



(\*) Aunque forman parte de la protección para la cabeza, los equipos de protección personal destinados a la protección del tracto respiratorio se tratarán independientemente debido a su grado de especificación.

**2) Protección para los miembros superiores**

**3) Protección para los miembros inferiores**

**4) Protección cutánea**

**5) Protección respiratoria**

**6) Otros tipos de protección**

### **Niveles de protección**

Los equipos de atención de emergencias deben usar los equipos de protección personal para los casos de posible contacto con sustancias peligrosas que puedan afectar la salud o seguridad. Esto incluye los vapores, gases o partículas que se pueden generar durante las actividades en el lugar del accidente, lo que promueve su contacto con los componentes del equipo. La máscara facial de los equipos autónomos de respiración protege las vías respiratorias, el aparato gastrointestinal y los ojos del contacto con tales sustancias. La ropa de protección protege la piel del contacto con sustancias que pueden destruir o ser absorbidas por la piel.

Los equipos destinados a proteger el cuerpo humano del contacto con productos químicos fueron divididos por los norteamericanos (NFPA 471) en cuatro niveles según el grado de protección necesario, del siguiente modo:

#### **Nivel A**

Se debe utilizar cuando se requiera el mayor índice de protección respiratoria, para la piel y para los ojos. Consta de:

- aparato autónomo de respiración con presión positiva o tubo externo de aire;
- ropa totalmente encapsulada;
- guantes internos, externos y botas resistentes a productos químicos;
- casco incorporado en la ropa;
- radio.

#### **Nivel B**

Se debe usar en caso de que se requiera un mayor índice de protección respiratoria pero con un grado inferior de protección para la piel. Consta de:



- aparato autónomo de respiración con presión positiva;
- ropa de protección contra salpicaduras químicas confeccionada en una o dos piezas;
- guantes internos, externos y botas resistentes a productos químicos;
- casco;
- radio.

#### Nivel C

Se debe usar cuando se desea obtener un grado de protección respiratoria inferior al Nivel B pero con las mismas condiciones de protección para la piel. Consta de:

- aparato autónomo de respiración sin presión positiva o máscara facial con filtro químico;
- ropa de protección contra salpicaduras químicas confeccionada en una o dos piezas;
- guantes internos, externos y botas resistentes a productos químicos;
- casco;
- radio.

#### Nivel D

Solamente se debe usar como uniforme o ropa de trabajo y en lugares no sujetos a riesgos para el sistema respiratorio o la piel. Este nivel no incluye protección contra riesgos químicos. Consta de:

- overoles, uniformes o ropas de trabajo;
- botas o zapatos de cuero o goma resistentes a productos químicos;
- gafas o viseras de seguridad;
- casco.

#### Selección y uso de la ropa de protección

Cuando se conoce el producto químico, es más fácil elegir la ropa de protección más adecuada. Pero cuando no se conoce el producto implicado o cuando se trata de una mezcla de productos conocidos o no, la selección se hace más difícil.

Otra gran dificultad en el proceso de selección de la ropa de protección es el desconocimiento sobre la resistencia del material contra los distintos productos químicos existentes.

El proceso de selección de la ropa consiste en:

- evaluar el ambiente en el que van a trabajar los técnicos;
- identificar el producto implicado y determinar sus propiedades físicas, químicas y toxicológicas;



- evaluar si la sustancia representa algún riesgo para la piel en la concentración conocida o prevista;
- elegir una ropa de protección confeccionada en una tela que proporcione por más tiempo las menores tasas de permeabilidad y degradación;
- determinar si el traje completamente encapsulado es o no necesario.

A pesar de las diversas variables existentes, muchas veces la ropa de protección más adecuada se deberá seleccionar de acuerdo con el escenario y la experiencia del personal.

A continuación se presenta una lista de algunas condiciones para elegir el nivel de protección más adecuado.

#### Nivel A

El nivel A de protección se debe elegir cuando:

- la sustancia química ha sido identificada y se requiere el más alto nivel de protección para el sistema respiratorio, piel y ojos;
- se sospecha la presencia de sustancias con un alto potencial de daño a la piel y sea posible el contacto, según la actividad que se va a realizar;
- se realicen acciones en lugares confinados y sin ventilación;
- las lecturas directas en equipos de monitoreo indiquen concentraciones peligrosas de gases o vapores en la atmósfera; por ejemplo, valores superiores al IDLH (concentración inmediatamente peligrosa para la vida y la salud).

