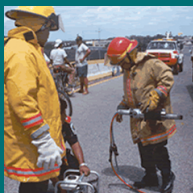


Guía Práctica sobre Riesgos Químicos



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CNPC
COORDINACIÓN NACIONAL
DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN
DE DESASTRES

SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA

Rosa Icela Rodríguez Velázquez

SECRETARIA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA

Laura Velázquez Alzúa

COORDINADORA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL

Enrique Guevara Ortiz

DIRECTOR GENERAL DEL CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES (CENAPRED)

1ª edición, noviembre 2006

2a. reimpresión de la 1a. edición, diciembre 2010

Versión electrónica, 2021

Ciudad de México

© SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA

Avenida Constituyentes 947, edificio B, planta alta

Colonia Belén de las Flores

Álvaro Obregón, C. P. 01110, Ciudad de México

Teléfono: 55 1103 6000

<https://www.gob.mx/sspc>

© CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES

Av. Delfín Madrigal 665,

Col. Pedregal de Santo Domingo,

Coyoacán, C. P. 04360, Ciudad de México

Teléfono: 55 5424 6100

www.gob.mx/cenapred

Comentarios: editor@cenapred.unam.mx

Autores:

Definiciones, Uso de las Sustancias Químicas Peligrosas

Almacenadas en la República Mexicana, Procesos de

Elaboración de las Sustancias Químicas Peligrosas

Almacenadas en México y Modelos de Simulación

I. Q. Liliana Bernabé Espinosa

Almacenamiento de las Sustancias Químicas

Peligrosas en México y Contaminación Ambiental

M. en I. Cecilia Iscapa Treviño

Transporte de Sustancias y Materiales Peligrosos,

Transporte y Distribución de Sustancias Peligrosas

por Tubería y Atención de Emergencias

M. en I. Rubén Darío Rivera Balboa

Toxicología y Riesgos Sanitarios

M. en I. María Esther Arcos Serrano

Identificación y Evaluación de Riesgos en la Comunidad

y Seguridad en el Hogar

I. Q. Enrique Bravo Medina

ISBN: 970-821-010-2

Diseño: IAG en Color, S.A. de C.V.

Supervisión del Depto. de Diseño y Logística / CENAPRED

Derechos reservados conforme a la ley.

Impreso en México. Printed in Mexico

Distribución Nacional e Internacional:

Centro Nacional de Prevención de Desastres

EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO ES

EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DE LOS AUTORES

**SISTEMA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES**

GUÍA PRÁCTICA SOBRE RIESGOS QUÍMICOS

Dirección de Análisis y Gestión de Riesgos

Subdirección de Riesgos Químicos

ÍNDICE

● Introducción	5
● Definiciones	7
● Uso de las Sustancias Químicas Peligrosas Almacenadas en la República Mexicana	13
● Procesos de Elaboración de las Sustancias Químicas Peligrosas Almacenadas en México	19
● Almacenamiento de las Sustancias Químicas Peligrosas en México	23
● Transporte de Sustancias y Materiales Peligrosos	31
● Transporte y Distribución de Sustancias Peligrosas por Tubería	41
● Toxicología	47
● Atención de Emergencias	57
● Riesgos Sanitarios	73
● Contaminación Ambiental	85
● Modelos de Simulación de Consecuencias de Accidentes con Sustancias Peligrosas	99
● Seguridad en el Hogar	105
● Identificación y Evaluación de Riesgos en la Comunidad	113
● Bibliografía	119
● Direcciones Electrónicas	122

INTRODUCCIÓN



Las actividades industriales, comerciales y de servicio involucran la producción, almacenamiento y transporte de sustancias y materiales peligrosos. Estas actividades es indispensable se realicen de manera segura, para lo cual es importante conocer las propiedades y características de dichas sustancias y materiales, para prevenir y en su caso, mitigar el impacto de accidentes que puedan afectar a las personas, sus propiedades y al ambiente.

La presente guía tiene como objetivo dar a conocer a los integrantes de las unidades de protección civil y al público en general los principales aspectos técnicos relacionados con las sustancias químicas, su manejo, almacenamiento, transporte y atención de emergencias. Al tratarse de temas técnicos se ha pretendido realizar un esfuerzo que permita explicar los temas de una manera más accesible para cualquier tipo de público.

La mayoría de los temas tienen su origen en las diferentes consultas que el público realiza al Centro Nacional de Prevención de Desastres y que en muchos casos es información de interés para que los estudiantes tengan un punto de partida en sus análisis y discusiones relacionados con los riesgos químicos.

Aquí encontrará temas relacionados con toxicología, contaminación del agua, aire y suelo, manejo de las sustancias consideradas como peligrosas, seguridad en el hogar y concientización de la comunidad, así como los modelos empleados para evaluar los posibles impactos en caso de un accidente que involucre sustancias químicas.



DEFINICIONES



¿Qué es peligro?

Condición física, química o biológica que tiene el potencial de causar daño a las personas, propiedades o al ambiente.

¿Qué es riesgo?

Una medida de la pérdida económica o del daño a las personas en términos tanto de la probabilidad del incidente como de la magnitud de la pérdida o daño.

¿Qué son las sustancias químicas peligrosas?

Son aquellas sustancias que por sus propiedades físicas y químicas, al ser manejadas, transportadas, almacenadas o procesadas presentan la posibilidad de riesgos a la salud, de inflamabilidad, de reactividad o peligros especiales, y pueden afectar la salud de las personas expuestas o causar daños materiales a las instalaciones.

¿Cuáles son las propiedades físicas y químicas de las sustancias?

- **Densidad (ρ)**

Es la relación de masa por unidad de volumen de una sustancia determinada.

- **Estado físico**

Es el estado en que se presenta en la naturaleza una sustancia; dicho estado puede ser sólido, líquido o gaseoso.

- **Límite superior de inflamabilidad**

Es la concentración máxima de cualquier vapor o gas (% por volumen de aire), que se inflama o explota si hay una fuente de ignición presente en la temperatura ambiente.

- **Límite inferior de inflamabilidad**

Es la concentración mínima de cualquier vapor o gas (% por volumen de aire), que se inflama o explota si hay una fuente de ignición presente a la temperatura ambiente.



- **Peso molecular (PM)**
Es la masa de una sustancia expresada en gramo sobre mol.
- **Potencial de Hidrógeno (pH)**
Es la concentración de iones hidronio, que representa la acidez o alcalinidad de una sustancia, dentro de una escala del 0 al 14.
- **Porcentaje de volatilidad**
Es la proporción de volumen de una sustancia química peligrosa que se evapora a 21°C.
- **Presión de vapor**
Es la presión ejercida por un vapor saturado sobre su propio líquido en un recipiente cerrado, a 1.03 kg/cm² y a 21°C.
- **Solubilidad en agua**
Es la propiedad de algunas sustancias químicas para disolverse en agua.
- **Temperatura de autoignición**
Es la temperatura mínima a la que una sustancia química entra en combustión en ausencia de chispa o llama.
- **Temperatura de ebullición**
Es la temperatura a la que la presión de vapor de un líquido, es igual a la presión atmosférica, cuando esto ocurre el líquido pasa a la fase de vapor.
- **Temperatura de fusión**
Es la temperatura a la cual una sustancia sólida cambia de estado y se convierte en líquida.



- **Temperatura de inflamación**

Es la temperatura mínima a la cual los materiales combustibles o inflamables desprenden una cantidad suficiente de vapores para formar una mezcla inflamable, la cual se enciende aplicando una fuente de ignición, pero que no es suficiente para sostener una combustión.

- **Velocidad de evaporación**

Es el cambio de estado por presión o temperatura, de una sustancia líquida o sólida a la fase de vapor en un determinado tiempo. El valor de esta velocidad tiene como base el de la sustancia de referencia.

¿Cuáles son las características de las sustancias químicas peligrosas?

- **Inflamabilidad (I)**

Es la medida de la facilidad que presenta un gas, líquido o sólido para encenderse y de la rapidez con que, una vez encendido, se diseminan sus llamas. Cuanto más rápida sea la ignición, más inflamable será el material. Los líquidos inflamables no lo son por sí mismos, sino que lo son debido a que su vapor es combustible. Hay dos propiedades físicas de los materiales que indican su inflamabilidad: el punto de inflamación y la volatilidad

Corrosividad (C)

Las sustancias químicas corrosivas pueden quemar, irritar o destruir los tejidos vivos y material inorgánico. Cuando se inhala o ingiere una sustancia corrosiva, se ven afectados los tejidos del pulmón y estómago.

- *Gases corrosivos*: Causan daño en el cuerpo debido al contacto con la piel y por inhalación.

- *Líquidos corrosivos*: Se utilizan frecuentemente en el laboratorio y son, en gran medida, causa de lesiones corporales externas.

- *Sólidos corrosivos*: Producen lesiones retardadas. Debido a que los sólidos se disuelven fácilmente en la humedad de la piel y del aparato respiratorio, los efectos de los sólidos corrosivos dependen en gran medida de la duración del contacto.

- **Reactividad (R)**

Es la capacidad de las sustancias para por sí mismas detonar, tener una descomposición explosiva o producir un rápido y violento cambio químico.



- **Toxicidad (T)**

La toxicidad se define como la capacidad de una sustancia para producir daños en los tejidos vivos, lesiones, enfermedad grave o en casos extremos la muerte, cuando se ingiere, inhala o se absorbe a través de la piel.

- **Explosividad (E)**

Capacidad de las sustancias químicas que provocan una liberación instantánea de presión, gas y calor, ocasionado por un choque repentino, presión o alta temperatura.

- **Accidente**

Evento indeseado e inesperado, que se produce por una secuencia específica de eventos que ocurren rápidamente causando daños a la propiedad, a las personas y/o al medio ambiente.

- **Área o zona de afectación**

Es el área geográfica que puede ser afectada por la liberación de una sustancia con características tóxicas, inflamables o explosivas, que puede causar daños a las personas, a las propiedades o al ambiente.

- **Contaminación**

La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

- **Contaminante**

Toda materia o energía en cualquiera de sus estados físicos que al incorporarse en el ambiente altere o modifique su composición y condición natural.

- **Consecuencias**

Es el resultado de un evento crítico, que puede ser expresado en términos cualitativos y cuantitativos.



- **Difusión**

Mezcla gradual de las moléculas de un gas con las moléculas de otro en virtud de sus propiedades cinéticas.

- **Ecosistema**

La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con los elementos abióticos, en un espacio y tiempo determinados.

- **Explosión**

Es la liberación de una cantidad considerable de energía en un lapso de tiempo muy corto, debido a un impacto fuerte, por reacción química o por ignición de ciertas sustancias o materiales.

- **Fuga o Derrame**

Es la liberación o pérdida de contención de cualquier sustancia líquida gaseosa o sólida, del recipiente que la contiene.

- **Incendio**

Fuego no controlado de grandes proporciones al que le siguen daños materiales y que puede causar lesiones o pérdidas humanas y deterioro al ambiente.

- **Modelo Gaussiano de Dispersión**

Este modelo describe a través de una fórmula simple el comportamiento de los gases campo tridimensional de concentraciones generado por una fuente puntual en condiciones meteorológicas y de emisión estacionarias.

- **Objeto amenazado**

Son las personas, el medio ambiente y las propiedades que se encuentran cerca de los radios de influencia de los objetos de riesgo.



- **Objeto de riesgo**

Son las industrias, los almacenes, las vías de comunicación o cualquier área que se encuentre cerca de la población y en donde se manejen o almacenen sustancias peligrosas.

- **Residuo**

Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

- **Restauración**

Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.

- **Sustancia peligrosa**

Las sustancias peligrosas son elementos químicos y compuestos que presentan algún riesgo para la salud, para la seguridad o el medio ambiente.

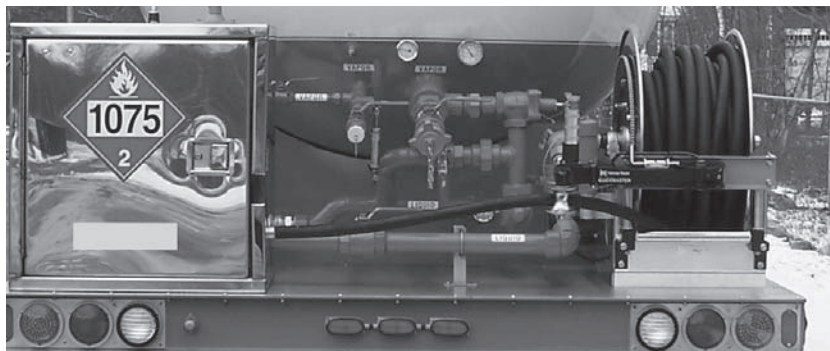
- **Zona de riesgo**

Es el área que rodea a las instalaciones industriales, almacenes, bodegas, mercados, gasolineras, etc. en donde se almacenan o utilizan sustancias peligrosas en alto volumen y con las mínimas medidas de seguridad.

- **Zona de seguridad**

Es la distancia a la cual se debe encontrar la población para evitar que se ve afectada por algún evento crítico que se presente en las áreas o zonas donde se manejan o almacenan sustancias peligrosas.

USO DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS ALMACENADAS EN LA REPÚBLICA MEXICANA



A partir del documento “Identificación de peligros por almacenamiento de sustancias químicas en industrias de alto riesgo en México”, publicado por CENAPRED se obtienen 14 sustancias químicas peligrosas almacenadas en instalaciones industriales que pueden representar mayor importancia en el país, debido a su volumen de almacenamiento, peligrosidad y presencia en varias entidades federativas, se presentan en este capítulo sus principales usos y procesos de obtención.

Principales usos del gas licuado de petróleo

- *Doméstico:* en el hogar el gas LP es utilizado para cocinar, calentar el agua, calefacción, secadores, y alumbrado.
- *Comercial:* son los mismos usos que los domésticos, pero en mayor volumen como en hoteles, restaurantes, hospitales, etc.
- *Industrial:* prácticamente en cualquier equipo que requiera un combustible limpio y controlable fácilmente: hornos para tratamiento de metales, vidrio, cerámica, planchado de ropa; purificación de grasas; endurecimiento de metales; tratamientos térmicos; pasteurización; corte de metales; incineración, etc.
- *Agrícola:* para secar alfalfa, heno y semillas; para curar el tabaco, para motores de combustión interna, (como el tractor y la bomba de agua), entre otros.
- *Automotriz:* como combustible para motores de combustión interna, camiones, autobuses, etc.
- *Otros:* como materia prima para fabricar plásticos, hule sintético, productos químicos, etc.

Principales usos del amoníaco

- Se utiliza como refrigerante
- Fabricación de fertilizantes (abonos nitrogenados)
- Fabricación de explosivos
- La mayor parte se utiliza para la fabricación de ácido nítrico



- También se consume gran cantidad de amoniaco en diversas industrias orgánicas, de colorantes, plásticos, fibras sintéticas, drogas, etc.
- Fabricación de caprolactama
- Fabricación de químicos como: el nitrilo acrílico y sales de amonio
- Eliminación de monóxidos de nitrógeno de gases de escape de combustión
- Para fines de neutralización
- Fabricación de productos farmacéuticos
- Fabricación de pegamentos
- Plateado de espejos

Principales usos del ácido sulfúrico

Es usado ampliamente en la manufactura de:

- Fertilizantes superfosfatos, superfosfato de calcio, sulfato de amonio
- Sales sulfatadas
- Celofán, rayón
- Ácido clorhídrico, ácido nítrico
- Tintes, pigmentos
- Explosivos
- Tratamiento de agua industrial
- Blanqueado de minerales
- Producción de sulfato de cobre
- Producción de ácido para acumuladores
- Producción de sulfato de cromo
- Potabilización de agua: Para producir sulfato de aluminio a partir de bauxita
- Detergentes: En la sulfonación de dodecibenceno, que es la materia prima básica para la mayoría de los detergentes utilizados en el hogar y la industria.
- Refinación de petróleo: Para las calderas y procesos químicos
- Generación térmica de energía: Para el tratamiento de las calderas
- Industria minera para extraer elementos como cobre, níquel y hierro



Principales usos del cloro

Industria Automotriz

- Espuma de asientos
- Pintura
- Barnices
- Parachoques de resina

Industria de la Construcción

- Pisos
- Pinturas
- Barnices

Industria Electrónica

- Semiconductores
- Discos para computadora
- Aislamiento de hilos

Industria Química

- Herbicidas
- Vitaminas B1 y B6
- Detergentes
- Desinfectantes
- Aislamiento térmico
- Empaque estéril
- Reactivos de laboratorio (se usa en la síntesis de numerosos compuestos orgánicos e inorgánicos, por ejemplo tetracloruro de carbono, CCl_4 , cloroformo, CHCl_3 , y distintos halógenos metálicos).

Medicamentos

- Antibióticos
- Tratamiento del cáncer
- Moderadores de dolor
- Anestésias locales
- Antihistamínicos
- Descongestionantes

Producción de metales

- Magnesio
- Níquel
- Bismuto
- Titanio
- Circonio
- Zinc

Se emplea principalmente en el tratamiento del agua

- Agua potable segura
- Tratamiento de aguas residuales

Producción de plástico

- Una gran parte del cloro se emplea en la producción de cloruro de vinilo, compuesto orgánico que se emplea principalmente en la síntesis del policloruro de vinilo, conocido como PVC.

Otros

- Empuñadura de palos de golf
- Tablas de surf
- Cuerdas de nylon
- Tiendas de campaña
- Sacos de dormir
- Gabanes
- Mochilas
- Instrumentos electrónicos



- Equipos quirúrgicos
- Objetos de uso ocular prescrito
- Productos de limpieza

Principales usos del hexano

- Extracción de aceite de semillas (girasol, soya)
- Agente para limpiar en imprentas, en industrias textiles, de muebles y de calzado
- Determinar índice de refracción en los minerales
- Llenado de termómetros en lugar de mercurio usualmente con un colorante rojo o azul
- Solvente para barnices, pegamentos, cemento y tintas

Principales usos de la gasolina

- Combustible para los vehículos automotores y aviones con motores de combustión interna de alta y baja relación de compresión
- Solvente industrial

Principales usos del nitrógeno

- Producción de amoníaco, ácido nítrico, nitratos, cianuros
- Manufactura de explosivos
- En llenado de bulbos incandescentes de los termómetros de alta temperatura
- Para formar atmósferas inertes para la conservación de materiales
- Fabricación del acero inoxidable
- Refrigerante, para congelación y conservación de cuerpos y células reproductivas (en fase líquida)
- Ultracongelación de alimentos (en fase líquida)
- Permite el manejo de envases más ligeros, evita la deformación del envase y le proporciona mayor rigidez (en fase líquida)

Principales usos de la acetona

- Solvente para grasas, aceites, ceras, resinas, caucho, plásticos, lacas, barnices
- Manufactura de metil isobutil cetona, ácido acético, cloroformo, yodoformo, bromoformo, diacetona alcohol, rayón, películas fotográficas, metacrilato de metilo, isopropanol y bisfenol A
- Producción de explosivos
- Extracción de sustancias de plantas y animales
- Purificación de parafina
- Deshidratación de tejidos
- Producción de aceites lubricantes y fabricación de seda artificial y cuero sintético



Principales usos del alcohol metílico (metanol)

- Es materia prima para la elaboración de formaldehído y esterres metílicos de ácidos orgánicos e inorgánicos
- Solvente industrial, para nitrocelulosa, etilcelulosa, butiralpolivinilo
- Anticongelante en radiadores de automóviles y frenos neumáticos
- Desnaturalización el alcohol
- Extracción de aceites animales y vegetales
- Agente suavizante de plásticos de piroxilina y otros polímeros
- Disolvente en la síntesis de fármacos, pinturas y plásticos
- Manufactura de formaldehído, tereftalato de dimetilo, malatión, palatión metílico, salicilato de metilo, acetato de metilo, propionato de metilo, benzoato de etilo
- Síntesis químicas (metil aminas, cloruro de metilo, metil metacrilato)
- Combustible de aviación
- Proceso de deshidratación del gas natural
- Materia prima para manufactura de proteínas sintéticas por fermentación continua
- Fabricación de película fotográfica, plásticos, jabones textiles, tintes de madera, tejidos con capa de resina sintética, cristal inastillable y productos impermeabilizantes



Principales usos del alcohol isopropílico

- Solvente para gomas, laca, aceites esenciales, productos cosméticos
- Extracción de alcaloides
- Desnaturalización del alcohol etílico
- Lociones para manos y para después de rasurarse, y cosméticos similares
- Solvente para creosota, resinas y gomas
- Manufactura de acetona, glicerol, acetato isopropílico, isopropilamina y propilato de aluminio
- Fabricación de agua oxigenada, misma que se encuentra en los tintes para el pelo, y que además se emplea como desinfectante en medicina
- Anticongelante en aceites y tintas
- Ingrediente de jabones líquidos, limpia cristales, aromatizante sintético de bebidas no alcohólicas y alimentos

Principales usos del propano

- Gas combustible doméstico, generalmente mezclado con butano, se vende como gas licuado de petróleo (GLP), para calentar el agua, calefacción, secadores entre otros
- Se emplea en la elaboración de etileno
- Solvente
- Refrigerante





- Combustible en celdas para desalinización del agua
- También es empleado en procesos metalúrgicos de alta calidad
- Procesos de elaboración de espuma de polietileno
- Obtención de hidrógeno

Principales usos del acetato de etilo

- Se usa en esencias artificiales de frutas
- Disolvente de nitrocelulosa, barnices, lacas, grasas y tintas
- Manufactura de piel artificial, películas, placas fotográficas, seda artificial, perfumes y limpiadores de telas
- Agente limpiador en la industria textil
- Aromatizante en productos farmacéuticos y alimentos

Principales usos del óxido de etileno

- Fumigante para productos alimenticios y textiles
- Fabricación de etilen glicol, acrilonitrilo, polietilenglicoles, éteres, alquílicos de etilenglicol, surfactantes no iónicos, etanolaminas, cloruro de colina y beta-hidroxietilnidadracina
- Esterilizar equipo quirúrgico y abastecimientos médicos
- Acelerador del crecimiento de las hojas de tabaco
- Antiemulsionante del petróleo
- Producción de poliuretanos para hacer hule espuma rígido y flexible (el primero se usa para hacer empaques y el otro para colchones y cojines)
- Fabricación de adhesivos y selladores que se emplean para pegar toda clase de superficies como cartón, papel, piel, vidrio, aluminio, telas

Principales usos del ácido fluorhídrico

- Producción de fluorocarbonos
- Catalizador en la alquilación del petróleo
- Producción del aluminio, acero inoxidable y fundición
- Separación de isótopos de uranio
- En combinación con el ácido nítrico para el grabado de la sílice
- Producción de semiconductores con base de silicio
- Extracción de metales como tántalo y niobio, los cuales se utilizan en electrónica y producción de teléfonos móviles
- Catalizador en la producción de detergentes

PROCESOS DE ELABORACIÓN DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS ALMACENADAS EN MÉXICO



Gas licuado de petróleo

Es un gas producto de la refinación del petróleo y del proceso de gas natural. En una primera etapa la corriente de gas natural pasa a una planta endulzadora, donde se elimina el azufre enseguida, se alimenta a una planta criogénica, en la cual mediante enfriamiento y expansiones sucesivas se obtienen dos corrientes, una gaseosa básicamente formada por metano y la otra líquida (licuables). En un proceso posterior de fraccionamiento, la fase líquida se separa en diversos componentes: etano, propano, butano y gasolinas naturales.

Amoníaco

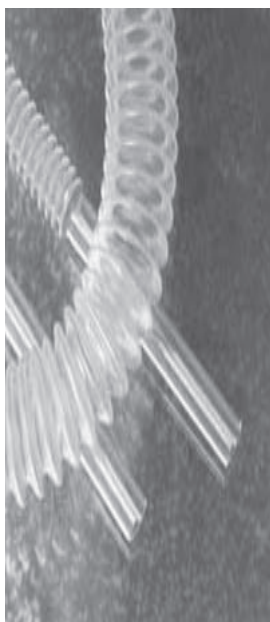
Se elabora a través del proceso Haber-Bosh, mediante hidrógeno y nitrógeno a alta presión. Las etapas que constituyen este proceso son las siguientes:

- Destilación del aire para obtener nitrógeno
- Oxidación parcial del metano con oxígeno
- Eliminación del carbono
- Conversión del monóxido de carbono con vapor de agua
- Eliminación del bióxido de carbono formado
- Eliminación del monóxido de carbono por medio de nitrógeno líquido
- Formación de amoníaco

Ácido sulfúrico

Actualmente se utilizan dos procesos para obtener ácido sulfúrico; método de las cámaras de plomo, el cual consiste en tostar piritas de hierro o azufre, para formar dióxido de azufre, los gases emitidos se filtran y el siguiente paso es la reacción de dióxido de azufre gaseoso, aire, vapor de agua y óxidos de nitrógeno, produciendo ácido sulfúrico en forma de gotas finas; normalmente es utilizado para la fabricación de fertilizantes y es el más antiguo. El segundo método de obtención, el





método de contacto, se basa en la oxidación del dióxido de azufre a trióxido de azufre (SO_3), bajo la influencia de un catalizador, se emplea el platino finamente dividido, que es el más eficaz; sin embargo tiene dos desventajas: su costo es muy elevado y además, ciertas impurezas existentes en el dióxido de azufre ordinario lo envenenan y reducen su actividad. Muchos productores de ácido sulfúrico utilizan dos catalizadores: primero, uno más resistente aunque menos efectivo, como el óxido de hierro o el óxido de vanadio (V_2O_5), que inician la reacción, y a continuación, una cantidad menor de platino para terminar el proceso. Produce un ácido más puro, pero requiere de materias primas más puras.

Cloro

Existen tres procesos para la producción electrolítica industrial de cloro: el proceso de celda de diafragma, el proceso de celda de amalgama de mercurio y el proceso de celda de membrana. Los tres procesos tienen una serie de ventajas e inconvenientes, que hacen que sean utilizados ampliamente en todo el mundo. La tendencia actual es la de transformar las plantas que utilizan tecnología de mercurio a plantas con tecnología de membrana.

Celda de mercurio

Se fundamentan en la propiedad del sodio de formar con el mercurio (cátodo) una amalgama líquida, que se descompone con el agua en NaOH (disolución al 50%), hidrógeno (H_2) y mercurio (Hg). El cloro se desprende en el ánodo.

Celdas de diafragma

Los compartimentos anódico y catódico están separados por una lámina porosa, denominada diafragma. El cloro se desprende en el ánodo, mientras que el hidrógeno y la solución alcalina de hidróxido de sodio (NaOH) (10 al 12 %) se generan en el cátodo. Aunque dichas celdas consumen menos energía que las de mercurio, para obtener una solución de hidróxido de sodio comercial (al 50%) es necesario evaporar el agua y precipitar la sal residual, proceso muy costoso.

Celdas de membrana

La membrana está fabricada a base de polímeros perfluorosulfónicos y es permeable sólo a los cationes, ión (Na^+), ión hidronio (H^+) impidiendo el paso a los aniones, ión cloruro (Cl^-), ión hidróxido (OH^-). Se pueden obtener disoluciones de hidróxido sódico de concentración superior al 30 %. Dichas disoluciones son de elevada pureza y requiere un consumo de energía para evaporar el agua al objeto de alcanzar la concentración de 50 % en hidróxido de sodio (NaOH) (calidad comercial). Las celdas de membrana tienen la ventaja sobre las de mercurio y diafragma de que no utiliza ningún material contaminante para la separación de los productos electrolíticos, siendo su consumo energético similar al de las de diafragma.

Hexano

Se obtiene por destilación del petróleo; de fracciones de las que se obtienen gasolinas o a través de reformados catalíticos, por medio de

los que se obtienen compuestos aromáticos. Una forma de obtener n-hexano de gran pureza es pasarlo a través de malla molecular, en la cual se retienen la n-parafinas. En el caso de contener impurezas con dobles ligaduras u otros elementos como azufre, oxígeno o halógenos, entonces la purificación debe llevarse a cabo mediante hidrogenación.

Gasolina

En forma general, la gasolina se obtiene a partir del petróleo, a través de las siguientes etapas:

- Proceso de destilación de los componentes del petróleo, uno de los cuales es la gasolina.
- Proceso de desintegración de los componentes pesados del petróleo, para convertirlos en gasolina y gas licuado.
- Procesos que se emplean para mejorar las características de las gasolinas como el de reformación catalítica, isomerización, alquilación y adición de compuestos oxigenantes como el metil terbutil éter y metil teramil éter.
- Procesos de purificación, para que su calidad cumpla con las normas de calidad y las normas ecológicas, tales como la hidrodesulfuración.

Nitrógeno

En la actualidad se obtiene por destilación fraccionada del aire líquido, obteniéndose al mismo tiempo oxígeno. Otro método de obtención consiste en hacer burbujear aire en una solución alcalina de pirogalol, que absorbe al oxígeno.

Acetona

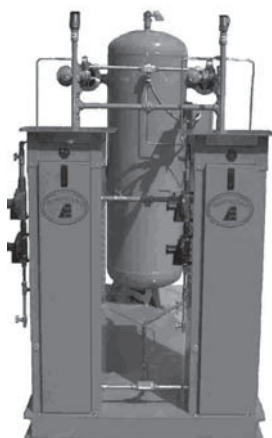
Se obtiene de los siguientes métodos:

- Fermentación del alcohol butílico
- Oxidación de isopropanol
- Ruptura de hidropéroxido de cumeno, y además se obtiene fenol
- Destilación de acetato de calcio
- Destilación destructiva de madera
- Oxidación por cracking de propano

Alcohol metílico (metanol)

Entre los muchos procesos de síntesis que existen para la producción de alcohol metílico se encuentra la reacción de Fischer-Tropsch entre el monóxido de carbono y el hidrógeno, de la que se obtiene metanol como subproducto. También se produce mediante la oxidación directa de hidrocarburos o mediante un proceso de hidrogenación en dos etapas en el que se hidrogena el monóxido de carbono para dar formiato de metilo, que a su vez se hidrogena para obtener alcohol metílico. Sin embargo, la síntesis más importante es la realizada mediante hidrogenación catalítica a presión del monóxido de carbono o del dióxido de carbono.





Alcohol propílico

El isopropanol o alcohol isopropílico se obtiene industrialmente haciendo reaccionar el propileno con ácido sulfúrico.

Propano

Hidrocarburo que se obtiene del proceso de gas natural y de la refinación del petróleo. El petróleo crudo se separa físicamente, mediante fraccionamiento en torres de destilación atmosférica que produce fracciones y destilado ligeros.

Acetato de etilo

El acetato de etilo se obtiene mediante esterificación directa del alcohol etílico con ácido acético, un proceso que consiste en mezclar ácido acético con alcohol etílico en exceso y añadir pequeñas cantidades de ácido sulfúrico. El éster se separa y se purifica por destilación. El acetato de etilo se hidroliza fácilmente en agua, dando una reacción ligeramente ácida; también se puede obtener a partir de acetaldehído anhidro en presencia de etóxido de aluminio.

Óxido de etileno

El óxido de etileno ha sido producido comercialmente a través de dos métodos básicos: el proceso de la clorhidrina y el proceso de oxidación directa. El proceso de la clorhidrina involucra la reacción de etileno con ácido hipocloroso seguido por la dehidroclorinación de la clorhidrina obteniéndose óxido de etileno y cloruro de calcio. El proceso de la clorhidrina no es competitivo económicamente y es por ello que fue rápidamente reemplazado por el proceso de oxidación directa convirtiéndose ésta en la tecnología dominante. En la oxidación directa la reacción se lleva a cabo en fase gaseosa haciendo pasar el etileno y el oxígeno a través de una columna empacada con un catalizador a base de sales de plata dispersas en un soporte sólido.

Ácido fluorhídrico

El flúor se encuentra principalmente en un mineral denominado espato flúor, también conocido como fluorita, la reacción de éste con ácido sulfúrico forma ácido fluorhídrico en forma gaseosa.

ALMACENAMIENTO DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS EN MÉXICO

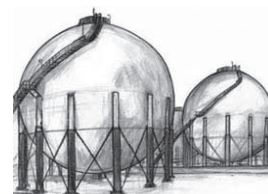


El almacenamiento consiste en el conjunto de recintos y recipientes usados para contener productos químicos, incluyendo los recipientes propiamente dichos, los diques de contención, las calles o pasillos intermedios de circulación y separación, las tuberías de conexión, y las zonas e instalaciones de carga, descarga y trasiego anexas, y otras instalaciones necesarias para el almacenamiento, siempre que sean exclusivas del mismo.

Las sustancias químicas en estado líquido y gaseoso se almacenan de acuerdo a su ubicación en tanques aéreos o superficiales y subterráneos, y de acuerdo a la presión, en tanques atmosféricos, a baja presión y a presión. Su tamaño, diseño, materiales, forma e instrumentación dependen del producto y la cantidad a almacenar. Las sustancias en estado sólido se almacenan en silos, sacos, tambores, bolsas y cajas.

Debido a la peligrosidad en el manejo con los productos químicos, se han adoptado una serie de precauciones básicas al diseñar el área de almacenamiento para que no se produzcan accidentes, como son las siguientes:

- El piso debe ser resistente a las sustancias que se van a almacenar.
- En el caso de que el almacenamiento sea considerable, es conveniente que tenga un desnivel hacia una zona de drenaje, segura y accesible, para evitar la permanencia de cualquier sustancia dentro del mismo en caso de derrame.
- Todos los recipientes deberán estar perfectamente etiquetados, serán de materiales adecuados y homologados mediante la realización en fábrica de las pruebas correspondientes. Las etiquetas aportan información básica (NOM-018 STPS-2000) cuando se organiza el almacén.
- La iluminación debe ser adecuada.
- Dentro de la zona de almacenamiento debe figurar una nota con normas básicas de seguridad, teléfonos de emergencia, etc.
- Todos los lugares de almacenamiento deben estar correctamente señalizados con las correspondientes señales de advertencia (tóxico, corrosivo, inflamable,...), de obligación (utilización de equipos de protección personal) y de prohibición (acceso restringido, no fumar,...).





- Las zonas de almacenamiento de sustancias químicas deben estar en lugares frescos, lejos de cualquier fuente de calor excesivo o ignición. Deben mantenerse limpias y secas, con ventilación adecuada que evite acumulación de vapores.
- Los productos especialmente peligrosos como sustancias tóxicas o muy tóxicas, y dentro de esta clasificación las sustancias cancerígenas, mutagénicas o teratogénicas, por sus características particulares, deben almacenarse en lugares especialmente acondicionados con medidas de seguridad particulares y de acceso restringido.
- Es conveniente tener almacenadas las mínimas cantidades posibles de productos químicos.
- Deben hacerse revisiones periódicas para asegurarse de que los contenedores no presentan fugas.

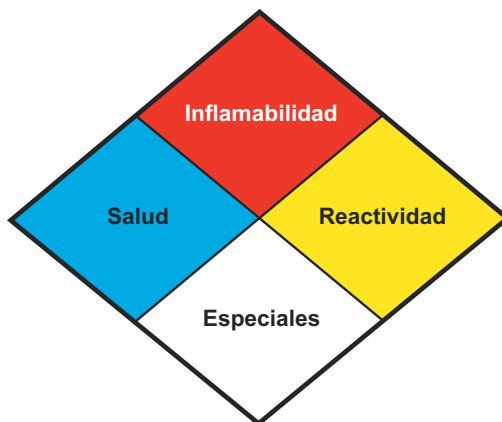
¿Cómo se clasifican las sustancias peligrosas para su almacenamiento?

De acuerdo con la norma NOM-018-STPS-2000 “Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo”, la cual establece la forma de identificación y clasificación de las sustancias. Las propiedades que toma en cuenta son daños a la salud, inflamabilidad y radiactividad, dándole valores en una escala de 0 a 4 para indicar el grado de peligro que presentan, siendo 4 el de mayor peligro.

Esta norma establece dos opciones de identificación, una en forma de rombo y otra de rectángulo, el modelo rombo coincide completamente con el sistema de identificación de materiales peligrosos establecido por la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (National Fire Protection Association, NFPA) en el estándar NFPA 704, mientras que el modelo rectángulo concuerda con el Sistema de Identificación de Materiales Peligrosos HMIS por sus siglas en inglés (Hazardous Materials Identification System) desarrollado por la Asociación Nacional de Pinturas y Recubrimientos, ambos sistemas desarrollados en los Estados Unidos.

Los siguientes colores y criterios de clasificación se emplean para ambas formas:

<i>Salud</i>	<i>Azul</i>
<i>Inflamabilidad</i>	<i>Rojo</i>
<i>Reactividad</i>	<i>Amarillo</i>
<i>Especiales</i>	<i>Blanco</i>



En la norma NOM-018-STPS aparecen los criterios de clasificación para cada grado de peligro para las sustancias según sean tóxicas, inflamables y reactivas.

¿Cuáles son los tipos de tanques de almacenamiento de sustancias peligrosas?

Los tanques de almacenamiento de sustancias peligrosas pueden ser de los siguientes tipos:

De acuerdo a la presión

- Tanques atmosféricos
- Tanques a presión

De acuerdo a la ubicación

- Aéreos / subterráneos
- Interiores / exteriores

¿Cómo son los tanques atmosféricos?

Un tanque de almacenamiento atmosférico es cualquier depósito diseñado para operar a presiones internas máximas de aproximadamente la presión atmosférica (14.7 lb/pulg²). Pueden estar abiertos a la atmósfera o cerrados. Generalmente, los tanques atmosféricos son del tipo cilíndrico vertical con fondo plano al nivel del terreno, ya que representan el menor costo.

Los tanques atmosféricos abiertos se pueden utilizar para almacenar materiales que no se vean dañados por el agua, el clima o la contaminación atmosférica. De otra manera se emplean tanques con techo o cúpula, ya sea fija o flotante. Los techos fijos suelen ser escalonados o de cúpula. Como en este tipo de tanques la presión en el techo es despreciable, las principales cargas de diseño son el viento y la lluvia.

Los tanques atmosféricos de techo fijo requieren ventilas para evitar los cambios de presión que se producen debido a los cambios de temperatura y el retiro o la adición de líquido, hay que considerar que las ventilas abiertas pueden provocar pérdidas excesivas de sustancias muy volátiles. Los techos flotantes deben tener un sello entre el tejado y el cuerpo del tanque, así como drenes para la eliminación del agua de lluvia. Estos tanques se emplean por ejemplo para almacenar diesel, gasolina, combustóleo, aceite lubricante, y no deben usarse para almacenar líquidos a su temperatura de ebullición o superior.

Los tanques atmosféricos que almacenan sustancias peligrosas deben contar con un dique de contención como medida de seguridad en caso de derrame. La capacidad del dique debe ser cuando menos de una vez la capacidad total nominal del tanque.

¿Cómo son los tanques a presión?

Los tanques de almacenamiento a presión se diseñan para funcionar a presiones internas superiores a la presión atmosférica, generalmente mayores a 1.05 kg/cm² manométricas. La fuerza de la presión que actúa contra el techo se transmite al cuerpo del tanque, que puede tener un peso suficiente para resistirla. Si no es así, la fuerza ascendente actuará sobre el fondo del tanque. Sin embargo, la resistencia del fondo es





limitada y si no es suficiente, será necesario utilizar un anillo de anclaje o una cimentación fuerte. A medida que aumenta la presión se hace necesaria la curvatura en todas las superficies. De manera que se pueden construir tanques en forma de esferas, elipsoides, estructuras toroidales y cilindro circulares con cabezas torisféricas, elipsoidales o hemisféricas.

Los tanques a presión generalmente son de los tipos esféricos o cilíndricos horizontales, y se emplean para almacenar por ejemplo hidrocarburos muy ligeros, que a presión atmosférica se encuentran en estado gaseoso, tales como el propano, butano, propileno y amoníaco.

Los recipientes a presión pueden usarse como tanques a baja presión y ambos como tanques atmosféricos.

¿Cómo son los tanques aéreos?

Los tanques aéreos se ubican sobre el nivel del suelo. Los tipos de tanques son muy variados.

Los tanques aéreos elevados son aquellos que se encuentran a unos cuantos metros sobre el nivel del piso, pueden proporcionar un flujo grande cuando se requiere, pero las capacidades de bombeo no tienen que ser más del flujo promedio. En esa forma, es posible ahorrar en inversiones de bombas y tuberías. También proporcionan flujo después que fallan las bombas, lo que constituye una consideración importante para usarse especialmente en los sistemas contra incendios.

Los tanques aéreos se pueden soportar sobre una base de arena, grava o piedras trituradas, cuando el subsuelo tenga una resistencia de apoyo adecuada. Esta base puede estar nivelada o escalonada, dependiendo de la forma del fondo del tanque. La base porosa proporciona drenaje en el caso de que haya fugas.

La presión de apoyo del tanque y el contenido no deben sobrepasar la resistencia de apoyo del suelo. Cuando el suelo no tenga una resistencia de apoyo adecuada, se puede excavar y rellenar con un material apropiado o fijar pilotes con un recubrimiento de concreto.

Para los tanques altos y pesados se puede requerir un anillo de cimentación. Los tanques cilíndricos horizontales deben tener dos asientos, en lugar de múltiples, para evitar la distribución indeterminada de las cargas. Las esferas, los esferoides y los toroides utilizan asientos de acero o concreto o se sostienen por medio de columnas.



¿Cómo son los tanques subterráneos?

Los tanques subterráneos como su nombre lo indica se ubican por debajo de la superficie del suelo. Estos tanques deben estar emplazados en un suelo bien drenado. El contenedor debe estar colocado de preferencia en un foso revestido de hormigón o ladrillo que permita su instalación y relleno seguros y facilite el acceso para las inspecciones.

Los tanques enterrados deben estar colocados sobre cimientos firmes e instalarse de manera que se impida el movimiento o la flotación. La superficie de los contenedores debe estar adecuadamente preparada y tratada para protegerlos contra la corrosión. Entre los métodos de protección están el revestimiento y la protección catódica.

Los tanques enterrados se colocan evitando el desmoronamiento de cimientos existentes. Las cargas de los cimientos que soportan edificaciones y otros recipientes no deben transmitirse al recipiente. La

distancia desde cualquier parte del recipiente a la pared más próxima de un sótano o foso, a los límites de propiedad o a otros tanques, no debe ser inferior a 1 metro. Cuando estén situados en áreas que puedan inundarse se tomarán las medidas necesarias para evitar que el recipiente pueda flotar.

Todos los tanques enterrados se deben instalar con sistema de detección y contención de fugas, tales como diques de contención, depósitos con pozo de vigilancia, doble pared con detección de fugas, etc.

¿Cuáles son los criterios para el diseño de tanques subterráneos?

Para el diseño de los tanques enterrados se toman en cuenta los siguientes aspectos:

- Los recipientes enterrados se disponen en cimientos firmes y rodeados con un mínimo de 250 mm de materiales inertes, no corrosivos, que no contengan materiales ni partículas abrasivas que puedan dañar el revestimiento del contenedor, se puede usar arena limpia y lavada o grava bien compactada. Los recipientes se cubren con un mínimo de 600 mm de tierra u otro material adecuado o bien con 300 mm de tierra u otro material adecuado, más una losa de hormigón armado de 100 mm de espesor.
- Cuando pueda existir tráfico de vehículos sobre los recipientes enterrados, se protegerán, como mínimo, mediante 900 mm de tierra, o bien con 450 mm de tierra apisonada y encima una losa de hormigón armado de 150 mm de espesor o 200 mm de aglomerado asfáltico. La protección con hormigón o aglomerado asfáltico se extenderá al menos 300 mm fuera de la periferia del recipiente en todas direcciones.
- Los tanques enterrados deben contar con venteos y conexiones ubicadas en la parte superior del recipiente, en el caso de las aberturas para medida manual de nivel, si es diferente a la conexión de llenado deben llevar un tapón. Los tanques enterrados dentro de edificios deben tener las bocas de llenado y los conductos de ventilación al exterior de los muros del edificio.

¿Cuándo se emplean instalaciones de tanques en el interior de edificios?

El almacenamiento en recipientes fijos en el interior de edificios o estructuras cerradas solamente se emplea, si la instalación de recipientes en el exterior no es recomendable debido a exigencias locales o consideraciones tales como: temperatura, viscosidad, pureza, estabilidad, higroscopicidad, lo cual debe justificarse en el proyecto.

¿Cuáles son las ventajas de las instalaciones interiores?

- Las válvulas y otros elementos del equipo están protegidos de la lluvia, con la condición de que el edificio se mantenga seco para evitar riesgo de corrosión.
- Es posible una ventilación controlada, limitando los efectos externos si el escape es muy pequeño.





- Existe una mayor probabilidad de que un dispositivo de vigilancia detecte un escape; particularmente en plantas automáticas.
- La instalación está protegida contra daños mecánicos, explosiones o incendios accidentales de una planta adyacente o contra la intromisión de personas no autorizadas.

¿Cuáles son las desventajas de las instalaciones interiores?

- En caso de un escape mediano o importante de sustancias gaseosas provocará una alta concentración local, y por tanto, habrá que contar con un acceso de emergencia a la atmósfera tóxica cerrada que se forma.
- El punto de escape puede ser difícil de descubrir debido a la falta de dispersión y formación de neblina.
- Es probable que resulte más difícil el acceso para el mantenimiento.

¿Cuáles son las ventajas de las instalaciones de tanques externas?

Las ventajas de una instalación externa son las siguientes:

- Los escapes no se confinan y, por tanto, la fuente del escape es más accesible sin problemas desde el lado opuesto a la dirección del viento.
- La identificación del punto de liberación es más fácil, lo que facilita la adopción de medidas correctivas locales inmediatas.
- El acceso a la instalación para el mantenimiento principal es más fácil.
- Los costos de la instalación son inferiores al no haber un edificio.

¿Cuáles son las desventajas de las instalaciones de tanques externas?

- Las liberaciones solo se pueden detectar en una fase inicial desde situaciones a favor del viento.
- Es posible que los trabajos de mantenimiento y reparación deban efectuarse en condiciones climáticas adversas.

¿De qué materiales se construyen los tanques de almacenamiento?

Los tanques de almacenamiento se hacen de casi todos los materiales estructurales. Los que más se usan son el acero y el concreto reforzado. Se usan materiales plásticos y plásticos con refuerzo de vidrio para tanques de hasta 227 000 litros (60 000 galones). Sus principales ventajas son la resistencia a la corrosión, su peso ligero y su costo más bajo. También se aplican recubrimientos de plástico y vidrio a tanques de acero. Se usan aluminio y otros metales no ferrosos cuando se requieren sus propiedades especiales.



¿Cuáles son las consideraciones generales para el almacenamiento de sustancias inflamables?

El almacenamiento de sustancias inflamables y sus instalaciones anexas, deben situarse alejados de las unidades de proceso y de

servicios, de oficinas, de los límites de propiedad, de edificios muy concurridos y, en general, de zonas con riesgos de provocar un incendio. El lugar debe estar suficientemente ventilado de forma natural. En el caso de construirse un edificio, debe carecer de paredes laterales.

Si el almacenamiento está próximo a instalaciones con riesgo de explosión, se deben estudiar las medidas necesarias para evitar que se pueda afectar por cualquier impacto.

Se tendrá en cuenta la proximidad a vías de comunicación pública, construyéndose en caso necesario barreras de protección adecuadas para caso de salida de vehículos de la calzada o de la vía.

El área del almacenamiento y alrededores deben estar libres de materiales combustibles, tales como residuos, grasas o vegetación.

En algunos casos es conveniente la construcción de un muro cortafuegos en los tanques adyacentes a recipientes que contengan sustancias inflamables, con la finalidad de proteger los tanques de las radiaciones térmicas de un incendio cercano y garantizar una distancia de dispersión adecuada a los límites, los edificios y las fuentes de ignición de una fuga de la sustancia inflamable del recipiente que lo contiene o de sus accesorios. Estos muros son de mampostería sólida, cemento o materiales análogos.

¿Qué es el almacenamiento a bajas temperaturas?

El almacenamiento a bajas temperaturas se utiliza para almacenar sustancias químicas gaseosas a presión atmosférica o cercana a ella, las cuales se mantienen en estado líquido debido a la baja temperatura. También puede funcionar un sistema con una combinación de presión y temperatura reducida. El término criogénico se refiere por lo común a temperaturas por debajo de $-101\text{ }^{\circ}\text{C}$ (-150°F). No obstante, algunos gases se licuan entre $-101\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-150\text{ }^{\circ}\text{F}$) y la temperatura ambiente. El principio es el mismo; pero las temperaturas criogénicas crean diferentes problemas con los materiales de construcción y aislamiento.

El gas licuado se debe mantener en su punto de ebullición o por debajo de él. Es posible utilizar la refrigeración, pero la práctica habitual consiste en enfriamiento por evaporación. La cantidad de líquido evaporado se minimiza mediante el aislamiento. El vapor se puede descargar a la atmósfera (desecho), comprimirse y volverse a licuar o utilizar.

Para temperaturas muy bajas, el tanque puede tener paredes dobles con un espacio intermedio vacío, o bien paredes dobles sin vacío, pero con un material aislante en el espacio intermedio.

Los gases almacenados a baja temperatura más comunes son el nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, amoníaco, gas natural propano y gas licuado de petróleo (gas L.P.).

¿Cuáles son las sustancias químicas peligrosas almacenadas en mayor volumen en México?