#### Nivel B

El nivel B de protección se debe elegir cuando:

- el producto implicado y su concentración han sido identificados y se requiere un alto grado de protección respiratoria pero sin exigir ese mismo nivel de protección para la piel. Por ejemplo, atmósferas con una concentración de producto en el nivel del IDLH sin representar riesgos para la piel o incluso cuando no sea posible utilizar máscaras con filtro químico para tal concentración y por el tiempo necesario para la actividad que se va a realizar;
- la concentración de oxígeno en el ambiente es de un volumen inferior a 19,5%;
- haya poca probabilidad de formación de gases o vapores en altas concentraciones que puedan ser dañinas para la piel;

#### Nivel C

El nivel C de protección se debe elegir cuando:

- la concentración de oxígeno en el ambiente es de un volumen inferior a 19,5%;



- el producto ha sido identificado y se puede reducir su concentración a un valor inferior a su límite de tolerancia con el uso de máscaras filtrantes;
- la concentración del producto no sea superior al IDLH;
- el trabajo que se va a realizar no exija el uso de máscara autónoma de respiración.

#### Nivel D

El nivel D de protección se debe elegir cuando:

- no haya presencia de contaminantes en la atmósfera;
- no exista posibilidad de salpicaduras, inmersión o riesgo potencial de inhalación de cualquier producto químico.

Como se puede observar, el nivel de protección utilizado puede variar según el trabajo que se va a realizar. Sin embargo, para la primera evaluación del escenario del accidente el nivel mínimo de protección recomendado es el nivel B.

Cada nivel de protección presenta sus ventajas y desventajas. Por lo general, mientras mayor sea el nivel de protección, más incómoda será la ropa.

El nivel de protección se debe fundamentar, primeramente, en la seguridad del técnico con el objetivo principal de proporcionar la protección más adecuada y a la vez la máxima movilidad y comodidad.



# USO DE LA GUIA DE RESPUESTA EN CASO DE EMERGENCIA



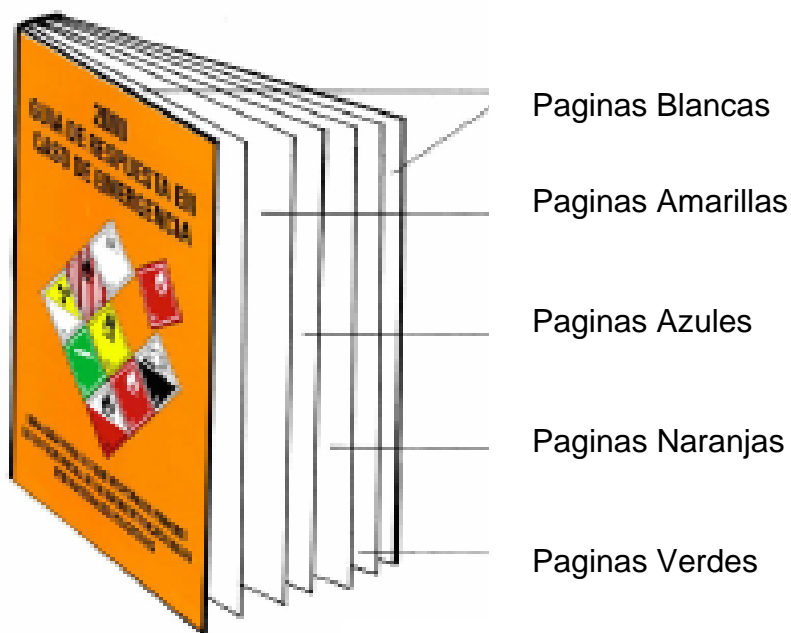
## Propósito de la GRE

La guía de Respuesta en caso de Emergencia (GRE) fue desarrollada conjuntamente por el Departamento de Transporte de Canadá (TC), el Departamento de Transporte de los Estados Unidos (DOT) y la Secretaria de Comunicaciones y Transporte de México (SCT).

La guía tiene el propósito de asistir a los primeros en respuesta en la rápida identificación de los peligros específicos o genéricos de los materiales involucrados en incidentes de transporte de materiales peligrosos y para la protección del personal y el público en general durante la fase inicial del incidente.