A partir de la información que presentan las empresas en sus programas de prevención de accidentes y sus estudios de riesgo, ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, podemos conocer cuáles son las sustancias peligrosas almacenadas en el país y las cantidades en que se almacenan, mayor información sobre esto se encuentra en el documento "Identificación de peligros por almacenamiento de sustancias químicas en industrias de alto riesgo en México", Cenapred, 2003 (www.cenapred.gob.mx)





- Gas L.P
- Amoniaco
- Ácido sulfúrico
- Cloro
- Hexano
- Gasolina
- Nitrógeno
- Acetona
- Alcohol metílico
- Alcohol propílico e isopropílico
- Propano
- Acetato de etilo
- Óxido de etileno
- Ácido fluorhídrico

¿En qué estados del país se almacenan las principales sustancias químicas peligrosas?

¿Cuáles son los estados de la República Mexicana que tienen el mayor número de sustancias peligrosas almacenadas en grandes cantidades?

Los estados del país que se han identificado con el mayor número de sustancias peligrosas almacenadas son: Veracruz, México, Puebla, Tamaulipas, Jalisco, Hidalgo, Guanajuato, Nuevo León, Oaxaca, Chihuahua, Distrito Federal, Querétaro.

Tabla 1 Sustancias químicas más peligrosas y porcentajes de almacenamiento por estado

[illegible]

TRANSPORTE DE SUSTANCIAS Y MATERIALES PELIGROSOS



El transporte de materiales y residuos peligrosos es inherente a cualquier sociedad con un desarrollo tecnológico. Los procesos industriales dependen de un flujo continuo de sustancias, materiales y residuos, y cuando éste se realiza existe un peligro potencial para la población y el ambiente en caso de una liberación accidental. En México las materias primas, productos terminados y residuos se transportan principalmente por vía carretera y ferroviaria, en esta operación se utilizan diferentes configuraciones y tipos de camiones, autotanques y carrotaques; adicionalmente, diversas sustancias peligrosas son transportadas a través de tuberías.

¿Qué es una sustancia peligrosa?

El Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes define a una sustancia peligrosa como: todo aquél elemento, compuesto, material o mezcla de ellos que independientemente de su estado físico, represente un riesgo potencial para la salud, el ambiente, la seguridad de los usuarios y la propiedad de terceros; también se consideran bajo esta definición los agentes biológicos causantes de enfermedades.

Para el transporte terrestre se establece una clasificación en clases de acuerdo con las características peligrosas que presentan las sustancias, dichas características se muestran en la tabla 2.

¿Qué es un material peligroso?

De acuerdo al Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales se define a un material peligroso como: aquella sustancia peligrosa, sus remanentes, sus envases, embalajes y demás componentes que conformen la carga que será transportada por las unidades.

Asimismo, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente define a un material peligroso como: elemento, sustancia, compuesto, residuo o mezcla de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas. Sin embargo, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales al no ser su atribución regular el transporte de materiales peligrosos solo establece los criterios para definir a los



residuos peligrosos al ambiente de acuerdo a sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas y condiciones para su manejo, contenidos en la NOM-052-SEMARNAT-2005 “Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos” y para los residuos biológico-infecciosos la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 “Residuos peligrosos biológico-infecciosos, clasificación y especificaciones de manejo”.

¿Como se definen los residuos peligrosos?

El Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos define a un residuo peligroso como: todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas infecciosas o irritantes, representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente. Adicionalmente, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos establece a los residuos peligrosos como: aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley.

Es de observarse que las definiciones establecidas para las características corrosiva, reactiva, explosiva, de toxicidad e inflamabilidad por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y las correspondientes por parte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes presentan algunas diferencias.

¿Cómo se clasifican los residuos peligrosos?

La norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT en la cual se establecen los residuos peligrosos para el ambiente de acuerdo a su fuente generadora, clasificándolos en residuos peligrosos por giro industrial y por proceso, así como por fuente no específica de acuerdo a las tablas incluidas en dicha norma; además determina las propiedades que definen a las características que deberán presentar los residuos para ser considerados como peligrosos; estas características y propiedades se indican en la tabla 3.

Para el transporte terrestre la anterior definición se complementa con las establecidas para material y residuo peligroso en el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos; asimismo, dicho Reglamento indica que para el transporte de residuos peligrosos se efectuará conforme a la clase de sustancia peligrosa de que se trate o dio origen al residuo.

¿Cómo son las etiquetas empleadas para el transporte de materiales y residuos peligrosos?

De acuerdo a la NOM-003-SCT2-2008 “Características de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos”, se define a etiqueta



Tabla 2 Clasificación de las sustancias peligrosas

Clase	Denominación	Descripción
1	Explosivos	<i>Sustancias explosivas:</i> Son sustancias o mezcla de sustancias sólidas o líquidas que de manera espontánea o por reacción química, pueden desprender gases a una temperatura, presión y velocidad tales que causen daños en los alrededores. <i>Sustancias pirotécnicas:</i> Son sustancias o mezclas de sustancias destinadas a producir un efecto calorífico, luminoso, sonoro, gaseoso o fumígeno o una combinación de los mismos, como consecuencia de reacciones químicas exotérmicas autosostenidas no detonantes. <i>Objetos explosivos:</i> Son objetos que contienen una o varias sustancias explosivas.
2	Gases comprimidos, refrigerados, licuados o disueltos a presión	Son completamente gaseosas a 20 °C a una presión normal de 101.3 kPa; a 50 °C tienen una presión de vapor mayor a 300 kPa.
3	Líquidos inflamables	La clase 3 son mezclas o líquidos que contienen sustancias sólidas en solución o suspensión, que despiden vapores inflamables a una temperatura no superior a 60.5 °C en los ensayos en copa cerrada o no superiores a 65.6 °C en copa abierta.
4	Sólidos inflamables	Son sustancias que presentan riesgo de combustión espontánea, así como aquellos que en contacto con el agua desprenden gases inflamables.
5	Oxidantes y peróxidos orgánicos	<i>Sustancias oxidantes:</i> Sustancias que sin ser necesariamente combustibles, pueden generalmente liberando oxígeno, causar o facilitar la combustión de otras. <i>Peróxidos orgánicos:</i> Sustancias orgánicas que contienen la estructura bivalente -O-O- y pueden considerarse derivados del peróxido de hidrógeno, en el que uno de los átomos de hidrógeno, o ambos han sido sustituidos por radicales orgánicos. Los peróxidos son sustancias térmicamente inestables que pueden sufrir una descomposición exotérmica autoacelerada; además pueden poseer otras propiedades.
6	Tóxicos agudos (venenos) y agentes infecciosos	<i>Tóxicos agudos (venenos):</i> Son aquellas sustancias que pueden causar la muerte, lesiones graves, o ser nocivas para la salud humana si se ingieren, inhalan o entran en contacto con la piel. <i>Agentes infecciosos:</i> Son las que contienen microorganismos viables incluyendo bacterias, virus, parásitos, hongos, o una combinación híbrida o mutante; que son conocidos o se cree que pueden provocar enfermedades en el hombre o los animales.
7	Radiactivos	Son todos los materiales cuya actividad específica es superior a 70 kBq/kg (2 nCi/g).
8	Corrosivos	Son sustancias líquidas o sólidas que por su acción química causan lesiones graves a los tejidos vivos con los que entran en contacto o que si se produce un escape pueden causar daños e incluso destrucción de otras mercancías o de las unidades en las que son transportadas.
9	Varios	Son aquellas sustancias que durante el transporte presentan un riesgo distinto de los correspondientes a las demás clases y que también requieren un manejo especial para su transporte, por representar un riesgo potencial para la salud, el ambiente, la seguridad a los usuarios y la propiedad a terceros

Fuente: Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, 1993, actualizada al 20 de noviembre de 2012

Tabla 3 Características CRETIB

Característica	Propiedad
Corrosividad	En estado líquido o en solución acuosa presenta un pH sobre la escala menor o igual a 2.0; o mayor o igual a 12.5. En estado líquido o en solución acuosa, a una temperatura de 55°C es capaz de corroer el acero al carbón, a una velocidad de 6.35 milímetros o más por año.
Reactividad	Bajo condiciones normales (25°C y 1 atmósfera), se combina o polimeriza violentamente sin detonación. En condiciones normales (25°C y 1 atmósfera) cuando se pone en contacto con agua en relación (residuo-agua) de 5:1, 5:3, 5:5, reacciona violentamente formando gases, vapores o humos. Bajo condiciones normales cuando se ponen en contacto con solución de pH ácido (HCl 1.0 N) y básico (NaOH 1.0 N) en relación (residuo-solución) de 5:1, 5:3, 5:5, reaccionando violentamente formando gases, vapores o humos. Posee en su constitución cianuros o sulfuros que al exponerse a condiciones de pH entre 2.0 y 12.5 pueden generar gases, vapores o humos tóxicos en cantidades mayores a 250 mg de HCN/kg. de residuo o 500 mg de H ₂ S/kg de residuo, o cuando es capaz de producir radicales libres
Explosividad	Tiene una constante de explosividad igual o mayor a la del dinitrobenceno. Es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25 °C y a 1.03 kg/cm ² de presión
Toxicidad al ambiente	Cuando se somete a la prueba de extracción para toxicidad conforme a la norma oficial mexicana NOM-053-SEMARNAT-1993, el lixiviado de la muestra representativa contiene cualquiera de los constituyentes listados en las tablas del anexo 5 de la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005.
Inflamabilidad	En solución acuosa contiene más de 24% de alcohol en volumen. Es líquido y tiene un punto de inflamación inferior a 60 °C. No es líquido pero es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos (a 25 °C y a 1.03 kg/cm ²). Se trata de gases comprimidos inflamables o agentes oxidantes que estimulan la combustión.
Biológica infecciosa	Un residuo es biológico-infeccioso cuando: el residuo contiene bacterias, virus u otros microorganismos con capacidad de infección; contiene toxinas producidas por microorganismos con capacidad de infección.

Fuente: NOM-052-SEMARNAT-2005



como: cualquier señal o símbolo escrito, impreso o gráfico visual o fijado que mediante un código de interpretación indica el contenido, manejo, riesgo y peligrosidad de las sustancias, materiales y los residuos peligrosos. Esta norma establece que: todos los envases y embalajes destinados a transportar materiales o residuos peligrosos cuya masa neta o capacidad no exceda de 400 kg o 450 litros, respectivamente, deben portar una etiqueta o etiquetas (primaria y secundarias, según sea el caso) adheribles, impresas o rotuladas que permitan identificar fácilmente, mediante apreciación visual, los riesgos asociados con su contenido; y todos los envases y embalajes destinados al transporte de materiales y residuos peligrosos cuya masa neta o capacidad exceda de 400 kg o 450 litros deberán portar cuando así lo permita el envase y embalaje una etiqueta o el (los) cartel(es) de identificación, establecidos en la norma correspondiente.

¿Cuál es propósito de las etiquetas empleadas en el transporte de materiales y residuos peligrosos?

Las etiquetas tienen como propósito:

- Reconocer por su aspecto general de color, forma y símbolo, los envases y embalajes que contienen materiales y residuos peligrosos.
- Identificar la naturaleza del riesgo potencial del material o residuo peligroso mediante símbolos.
- Prevenir situaciones de peligro en el manejo y estibado de las sustancias, materiales o residuos peligrosos.

¿Cuáles son los símbolos empleados en las etiquetas y cuáles son sus significados?

Los símbolos básicos y sus correspondientes significados empleados para las etiquetas son:

- *Flama:* peligro de incendio
- *Calavera y tibias cruzadas:* peligro de envenenamiento
- *Trébol esquematizado:* peligro de radiactividad
- *Líquidos goteando de dos tubos de ensayo sobre una mano y un metal:* peligro de corrosión
- *Bomba explotando:* peligro de explosión



Los símbolos complementarios y sus correspondientes significados empleados en las etiquetas son:



- *Cilindro de gas:* gases comprimidos no inflamables, no tóxicos
- *Flama sobre un círculo:* oxidantes o peróxidos orgánicos
- *Tres medias lunas sobre un círculo:* sustancias infecciosas
- *Siete franjas verticales:* sustancias peligrosas varias

¿Cómo se identifican las unidades que transportan sustancias y materiales peligrosos?

Los vehículos que llevan sustancias y materiales peligrosos deben portar carteles de identificación (figuras 1 y 2) de acuerdo con la norma oficial mexicana emitida por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes NOM-004-SCT-2008 “Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos”; asimismo, para determinar la sustancia o material peligroso que es transportado de acuerdo al número de las Naciones Unidas (UN) se emplea la norma oficial mexicana NOM-002-SCT-2011 “Listado de sustancias y materiales más usualmente transportados” o la Guía de Respuesta a Emergencias (secciones amarilla y azul).

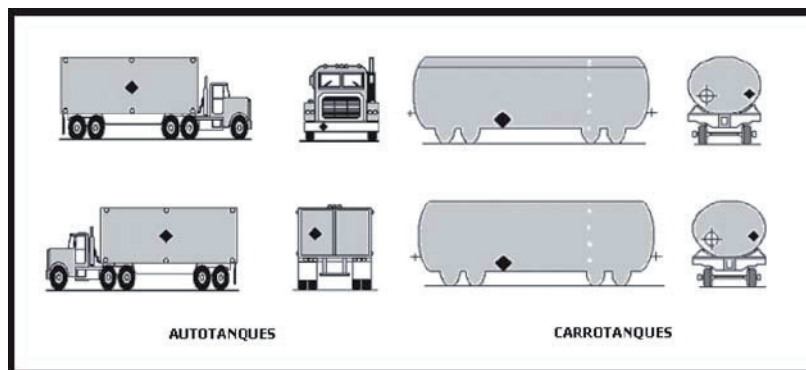


Figura 1. Ubicación de carteles para el autotransporte de sustancias y materiales peligrosos

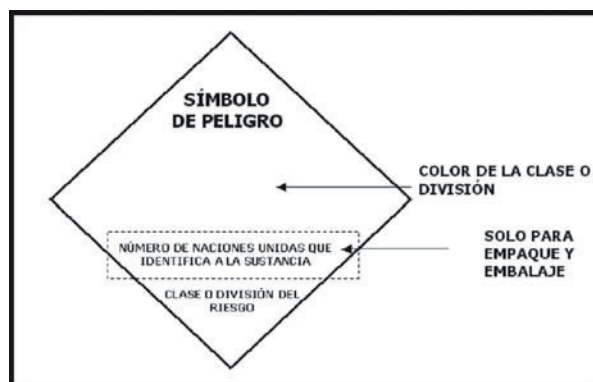


Figura 2. Rombo de identificación de las unidades para transporte terrestre

¿Cuál es el propósito de la Guía de Respuesta en Caso de Emergencia?

La Guía de Respuesta en Caso de Emergencia, es un documento desarrollado para ser usado por bomberos, policía, personal de servicios de atención a emergencias, y por el propio conductor de la unidad en la respuesta inicial a un accidente o incidente. En donde la respuesta inicial es el periodo en el cual se confirma la presencia y/o se



identifican los materiales peligrosos, se inician las acciones protectoras, se establece el área de seguridad, se informa del incidente y se solicita ayuda de personal capacitado. Esta guía se emplea en Canadá, Estados Unidos de Norteamérica y en México, así como en otros países de Latinoamérica.

¿Cuál es el contenido de la Guía de Respuesta en Caso de Emergencia?

La Guía de Respuesta en Caso de Emergencia contiene:

- Recomendaciones para el uso de la guía
- Números telefónicos de organismos para aviso, para obtener información y ayuda en caso de emergencia
- Ilustraciones de los carteles utilizados para la identificación de las diferentes clases de riesgo y sus divisiones
- Sección, de color amarillo, en la cual los materiales se ordenan de manera progresiva ascendente de acuerdo al número de identificación de la Organización de las Naciones Unidas donde se indica el número de guía correspondiente y el nombre del material
- Sección, de color azul, en la cual los materiales se ordenan alfabéticamente de acuerdo al nombre del material, se indica el número de guía correspondiente y el número de identificación de la Organización de las Naciones Unidas
- Guías numeradas que contienen: título que identifica el riesgo general de los materiales peligrosos a los cuales esta guía aplica; una sección donde se describen los riesgos potenciales que el material puede presentar en términos de fuego/explosión y efectos potenciales a la salud por exposición; una sección sobre medidas de seguridad pública basadas en la situación que se presente, esta sección proporciona información general sobre el aislamiento inmediato del sitio de acuerdo a las dimensiones del derrame y para incendio, tipo de ropa protectora y protección respiratoria recomendada; una sección sobre respuesta a emergencias por fuego, derrame o fuga y sobre medidas de primeros auxilios
- Sección sobre la distancia de aislamiento inicial para los diferentes materiales ordenados conforme al número de las Naciones Unidas, especificado de acuerdo al tamaño del derrame o fuga y, distinción de acuerdo al día o la noche. Incluye asimismo una lista de materiales peligrosos reactivos al agua
- Sección sobre las acciones de protección, factores considerados para la elaboración e interpretación de la tabla sobre distancias de aislamiento, ropa de protección personal, glosario de términos y datos de la publicación

¿Dónde puede obtenerse la Guía de Respuesta en Caso de Emergencia?

Esta Guía de Respuesta en Caso de Emergencia se puede obtener en la dirección de internet <http://hazmat.dot.gov/guidebook.htm> y seleccionar la versión en español, o bien se puede adquirir el documento impreso en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.



¿Cuáles son los factores involucrados en los accidentes en el transporte de materiales y residuos peligrosos?

Los factores involucrados en la ocurrencia de accidentes en el transporte de materiales y residuos peligrosos pueden agruparse en: factores asociados con el vehículo, factores asociados con el camino o el ambiente, y los factores asociados con el conductor.

Dentro de los factores asociados con el vehículo y unidades de arrastre se incluyen las características físicas, como son el número de remolques o unidades, la longitud del remolque, capacidad de carga, desempeño dinámico del vehículo bajo condiciones de carga variables, y otros sistemas mecánicos como son el sistema de frenos y las características del motor.

Los factores ambientales incluyen las condiciones meteorológicas adversas, condiciones de visibilidad, tráfico, etcétera. Dentro de los factores del camino se incluyen a la clase de camino, condiciones de la carretera, estado de mantenimiento, presencia o ausencia de señalamientos, intersecciones, barreras, etcétera; por geometría del camino se entiende a las estructuras físicas donde operan los vehículos y que incluyen al tipo de carretera, número de carriles e intersecciones.

Dentro de los factores asociados con el desempeño del conductor se encuentran la habilidad, experiencia y estado físico (salud, fatiga); estos factores son críticos sin importar el tipo o tamaño del vehículo.

¿Cuál es el factor más importante a considerar en el transporte de materiales y residuos peligrosos?

En el traslado o transporte seguro de materiales y residuos peligrosos, es el conductor el elemento más importante; la experiencia del conductor y su entrenamiento tienen un efecto directo en la tasa de accidentes; asimismo, la falta de experiencia es un factor de importancia significativa en la pérdida de control de los vehículos y el consecuente accidente.

La interrelación entre los diferentes factores y su contribución a los accidentes no está definida con precisión, es por esto que en muchos de los registros sobre accidentes no se establece cuál fue el factor determinante, para identificar al factor determinante se requiere la investigación del accidente.

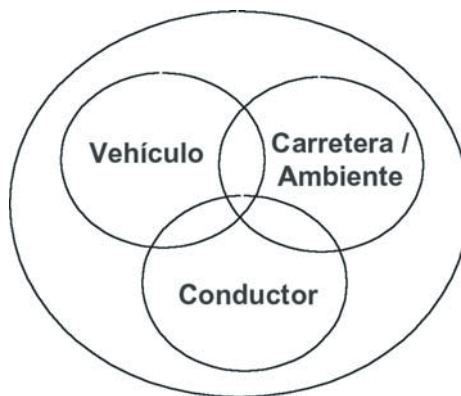


Figura 3. Factores que contribuyen a los accidentes

¿Cómo se define a un accidente en el transporte de materiales y residuos peligrosos?

Un accidente en el transporte de materiales y residuos peligrosos puede definirse como cualquier evento no deseado que interrumpe el traslado de materiales o residuos peligrosos y que puede provocar o no una pérdida en la contención del recipiente.



¿Qué disposiciones existen para disminuir el peligro y los riesgos en caso de un accidente?

Dentro de los aspectos considerados en las regulaciones se encuentran el etiquetado de recipientes, la identificación de vehículos, especificaciones de diseño de contenedores o recipientes, y medidas a realizarse en caso de un incidente. Los anteriores aspectos están contemplados en el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, y desarrollados en las diferentes normas oficiales mexicanas emitidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

¿Cómo se define a un incidente en el transporte de materiales y residuos peligrosos?

Existen diversas definiciones de incidente, para el transporte de materiales y residuos peligrosos puede establecerse como: la pérdida de contención de material o energía; un ejemplo de incidente es la liberación de 100 kg/min de amoníaco debido a ruptura en el cuerpo del tanque que contiene a dicha sustancia.

Es de aclararse que la anterior definición es diferente a la empleada para cuestiones de seguridad en ambiente laboral en la que se entiende por incidente a: un acontecimiento no deseado que podría deteriorar o deteriora la eficiencia de la operación empresarial; o también: a un acontecimiento no deseado que bajo circunstancias un poco diferentes pudo haber originado un daño físico, lesión o enfermedad, o bien un daño a la propiedad; este tipo de incidentes son nombrados con frecuencia llamados “cuasiaccidentes”.

¿Cómo se definen al peligro?

La norma oficial mexicana NOM-018-STPS-2000 “Sistema para la identificación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo” define al peligro como: la capacidad intrínseca de una sustancia química para generar un daño.

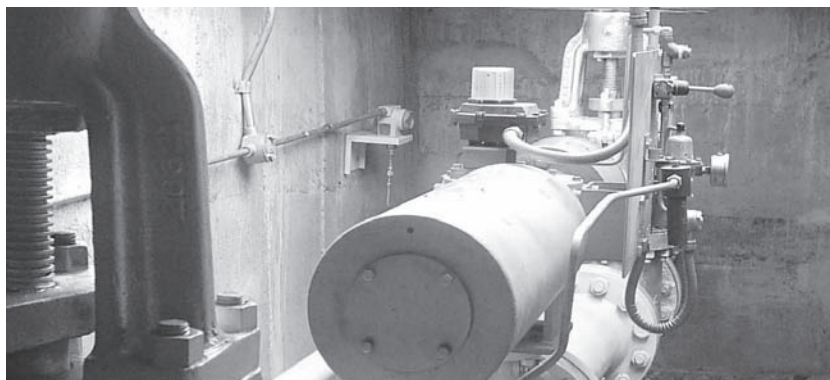
¿Cómo se define al riesgo?

Existen diferentes definiciones para el riesgo de acuerdo al campo de aplicación, de manera técnica en el procedimiento de análisis de riesgo para instalaciones industriales y transporte este término se define como: *una medida de la pérdida económica o del daño a personas en términos tanto de la probabilidad del incidente como de la magnitud de la pérdida o daño; adicionalmente, se define al peligro como: cualquier condición física o química que tiene el potencial de causar daños a las personas, a la propiedad o al ambiente.*

El Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos considera 9 clases de riesgo y para algunas de estas clases sus divisiones; adicionalmente, la NOM-018-STPS-2000 “Sistema para la identificación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo” establece las propiedades que debe tener una sustancia peligrosa para determinar su grado de riesgo considerado 5 grados para las características de riesgo a la salud, de inflamabilidad, de reactividad y especiales.

Sin embargo, debido a las interpretaciones del término riesgo que diferentes disciplinas han establecido a lo largo del tiempo para el desarrollo de sus técnicas, procedimientos y su aplicación a situaciones o fenómenos, los términos peligro y riesgo comúnmente se emplean como sinónimos, lo cual puede dar lugar a confusiones de no comprenderse adecuadamente la manera en que éstos son empleados.

TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE SUSTANCIAS PELIGROSAS POR TUBERÍA



El empleo de sistemas de tuberías para el transporte y distribución de sustancias peligrosas es un medio económico, confiable y seguro de manejo, en estos sistemas se transportan sustancias en estado líquido o gaseoso, por ejemplo: gasolinas, gas natural, gas LP, amoníaco, petróleo crudo, combustóleo, entre otras.

¿Qué es una línea de transporte de gas natural?

Una línea de transporte es la tubería instalada con el propósito de conducir y entregar gas natural.

¿Qué es un sistema de transporte de gas natural?

La norma NOM-007-SECRE-2010 “Transporte de gas natural” establece como sistema de transporte a todos los componentes o dispositivos físicos a través de los cuales el gas natural fluye y que incluyen además de la tubería a las válvulas, accesorios unidos a la tubería, estaciones de compresión, medición y regulación; el sistema de transporte comprende desde el punto de origen del ducto hasta el punto de destino excluyendo lo considerado como sistema de distribución.

¿Que es un sistema de distribución de gas natural y gas LP?

De acuerdo a la norma oficial mexicana NOM-003-SECRE-2002 “Distribución de gas natural y gas LP por ducto” se entiende por sistema de distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por medio de ducto, al conjunto de ductos, compresores, reguladores, medidores y otros equipos para recibir, conducir y entregar en estado gaseoso, gas natural y gas LP desde el sistema de almacenamiento de los mismos hasta el medidor de los usuarios, siendo éste el punto de conexión del sistema de distribución a las instalaciones para su aprovechamiento; en el sistema de distribución se considera que del punto de entrega del gas al responsable de la distribución hasta la estación de regulación existen presiones mayores a 410 kPa (59.45 psi, 4.18 kg/cm²), y de la estación de regulación a los usuarios existen presiones menores a 410 kPa. Es de considerarse que dependiendo del tipo de usuario final será la presión en la tubería o toma.





¿Cómo se identifican las sustancias transportadas en una tubería?

Para identificar la sustancia transportada en una tubería se emplea el código de colores y otras medidas contenidas en NRF-009-PEMEX-2012 "Identificación de instalaciones fijas"; para identificar los ductos para la distribución de gas natural y gas licuado de petróleo se emplea lo considerado en la norma oficial mexicana NOM-003-SECRE-2002 "Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos"; asimismo para identificar a las tuberías superficiales se considera lo indicado en la norma anterior y en la NOM-026-STPS-2008 "Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías".

¿Qué es un derecho de vía?

La norma oficial mexicana NOM-003-SECRE-2002 "Distribución de gas natural y gas LP por ducto" establece como derecho de vía (actualmente franja de desarrollo del sistema) a la franja de terreno donde se alojan las tuberías del sistema de distribución. Asimismo, la norma oficial mexicana NOM-007-SECRE-2010 "Transporte de gas natural" define a este concepto como a la franja de terreno donde se alojan las tuberías, requerida para la construcción, operación, mantenimiento e inspección de los ductos de transporte de gas natural.

¿Qué defectos en las tuberías pueden originar fugas de sustancias peligrosas?

Los defectos que dan origen a fallas en las tuberías se listan en la tabla 4, en la cual los defectos se agrupan en dos categorías: los defectos atribuidos a las pruebas previas a su puesta en operación y los defectos que ocurren durante la operación.

¿Qué problemas ocasiona una fuga de sustancias peligrosas cuando se transportan por tubería?

Las sustancias transportadas a través de tuberías en caso de su liberación a la atmósfera pueden poner en peligro a las personas que vivan o se encuentren cercanas a la fuga. El grado de peligro está en función de las características de las sustancias transportadas, de la presión a que se encuentran en el interior de la tubería y de las condiciones en que sean liberadas. El gas natural cuyo principal constituyente es el metano, es inflamable cuando se mezcla con el aire; si una cantidad considerable de gas natural es liberado a la atmósfera, éste puede incendiarse o provocar una explosión cuando se encuentre en concentraciones dentro del intervalo de explosividad. El petróleo crudo es un líquido inflamable que puede contaminar con sus humos el ambiente, y en caso de no incendiarse contaminar al suelo, aire y cuerpos de agua cercanos a la fuga.

El propano, butano, gas licuado de petróleo y otros productos se transportan en forma líquida, por lo cual de suceder una fuga pueden evaporarse rápidamente y formar una mezcla altamente inflamable y explosiva; esta mezcla puede formar una nube y desplazarse distancias

Tabla 4 Causas de fallas en tuberías

Defectos que originan fallas en las pruebas previas al servicio	Defectos que originan fallas durante la operación
a) Defectos en el cuerpo de la tubería - daño mecánico - grietas de fatiga debidas al traslado - defectos del material b) Defectos en la soldadura longitudinal - Arco sumergido - fisuras en el área de soldado - fusión incompleta - porosidad - inclusiones de escoria - soldado fuera de la costura - penetración incompleta - Soldadura eléctrica - inclusiones en la línea de soldado - fisuras por enganchamiento - soldado en frío - quemado por contacto - desbaste excesivo - dureza excesiva c) Defectos de la soldadura en campo - agrietamiento debido a burbujas - agrietamiento del metal de soldadura	a) Defectos en el cuerpo de la tubería - daño mecánico - defectos del material - efectos del ambiente - corrosión - agrietamiento debido a hidrógeno - agrietamiento por corrosión - agrietamiento debido a sulfuros b) Defectos en la soldadura longitudinal - arco sumergido - fisuras en la base - fisuras debidas a ciclos de carga - arco eléctrico - corrosión selectiva - agrietamiento debido a hidrógeno c) Defectos de la soldadura en campo - penetración insuficiente - corrosión (normalmente interna) d) Causas especiales - cargas debidas a movimientos del terreno - cargas debidas a temblores - combustión interna - sabotaje - arrugas por doblado e) Fallas en accesorios f) Fallas debidas a la operación

Fuente: Kiefer F. John. Oil and Gas Journal marzo 30 de 1987

considerables en la dirección del viento, antes de su posible ignición. El amoníaco en condiciones normales es un gas de olor picante, incoloro, más ligero que el aire y en ciertas condiciones puede formar una niebla; dependiendo de la concentración en el ambiente, los efectos a la exposición pueden variar de una ligera irritación a una severa corrosión en las membranas de ojos, nariz, garganta y pulmones y tener fatales consecuencias.

¿Cómo pueden clasificarse las fugas de gas natural y gas LP?

La norma oficial mexicana NOM-007-SECRE-2010 "Transporte de gas natural" establece la siguiente clasificación para las fugas:

- **Grado 1.** Son aquellas fugas que representan un peligro inminente para las personas o propiedades, por lo que, cuando se detectan deben ser reparadas inmediatamente y/o realizar acciones continuas hasta lograr que las condiciones dejen de ser peligrosas. Se considera como peligrosa toda situación en la que haya probabilidad de asfixia, incendio o explosión en el área afectada por la fuga.
- **Grado 2.** Esta clase de fugas no son peligrosas cuando se detectan, pero representan un riesgo probable para el futuro, por lo que se requiere programar su reparación para prevenir que se vuelvan peligrosas.
- **Grado 3.** Esta clase de fugas no son peligrosas cuando se detectan y tampoco representan un riesgo probable para el futuro, por lo que sólo es necesario reevaluarlas periódicamente hasta que sean reparadas.



¿Qué criterios de acción se emplean para los diferentes grados de fugas de gas natural y gas LP?

La norma oficial mexicana NOM-007-SECRE-2010 establece los siguientes criterios de acción.

Fugas de grado 1

EJEMPLO	CRITERIO DE ACCIÓN
1. Cualquier fuga que, a juicio del personal operativo en el sitio de la fuga, se considere un peligro inmediato. 2. Cualquier escape de gas que se haya encendido.	Requiere de acciones inmediatas para proteger la vida y propiedades de las personas, y de acciones continuas hasta lograr que las condiciones dejen de ser peligrosas.
3. Cualquier indicación de que el gas haya migrado al interior o debajo de un edificio o dentro de un túnel.	Debe notificarse a las autoridades competentes como son: la Comisión Reguladora de Energía, protección civil, policía y bomberos.
4. Cualquier indicación de presencia de gas en el lado exterior de la pared de un edificio, o donde es probable que el gas migre al lado exterior de la pared de un edificio.	La acción inmediata en algunos casos puede requerir de uno o más de los pasos siguientes:
5. Cualquier lectura mayor o igual que 80% (ochenta por ciento) del LIE del gas en un espacio confinado.	a) Puesta en marcha y coordinación del plan de emergencia del permisionario;
6. Cualquier lectura mayor o igual que 80% (ochenta por ciento) del LIE del gas en otras subestructuras pequeñas, no asociadas con el gas por las cuales es probable que el gas migre al lado exterior de la pared de un edificio.	b) Evacuación del área; c) Acordonamiento del área; d) Desviación del tráfico; e) Eliminación de las fuentes de ignición;
7. Cualquier fuga que pueda ser detectada por medio de la vista, oído u olfato, y que está en una localización que puede ser peligrosa para las personas y sus bienes.	f) Ventilación del área, y g) Suspensión del flujo de gas cerrando las válvulas o por otros medios.



Fugas de grado 2

EJEMPLO	CRITERIO DE ACCIÓN
1. Fugas que requieren tomar acciones antes de que ocurran cambios adversos en las condiciones de venteo del suelo, por ejemplo: una fuga que cuando se congele el suelo, es probable que el gas migre al lado exterior de la pared de un edificio.	Estas fugas se deben reparar en el transcurso de un año calendario pero en un tiempo no mayor a 15 meses de la fecha en que fue reportada. Para determinar la prioridad en la reparación se deben seguir los criterios siguientes:
2. Se requieren tomar acciones en un plazo no mayor de 6 meses para reparar las fugas, cuando las lecturas del indicador de gas combustible, en porcentaje del LIE, tengan los valores siguientes: a) Mayor o igual de 40% (cuarenta por ciento) debajo de las banquetas en una calle cubierta de pared a pared con piso terminado, por ejemplo pavimento y/o concreto y la fuga no se califica como grado 1. b) Mayor o igual de 100% (cien por ciento) debajo de la calle cubierta de pared a pared con piso terminado, por ejemplo pavimento y/o concreto, que tiene una migración de gas significativa y la fuga no se califica como grado 1. c) Menor de 80% (ochenta por ciento) dentro de subestructuras pequeñas no asociadas con el gas, donde es probable que el gas migre para crear un peligro futuro. d) Entre 20% (veinte por ciento) y 80% (ochenta por ciento) en un espacio confinado. e) Cualquier valor en una tubería que opere a 30% (treinta por ciento) o más de su Resistencia Mínima a la Cedencia, localizada en clase 3 o 4, de acuerdo con esta norma y la fuga no se califica como grado 1. f) Mayor o igual de 80% (ochenta por ciento) en una subestructura asociada con el gas. g) Cualquier fuga que a juicio del personal operativo en el sitio de la fuga, considere que tiene la magnitud suficiente para programar su reparación.	a) Cantidad y migración del gas; b) Proximidad del gas a edificios y estructuras debajo del suelo; c) Extensión del piso terminado; d) Tipo de suelo y condiciones del mismo (tales como la capa congelada, humedad y venteo natural), y e) Concentración de fugas en un tramo de la instalación. Las fugas grado 2 se deben reevaluar cuando menos una vez cada 6 meses, hasta que sean reparadas. La frecuencia de reevaluación se debe determinar de acuerdo con su localización, magnitud y condiciones de la fuga. El grado de peligro potencial de las fugas grado 2 puede variar ampliamente. Cuando son evaluadas de acuerdo con su localización, magnitud y condiciones, para algunas fugas grado 2 se puede justificar que su reparación se programe dentro de los siguientes 5 días. En cambio, para otras se puede justificar que su reparación se programe dentro de los siguientes 30 días. El responsable de programar la reparación debe cuidar las condiciones de la fuga durante el día en el cual se descubre dicha fuga. Por otro lado, la reparación de muchas fugas grado 2, puede ser programada, considerando su localización y magnitud, para realizarse con base en una rutina de mantenimiento, con inspecciones periódicas cuando sea necesario.

Fugas de grado 3

EJEMPLO	CRITERIO DE ACCIÓN
Fugas que causen que las lecturas del indicador de gas combustible, en porcentaje del LIE, tengan los valores siguientes: a) Menor de 80% (ochenta por ciento) en subestructuras asociadas al gas. b) Cualquier valor debajo de la calle en áreas que no están pavimentadas completamente, donde no es probable que el gas pudiera migrar al lado exterior de la pared de un edificio. c) Menor de 20% (veinte por ciento) en un espacio confinado.	Estas fugas deberán ser reevaluadas periódicamente en los siguientes monitoreos programados, dependiendo de la localización de la fuga o en los 15 meses siguientes a la fecha en que fue reportada, lo que ocurra primero, hasta que la fuga sea reclasificada o no haya más lecturas



TOXICOLOGÍA



La Toxicología es el estudio de los efectos nocivos de las sustancias químicas sobre los seres vivos, los estudios toxicológicos tienen como objetivos evaluar el riesgo por el manejo de sustancias químicas y establecer los límites de seguridad para el uso de las mismas; se consideran 4 ramas dentro de esta disciplina:

- Toxicología farmacéutica, la cual estudia la toxicidad de los medicamentos y se encarga de establecer las dosis y concentraciones a administrar.
- Toxicología ocupacional, la cual se relaciona al estudio de las sustancias tóxicas en los lugares de trabajo, generalmente en las actividades industriales y se encarga de establecer los límites máximos permisibles que determina la concentración y el tiempo de exposición a estas sustancias.
- Toxicología alimenticia, con la modernización y la industrialización de alimentos, se creó la necesidad de agregar sustancias químicas como conservadores y colorantes a éstos, por lo que el estudio en esta área es de suma importancia, ya que la concentración excesiva de estos compuestos podría traer consecuencias de salud pública.
- Toxicología ambiental, estudia el comportamiento y efectos a la salud por las sustancias químicas contaminantes, resultado de los procesos industriales, los cuales son vertidos a las aguas superficiales o pueden ser infiltrados en los mantos acuíferos, contaminación del suelo y por lo tanto contaminación de alimentos agrícolas y contaminación del aire.

Situaciones de riesgo de intoxicación a la población:

- Fuga de sustancia tóxica: almacenamiento y/o transporte
- Ingesta: agua y alimentos
- Ambientes contaminados: aire, agua, suelo, los cuales se tratarán más adelante.
- Ingesta de medicamentos caducos o automedicación

La peligrosidad de las sustancias químicas es inherente a éstas, debido a sus propiedades fisicoquímicas, por lo tanto la PREVENCIÓN de la toxicidad consiste en evitar la exposición a las sustancias en dosis letal, mediante el manejo seguro de las sustancias peligrosas.





¿Qué es intoxicación?

La intoxicación es un envenenamiento producido por una o más sustancias químicas que afecta a la salud de las personas, produciendo un efecto tóxico.

¿Qué es un efecto tóxico?

Se puede manifestar un efecto tóxico local o sistémico; el primero es aquel que ocurre en el lugar del primer contacto entre el organismo vivo y el agente químico; por ejemplo es el caso de quemaduras por ácidos (ácido sulfúrico) o bases (hidróxido de sodio) en la piel.

El efecto sistémico se refiere a que el daño se produce lejos del sitio de ingreso de la sustancia química, ya que se requiere que el agente tóxico sea absorbido y distribuido hasta el órgano blanco, el cual es el órgano más afín a la sustancia química en cuestión, Por ejemplo, el alcohol cuando se ingiere daña al hígado, por lo tanto es el órgano blanco de dicho tóxico.

¿Que es un agente tóxico?

Cualquier sustancia sólida, líquida o gaseosa que en cantidad suficiente, puede causar daños transitorios o permanentes en el funcionamiento normal del cuerpo o causar la muerte cuando se introduce dentro del cuerpo o sobre la superficie de la piel.

¿Por qué las sustancias nos provocan daño?

Porque los seres vivos están constituidos en sus niveles más bajos en moléculas y átomos, lo mismo que las sustancias químicas, lo cual tiene como resultado la interacción o reacciones a nivel bioquímico dentro de los organismos vivos y por lo tanto cambian o se desestabilizan las funciones de algunas células, órganos o incluso sistemas, como por ejemplo el sistema respiratorio.

Los seres vivos están constituidos por	Las sustancias químicas están constituidas por
Átomos	Átomos
• Moléculas	• Moléculas
•Células	----
•Órganos	----
•Sistemas	----
Cuerpo físico	----

Las intoxicaciones se pueden producir de una forma inmediata por la ingestión, inhalación o contacto de algún producto tóxico o de una forma crónica a través de algún producto que se va acumulando poco a poco en nuestro organismo.

¿Cuándo se presenta una intoxicación?

Una intoxicación se puede presentar cuando alguna sustancia química alcanza un ser vivo (plantas, animales o humanos) en la concentración y tiempo suficiente como para producir un efecto nocivo (problemas de salud), y está determinada por diferentes factores:

- Propiedades físico-químicas de la sustancia
- Factores biológicos
- Factores ambientales: entre éstos se pueden considerar la temperatura, humedad, administración simultánea de otros agentes químicos y tensión.
- Composición de la dieta.

¿Qué tipos de intoxicación existen?

Los tipos de intoxicación se basan en la duración de la exposición al agente químico y puede considerarse los siguientes:

Intoxicación aguda; se produce cuando hay una exposición de corta duración y el agente químico es absorbido rápidamente, en un periodo no mayor de 24 horas, apareciendo los efectos de inmediato; algunos ejemplo son:

- ♦ Irritación de nariz, garganta y conjuntivas oculares
- ♦ Quemaduras y dermatitis
- ♦ Depresión del sistema nervioso central y/o colapso
- ♦ Náuseas, vómito, diarrea,
- ♦ Enfermedad hepática fulminante
- ♦ Asfixia

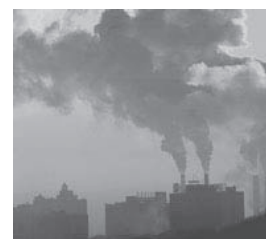
Intoxicación sub-aguda; son necesarias exposiciones frecuentes y repetidas durante un periodo de varios días o semanas, antes de que aparezcan los efectos.

Intoxicación crónica; se requiere exposiciones repetidas a bajas dosis durante un periodo de tiempo largos, los efectos a la salud se manifiestan a largo plazo producidos por las exposiciones repetidas; algunos ejemplos son:

- ♦ Efectos del sistema nervioso central y periférico
- ♦ Reproducción
- ♦ Efectos genotóxicos
- ♦ Daño renal
- ♦ Daño hepático
- ♦ Daño pulmonar
- ♦ Daño cardiovascular
- ♦ Daño hematológico

Algunos otros efectos tóxicos sistémicos son:

- Alergia química
- Mutagénesis: efectos que se presenta que consiste en la alteración del material genético, el cual causa la alteración en las células reproductivas (espermatozoides u óvulos) y ésta pasa a la siguiente generación.
- Teratogénesis: se refiere a los defectos y anormalidades en el desarrollo embriológico, durante el embarazo, causando defectos de nacimiento, no hay un nivel seguro de exposición.
- Carcinogénesis: se refiere al crecimiento invasivo de las células, las cuales están fuera de control causando tumores malignos (cáncer).





¿Cuándo se presenta una exposición aguda y crónica?

La exposición aguda se presenta cuando está en contacto un ser vivo con un compuesto tóxico, durante 24 horas o menos, produciendo un efecto nocivo de inmediato.

La exposición crónica se presenta cuando un ser vivo está en contacto con una sustancia tóxica durante periodos largos de tiempo a dosis bajas, produciendo un efecto nocivo.

¿Cuáles son las principales vías de contacto con las sustancias?

Las principales vías de introducción de un agente químico al organismo son la respiratoria, la cutánea y la digestiva, cualquiera que sea la vía de entrada al organismo, el agente químico debe atravesar las membranas celulares para acceder al órgano donde se produce el efecto. Fundamentalmente la membrana celular está recubierta por una capa doble de lípidos a su vez por una capa de proteínas a cada lado (figura 4).

¿Cómo se presenta la absorción por vía respiratoria?

Es la más común en la exposición ocupacional, especialmente en el caso de las sustancias sólidas o líquidas en suspensión que poseen una presión de vapor alta y los riesgos son mayores durante las épocas de calor. Algunas partículas son retenidas mecánicamente a nivel de las vías respiratorias superiores y pueden penetrar por las ramificaciones finas del árbol respiratorio hasta los alvéolos pulmonares; a este nivel existe gran cantidad de capilares, produciéndose allí una absorción rápida y distribución por sangre a todos los órganos y particularmente al sistema nervioso central.

¿Cómo se presenta la absorción por vía digestiva?

El tracto gastrointestinal debe ser visto como un tubo que atraviesa al cuerpo, su contenido debe ser considerado externo al organismo. Los agentes químicos que se encuentran en el tracto, no producen daño al individuo hasta que son absorbidos, a menos que ese agente sea un compuesto cáustico, ácido o irritante. La absorción se produce a lo largo de todo el tracto gastrointestinal, desde la boca hasta el recto. Por ejemplo, muchos componentes del humo del cigarrillo se absorben en la boca, mientras que otros compuestos se absorben en el recto cuando son administrados por esa vía.



¿Cómo se presenta la absorción por vía cutánea?

La piel representa casi el 16% del peso del cuerpo humano y cumple con la función de protección del organismo para diversos agentes físicos, químicos y biológicos; la afinidad de ciertas sustancias por los lípidos cutáneos, hace que éstas puedan atravesar la epidermis para llegar a la circulación general. Algunas sustancias pueden alterar en primer término la epidermis y la dermis, favoreciendo una mayor absorción hacia las células.

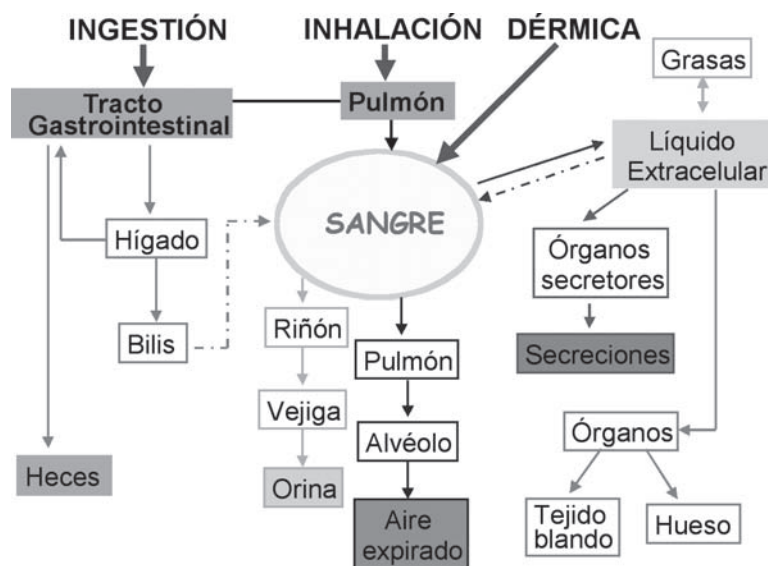


Figura 4. Vías de contacto con las sustancias tóxicas y sus posibles rutas metabólicas
Fuente: J Doull et al, 1980 en Fernícola y Jauge, 1985

¿Cuáles son las diversas maneras de exposición a agentes tóxicos y la forma de prevenir una intoxicación?

Los seres vivos pueden estar expuestos a los agentes químicos de diversas maneras:

- El consumo de diversos tipos de drogas, ejemplo alcohol, tabaco, marihuana solventes, son sustancias químicas que no son familiares a nuestro organismo por lo tanto causarán un efecto tóxico en el organismo, debe evitarse consumir este tipo de psicotrópicos para no ser afectado en la salud a largo plazo, ya que generalmente los efectos son crónicos.
- A través de contaminantes ambientales, se puede ver afectada la salud, por ejemplo la contaminación del aire puede incrementar las enfermedades respiratorias, es necesario que se establezcan medidas de emergencia ante estas situaciones y que cada ciudadano evite en lo posible utilizar el automóvil.
- Los trabajadores que están expuestos a sustancias químicas en el ambiente en el trabajo. Es muy importante para evitar la intoxicación por dichas sustancias, que utilicen el equipo de protección personal que la empresa les debe proporcionar para realizar su trabajo.
- El uso de medicamentos mal administrados, el consumo de medicamentos sin supervisión médica y de medicamentos caducos, puede causar intoxicación o alergias severas, por lo cuál es preciso tener control de los medicamentos y no dejarse al alcance de los niños.
- Casi todos los alimentos enlatados contienen sustancias químicas como conservadores, endulzantes, colorantes y saborizantes artificiales, algunas personas son sensibles a dichos compuestos lo que puede traer como consecuencia síntomas alérgicos, que pueden ser graves o molestos. De preferencia es conveniente comer alimentos frescos y elaborados en casa.





- Todos los plaguicidas son venenos, algunos son específicos para animales o plantas, los cuales se consumen en casa para eliminar insectos. Es importante cuando los utilizamos, que sigamos las instrucciones de uso y si es posible mejor evitar su utilización. Es muy importante no dejar los plaguicidas al alcance de los niños, ya que son venenos fabricados para matar y también son peligrosos para el hombre.

¿Qué se entiende por relación dosis-efecto y dosis-respuesta?

La expresión dosis se emplea para especificar la cantidad de una sustancia química que se administra, a un organismo expresada en peso de sustancia por unidad de peso corporal.

Los términos efecto y respuesta se suelen usar como sinónimos para indicar un cambio biológico en un individuo o en una población, en relación con una exposición o una dosis. Algunos toxicólogos han diferenciado entre efecto para denotar un cambio biológico y el término respuesta para indicar la proporción de una población que manifiesta un efecto definitivo, por ejemplo, la DL_{50} .