## Organización Básica de la GRE



## Información Ofrecida en las páginas blancas de la GRE

### Páginas Blancas al Inicio de la GRE

Provee información de instrucciones de cómo utilizar la GRE

- a. Documentos de Embarque y ejemplo de placa y cartel con número ID
- b. Como usar esta guía durante un incidente que involucra materiales peligrosos
- c. Guía de usuario
- d. Contenido de la Guía
- e. Precauciones de Seguridad
- f. A quien llamar por Ayuda
- g. Sistema de Clasificación de Riesgo
- h. Tabla de Carteles e instrucciones de cómo usarla
- i. Tablas de Identificación para Carros de Ferrocarril
- j. Tablas de Identificación de Remolques
- k. Códigos de Identificación de Riesgo fijados en Contenedores Intermodales



## Paginas Blancas al Final de la GRE

- Ropa de Protección Personal
- Control de incendios y derrames
- Uso Terrorista o Criminal de agentes Químicos y Biológicos
- Glosario
- Datos de la Publicación
- Números Telefónicos de Respuesta de Emergencias

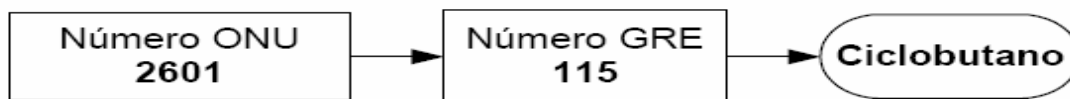
## Secciones de colores de la GRE

### Sección Amarilla

Esta Sección señala en orden numérico los materiales peligrosos por número de identificación de la Naciones Unidas (4 dígitos)



Ejemplo:



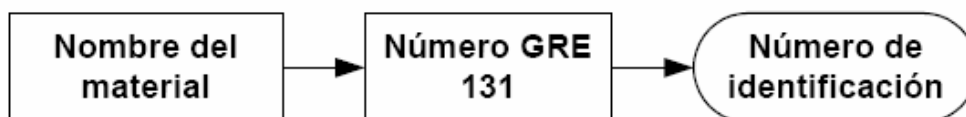
Complete lo siguiente usando la Sección Amarilla de la GRE:

No. de Identificación	Número GRE	Nombre del material
1780		
2796		
3051		
9403		
1730		
1001		
3341		



## Sección Azul

Esta sección señala en orden **alfabético** los nombres de los materiales peligrosos



**Ejemplo de cómo usar la Sección Azul:**



Complete lo siguiente usando la Sección Azul de la GRE:

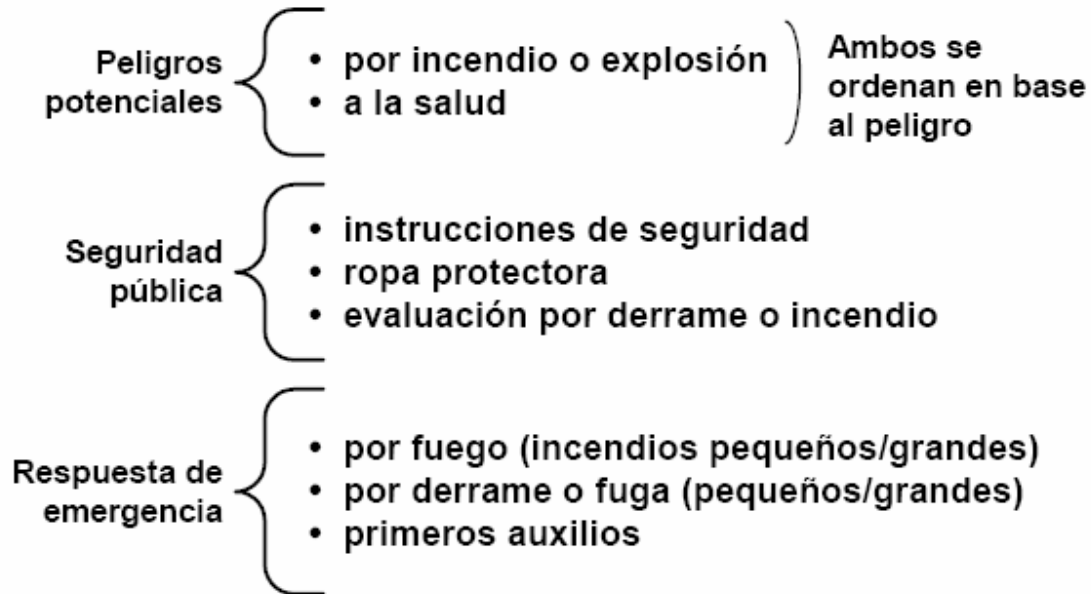
Nombre del material	No. de Guía	No. de Identificación
Nitrobenceno		
Eter perfluorometilvinílico		
Ditionito metil vinil		
Monóxido de carbono		
Soda cáustica, sólida		
Metanol		
Material radiactivo, embalaje vacío		