En toxicología la relación cuantitativa dosis-respuesta es extensamente usada, siendo el primer paso la determinación de la dosis letal 50 (DL_{50}) en ratas o ratones por diferentes vías. Generalmente se utilizan 10 animales por dosis y como mínimo tres dosis que produzcan muertos y sobrevivientes de tal suerte que se obtendrá una curva normal de distribución sigmoidea que se utiliza para determinar el DL_{50} , la cual representa la sumatoria del porcentaje de muerte de los animales para cada una de las dosis. (figura 5)

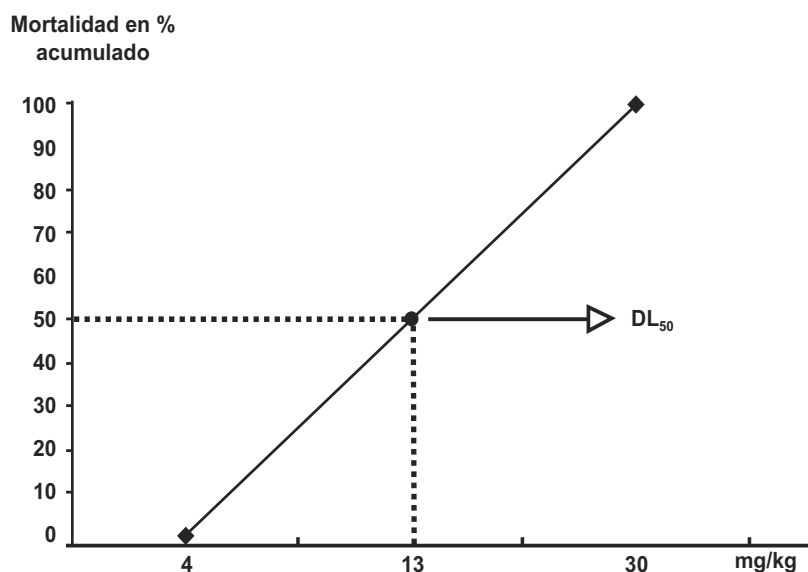


Figura 5. Curva de relación dosis-respuesta de distribución sigmoidea

Otra curva de relación dosis-respuesta, es la distribución normal gaussiana, la cual se va representando por cada uno de los datos en porcentaje de los animales que murieron con cada dosis, menos el porcentaje que murió con las dosis más baja. Por lo tanto, encontramos la frecuencia máxima a la mitad del gráfico, a la izquierda los individuos hipersensibles y a la derecha los resistentes (figura 6).

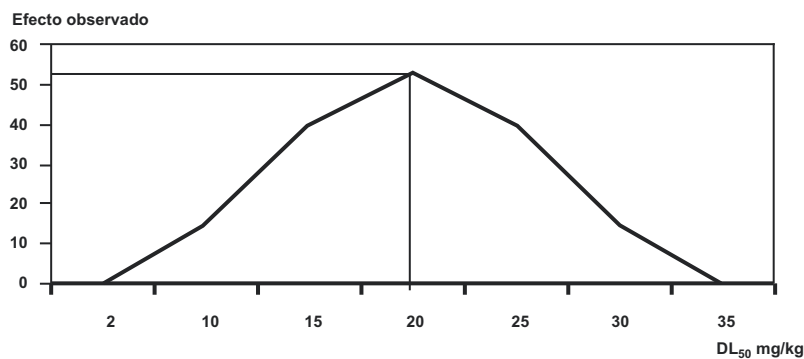


Figura 6. Curva de relación dosis-respuesta de distribución gausiana

¿Cómo se define la DL_{50} ?

La DL_{50} es la dosis a la cual el 50% de los individuos de la población estudiada tiene un efecto letal (muerte) de la sustancia química en estudio.

¿Cuál es la clasificación de los grados de toxicidad para las sustancias químicas?

En la siguiente tabla se presenta la clasificación de las sustancias tóxicas tomando en cuenta la dosis letal 50 (DL_{50}), como se puede observar, entre más pequeño es el valor de esta dosis, la sustancia es más tóxica.

Tabla 5 Grados de toxicidad de las sustancias químicas

Toxicidad	Dosis Letal (DL_{50})
No tóxico	15 g/kg
Ligeramente tóxico	5-15 g/kg
Moderadamente tóxico	0.5-5 g/kg
Muy tóxico	50-500 mg/kg
Extremadamente tóxico	5-50 mg/kg
Supertóxico	Menos de 5 mg/kg

Fuente: J Doull et al, 1980 en Fernicola y Jauge, 1985

Algunos ejemplos de los DL_{50} de sustancias químicas:

Sustancia química	DL_{50} *
Etanol	7 g/kg
Cloruro de sodio	3 g/kg
Sulfato de cobre	1.5 g/kg
DDT	100 mg/kg
Nicotina	60 mg/kg
Tetradotoxina	0.02 mg/kg
Dioxina (TCDD)	0.02 mg/kg

DL_{50} aguda para algunas sustancias químicas (IPCS, 1997)
* DL_{50} , rata macho, vía oral; kilogramo de peso corporal



¿Cómo actuar en caso de intoxicación?

En todos los casos es necesario hablar inmediatamente al médico; sin embargo, como primeros auxilios, se puede actuar dependiendo del caso que se trate, conforme a la lista de recomendaciones siguientes preparada para algunos casos más comunes:

Intoxicación por alimento

- Abrigar al enfermo con mantas.
- En el caso de alimentos venenosos, provocar al enfermo vómito, si está consciente, y administrar un laxante.

Intoxicación por cáusticos (ácidos y bases)

- En ningún caso se debe provocar el vómito de la persona que padezca la intoxicación.
- En el caso de ingestión de ácidos, ya sea sulfúrico, clorhídrico o nítrico, administrar al afectado leche o clara de huevo para neutralizar el tóxico.
- En el caso de ingestión de álcalis, como sosa y potasa, se recomienda que la persona intoxicada beba vinagre diluido o zumo de limón. Si se trata de lejías domésticas (sosa cáustica), se le puede administrar leche.

Intoxicación aguda por alcohol

- Provocar el vómito a la persona intoxicada.
- Administrarle café fuerte.
- En caso de coma, trasladarle con urgencia al hospital.

Intoxicación por gases (monóxido de carbono o butano)

- Alejar al paciente de la fuente de intoxicación.
- Practicar la respiración artificial, en caso necesario.

Intoxicación por medicamentos

- En caso de necesidad, reanimar al enfermo mediante respiración artificial y masaje cardíaco externo.
- Provocar el vómito.
- Administrarle agua en abundancia.

¿Existe normatividad sobre la exposición de sustancias químicas?

A partir de que se inició la actividad minera en el mundo, se observó que el ambiente dentro de la mina mataba a los mineros y se empezaron a hacer los primeros estudios rústicos para evaluar el riesgo que implicaba esta actividad, con el tiempo y el avance de la ciencia los estudios se realizaron de forma más fina con el fin de establecer los límites de seguridad para el uso de diferentes sustancias químicas.

Lo cual llevó al desarrollo de normas fundamentalmente en el ambiente de trabajo a nivel mundial, algunos criterios son:

- **IDLH** Daño Inmediato a la vida o salud **TLV** Valor límite de Seguridad a la cual se puede estar expuesto durante una jornada de ocho horas.



- **STEL** Límite de exposición para tiempos cortos (15 minutos)
Ceiling (C) Límite de exposición que no se debe exceder en ningún momento

**Estos criterios son dados por sus acrónimos en inglés, ya que los primeros estudios se llevaron a cabo en el extranjero.*

En México también tenemos normas para la protección en el ambiente de trabajo una de ellas es la NOM-005-STPS-1998 "Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas". De esta norma, incluimos los incisos 7b, 7c y 9c referentes a requisitos administrativos y espacios confinados:



Requisitos administrativos (Inciso 7b y 7c):

- b) las propiedades físicas, químicas y toxicológicas de las sustancias químicas peligrosas.
- c) el grado y tipo de riesgo de las sustancias, conforme a lo establecido en la NOM-114-STPS-1994 Exposición laboral a presiones ambientales anormales-condiciones de seguridad e higiene.

Para trabajos en espacios confinados, se debe cumplir con lo siguiente (Inciso 9c):

- c) se debe monitorear constantemente el interior para verificar que la atmósfera cumpla con las condiciones siguientes:
 - 1) que el contenido de oxígeno esté entre 19.5% y 23.5%; en caso contrario se deben tomar las medidas pertinentes, tanto para el uso de equipo de protección respiratoria con suministro de aire, como para la realización de actividades en atmósferas no respirables.
 - 2) la concentración de gases o vapores inflamables no debe ser superior en ningún momento al 20% del valor del límite inferior de inflamabilidad; ejemplo: el ácido fórmico tiene un límite inferior de inflamabilidad de 18 en una relación volumen / volumen, por lo que 3.6 es el valor que no debe ser superado.
 - 3) la concentración de sustancias químicas peligrosas no debe exceder los límites máximos permisibles de exposición establecidos en la NOM-010-STPS-1999, de lo contrario se deben aplicar las medidas de control establecidas en esa norma.
 - 4) las lámparas que se utilicen para iluminar un espacio confinado, deben ser de uso rudo, a prueba de explosión.

La norma NOM-010-STPS-1999 "Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral", a través de Límite Máximo Permissible de Exposición (LMPE), el cual se define como la concentración de un contaminante del medio ambiente laboral, que no debe superarse durante la exposición de los trabajadores en una jornada de trabajo en cualquiera de sus tres tipos. El límite máximo



permisible de exposición se expresa en mg/m^3 o ppm, bajo condiciones normales de temperatura y presión. La norma presenta una ecuación para calcular el valor del LMPE. También presenta una tabla de los valores de grado de efecto a la salud del contaminante del medio ambiente de trabajo, así como, los valores calculados para condiciones normales de temperatura y presión, y para una jornada laboral de 8 horas diarias y 40 horas a la semana.

Por otra parte también se realizan estudios toxicológicos para medicamentos, los cuales proporcionan información sobre la dosis que se debe administrar dependiendo del peso y la edad de la persona que será tratada con el medicamento, por eso es necesario que dichos medicamentos se tomen bajo vigilancia médica.

Como lo enunció Paracelso :

Toda sustancia es tóxica, no hay nada que no sea tóxico, sólo la dosis hace la diferencia entre un tóxico de un medicamento.

Paracelso (1493-1541).

ATENCIÓN DE EMERGENCIAS



Durante el manejo de sustancias y materiales peligrosos puede producirse un accidente que origine una emergencia; en diversas ciudades del país han sucedido accidentes con materiales peligrosos, entre éstos se incluyen: descarrilamiento de carrotanques, colisión y/o volteo de autotanques, ruptura de tuberías de transporte y distribución de sustancias peligrosas, derrames en instalaciones industriales, etcétera. Las emergencias responden a una serie de factores que les dan origen; sin embargo, estos sucesos aunque súbitos pueden prevenirse y reducir sus efectos.

¿Qué es una emergencia?

Una emergencia puede tener diferentes interpretaciones, de manera general puede definirse como: un evento repentino e inesperado que requiere de una acción inmediata. Ejemplos de emergencias de tipo natural son: incendios forestales, sismos, y epidemias; ejemplos de emergencias no naturales son: accidentes en transportación, incendios urbanos, derrame de materiales peligrosos, accidentes en industrias y accidentes en minas. Un accidente en una instalación industrial o en transportación puede considerarse o no una emergencia dependiendo de las características que esté presente. Asimismo, en el ámbito de la protección civil puede definirse a una emergencia como: un evento “mayor” que requiere la atención coordinada de diversas dependencias.

¿Quién es el responsable de atender una emergencia con sustancias y materiales peligrosos?

Los accidentes con sustancias y materiales peligrosos, en los que se presente una fuga, incendio o explosión, pueden suceder dentro de alguna instalación (empresa, industria, etc.) o fuera de estas. Cuando los accidentes suceden dentro de una instalación el responsable de la atención y respuesta es en primer lugar el propietario o encargado de dicha instalación, en caso de que el tamaño de la emergencia rebase sus capacidades puede solicitar ayuda de empresas cercanas o de instituciones como son: Protección Civil, Cuerpo de Bomberos, Cruz Roja, etcétera. La atención y respuesta a un accidente o emergencia fuera de una instalación, por ejemplo en el transporte terrestre de sustancias y materiales peligrosos, corresponde en primer lugar al responsable (en este caso al conductor o transportista); sin embargo, el conductor solo podrá actuar considerando las disposiciones correspondientes expedidas por la Secretaría de Comunicaciones y





Transportes. Cuando el accidente ocurre fuera de la instalación y cuando un accidente dentro de una instalación es superior a la capacidad de respuesta de la empresa es Protección Civil el responsable de proteger a la población de las consecuencias de dicho accidente, sin detrimento de las facultades que otras dependencias de gobierno posean, por ejemplo en la protección del ambiente que corresponde a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Otro aspecto a considerar es que el Cuerpo de Bomberos, que participa en la atención de emergencias con sustancias y materiales peligrosos puede ser independiente administrativamente o estar integrado a las unidades de Protección Civil; sin embargo, las unidades de Protección Civil serán quienes coordinen la respuesta a la emergencia.

¿Qué se entiende por incidente?

La Asociación Nacional para la Protección Contra Incendios de los Estados Unidos de América (National Fire Protection Association, NFPA) define a un incidente como: una emergencia en la cual existe una liberación o el potencial para una liberación de material peligroso, con o sin la presencia de fuego.

¿Cuál es el ciclo de vida de una emergencia?

Las emergencias presentan una serie de etapas que en conjunto constituyen su ciclo de vida, de manera general estas etapas incluyen:

- **Incubación:** Se refiere a la interacción de diferentes factores que contribuyen a la posibilidad de que suceda una liberación; la incubación cubre el lapso previo a la manifestación o a la liberación.
- **Manifestación:** Se refiere a las señales o indicios de una liberación de sustancias; incluye también a los accidentes que aun sin presentar una liberación de sustancias, existe la posibilidad de que ésta suceda debido a las condiciones finales del recipiente.
- **Detección:** Identificación de la presencia de una sustancia o material peligroso en el ambiente o la posibilidad de que suceda una liberación dado que ha sucedido un accidente y la integridad del recipiente ha sido vulnerada.
- **Confirmación:** Revisión de la integridad del recipiente y confirmación de la liberación o posibilidad de fuga.
- **Aviso:** Notificación a las autoridades u organismos encargados de la atención de emergencias de que ha sucedido un accidente y existe la liberación de alguna sustancia o puede presentarse dicha liberación.
- **Activación del sistema:** Recepción del aviso o notificación al organismo encargado de la atención de emergencias de que ha sucedido un accidente, se activa el sistema de atención e inician las acciones de respuesta.
- **Activación de recursos:** De acuerdo al tipo de incidente se asignan los recursos necesarios para su atención y de ser necesario se solicitan recursos adicionales.
- **Movilización de recursos:** Los recursos humanos y materiales se desplazan al lugar del incidente.



- **Llegada al sitio del incidente:** Al llegar al sitio se evalúa el incidente, ubica el centro de comando, determina la zona de aislamiento, evacua a las personas, ubican los recursos, planea la respuesta específica, identifican a los materiales involucrados en el incidente y asignan los niveles de protección para las brigadas de intervención.
- **Control de la emergencia:** Incluye las acciones de contención de la liberación, confinamiento de derrames, control de acceso a las zonas y reducción de niveles de peligro, entre otras.
- **Control ambiental:** Se establece el muestreo ambiental del sitio, determinación del comportamiento inmediato y futuro de los materiales peligrosos liberados, evaluación de los efectos del material peligroso al agua subterránea, cuerpos de agua superficiales y suelo, estimación de la concentración de contaminantes en el aire, aislamiento de los materiales en el sitio para evitar su dispersión (líquidos y sólidos) hacia áreas no contaminadas y reducción de emisiones a la atmósfera.
- **Recuperación del nivel operativo:** Detención de la fuga, disminución de concentraciones de vapores o gases inflamables o tóxicos a niveles no peligrosos, trasvase de materiales a una unidad no dañada, recuperación de materiales derramados, etcétera.



¿Qué es la atención de emergencias?

Por atención de emergencias, también conocida como administración de emergencias, se entiende a todas las actividades necesarias para el manejo de una emergencia. El manejo de una emergencia comprende las estrategias y acciones para la administración de recursos que los responsables deberán realizar antes, durante y después de una emergencia.

¿Cuáles son las etapas para la atención de una emergencia?

La atención de una emergencia se divide en cuatro etapas:

- **Prevención:** La prevención puede definirse como: las acciones dirigidas a controlar riesgos, evitar o mitigar el impacto destructivo de los desastres sobre la vida y bienes de la población, planta productiva, los servicios públicos y el medio ambiente. Los programas de prevención están destinados a prevenir o mitigar los efectos de una emergencia, e incluyen medidas tales como: desarrollo de estándares o normas para la construcción, operación y mantenimiento de equipo e instalaciones.
- **Preparación:** La preparación puede definirse como: las actividades necesarias para asegurar un alto grado de disponibilidad para que la respuesta a un incidente sea rápida y efectiva; dentro de estas actividades se incluyen a la identificación de incidentes creíbles, el entrenamiento, los ejercicios, los simulacros y, el control de suministros y equipos. Los programas de preparación están diseñados para que los individuos y los participantes (autoridades, grupos voluntarios, etc.) estén preparados para reaccionar efectivamente una vez que la emergencia ha ocurrido, e incluyen medidas como: planes de emergencia, convenios de ayuda mutua, inventario de



recursos, procedimientos de aviso o advertencia, ejercicios de entrenamiento, sistema de comunicación de emergencias, etcétera.

- **Respuesta:** Los programas de respuesta están diseñados para combatir emergencias cuando éstas han ocurrido, e incluye medidas como: establecimiento del centro de operaciones, movilización de recursos, previsiones para los servicios de asistencia médica y social, procedimiento para la declaración de emergencia, etcétera.
- **Recuperación:** Los programas de recuperación están diseñados para ayudar a restaurar el ambiente y/o el sitio del incidente y áreas afectadas, a las condiciones previas a la emergencia, e incluyen medidas como: restauración y reconstrucción física, alojamiento temporal, información sobre seguridad e higiene, etcétera.

¿Cómo se define a la respuesta a incidentes con materiales peligrosos?

La Asociación Nacional para la Protección Contra Incendios (National Fire Protection Association, NFPA) define a la respuesta a incidentes con materiales peligrosos como: la porción o etapa en el manejo de incidentes en la cual el personal se involucra en controlar (de manera defensiva u ofensiva) un incidente con materiales peligrosos. Las actividades correspondientes a la respuesta a incidentes con materiales peligrosos incluyen el análisis del incidente, la planeación de la respuesta, la aplicación de la respuesta planeada y la evaluación del progreso.

¿Cuáles son las acciones en la respuesta a emergencias?

Cuando una emergencia ha sido declarada y requiere atención se establecen una serie de acciones que integran el proceso de respuesta, dicho proceso inicia con el arribo al sitio del incidente de quienes atenderán la emergencia y concluye con la recuperación del nivel operativo o reestablecimiento de las condiciones originales. Cada una de estas acciones se caracterizan por diversas tareas, y asimismo estas acciones se insertan en las diferentes etapas del ciclo de vida de la emergencia. De manera general el proceso de respuesta está integrado por:

1. Llegada o arribo al sitio del incidente.
 - Evacuación: movilizar las personas en el sitio a una distancia segura viento arriba; vigilar los cambios en las condiciones del incidente; informar al personal encargado de la seguridad sobre la necesidad actual o el potencial de evacuar a la población cercana; no intentar evacuaciones públicas a gran escala sin un procedimiento.
2. Evaluación del sitio.
 - Topografía, fuentes de abasto de agua, áreas sensibles, preparación del personal y equipo.
3. Instalación de la zona de seguridad.
 - Zona caliente: zona de alto riesgo y acceso restringido, exclusivo para brigadistas.



- Zona tibia: ubicación del pasillo de acceso a zona caliente y pasillo de descontaminación.
 - Zona fría: ubicación del puesto de comando.
4. Consideraciones antes del ingreso.
 - Instrucciones: definir objetivos de la intervención, material y equipo de apoyo, sustancia en el sitio, etcétera.
 - Asignación de tareas: definir tareas de acuerdo al material peligroso en el sitio y equipo disponible.
 - Número de brigadistas: determinación del número de brigadistas necesarios para atender la emergencia.
 - Condiciones ambientales: temperatura, presencia de lluvia, hora del día, etcétera.
 5. Consideraciones en el corredor de ingreso.
 - Revisión final del equipo de protección personal.
 - Definición del “*punto de no retorno*” para cada usuario del equipo de respiración autónoma.
 - Ingreso en parejas: se debe ingresarse a la zona de exclusión o áreas peligrosas en pareja. El personal en la zona de exclusión deberá estar en contacto visual o en comunicación con los supervisores en el centro de comando.
 6. Búsqueda y rescate de víctimas.
 - Reconocimiento y evaluación del lugar y de las víctimas.
 - Factibilidad del rescate de acuerdo a la exposición al peligro, recursos humanos y recursos materiales.
 - Protección a las víctimas.
 7. Evacuación de víctimas.
 - Clasificación de víctimas: determinar quiénes deben ser estabilizados antes de la evacuación, quiénes pueden ser evacuados sin atención médica inmediata, víctimas de última prioridad.
 - Estabilización de víctimas: administrar procedimientos médicos antes de movilizar a las víctimas.
 - Control de víctimas durante la evacuación.
 - Descontaminación de las víctimas: los rescatadores, apropiadamente protegidos, deben descontaminar a las víctimas antes de transportarlas, si esto no es posible se cubrirá a las víctimas con mantas adecuadas; asimismo, se deben tomar medidas para minimizar la contaminación química del vehículo de transporte y personal en el hospital.
 8. Control de la emergencia.
 - Identificación del material peligroso involucrado: identificar sustancia o material involucrado, tamaño de la fuga y ubicación de la fuga.
 - Control de la fuga: confinamiento del derrame y detención de la fuga.
 - Intercambio de información con el personal fuera de la zona caliente.
 9. Control ambiental.
 - Establecer procedimientos de control.



- Establecer procedimiento de restauración.
- Restauración de las condiciones originales del lugar (esta actividad puede ser realizada posteriormente).
- 10. Conclusión de la emergencia.
 - Recuperación de la situación a condiciones seguras.
- 11. Otras actividades posteriores a la emergencia.
 - Intercambio de información sobre el sitio y las acciones realizadas.
 - Reporte de acciones y medidas tomadas.
 - Reporte a las autoridades sobre condición del incidente y del área afectada.

¿Qué se considera para determinar las dimensiones de una emergencia?

Para establecer la dimensión de la emergencia se debe disponer de información sobre el incidente para determinar:

- *¿Qué pasó?:* tipo de incidente, causa del incidente, extensión de la liberación, extensión del daño a estructuras, equipo y terreno.
- *Afectados:* número, localización y condiciones de las víctimas; personas desaparecidas.
- *¿Qué pudo haber sucedido?:* tipo de material peligroso en el sitio, características de material peligroso, ubicación del personal en el sitio y áreas peligrosas, potencial de daño para la población fuera del sitio y el ambiente.
- *¿Qué puede hacerse?:* recursos materiales y de personal necesarios para el rescate de víctimas y mitigación del peligro, recursos disponibles en el sitio, recursos disponibles de grupos externos, tiempo requerido para el arribo de los recursos externos, peligros existentes para el rescate y respuesta.

¿Qué debe considerarse para la planeación de la respuesta a emergencias?

Las emergencias con materiales peligrosos suceden de manera rápida e inesperada y requieren de atención inmediata. Las emergencias en el manejo de materiales peligrosos se caracterizan por su diversidad, esta variabilidad hace que se requiera una planeación que incluya los posibles escenarios y una preparación para lo contingente. Los cuerpos de atención a emergencias deben planear la respuesta considerando lo siguiente:

- Responsabilidades y deberes del personal de atención a emergencias.
- Definición de líneas de mando.
- Niveles de capacitación de los participantes.
- Sistemas de comunicación disponibles.
- Mapas y descripción del sitio, así como de los escenarios posibles.
- Acciones para el control y seguridad del sitio.
- Diseño y selección de rutas de evacuación.
- Ubicación de refugios.



- Procedimientos de descontaminación.
- Opciones para la atención médica a lesionados.
- Procedimientos de documentación: del sitio; reporte y aviso a autoridades.

¿Qué debe hacerse después de concluidas las actividades de respuesta?

Una vez que las actividades de respuesta en el sitio se han concluido, se debe preparar el equipo y el personal para próximas emergencias, así como elaborar las notificaciones requerida por las autoridades correspondientes (número de lesionados, daños al ambiente, etc.) y el sistema de administración de la respuesta (personal involucrado, tipo de accidente, recursos empleados, etc.). Se debe revisar el plan de respuesta considerando:

- *Causa:* ¿qué causó la emergencia?
- *Prevención:* ¿qué es prevenible? y de serlo ¿cómo?
- *Procedimientos:* ¿fueron correctas y adecuadas las órdenes y acciones realizadas?
- *Cuáles fueron las causas de estas órdenes o acciones incorrectas:* mala información, procedimientos inadecuados, mal juicio, insuficiente entrenamiento, etc.
- *Población:* ¿fue afectada por el incidente, la protección fue adecuada?
- *Responsabilidad:* definición del o los responsables del incidente, afectaciones y gastos.

¿Qué se debe considerar para documentar una emergencia?

La documentación de una emergencia es importante, especialmente cuando resultaron personas lesionadas, daños a propiedades o afectación al ambiente. La documentación puede emplearse para ayudar a que no se repita la emergencia, como evidencia para futuras acciones legales, delimitación de responsabilidades y revisión por parte de las autoridades. La documentación de la emergencia debe ser:

- *Precisa:* la información debe ser recopilada objetivamente.
- *Auténtica:* debe emplearse un procedimiento de custodia; los documentos necesarios deberán ser firmados por quienes los elaboraron.
- *Completa:* como mínimo la siguiente información debe incluirse: cronología del incidente; nombre y cargo de las personas que intervinieron en la respuesta; órdenes dadas (a quién, por quién, dónde), acciones tomadas; tipos de análisis y mediciones realizadas y sus resultados; posible exposición del personal; relatoría de lesiones y afectaciones durante o como resultado del incidente.

¿Qué debe contener un plan para la atención de emergencias?

El desarrollo de un plan para la atención de emergencias es un proceso circular que inicia y termina con la autoridad responsable. Un plan para la atención de emergencia típico debe contener como mínimo:





- *Objetivo:* descripción de los propósitos del plan.
- *Composición del comité para la planeación de emergencias:* organigrama o estructura funcional del comité; generalmente incluye al responsable de protección civil, jefe de policía, jefe de bomberos, autoridades ambientales, servicios de salud, etcétera.
- *Grupo de soporte:* personal perteneciente a instituciones públicas y privadas, y a empresas.
- *Autoridad:* bases legales para la integración del comité para la planeación de emergencias y, para la utilización y asignación de recursos públicos y privados.
- *Procedimientos de implantación:* indica cómo el comité para la planeación se reúne durante una emergencia, cómo funciona el comité, el sistema de comunicación, el procedimiento de notificación al público, etcétera.
- *Responsabilidades:* reglamento de operaciones donde se indican las funciones, facultades y responsabilidades de los participantes en el comité y de las brigadas de atención.
- *Procedimiento para notificación de emergencias:* procedimiento de notificación de emergencias a los miembros del comité y del lugar de reunión.
- *Procedimiento para solicitar ayuda a otras autoridades:* procedimiento para solicitar recursos materiales y humanos adicionales, a las autoridades municipales cercanas, autoridades estatales y/o federales.
- *Inventario de recursos disponibles:* descripción, ubicación y cantidad de equipo disponible.
- *Directorio de servicios y equipo:* directorio de empresas de servicio y equipo adicional disponible que puede ser empleado en la respuesta a emergencias.
- *Lista de distribución:* registro de quiénes poseen copias del plan de emergencias y aspectos sobre su actualización.

¿Qué debe considerarse para establecer el nivel de capacidad de respuesta a emergencias?

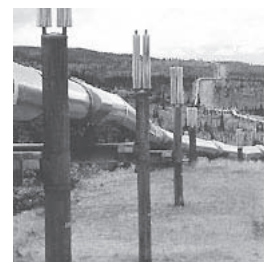
Durante el transporte y almacenamiento de materiales y residuos peligrosos existe la posibilidad de que sucedan liberaciones, cuando esto ocurre las autoridades locales deberán participar en la atención del incidente. Debido a lo anterior es conveniente que las autoridades establezcan y mantengan una adecuada capacidad de respuesta a emergencias, así como planearse las acciones de respuesta, para lo cual se debe considerar lo siguiente:

- *Tamaño de la localidad:* la cantidad de peligros depende del tamaño de las ciudades, el tipo de actividades industriales existentes y de las características de sus instalaciones; en ciudades pequeñas y con poca actividad industrial puede existir un menor número de peligros. Asimismo se debe considerar el tamaño de la población posiblemente afectable.
- *Nivel de peligro:* el nivel de peligro existente dependerá de la cantidad, número y tipo de materiales peligrosos que se producen, procesan, almacenan o movilizan en la ciudad, zona o región.



- *Nivel de preparación:* de acuerdo con los recursos disponibles, la capacitación y organización de las dependencias y organismos locales, el tamaño de la ciudad y el nivel de los peligros existentes, una ciudad puede requerir una mayor o menor preparación para la respuesta a incidentes con materiales peligrosos.

Considerando lo anterior, es posible actuar para disminuir el impacto de un incidente, mejorar los sistemas de alertamiento, mejorar el nivel de entrenamiento de la industria (relacionada con el manejo de materiales y residuos peligrosos) y del personal local de respuesta, así como lograr una mejor preparación de la comunidad ante un incidente con materiales peligrosos.



¿Cómo es un plan de atención de emergencias en ductos?

En la planeación de emergencias en ductos, se utilizan los principios generales de planeación para incidentes en instalaciones fijas. Sin embargo, se debe reconocer que existen dificultades en la aplicación de este principio debido a las diferencias que las instalaciones fijas tienen con los ductos, por lo tanto se tienen que tomar las medidas adicionales que garanticen la capacidad de respuesta apropiada en caso de incidente; y a su vez se debe adaptar la planeación a la situación específica.

Existen diferentes tipos de planes para emergencias cuya selección dependerá del alcance propuesto y del uso. Los planes para emergencia se pueden agrupar en tres tipos:

- Plan de contingencia, este plan se dirige a un peligro particular y se utiliza exclusivamente cuando un incidente específico ocurre.
- Plan de respuesta, describe las acciones inmediatas y específicas de respuesta a una emergencia.
- Plan general o de conjunto, es en cierto punto una combinación de los dos anteriores, extendiéndose a las cuatro fases del ciclo de manejo de emergencias.

Desde un punto de vista general un plan de atención de emergencias, incluye las responsabilidades, deberes y procedimientos asociados con la prevención, preparación para, respuesta a, y recuperación de los posibles incidentes; es decir, un plan de atención a emergencias consiste de una revisión de la organización y de los procedimientos específicos para cada fase de la emergencia.

¿En qué actividades se emplea el equipo de protección personal para la atención de emergencias con materiales peligrosos?

El propósito de la ropa de protección personal para sustancias químicas y del equipo complementario, es proteger y aislar a las personas que lo utilizan de peligros de tipo químico, físico y/o biológico a que pueden exponerse durante las operaciones con sustancias, materiales y residuos peligrosos. En la respuesta a emergencias existen diferentes actividades en las cuales se requiere de protección personal como son:

- *Reconocimiento del sitio:* En la investigación o reconocimiento inicial de un sitio donde ocurrió un incidente o accidente con



materiales peligrosos, cuando se desconoce el material liberado y existe un alto grado de incertidumbre se requiere el nivel más alto de protección.

- *Rescate:* Cuando se ingresa a un sitio con materiales peligrosos con el objeto de retirar o limitar la exposición de una víctima; deben considerarse diferentes factores en la selección de la ropa y equipo de protección como son: el no limitar la movilidad de quien los porta, su habilidad para trasladar a la víctima y evitar la contaminación de esta última.
- *Contención de la fuga:* Al ingresar al área donde ha ocurrido un accidente o incidente con materiales peligrosos con objeto de evitar una fuga potencial, reducirla o eliminarla, el equipo de protección deberá cumplir con lo requerido para esta tarea y proporcionar una adecuada protección.
- *Monitoreo de la emergencia:* El personal que realiza el monitoreo o seguimiento de las condiciones existentes en el lugar y las áreas cercanas al lugar del incidente durante las labores de atención, limpieza, restauración, etcétera, deberá portar equipo de protección adecuado.
- *Limpieza del sitio:* Para la limpieza del sitio, remoción de contaminantes y restauración de las condiciones iniciales del sitio se requiere de una adecuada protección.
- *Descontaminación:* Para la descontaminación del personal y el equipo que abandona la zona de exclusión se requiere que quienes aplican los procedimientos de limpieza o descontaminación vistan ropa protectora, generalmente esta ropa es de niveles inferiores de protección que la utilizada para el ingreso a la zona de exclusión.

Para la selección del conjunto de protección (ropa y equipo de protección) adecuado para realizar las actividades anteriores se debe establecer un procedimiento de decisión en el cual se relacionen los peligros en el sitio de la emergencia, la información sobre niveles de protección y sobre el desempeño del conjunto de protección requerido.

¿Cómo se clasifica la ropa de protección personal?

Los componentes individuales de la vestimenta y el equipo deben integrar un conjunto que proporcione la protección total requerida tanto a la persona que lo utiliza como al equipo que porta. Una clasificación de la vestimenta y del equipo de protección personal es la establecida por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA), la cual define cuatro niveles de acuerdo a las características y desempeño; coincidentemente el estándar NFPA 471 Responding to Hazardous Materials Incidents establece los mismos niveles de protección. Estos niveles son: nivel A, nivel B, nivel C y nivel D. Los anteriores niveles para ropa de protección se emplean comúnmente en México debido a la carencia de una norma oficial mexicana para ropa de protección para sustancias peligrosas y adicionalmente a que dicha ropa y accesorios son en su mayoría productos no fabricados en el país.

¿Qué características presenta cada nivel del equipo de protección personal?

NIVEL A

Equipo requerido:

- Traje protector totalmente encapsulado resistente a productos químicos.
- Equipo de respiración autónoma con máscara facial completa (SCBA), presión a demanda, o línea de aire con SCBA de escape.
- Guantes interiores resistentes a productos químicos.
- Botas o zapatos de seguridad resistentes a productos químicos.
- Equipo de comunicación por radio (dos vías).

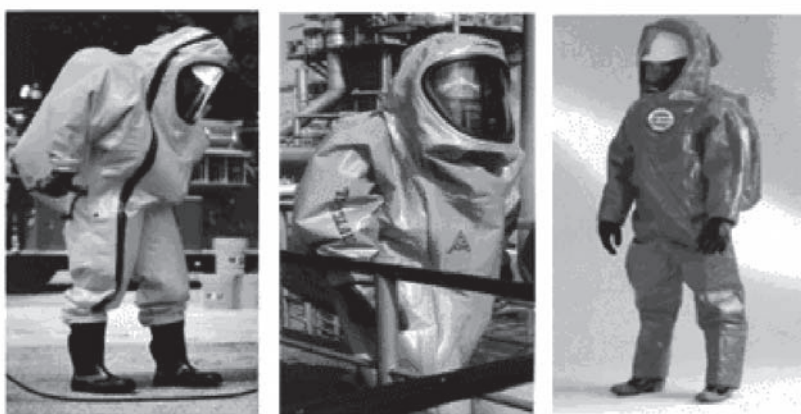


Imagen tomada del documento "Curso de autoinstrucción en prevención, preparación y respuesta para desastres por productos químicos" CEPIS-OPS

Equipo opcional: Unidad de enfriamiento, guantes exteriores, casco, guantes y botas desechables.

Protección proporcionada: El más alto nivel de protección respiratoria, para piel y ojos, protección a productos sólidos, líquidos y gases; proporciona además protección al SCBA y a otros equipos.

Utilización: Cuando se presenta alguna de las siguientes condiciones:

- El material peligroso ha sido identificado y se requiere del más alto nivel de protección para piel, ojos y aparato respiratorio debido a que se ha determinado (o es posible) una alta concentración en la atmósfera de vapores, gases o partículas; o cuando las operaciones en el sitio y en las funciones que se realizan existe la posibilidad de salpicaduras, inmersión, o exposición a vapores inesperados, gases o partículas de material que puede ser dañino para la piel o capaz de absorberse a través de la piel intacta.
- Se encuentran presentes sustancias con un alto grado de peligro para la piel o se sospecha su presencia, y el contacto con la piel es posible.
- Las operaciones se realizan en espacios confinados o áreas con poca ventilación, y la ausencia de condiciones que requieren el uso del nivel A no han sido todavía determinados.

Limitaciones: La ropa protectora no debe emplearse cuando haya dejado de ser impermeable a los productos químicos o mezclas presentes, o exista una pérdida en el desempeño (nivel de protección) al combinar los diferentes componentes de la ropa de protección personal.

NIVEL B

Equipo requerido:

- Traje protector resistente a productos químicos: overol y chamarra de manga larga; traje de una o dos piezas contra salpicaduras de productos químicos; traje de una pieza desechable, resistente a productos químicos (el traje puede ser no cerrado contra gases y vapores).
- Equipo de respiración autónomo con máscara facial completa (SCBA), presión a demanda, o línea de aire con SCBA de escape.
- Guantes interiores resistentes a productos químicos.
- Botas o zapatos de seguridad resistentes a productos químicos.
- Equipo de comunicación por radio (dos vías).



Imagen tomada del documento "Curso de autoinstrucción en prevención, preparación y respuesta para desastres por productos químicos" CEPIS-OPS

Equipo opcional: Ropa tipo mono (buzo de trabajo), pantalla facial, casco, cubiertas desechables para botas, ropa interior de algodón de pernera y manga larga.

Protección proporcionada: El mismo nivel de protección respiratoria que el nivel A, un nivel mediano de protección para piel y ojos (contra salpicaduras y algunos vapores). Este nivel es el mínimo recomendado para la entrada inicial a sitios hasta que se hayan identificado mejor los peligros.

Utilización: Cuando se presenta alguna de las siguientes condiciones:

- El tipo y las concentraciones en la atmósfera de las sustancias se han identificado y se requiere de un alto nivel de protección respiratoria, pero un nivel menor de protección para la piel.
- La atmósfera contiene menos del 19.5 % de oxígeno.
- Están presentes gases o vapores y éstos se han identificado de manera incompleta por medio de la lectura directa de instrumentos de detección de vapores orgánicos, pero se sabe que los gases y vapores no contienen altos niveles de sustancias químicas peligrosas para la piel o capaces de ser absorbidos a través de la piel intacta.

- Se encuentran presentes líquidos o partículas, pero éstos no contienen altos niveles de sustancias que puedan ser absorbidas por la piel intacta.

Limitaciones: La ropa protectora no debe emplearse cuando haya dejado de ser impermeable a los productos químicos o mezclas presentes o exista una pérdida en el desempeño (nivel de protección) al combinar los diferentes componentes de la ropa de protección personal. No utilizar cuando se sospeche que los vapores o gases presentes en la atmósfera contienen una alta concentración de sustancias químicas que puedan ser peligrosas para la piel o capaces de ser absorbidas por ésta, o cuando en las tareas realizadas sea probable que se generen altas concentraciones de vapores, gases, partículas o salpicaduras de sustancias que afecten a la piel que pueda estar expuesta.

NIVEL C (este nivel no es aceptable para respuesta a emergencias químicas)

Equipo requerido:

- Traje protector resistente a productos químicos: overol y chamarra de manga larga; traje de una o dos piezas contra salpicaduras de productos químicos; traje de una pieza desechable, resistente a productos químicos
- Máscara facial completa o media máscara, purificador de aire, respirador con filtro
- Guantes resistentes a productos químicos
- Botas de seguridad resistentes a sustancias químicas
- Casco
- Equipo de comunicación por radio (dos vías)



Imagen tomada del documento "Curso de autoinstrucción en prevención, preparación y respuesta para desastres por productos químicos" CEPIS-OPS



Equipo opcional: Ropa tipo mono (buzo de trabajo), pantalla facial, cubiertas desechables para botas, ropa interior de algodón de pernera y manga larga, máscara para escape.

Protección proporcionada: Proporciona el mismo nivel de protección para la piel que el nivel B, pero un nivel menor de protección respiratoria.

Utilización: Se utiliza cuando se presenta alguna de las siguientes condiciones:

- Los contaminantes atmosféricos, salpicaduras de líquidos u otra forma de contacto directo no afectará de manera adversa o no pueden ser absorbidos a través de la piel expuesta.
- Los tipos de contaminantes en el aire se han identificado, las concentraciones se han determinado y, un respirador purificador de aire está disponible y puede remover los contaminantes.
- El criterio para el uso de respiradores purificadores de aire se cumple.
- La concentración en la atmósfera de sustancias no excede los niveles establecidos como inmediatamente peligrosos para la vida y la salud (IPVS), y contiene al menos 19.5 % de oxígeno.

De acuerdo con la *Agencia de Salud e Higiene Ocupacional de los Estados Unidos* este nivel no es aceptable para la respuesta a emergencias químicas.

Limitaciones: Este equipo de protección personal no debe emplearse cuando concentraciones en la atmósfera exceden los niveles establecidos como inmediatamente peligrosos para la vida y la salud (siglas en inglés, IDLH) o existe una concentración de oxígeno en la atmósfera menor a 19.5 %.

NIVEL D (este nivel no es aceptable para la respuesta a emergencias químicas)

Equipo requerido:

- Ropa tipo mono (buzo de trabajo)
- Lentes de seguridad o gafas contra salpicaduras
- Botas o zapatos de seguridad
- Casco

Equipo opcional: Pantalla facial, guantes, SCBA para escape.

Protección proporcionada: No proporciona protección respiratoria y solo un mínimo de protección para la piel.

Utilización: Se utiliza cuando se presenta alguna de las siguientes condiciones:

- La concentración de contaminantes en el aire no presenta ningún peligro conocido.
- En las tareas que se realicen no existe posibilidad de salpicaduras, inmersión, inhalación o contacto dentro de niveles peligrosos con cualquier sustancia química.

De acuerdo a la *Agencia de Salud e Higiene Ocupacional de los Estados Unidos* este nivel no es aceptable para la respuesta a emergencias químicas.



Imagen tomada del documento "Curso de autoinstrucción en prevención, preparación y respuesta para desastres por productos químicos" CEPIS-OPS

Limitaciones: Esta ropa no puede utilizarse en el área de exclusión o cuando la concentración de oxígeno en el ambiente es menor de 19.5%.

¿La ropa de protección personal debe reevaluarse durante la emergencia?

En todas las emergencias con sustancias, materiales y residuos peligrosos el equipo y los correspondientes niveles de protección deben reevaluarse periódicamente de acuerdo a la información acerca de la situación presente en el sitio y a lo requerido para el desarrollo de las tareas asignadas. El nivel de protección puede disminuir o aumentar de acuerdo a la opinión del supervisor del sitio, comandante del incidente o experto en seguridad e higiene.

RIESGOS SANITARIOS



¿Qué son los riesgos sanitarios?

Se define el fenómeno sanitario-ecológico como una calamidad que se genera por la acción patógena de agentes biológicos que atacan a la población, a los animales y a las cosechas, causando su muerte o la alteración de su salud. Las epidemias o plagas constituyen un desastre sanitario en el sentido estricto del término. En esta clasificación también se ubica la contaminación del aire, suelo, agua y alimentos (artículo 2, fracción XXV de la Ley General de Protección Civil).

¿A que tipo de riesgos a la salud estamos expuestos?

Los tipos de riesgos a la salud son:

- Plagas
- Enfermedades infecciosas (epidemias)
- Contaminación de alimentos

Estos riesgos se presentan debido a diversas condiciones en las que vivimos donde la comunicación se ha tornado universal, la mayoría de las personas desconocen a qué peligros de salud se enfrentan, la convivencia con animales que pueden transmitir enfermedades, la gran cantidad de organismos patógenos que pululan nuestro ambiente, sobre todo en las grandes urbes, que aunado al cambio de alimentación tan desbalanceada, rica en carbohidratos; y pobre en vegetales y frutas, al ambiente contaminado y constante estrés, nos da como resultado, bajas defensas en nuestro organismo.

Por otra parte, el deterioro de los ecosistemas naturales propicia el salto de microorganismos patógenos al ser humano, los cuales eran enfermedades de los animales salvajes o domésticos, apareciendo nuevas enfermedades o reactivando aquellas que se creían erradicadas para el hombre, por ejemplo la tuberculosis.

También es importante saber sobre algunos alimentos que pueden tornarse tóxicos bajo condiciones específicas, por ejemplo los moluscos bivalvos, cuando está presente en su ambiente la llamada marea roja, o por ingerir alimentos en estado de descomposición avanzada, ya sea enlatada o que fue refrigerada por más de una semana.

¿Qué son las plagas y cuales son sus consecuencias?

Los diferentes cultivos albergan una importante cantidad de insectos y moluscos, los cuales pueden alimentarse de las plantas cultivadas.





Algunos de ellos, llegan a causar un daño en la especie vegetal cuya valoración económica justifica la implementación de una medida de manejo tendiente a bajar el nivel poblacional de esa especie.

Plaga se define como el tamaño de población de una especie determinada que ha sobrepasado el umbral de tolerancia, de tal suerte que sus individuos pueden provocar problemas sanitarios o ambientales, como aquellas especies implicadas en la transferencia de enfermedades infecciosas para el hombre y en el daño o deterioro del hábitat y del bienestar urbano, así como pérdidas económicas, en cultivos y ganado.

Al descubrir que la convivencia con determinados parásitos pueden tener no sólo repercusiones económicas sino también graves consecuencias para la salud, se deben tomar medidas para limitar el tamaño de la población de estos organismos.

¿Por qué se presentan dichas plagas?

Aunque se sabe que cada especie de insectos y roedores tienen sus características biológicas propias podemos apuntar toda una serie de factores o circunstancias que posibilitan su proliferación:

- Condiciones climáticas, asociadas normalmente a la estacionalidad. Los climas más cálidos favorecen las plagas que destruyen los cultivos agrícolas, entre ellas, las enfermedades micóticas, las malezas y muchos insectos. Esta es una de las formas en que el calentamiento del planeta amenaza la seguridad alimenticia.
- Humedad, presencia en algunos casos de cauces fluviales, zonas fluviales o encharcadas y/o deficiencias estructurales en el saneamiento de las aguas residuales.
- Presencia de nutrientes: suciedad, materia orgánica abandonada, basura, soportes materiales, animales a quien parasitar. La proliferación de estos seres vivos se ve favorecida por la existencia de vertederos incontrolados, red de alcantarillado en mal estado, incorrecta disposición de la basura, falta de higiene y limpieza periódica de zonas de alto riesgo como sótanos, graneros, solares abandonados etc., o cualquier punto insalubre que pueda servir de hábitat para el desarrollo de los vectores o plagas.
- Posibilidad de establecer sus guaridas-refugios, lejos del alcance del hombre.
- Ausencia de depredadores.
- Ausencia de control físico, químico o biológico.
- El aumento de la población humana y su concentración en las ciudades se han traducido en la proliferación de zonas urbanas marginales que ejercen una presión cada vez mayor sobre una infraestructura ya precaria, lo cual exacerba el déficit de viviendas y la insuficiencia del abastecimiento de agua potable a la población, además de dificultar la evacuación apropiada de aguas residuales, excretas y residuos sólidos.

¿Qué tipos de plagas pueden afectar la salud?

Existen muchas especies de insectos, los cuales se pueden agrupar de la siguiente manera:



- Mosquitos
- Moscas
- Cucarachas
- Pulgas
- Chinchas o vinchucas

Es importante resaltar que estos organismos no son tan perjudiciales por sí mismos, sino por su potencial como vectores (propagadores de enfermedades). Por ejemplo, los mosquitos pueden ser sólo una molestia por su picadura, pero son muy peligrosos si en la zona hay paludismo, dengue, etc., sus picotazos transmitirán la enfermedad de personas infectadas a personas sanas (tabla 6).

- Los roedores (principalmente ratas y ratones) han sido un flagelo para el hombre durante la historia. Son animales altamente prolíficos y muy adaptables. Son causantes de una variedad de problemas; transmiten muchas enfermedades que pueden afectar al hombre y a los animales domésticos; causan daños a equipos, sistemas de riego, edificios, cables eléctricos, aves de corral y más; causan pérdidas que disminuyen la cantidad de alimento disponible para el hombre. No hay duda de que los roedores son los animales que ocasionan más daño en los casos de pérdidas post-cosecha.