## Sección Naranja

Esta Sección comprende un total de 62 guías de Emergencias presentadas en un formato de dos páginas que proporcionan **recomendaciones de seguridad e información de respuesta** a la emergencia tanto para el primer respondedor como para el público.

Cada Guía de Emergencia esta diseñada para cubrir un grupo de sustancia que poseen características químicas y toxicológicas similares.





## Ejercicio Práctico

Divididos en 4 grupos, a cada uno se le asignará unos de los siguientes puntos:

1. Derrame del Producto 2529 de un autotanque. Conductor lesionado y en contacto con el producto.
2. Fuego en un camión con tres barriles de solución de bromuro de aluminio.
3. Camión volcado que transportaba una tonelada de perfumes.
4. Contenedor a bordo de un barco en el puerto con el producto 1395 esta en peligro de fuego.

## Sección Verde

La sección verde contiene un listado por orden Numérico (4 dígitos) de las sustancias que son tóxicas por inhalación (materiales con riesgo de inhalación tóxica) incluyendo ciertas armas de destrucción masiva (armas químicas) y sustancias que al contacto con el agua producen gases tóxicos.

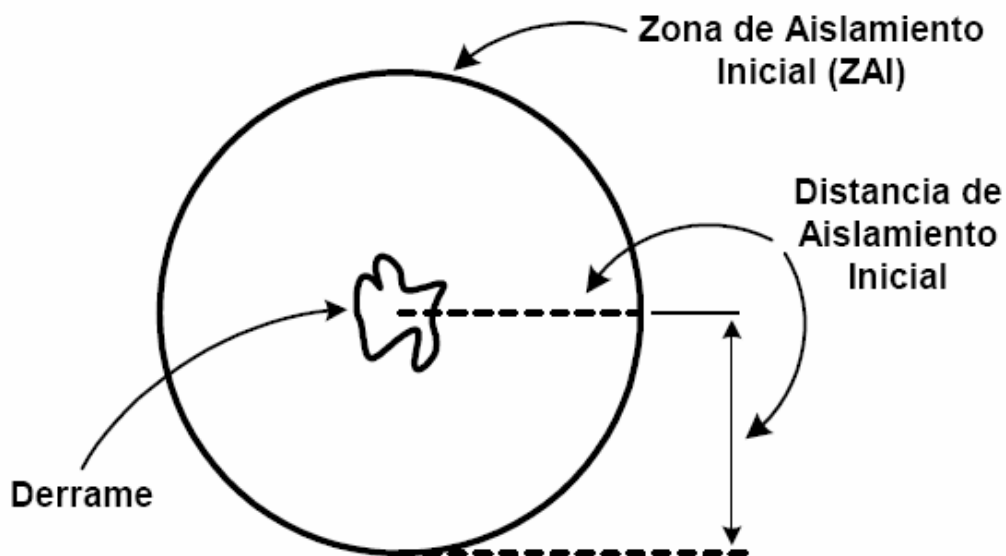
La tabla proporciona las distancias útiles para aislar y proteger a la población en las áreas de derrame que involucran materiales peligrosos que son considerados venenosos o tóxicos al inhalarse.

Esta sección tiene un instructivo de cómo utilizarla ubicada al final de la Sección Naranja que incluye las siguientes partes:

- Introducción a la Tabla de Aislamiento Inicial y Distancias de Acción Protectora:



- Zona de Aislamiento Inicial (Aislar a la redonda): es el área alrededor del incidente en el cual la población puede estar expuesta a concentraciones tóxicas que ponen en peligro la vida.
- Zona de Acción Protectora (Proteja): es el área del incidente a favor del viento en la cual la población se puede ver incapacitada o inhabilitada para tomar la acción de protección y/o sufrir graves e irreversibles efectos en la salud.
- Factores a considerar en la decisión de acciones de protección:
  - Los materiales peligrosos
  - Amenaza a la población
  - Condiciones climáticas y geográficas
- Acciones de Protección. Se describe lo siguiente:
  - Acción de protección
  - Aísle el área de peligro y no permita el ingreso a la misma
  - Evacuar
  - Protección en el lugar
- Información acerca de la Tabla de Distancias de Acción Protectora y Aislamiento Inicial
- Como usar la tabla de Distancia de Acción Protectora y Aislamiento Inicial
  - Pequeños derrames: menos de 200 litros
  - Grandes Derrames: 200 litros o mas.
- Como graficar la Zona de Aislamiento Inicial (ZAI) y la Distancia de Aislamiento Inicial (DAI)



- Como graficar la Zona de Acción Protectora (ZAP)



## Ventajas de la GRE

- Fácil y rápida utilización (centrales de comunicaciones y vehículos de respuesta).
- Permite identificar el material peligroso en la mayoría de los casos con la numeración internacional de las Naciones Unidas.
- Puede ser utilizada por el primer respondedor que llegue a la escena del incidente.
- Da indicaciones a los grupos de primera respuesta sobre los peligros potenciales del material, las medidas para la seguridad pública y acciones de respuesta básica a la emergencia.
- Es de distribución gratuita.
- Establece una guía genérica de emergencia para casos donde no se puede establecer una identificación. Guía 111.
- Establece distancias de aislamiento inicial y acción protectora.
- En caso de no lograr identificar el material peligroso, permite ubicar las guías de emergencia a través del reconocimiento de colores, placas o siluetas de los carros de ferrocarril y remolques.
- Se actualiza periódicamente
- Dispone de una versión electrónica fácilmente accesible por computadora.



## Desventajas de la GRE

- Solo cubre la fase de respuesta inicial al incidente.
- No describe las propiedades físicas y químicas de los materiales.
- No sustituye a los cursos de capacitación, conocimiento, experiencia, juicio y sentido común.
- No sustituye a la información detallada de los documentos de embarque, transporte o MSDS, aunque puede complementarlas.
- Su aplicación a incidentes de instalaciones fijas puede ser limitada
- No permite operar como técnico o especialista
- No puede ser usada para determinar el cumplimiento de los reglamentos sobre materiales peligrosos.
- No puede ser usada para elaborar documentos de seguridad para químicos específicos.

## Bibliografía Consultada

- OPS. Manual sobre preparación de los servicios de agua potable y alcantarillado para afrontar situaciones de emergencia . 1990.
- BG Chemie. *Toxicological Evaluations. Potential Health Hazards of Existing Chemicals* . Vol. 12. Springer, 1998.
- Gajraj, A.M. *Training Needs in Accident Mitigation and Containment* . UNEP Industry and Environment. 11(3), 28-30, 1988.
- Hill, M.K. *Understanding Environmental Pollution* . Cambridge University Press. USA, 1997. p. 317.
- IPCS. *Training Module N° 1. Chemical Safety* . World Health Organization. 1997.
- National Toxicology Program. *Fiscal Year 1998 Annual Plan* . U.S. Department of Health and Human Services. USA, 1999.
- Rodrick, J.V. *Calculated Risks. The Toxicity and Human Health Risks of Chemicals in our Environment* . Cambridge University Press, 1994. p.256.
- Swanson, M.B.; Davis, G.A; Kincaid, L.E. et col. *Environmental Toxicology and Chemistry* 16, 2, 372-383; 1997.
- Timbrell, J.A. *Introduction to Toxicology* . Taylor and Francis Ltda. London, U.K. 1989. p. 155.
- U.S. Environmental Protection Agency. Federal Emergency Management Agency. U.S. Department of Transportation. *Technical Guidance for Hazards Analysis* . 1987.
- Schieler, L & Pauze, D. *Hazardous Materials* . Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1976.
- Meyer, E. *Chemistry of Hazardous Materials* . Prentice-Hall Inc., New Jersey, 1977.
- National Fire Academy. *The Chemistry Hazardous Materials*. National Emergency Training Center . Student Manual , USA, 1983.
- U.S. Environmental Protection Agency. *Hazardous Materials Incident Response Operations* . Emergency Response Division: Student Manual, 1990.
- UNDACENTRO, *Equipamento de Proteção Individual* , São Paulo, 1981, 92 p.
- FILHO, L. F. R., *Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho* , FUNDACENTRO, São Paulo, 1981, V. II, p. 399.