Tabla 6 Especies más comunes que transmiten enfermedades infecciosas

Plagas	Especies	Ejemplos de Enfermedades que transmiten	Medidas Preventivas
	Aprox. 4,500 especies <i>Orden Diptera</i> Ejemplos, Aedes aegypti, Anopheles, Aedes albifasciatus, etc.	Dengue, Paludismo, Fiebre amarilla selvática, Encefalitis equina, Filariasis linfática.	No dejar aguas estancadas para evitar la proliferación de larvas, macetas vacías, cubiertas de vehículos, piscinas o pozos, tanques de agua sin tapa. Control estacional (larvicidas y adulticidas).
	Aprox. 4,000 especies <i>Orden Blattidae</i>	Salmonelosis, Hepatitis Gastroenteritis, Disentería, Fiebre tifoidea.	No dejar desperdicios orgánicos, eliminar la grasitud propia de las cocinas, sellar las hendiduras de los cerámicos, revisar las cajas que ingresamos en la alacena.
	Aprox. 120,000 especies <i>Orden Diptera</i>	Cólera, Disentería, Fiebre Tifoidea, Tuberculosis.	No dejar materia orgánica expuesta (alimentos para mascotas) para no generar focos potenciales. Como mínimo, desinsectar cada 15 días si se trata de establecimientos de elaboración de alimentos.
	Aprox. 2,400 especies <i>Orden Siphonaptera</i>	Cólera, Salmonelosis, Peste bubónica, Fiebres hemorrágicas, Tífus.	Controlar a los animales domésticos, y en el caso de poseer alguno, realizar cada 30 días una desinsectación preventiva.
	<i>Orden Reduvidae</i>	Mal de Chagas, Mazza (agente: <i>Tripanosoma cruzi</i>)	No dejar huecos en los techos (tirantería, tejas) y en las viviendas rurales con techos de paja o en depósitos de paja desinsectar cada 30 días.
	Aprox. 3,000 especies <i>Orden Rodentia</i>	Peste bubónica, Fiebre hemorrágica	Inspeccionar toda la estructura de la construcción con el fin de evitar la entrada. Sellar, revocar, colocar tejidos (tipo palomero, bien cerrado), o suplementos en las puertas.



¿Qué métodos de prevención y combate de plagas existen?

Debe conocerse la biología de la plaga, así como los factores naturales de control. Es preciso investigar y determinar el número de generaciones de una plaga, la densidad poblacional de cada generación, sus hábitos alimenticios, como así también los factores que naturalmente realizan un control de estos insectos. Es decir, saber qué temperaturas afectan la viabilidad del insecto, conocer los patógenos (virus, hongos y bacterias) que los parasitan, así como otros insectos que se alimentan de las plagas. Posteriormente podrán utilizarse alguno(s) de los diferentes tipos de control de plagas siguientes:

- *Control químico:* Es la tradicional “fumigación” que consiste en aplicar productos químicos en forma de aspersión líquida, polvos, gel, termo-nebulización, y/o gas, dependiendo del área y el organismo a controlar. Cuando se trata de alejar a las plagas una alternativa es la de aplicar repelentes químicos.
- *Control físico:* Consiste en implementar barreras físico-mecánicas, para repeler o evitar la entrada de organismos indeseables. Trampas, ultrasonido, adhesivos, luz, señuelos, saneamiento o higiene, alteración y/o eliminación de refugios, modificación del ambiente, exclusión, remoción física, entre otros sistemas físicos.
- *Control biológico:* Consiste en liberar organismos que depreden, infecten, o maten de alguna manera a las plagas que se desea controlar. Avispitas, catarinas, ácaros, hongos y microorganismos son los más utilizados. Los sistemas biológicos de control, como el uso de enemigos naturales de las plagas, son útiles.
- *Control cultural:* Consiste en implementar técnicas de comportamiento para evitar la presencia de plagas.
- *Control hormonal:* es la liberación al ambiente de sustancias atrayentes o repelentes naturales (feromonas), así como el uso de reguladores de crecimiento (hormonas que inhiben la formación de exoesqueleto y por ende el paso al estado adulto).

¿Qué son las epidemias?

Las epidemias se pueden definir como la elevación considerable de la frecuencia de los casos de una enfermedad infecciosa en un tiempo corto, como son algunas semanas. Por el grado de diseminación de las enfermedades infecciosas, estas pueden ser esporádicas (casos aislados de la enfermedad, que se observan en un lugar determinado, durante un intervalo de tiempo determinado).

La propagación de las epidemias tiene hipótesis variadas. Las hay clásicas, que establecen que la infección se transmite de una persona a otra, bien a través de la alimentación o mediante el transporte. Otras, lejos de basarse en evidencias, se relacionan con la climatología.

También existe una forma especial de propagación de las enfermedades infecciosas, a través de la endemia que consiste en que la enfermedad contagiosa se mantiene durante largo tiempo en un lugar determinado, de tal suerte que se puede expender a otras comunidades, evolucionando hacia una epidemia.

¿Por qué se presentan las epidemias?

Existen dos mecanismos principales para generar una epidemia:



- Por contagio cuando el virus o la bacteria se transmiten por aire, agua, alimentos o de persona a persona, la causa principal es la falta de higiene o la calidad del agua o aire, también al contacto con los miembros de nuestra familia o amigos cuando alguno de ellos ha enfermado.
- Y por inoculación principalmente vía mosquitos y moscas entre otros insectos, generalmente estos organismos se alimentan de sangre y sirven de reservorio a los virus y bacterias, así como medio de transporte a éstos expandiendo así la enfermedad a mucha gente, cuando se presenta alguna plaga de dichos insectos la propensión de la proliferación de alguna epidemia aumenta.



Además, las enfermedades infecciosas pueden ser transmitidas también a través de sus huéspedes naturales como animales domésticos o silvestres que viven en zonas urbanas o rurales, ya que su hábitat natural ha sido alterado. Por ejemplo los roedores, especialmente ratas, están implicados en la transmisión de por lo menos 35 enfermedades que afectan al hombre y los animales domésticos incluyendo leptospirosis, triquinosis, salmonelosis y peste bubónica.

Las zonas tropicales que persistentemente están infestadas por mosquitos (vectores del dengue y paludismo), por ejemplo el *Aedes aegypti* (mosco que vive en zonas tropicales que transmite el dengue), es fácil suponer que las epidemias aparezcan más bien a partir de reservorios naturales dentro de la propia comunidad, como consecuencia de cambios bruscos en la dinámica de la población humana, de vectores o de virus.

Otra forma de que se presente alguna epidemia es cuando una persona infectada por algún serotipo nuevo (algún organismo patógeno que no es común en la población, por ejemplo cuando los españoles llegaron a América introdujeron a la viruela, este microorganismo en ese momento se comportó como serotipo nuevo), ingresa en una comunidad donde hay una gran proporción de individuos susceptibles, expandiéndose en tiempo y espacio hasta que el nivel de infectados e inmunizados inhibe su transmisión, con lo que sobreviene una declinación progresiva, hasta su extinción.

¿Podría afectar el cambio climático a la generación de epidemias?

Es de temer que debido al aumento generalizado de la temperatura en todo el mundo, las enfermedades transmitidas por vectores serán una amenaza para cientos de millones de seres humanos. El aumento de las temperaturas ambientales promedio amplía el alcance, la distribución y la abundancia de insectos vectores, tales como los mosquitos, lo que permite a los agentes patógenos que éstos llevan a reproducirse rápidamente e incluso acrecentar su virulencia.

¿Cuales son las epidemias más comunes en México?

Las epidemias que se pueden presentar más comúnmente en México transmitidas por vectores son:

- El dengue, durante el 2005 se han presentado brotes de epidemia en 26 estados de la República Mexicana, se transmite en particular por el mosquito *Aedes aegypti*.



- El paludismo es causado por cuatro especies de protozoos del género *Plasmodium*, las especies son (*P. vivax*, *P. ovale*, *P. malariae* y *P. falciparum*), las cuales son transmitidas al hombre a través de la picadura de la hembra del mosquito *Anopheles*. Los tipos de paludismo que se han identificado en México son *P. vivax* y *P. falciparum*, en el 2005 algunos casos de esta enfermedad se presentaron en 2 estados.

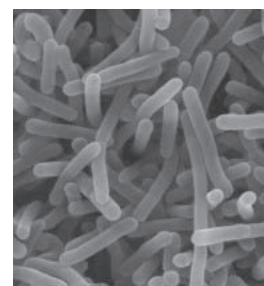
Por otra parte también se pueden presentar epidemias por bacterias o virus transmitidos a través de alimentos y agua contaminada:

- *Salmonellosis*: Es una infección intestinal causada por bacterias del tipo *Salmonella*, que se desarrolla en muchos alimentos (carnes o derivados cárnicos, huevos, moluscos, leche sin pasteurizar o derivados de este tipo de leche y en personas infectadas que están en contacto con los alimentos), produce infecciones intestinales al cabo de unas horas hasta 3 días después de haberse infectado.
- *Infecciones por Campylobacter*: Un tipo de bacterias, siendo el más común el *Campylobacter jejuni*, que habitan en el intestino de muchos animales, responsables de muchas enfermedades, como gastritis y endocarditis, siendo la fiebre y la diarrea los síntomas más destacados. (se pueden encontrar en la carne, los huevos, el pescado, el marisco o las aves que estaban crudas o no cocinadas adecuadamente, la leche sin pasteurizar y agua contaminada).
- *Infecciones por estafilococos*: Estas bacterias, fundamentalmente el *Staphylococcus aureus*, (estafilococo dorado) se contagia al entrar en contacto con la piel del portador o a través del vapor de agua que sale de los pulmones al toser o estornudar por algún enfermo. Los alimentos pueden estar contaminados por el contacto con la persona infectada. Responsable de muchas intoxicaciones alimentarias e infecciones a través de heridas muy difíciles de erradicar porque la bacteria se ha hecho muy resistente a los antibióticos.
- *Infecciones por Clostridium perfringens*: Esta bacteria aprovecha los alimentos que se dejan en el exterior en lugares con temperatura ambiental elevada. Es responsable de muchas infecciones que afectan al intestino. (Se contagia al comer carnes o alimentos dejados al aire libre. Se le conoce también como “germen de las cafeterías”).
- *Intoxicación por Escherichia coli*: Esta bacteria es causante de la diarrea del viajero, un tipo de gastroenteritis que produce mucha diarrea, a veces sanguinolenta, y dolor abdominal. La bacteria puede desarrollarse en el intestino de los animales, en el agua o en la leche sin pasteurizar. (Se contagia al ingerir carne contaminada que no está bien cocida, al comer verduras contaminadas sin lavar adecuadamente o al beber agua contaminada).
- *Shigelosis*: Es una infección producida por la bacteria *Shigella*. Esta bacteria se reproduce en el intestino de las personas y es la responsable de la contaminación de las aguas o de los alimentos a través de los residuos fecales o de los que manipulan la comida y se encuentran infectados. Las moscas constituyen otro medio de transmisión. Es un tipo de infección muy común en lugares



con poca higiene, por lo que resulta muy habitual en países subdesarrollados, lugares públicos donde las condiciones de higiene no son las adecuadas, por ejemplo, campamentos de refugiados o albergues que no este planeado para atender a mucha gente por espacios prolongados de tiempo. Produce, al cabo de unas 36 a 72 horas después del contagio, agudas inflamaciones intestinales con fiebre, diarrea abundante y vómito. Otros síntomas muy habituales cuando infecta a los niños son la rigidez en la nuca, el adormecimiento, las convulsiones, o el dolor de cabeza.

- **Botulismo:** Intoxicación que se produce cuando se consumen alimentos infectados por la bacteria *Clostridium botulinum* que puede habitar tanto en animales como en plantas, produciendo graves daños al sistema nervioso produciendo la asfixia del paciente por paro respiratorio, en muchas ocasiones, conducen a la muerte. (Este tipo de bacteria, que se desarrolla en ambientes anaerobios (sin oxígeno), se contagia normalmente al comer alimentos enlatados o envasados al vacío en mal estado, como conservas, papas, etc.). Entre los síntomas iniciales tenemos: falta de energía, visión doble, dificultad en el habla y para tragar los alimentos. Es un tipo de intoxicación que no es muy frecuente pero sí es muy grave, dado que produce una mortalidad del 10 % de los afectados.
- **Listeriosis:** Infección bacteriana producida por la bacteria *Listeria monocytogenes* causante de enfermedades tan variadas que van desde simple fiebre hasta meningitis. Puede producir abortos en mujeres que no han sido tratadas debidamente. Esta bacteria se desarrolla en el suelo, en aguas residuales y vegetales en descomposición. Las principales fuentes de contaminación son los alimentos mal almacenados o regados con aguas contaminadas. Es una infección que se presenta muy poco en el humano.
- **Infección por *Vibrio parahaemolyticus*:** Infección causada por la bacteria *Vibrio parahaemolyticus*, de la misma familia de bacterias causantes del cólera. Es un tipo de bacteria que se encuentra en el marisco y pasa a los humanos cuando comen mariscos crudos, especialmente ostras. También, aunque más raramente, puede infectarse a través de las heridas, produciendo infecciones en la piel. Esta bacteria es responsable de problemas gastrointestinales que ocurren dentro de las 24 horas cuyos síntomas son: diarrea, fiebre, vómitos, etc.
- **Infección por *novovirus*:** El responsable de estas infecciones es el virus *Norwalk* que se desarrolla en mariscos, especialmente en las ostras, y en aguas contaminadas o verduras regadas con estas aguas. Este virus es el causante de lo que se conoce como “mal de estómago” un tipo de gastroenteritis en la que las personas manifiestan vómitos, diarrea, calambres en el estómago, fiebre y debilidad general durante uno o dos días. (El contagio se produce a través de las deposiciones o las heces de los infectados).
- **Triquinosis:** Enfermedad producida por la infección de un pequeño gusano del género *Trichinella* que vive en forma de quiste en el músculo de ciertos animales. El hombre se infecta generalmente al consumir la carne de cerdo infectada.



Un cambio mundial que se ha observado es la aparición y reaparición de agentes patógenos infecciosos letales. Entre los más conocidos se encuentran el virus de Ébola, los hantavirus, *Borrelia burgdorferi* (enfermedad de Lyme) y *Legionella pneumophila* (enfermedad de los legionarios).

Estas condiciones favorecen el desarrollo de epidemias, como lo demuestra el reciente resurgimiento del cólera y como podría llegar a ocurrir con el dengue. Los brotes producidos por los hantavirus han pasado a ser frecuentes. El dengue, la fiebre amarilla y la leptospirosis están en aumento.

¿Se pueden prevenir las epidemias?

Sí, es necesario tener buenos hábitos de limpieza personal e higiene al preparar los alimentos, por otra parte también es necesario educar a los niños en su trato para con los animales domésticos, ya que el contacto muy estrecho puede transmitirse enfermedades propias de éstos.

Las manos pueden ser reservorios de gérmenes dañinos, por lo tanto el lavado de manos reduce en más del 50% las infecciones diarreicas intestinales provocadas por virus, bacterias, parásitos intestinales, son el vehículo más frecuente de transmisión de infecciones en los seres humanos, y el lavado de manos es una práctica muy fácil de realizar, ya que es muy útil para prevenir enfermedades de origen infeccioso, así como la higiene en la elaboración de los alimentos.

Es necesario lavarse las manos en las siguientes situaciones:

- Antes de preparar o manipular cualquier alimento
- Antes de comer
- Después de ir al baño
- Cada vez que baja de un transporte público
- Después de jugar con las mascotas
- Después de cambiar pañales a un bebé
- Después de manipular o tocar cualquier objeto que guarda relación con sangre, orina, saliva, heces fecales.



Es importante realizar la limpieza de la casa para evitar la reproducción de algunos de los animales vectores que nos transmiten enfermedades infecciosas, en la tabla 6 de la página 75 se presentan algunas medidas de prevención.

Por otra parte también está el control de plagas que transmiten enfermedades a través de los métodos que ya se han descrito anteriormente, cabe mencionar que éstos generalmente los aplican las campañas de salud, en México a través de la Secretaría de Salud.

¿Qué son las pandemias?

La palabra pandemia es de origen griego *pan* = todo, y *demos* = pueblo (todo el pueblo). Por lo tanto una pandemia es la afectación por una enfermedad infecciosa de personas o animales a lo largo de un área geográficamente extensa. Para que a una epidemia se le de la denominación de pandemia, debe tener un alto grado de infectabilidad y un fácil traslado de una zona geográfica a otra, lo que implica que se

presentan infecciones exóticas, que son introducidas desde otros países. Por ejemplo, se tienen como pandemias a nivel mundial, paludismo, dengue y esquistosomiasis que afectan a casi mil millones de personas.

Varias pandemias de gran escala se han sucedido en la historia del mundo, y muchas más epidemias. La mayoría han sido de carácter zoonótico (transmitidas por animales, insectos, y derivadas de enfermedades propias de los animales), por ejemplo la viruela, difteria, gripe y tuberculosis.

La propagación de las enfermedades infecciosas se presenta por medio de diversos medios de transporte, por ejemplo avión, barco, autobuses, los cuales son utilizados por casi todos los países. Por ejemplo, hay evidencias de focos de infección en Europa del dengue, identificados en el agua acumulada de neumáticos importados desde Japón y Korea. Por otra parte también se ha disentido el efecto de la climatología, la hipótesis postula que con el fenómeno de El Niño los vientos entre Asia y América Latina hacen que el agente patógeno se propague a causa de las lluvias.

¿Qué acciones mundiales existen para la prevención de las pandemias?

El Reglamento Sanitario Internacional exige a los gobiernos que notifiquen todos los casos de tres enfermedades: cólera, peste y fiebre amarilla. El objetivo es proporcionar un sistema internacional rápido de alerta para las enfermedades de importancia en la salud pública internacional. El sistema trata de hallar un equilibrio entre la protección máxima contra esas enfermedades y la mínima interferencia del tráfico y el comercio mundiales. Sin embargo, muchos países dejan de notificar brotes asustados por la amenaza de posibles pérdidas económicas. Las reglas son difíciles de cumplir. En la actualidad esos reglamentos se hayan en curso de revisión y ampliación para proporcionar advertencia precoz respecto a brotes de cualquier enfermedad mortal.

Un brote aparecido en cualquier parte del mundo debe tratarse ahora como una amenaza para prácticamente todos los países, en particular aquellos que sirven de núcleos principales de los viajes internacionales. Sin un sistema de vigilancia mundial activo de las enfermedades, que proporcione una alerta temprana de la aparición de brotes de epidemia, la exportación de enfermedades infecciosas puede llegar a ser un peligro en crecimiento a nivel mundial.

Intoxicación por Alimentos

Existen otro tipos de afecciones y amenaza de salud pública debido a toxinas producida por ciertos animales y vegetales que se deben tomar en cuenta para la salud pública, ya que al ser ingerido por el hombre se presentan dichas intoxicaciones, entre estos se encuentra la llamada marea roja, los hongos venenosos, etc.

¿Qué es la marea roja?

Se da el nombre de marea roja a la coloración rojo-anaranjado de una extensa área del mar, causada por la reproducción acelerada, espontánea y exponencial de ciertos organismos planctónicos (algunas especies de algas unicelulares que pertenecen al grupo de los





dinoflagelados), que a su vez, es debida a cambios en las condiciones ambientales del mar como son la temperatura, luminosidad, salinidad, corrientes marinas, abundancia de nutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio), pH, etc., o bien, por contaminación marina.

La marea roja es un fenómeno que se identifica y ubica por tres características:

- Color rojizo en las aguas.
- Presencia de peces muertos en la playa.
- Irritación de nariz, garganta y ojos de los bañistas.

La primera y más importante consecuencia es el daño a la salud de las personas, ya que la marea roja produce tres tipos de toxinas que afectan al hombre.

¿Cómo puedo estar en contacto con las toxinas que produce la marea roja?

Al consumir moluscos contaminados se ingiere también la toxina en concentraciones importantes. Las toxinas son metabolitos que están presentes en el interior del plancton y no son eliminadas al exterior. Las toxinas se concentran en los moluscos bivalvos (de dos conchas) como las almejas, ostras, ostiones, mejillones, berberechos, etc., debido a que los bivalvos filtran el agua para obtener sus alimentos.



Peces Ciguateados

También existe otra forma de intoxicación por dinoflagelados a través del consumo de peces tropicales (peces ciguateados) infectados con las toxinas de dichas algas, en México se presenta este fenómeno en el estado de Quintana Roo. Los síntomas se producen entre las dos horas y las 36 horas como máximo. En la primera fase afectan al aparato digestivo con la aparición de mareos, vómitos, diarrea o dolor de estómago. Posteriormente afectan al sistema nervioso con adormecimiento de los músculos de las manos o de los pies, dificultad para andar, dificultad para hablar, disminución en el ritmo cardíaco y, en casos graves, paro cardiorrespiratorio. Esta intoxicación puede tener una duración de varios meses y se va agravando a medida que el enfermo come más pescado o marisco contaminado o ingiere alcohol.

¿Existe un programa de prevención en caso de marea roja?

Sí, existe un plan de contingencias ambientales con motivo de la presencia de marea roja llamado Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PMSMB), en dicho plan es interinstitucional y participan la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Secretaría de Marina, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), y la Secretaría de Salud a través de la COFEPRIS (Comisión Federal para la Prevención de Riesgos Sanitarios); esta última es la encargada de coordinar a dichas dependencias, para la determinación de tiempos de veda y sus límites geográficos cuando se presente el fenómeno de marea roja, así como las medidas a seguir en apoyo a la población afectada.

Procedimientos para Prevenir la Intoxicación de la Población

Tan pronto como una marea roja haya sido detectado, se seguirá el siguiente procedimiento tanto los Estados como los productores que tengan conocimiento o evidencias de este tipo de eventos deberán establecer inmediatamente un cierre precautorio de las áreas afectadas. Si las evidencias se confirman a través de los análisis tanto de agua como de producto, la COFEPRIS establecerá la prohibición sanitaria, la cual incluye prohibir la cosecha del producto marino a través de la SAGARPA, así como aplicar los mecanismos existentes a efecto de prohibir la movilización del producto tanto en Territorio Nacional como del Internacional, después se llevan a cabo las siguientes procedimientos.

- Primero se realizan monitoreo y muestreo del agua marina, para determinar la concertación de microorganismos productores de toxinas.
- En segundo lugar se realizan análisis de moluscos para determinar la presencia de la toxina.
- Cuando se termina la contaminación del producto se declarar la veda de dichos organismos, esto es evitar la pesca o extracción de moluscos o peces.
- La única forma de prevención es evitar ingerir moluscos bivalvos en presencia de marea roja y peces ciguateados.
- La Secretaría de Salud realiza una inspección sanitaria a todos los mercados o expendios de la zona para retirar los organismos que están contaminados.

Si existe producto que haya sido cosechado y transferido a otras regiones durante acciones de contingencia, deberán localizarse las rutas comerciales, incluyendo aquellas de exportación si es el caso, aplicando el procedimiento de retiro de producto. La frontera será cerrada para todos aquellos productos afectados hasta que la Secretaría de Salud a través de la COFEPRIS determine que la actividad pesquera ha sido restablecido totalmente.

Si existe producto que haya sido cosechado y transferido a otras regiones durante acciones de contingencia, deberán localizarse las rutas comerciales, incluyendo aquellas de exportación si es el caso, aplicando el procedimiento de retiro de producto.

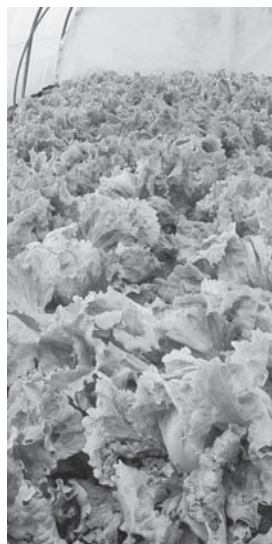
Para la población en general

Cuando sea establecido un cierre en las áreas debido a la presencia de FAN, se deberá llevar a cabo un programa continuo de información a la población, el cual deberá mantener al menos la siguiente frecuencia en los medios de comunicación cómo son: la radio, TV, periódicos, avisos en mercados públicos y comercios especializados. La difusión masiva deberá realizarse en forma tal que prevenga el estrés de los consumidores, y que pueda reestablecer la actividad económica tan pronto como sea posible, es importante que se sigan las instrucciones que marca la Secretaría de Salud a través de COFEPRIS.

¿En que consiste la intoxicación por tetradotoxinas?

Los síntomas más característicos, que suelen ocurrir al cabo de dos o tres horas después de la ingestión, son el adormecimiento de la





lengua y de la boca, mareo, dolor en la cabeza o caminar vacilante. En fases más avanzadas se va produciendo una parálisis general con posibilidad, si no se actúa rápidamente, de parada cardiorrespiratoria y muerte al cabo de 4 o 6 horas. Es una intoxicación extremadamente grave que produce la muerte en la mitad de las personas afectadas, esto se presenta cuando se consumen ciertos peces tropicales como por ejemplo el pez globo, ya que desarrolla en gónadas (ovarios en caso de las hembras), hígado e intestinos una toxina, llamada tetradotoxina, afortunadamente en México no se consume este tipo de peces, sin embargo en los países asiáticos es muy común.

Intoxicaciones por vegetales

Fundamentalmente son producidas por setas (hongos) y causan muchas muertes anualmente, aunque la toxicidad vegetal no solamente se presenta por el consumo de estas especies vegetales sino que son muchas las plantas que pueden provocar intoxicaciones.

Animales ponzoñosos

En los estados tropicales donde el hombre cohabita con animales ponzoñosos se puede presentar algún envenenamiento causado por una mordida o piquetes de estos, por ejemplo; serpiente, escorpión, alacranes, arañas, etc.

CONTAMINACIÓN AMBIENTAL



Uno de los principales y más graves problemas al que se enfrenta el hombre en la actualidad es la contaminación del agua, aire y suelo; y es en las últimas décadas que ha empezado a sufrir las consecuencias de este deterioro ambiental, el cual rebasa las fronteras de un país, volviéndose un problema a nivel mundial.

La contaminación es básicamente un cambio indeseable en las características físicas, químicas o biológicas del ambiente natural, producido sobre todo por la actividad humana. Aunque existe también cierta contaminación natural generada por ejemplo por las erupciones volcánicas y los incendios forestales. La contaminación en un sentido práctico es el resultado de la ineficiencia de los procesos desarrollados por el hombre, ya que la extracción de materias primas, la fabricación de un producto, la energía necesaria para el proceso de fabricación, la distribución de productos, los envases y empaques para su comercialización y el producto mismo generan una considerable cantidad de desperdicios que ya no son útiles (aguas residuales, emisiones a la atmósfera, residuos sólidos), y la naturaleza no tiene la capacidad de degradar a muchos de ellos debido a sus características químicas complejas, permaneciendo en el ambiente durante años.

El ambiente se ha tratado siempre como una entidad separada, distinta de la especie humana, sin darse cuenta cabalmente el ser humano de que formamos parte integral de muchos ecosistemas terrestres, acuáticos y aéreos en el cual todos sus componentes tanto físicos como biológicos (incluyendo a la especie humana) están interrelacionados y son interdependientes. Este concepto de la separación es responsable, en parte, del deterioro actual del planeta Tierra.

¿En qué consiste la contaminación del suelo?

La contaminación del suelo consiste en la incorporación en el suelo de materias extrañas como sustancias químicas, residuos industriales y de otros tipos que al acumularse en concentraciones tales deterioran la calidad del suelo y repercuten negativamente en su comportamiento, haciéndolo inútil para los usos pretendidos y provocando la pérdida parcial o total de la productividad del suelo.

Los problemas relacionados con la contaminación del suelo recientemente han adquirido más relevancia, porque ha surgido mayor conocimiento del riesgo potencial que representa para la salud pública y el ambiente, así como por el tamaño del problema y del costo que implica su restauración.





Esta contaminación genera serios problemas de salud a la población y daños al ambiente por la posible transferencia de sustancias químicas a los diferentes medios, tales como agua superficial y subterránea, sedimentos y aire; así como la imposibilidad de usar el suelo de acuerdo con los fines a los que está destinado.

¿Cuáles son las funciones del suelo?

El suelo es de vital importancia para sustentar la vida terrestre y entre sus principales funciones se encuentran las siguientes:

- Filtro regulador durante la recarga de acuíferos y protección de éstos.
- Medio para la producción de alimentos agrícolas y pecuarios.
- Productor de recursos forestales.
- Hábitat biológico y reserva para la preservación de especies.
- Lugar donde se llevan a cabo los ciclos biológicos, biogeoquímicos y de la red trófica.
- Base física para la construcción de edificaciones y servicios

¿Cuáles son las principales causas de contaminación del suelo?

Los suelos se contaminan principalmente a través de actividades industriales y agrícolas (plaguicidas), por prácticas ambientalmente inadecuadas de disposición de residuos y por derrames accidentales de sustancias químicas, en especial durante su transporte. Las principales causas de contaminación del suelo son:

- Disposición inadecuada de residuos peligrosos
- Fugas de tanques y contenedores subterráneos
- Fugas de tuberías y ductos
- Lixiviación de materiales en sitios de almacenamiento, rellenos sanitarios y tiraderos a cielo abierto
- Derrames accidentales de sustancias químicas (durante su transporte)
- Aplicación de sustancias en el suelo, tales como agroquímicos (plaguicidas y fertilizantes)
- Aguas residuales descargadas sin tratamiento previo
- Fugas de alcantarillados

Durante años, la disposición irresponsable e inadecuada de residuos peligrosos en múltiples lugares sin control ha ocasionado un grave problema de contaminación de suelos. Los lugares donde más frecuentemente se depositan estos residuos son terrenos baldíos, patios traseros de las industrias, tiraderos municipales, barrancas, derechos de vía de carreteras, drenajes municipales y cuerpos de agua, lo cual provoca también el deterioro del aire y del agua superficial y subterránea como consecuencia de la migración de los contaminantes desde el suelo hacia estos medios. Otras prácticas comúnmente usadas durante décadas para disponer los residuos químicos industriales consiste en colocarlos en tambos y enterrarlos, o bien abandonar los residuos en tanques y contenedores, produciendo todo esto contaminación en los suelos, porque los tambos, tanques y contenedores se corroen y su contenido se fuga al ambiente.

¿Cuáles son las consecuencias de la contaminación del suelo?

La contaminación del suelo tiene serias consecuencias ambientales, por ejemplo concentraciones altas de contaminantes eliminan a los microorganismos del suelo volviéndolo estéril, lo cual a su vez impide que crezca la vegetación. Los efectos a la salud humana ocurren cuando la tierra contaminada se vuelve a utilizar, especialmente si los nuevos usuarios no tienen conocimiento de que el sitio está contaminado y, por ejemplo, se hacen desarrollos habitacionales o la población está en contacto con este suelo de manera accidental. El uso agrícola de suelo contaminado también ocasiona problemas a la salud si los contaminantes se transfieren a los cultivos y al ganado, entrando de esta manera a la cadena alimenticia, produciendo diferentes efectos al organismo dependiendo de las sustancias químicas involucradas.

La contaminación del suelo también tiene impactos ecológicos, por ejemplo; los metales además de sus posibles efectos a la salud humana ocasionan impactos adversos sobre las comunidades de microorganismos y hongos en el suelo. Asimismo, varios contaminantes son capaces de dañar los cimientos de las construcciones. El lixiviado de sustancias químicas a partir de sitios de almacenamiento y tiraderos de basura, hacia el agua subterránea es una consecuencia muy seria de la contaminación del suelo, ya que provoca la contaminación del agua potable y en ocasiones se disemina a considerables distancias entrando de esta manera en contacto con el hombre.

¿Cuáles son los principales contaminantes del suelo?

De manera genérica se puede considerar que los contaminantes presentes en el suelo son: hidrocarburos del petróleo (petróleo crudo, combustóleo, diesel, asfaltos, etc), metales pesados provenientes de actividades mineras, beneficio de metales y residuos peligrosos (cadmio, mercurio, plomo, cromo, etc), compuestos orgánicos volátiles, semivolátiles y persistentes, plaguicidas y fertilizantes, y bifenilos policlorados.

¿Cuáles son las tecnologías de restauración de suelo contaminado?

Las técnicas para restauración de suelo contaminado se han desarrollado en los últimos años, principalmente como resultado de las acciones por parte de los gobiernos, como es la expedición de leyes y reglamentos que hacen responsables a los propietarios de las industrias o de la tierra, de la contaminación que ocasionan sus actividades, exigiéndoles la limpieza del suelo contaminado. No obstante, la experiencia sobre restauración de suelo es muy reciente incluso en los países desarrollados.

Actualmente las principales técnicas para restauración de suelos son las siguientes:

- *Incineración.* el suelo contaminado se expone a calor excesivo en un incinerador que puede ser un horno rotatorio o de lecho fluidizado. Involucra la destrucción térmica de los contaminantes por calentamiento. Se generan cenizas que deben disponerse en rellenos sanitarios o sitios adecuados.



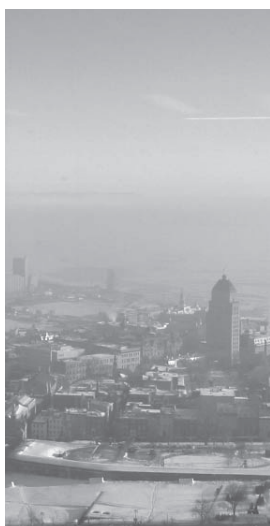


- **Estabilización/solidificación.** es una técnica para fijar o modificar químicamente los contaminantes mediante su inmovilización previendo así la migración al ambiente. Consiste en mezclar el suelo con reactivos y materiales para estabilizar y/o encapsular los compuestos químicos produciendo un bloque monolítico de alta rigidez.
- **Vitrificación.** se emplea calor para convertir el material contaminado en un producto cristalino químicamente inerte y estable parecido al vidrio. Se introducen electrodos dentro del suelo contaminado, se aplica una corriente eléctrica muy alta y el suelo se funde por la elevada temperatura.
- **Biorremediación.** es un proceso biológico que consiste en el uso de microorganismos (hongos, bacterias y levaduras) para degradar las sustancias peligrosas del suelo formando compuestos no tóxicos como agua, bióxido de carbono, ácidos grasos y otros productos inocuos.
- **Lavado de suelo.** consiste en excavar el suelo del área contaminada, tamizarlo para separar objetos grandes y rocas, y después se lava con agua o una solución acuosa para remover los contaminantes. El efluente contaminado se recupera, se trata y se recicla o se dispone. Se pueden emplear tensoactivos o ácidos para ayudar a la remoción.
- **Extracción con vapor.** se emplea la aireación para remover los compuestos orgánicos volátiles presentes en la zona no saturada del sitio contaminado. Consiste en la inyección de aire limpio que fluye dentro de la zona no saturada del suelo, el aire arrastra los compuestos orgánicos volátiles en fase vapor que se encuentran en los poros, después el aire se extrae aplicando vacío. Es útil para derrames recientes, también se conoce como venteo de suelo y extracción con vacío.
- **Desorción térmica.** es un proceso de separación con calor a baja temperatura (93 a 482 °C), diseñado para remover contaminantes orgánicos por evaporación. El suelo se calienta mediante inyección de vapor, por calentamiento directo, calentamiento indirecto a través de las paredes de un horno o por calentamiento libre de oxígeno en un horno sellado.
- **Tratamiento químico.** consiste en emplear sustancias químicas para transformar los contaminantes presentes en el suelo. Consisten en oxidación, reducción, neutralización o deshalogenación.

¿En qué consiste la contaminación del aire?

La contaminación del aire se puede definir como la presencia en la atmósfera de uno o más sustancias o sus combinaciones en cantidades tales y con tal duración que afecten la salud humana; así como, la vida de los animales y las plantas.

El aire se contamina principalmente como consecuencia de la actividad humana debido a los procesos de combustión, la actividad industrial que libera contaminantes a la atmósfera y la agricultura, pero también por procesos naturales como erupciones volcánicas e incendios forestales.



La contaminación del aire representa una de las mayores amenazas para la salud humana porque tenemos más posibilidades de estar expuestos a ella, ya que el hombre respira constantemente para sobrevivir, inhalando de esta manera los contaminantes.

¿Por qué se contamina el aire?

La causa principal de la contaminación del aire es la combustión. Cuando ocurre la combustión completa el hidrógeno y el carbono del combustible se combinan con el oxígeno del aire para producir calor, luz, bióxido de carbono y vapor de agua. Sin embargo, las impurezas del combustible, una relación incorrecta entre el combustible y el aire o temperaturas de combustión muy altas o muy bajas son causa de la formación de productos secundarios, tales como monóxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, cenizas e hidrocarburos no quemados, todos ellos contaminantes del aire. Esta combustión ocurre tanto en las industrias como en los diferentes tipos de transporte tales como automóviles, camiones, autobuses, motocicletas ferrocarriles y aviones.

Otra causa importante de contaminación del aire se debe a las emisiones industriales como consecuencia de los diferentes procesos de fabricación, tales como humos y vapores de azufre de la industria petroquímica, partículas de la industria minera y vapores de metales provenientes de la producción de metales.

Procesos naturales como incendios forestales, descomposición de la vegetación, tormentas de polvo y erupciones volcánicas también contaminan el aire. Aunque la producción de muchos gases y materia particulada es mayor cuando proviene de fuentes naturales que cuando procede de fuentes producidas por el hombre, la distribución y dispersión globales de dichos contaminantes resultan en concentraciones promedio bajas. Sin embargo, los contaminantes producidos por el hombre se concentran por lo general en regiones geográficas de poca extensión, por tanto la mayor parte de la contaminación del aire la provoca el hombre.

¿Cuáles son los contaminantes del aire?

Los contaminantes del aire provienen de muchas fuentes y se emiten bajo diferentes formas, pero se pueden clasificar en dos amplias clases: las partículas y, los gases y vapores. De esta manera los contaminantes del aire son:

- Materia particulada o partículas
- Compuestos que contienen azufre (SO_2 , H_2S , SO_3 , H_2SO_4 ,)
- Compuestos orgánicos (compuestos que contienen carbono, cetonas, aldehídos, ácidos)
- Compuestos que contienen nitrógeno (NO , NH_3 , NO_2)
- Monóxido de carbono (CO)
- Compuestos halogenados (HCl , HF)
- Compuestos radiactivos

¿Qué es la materia particulada o partículas?

Las partículas consisten en materias sólidas y líquidas, dispersas y arrastradas por el aire mayores a una molécula individual ($0.0002 \mu\text{m}$ de diámetro) pero menores a $500 \mu\text{m}$.





- Las partículas se dividen de acuerdo con su tamaño en
- Polvo fino (menor de 100 μm de diámetro)
- Polvo grueso (más de 100 μm de diámetro)
- Vapores (0.001 – 1 μm de diámetro)
- Neblinas (0.1 – 10 μm de diámetro)

Las partículas sólidas que existen en la atmósfera son generadas por la combustión de combustibles como el carbón y el combustóleo en hornos estacionarios, y por la combustión de la gasolina, diesel y combustible en los motores de fuentes móviles. Los procesos de fabricación como el molido, fundición y trituración también contribuyen a la contaminación del aire.

¿Qué peligro representan las partículas?

Las partículas presentan un riesgo para los pulmones; incrementan las reacciones químicas en la atmósfera; reducen la visibilidad; aumentan la posibilidad de la precipitación, la niebla y las nubes; reducen la radiación solar, con los cambios en la temperatura ambiental y en las tasas biológicas de crecimiento de las plantas; y ensucian las superficies de las construcciones y de diversos materiales.

Las partículas, solas o en combinación con otros contaminantes representan un peligro muy grave para la salud, pueden tener un efecto tóxico de una o más de las siguientes maneras:

- La partícula puede ser intrínsecamente tóxica debido a sus características químicas y/o físicas.
- La partícula puede interferir con uno o más de los mecanismos del aparato respiratorio.
- La partícula puede actuar como un conductor de una sustancia tóxica absorbida.

¿Qué es el monóxido de carbono (CO)?

Es un gas incoloro e inodoro. Es muy estable y tiene una vida media en la atmósfera de 2 a 4 meses. Muchos estudios demuestran que altas concentraciones de monóxido de carbono (> 750 ppm) pueden causar cambios fisiológicos y patológicos y finalmente, la muerte. El monóxido de carbono es un veneno que inhalado priva a los tejidos del cuerpo del oxígeno que necesitan.

El monóxido de carbono es generado principalmente por la combustión incompleta de los combustibles carbonáceos en motores de automóviles y unidades de calefacción.

¿Qué son los óxidos de azufre (SOx)?

El dióxido de azufre y trióxido de azufre son los óxidos dominantes del azufre presentes en la atmósfera. El dióxido de azufre es un gas incoloro, no inflamable y no explosivo. Se convierte parcialmente a trióxido de azufre, ácido sulfúrico y/o a sus sales mediante procesos fotoquímicos o catalíticos en la atmósfera. El trióxido de azufre forma ácido sulfúrico con la humedad del aire. Los óxidos de azufre en combinación con las partículas y la humedad del aire producen los efectos más perjudiciales atribuidos a la contaminación atmosférica del aire.



El dióxido de azufre provoca bronco-constricción, la mayoría de las personas muestran reacción al SO_2 a concentraciones de 5 ppm o mayores. El ácido sulfúrico es un irritante mucho más potente para el hombre que el dióxido de azufre.

La principal fuente de los óxidos de azufre proviene del consumo de combustibles que contengan azufre. Algunos compuestos de azufre se liberan a la atmósfera durante el procesamiento de minerales y de los procesos de fabricación que utilizan ácido sulfúrico.

¿Qué son los hidrocarburos y los óxidos de nitrógeno (NO_x)?

Los hidrocarburos no quemados, en combinación con los óxidos de nitrógeno y en presencia de la luz solar, forman oxidantes fotoquímicos, componentes del neblumo fotoquímico, que tienen efectos adversos en la salud del hombre y de las plantas.

De los óxidos de nitrógeno, el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO_2) son los más importantes contaminantes del aire. El dióxido de nitrógeno actúa como un fuerte irritante y a iguales concentraciones es más dañino que el NO , además puede reaccionar con la humedad presente en la atmósfera para formar ácido nítrico.

Los hidrocarburos no quemados son el resultado de la combustión incompleta de los combustibles y durante la refinación del petróleo. Una porción relativamente pequeña proviene de otras operaciones como la limpieza en seco y la limpieza de las piezas manufacturadas.

Los óxidos de nitrógeno se forman en un proceso de combustión cuando el nitrógeno del aire o del combustible se combina con el oxígeno a elevadas temperaturas. Una pequeña cantidad de estos óxidos es liberada en las plantas que emplean o fabrican ácido nítrico.

¿Cuáles son los oxidantes fotoquímicos?

Los agentes fotoquímicos son el ozono, el nitrato de peroxiacetilo, el nitrato de peroxibencilo y otras trazas de sustancias oxidantes. El ozono es el principal agente fotoquímico considerado como contaminante secundario ya que no se libera como tal a partir de una fuente directa, sino que se origina por las reacciones que tienen lugar en la atmósfera entre los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos no quemados en presencia de la luz solar.

El ozono reacciona con mucha facilidad y se combina con casi todas las sustancias que entran en contacto con él. Es irritante para el sistema respiratorio, ya que produce constricción del pecho e irritación de la membrana mucosa; ocasiona dolores de cabeza, dificultad para respirar e irritación ocular.

¿Qué es el neblumo?

Neblumo es el nombre que usualmente se le da a aquella forma de contaminación del aire que se origina de la interacción de la luz solar con varios constituyentes de la atmósfera, se caracteriza por un nivel relativamente alto de oxidantes que irritan ojos y garganta, y dañan plantas y diversos materiales parecidos al hule; también los olores y la disminución de la visibilidad son característicos del neblumo, también se le conoce como smog fotoquímico.



¿Qué equipo de control de aire contaminado existe?

Mediante la precipitación, oxidación y absorción en los océanos y el suelo, la atmósfera se puede limpiar por sí sola si se le da el tiempo suficiente; sin embargo la tasa a la que se descargan los contaminantes a la atmósfera en regiones densamente pobladas, excede a veces la tasa de limpieza de la atmósfera.

En el caso de los medios de transporte se emplean principalmente diferentes tipos de filtros para partículas y para humos y vapores los convertidores catalíticos.

Para evitar la contaminación del aire se emplean diferentes equipos para tratar las emisiones gaseosas de las industrias antes de descargarlas a la atmósfera. El tratamiento del aire se divide en equipo para partículas, y para gases y vapores; estos equipos se utilizan en las instalaciones industriales.

¿Qué equipos para remoción de partículas existen?

- Cámaras de sedimentación por gravedad.- se emplea la fuerza gravitacional para remover las partículas en cámaras de sedimentación, cuando las partículas son mayores a $50\ \mu\text{m}$ si tienen baja densidad y tan pequeñas como $10\ \mu\text{m}$ cuando son partículas densas.
- Separadores ciclónicos (centrífugos).- los separadores ciclónicos son dispositivos purificadores del gas que emplean una fuerza centrífuga generada haciendo girar una corriente de gas con el fin de separar las partículas (sólidas o líquidas) del gas que las transporta.
- Colectores húmedos.- se utiliza un líquido, por lo general agua, para capturar las partículas o para aumentar el tamaño de los aerosoles, lo que facilita la remoción del contaminante de la corriente de gas.
- Filtros de tela.- es uno de los métodos más antiguos y de uso más generalizado, el filtro consiste en cualquier estructura porosa compuesta de material granular o fibroso que tiende a retener las partículas conforme pasa el gas que lo arrastra, a través de los espacios vacíos del filtro.
- Precipitadores electrostáticos.- su operación se basa en la mutua atracción entre las partículas con una carga eléctrica y un electrodo colector de polaridad opuesta.

¿Cuáles son las técnicas de control de gases y vapores que existen?

- a) Adsorción con un sólido selectivo.- es un proceso de separación que se basa en la capacidad que tienen ciertos sólidos para remover en forma preferencial, componentes gaseosos (o líquidos) de una corriente. Las moléculas del gas o vapor contaminantes, presentes en una corriente residual se acumulan en la superficie del material sólido.
- b) Absorción por solventes líquidos.- consiste en poner en contacto el gas efluente impuro con el líquido limpiador y separar posteriormente el gas limpio del líquido contaminado. En el



proceso de limpieza, el gas contaminante es absorbido por el líquido de limpieza, también es conocida esta operación como lavado.

- c) Incineración.- es un proceso de combustión que se utiliza para remover contaminantes combustibles del aire (gases, vapores u olores). La incineración por flama directa es un método por el cual los gases residuales se queman directamente en una cámara de combustión, con o sin adición de combustible adicional.
- d) Tratamiento biológico.- existen tres tecnologías principales de tratamiento biológico de gases: los biolavadores, las columnas empacadas, también llamadas filtros percoladores, y los biofiltros.

En el biolavado primero el gas contaminado entra en contacto con una fase líquida que absorbe los contaminantes. Después el líquido se trata mediante un proceso biológico tradicional como lodos activados.

Filtros percoladores el gas contaminado y un medio de cultivo líquido circulan a contracorriente a través de una columna que contiene un soporte inorgánico sobre el cual crece una película de microorganismos capaz de depurar el gas contaminado.

La biofiltración consiste en un soporte orgánico (aserrín, turba, composta, etc.) que provee los nutrientes necesarios para el crecimiento de microorganismos. El aire contaminado pasa a través del lecho y los microorganismos presentes en la superficie del soporte degradan los contaminantes.

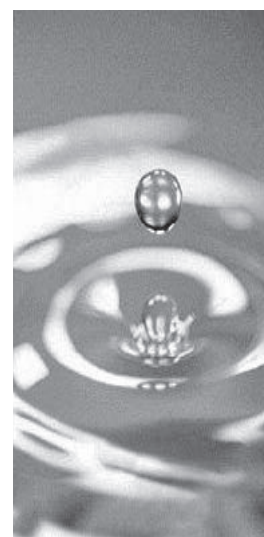
¿Qué es el efecto invernadero?

Cuando la luz solar llega a la Tierra, calienta su superficie, la cual irradia este calor como radiación infrarroja. El vapor de agua y el bióxido de carbono principalmente y en menor proporción otros gases atmosféricos como metano, óxido nitroso, clorofluorocarbonos y el ozono, absorben parte de la energía irradiada, en lugar de dejarla pasar por la atmósfera hacia el espacio, provocando un aumento de la temperatura del planeta, este fenómeno se conoce como efecto invernadero.

¿En qué consiste la contaminación del agua?

La contaminación del agua consiste en el ingreso de sustancias ajenas a ella llamadas contaminantes las cuales modifican las propiedades fisicoquímicas del agua. Cuando los contaminantes ingresan a un cuerpo de agua, se inicia un proceso de degradación que puede llegar a niveles tales que sea necesario suspender su consumo humano y todo tipo de actividad productiva y recreativa relacionada con ella.

Los contaminantes pueden provenir de fuentes antropogénicas como son actividades industriales, agropecuarias, municipales y domésticas, o bien originarse de fuentes naturales como es el deslave de algunos suelos, rocas o minerales. Cuando los contaminantes llegan al agua superficial modifican sus características originales y pueden deteriorar o destruir la vida acuática, amenazar la salud humana, dañar la vida silvestre y perjudicar las operaciones industriales.



¿Cuáles son los principales usos del agua?

El agua es un recurso esencial de la vida, indispensable para lograr un cierto nivel de desarrollo de cualquier país, empleándose para:

- Consumo humano
- Actividades industriales
- Riego agrícola
- Navegación
- Elaboración de alimentos
- Recreación
- Producción de energía eléctrica
- Acuicultura

¿Cómo se clasifica el agua?

El agua se clasifica en aguas superficiales que incluyen ríos, arroyos, lagos y estuarios y en agua subterránea es decir aquella que llena los poros o grietas de las rocas que están por debajo de la superficie terrestre, formando los llamados acuíferos.

¿Cuáles son las principales causas de contaminación del agua?

El agua superficial se contamina principalmente por el vertido de aguas residuales industriales y domésticas, y por la disposición de residuos. Mientras que el agua subterránea se contamina por las actividades que contaminan al suelo y al subsuelo, como la disposición de residuos peligrosos, los derrames accidentales de sustancias peligrosas y la aplicación de plaguicidas, ya que estos contaminantes migran a través del suelo hasta llegar al agua subterránea contaminándola. De esta manera las principales causas de contaminación del agua son:

- Descargas de aguas residuales municipales
- Descargas de aguas residuales industriales
- Derrames de sustancias químicas
- Disposición de residuos peligrosos
- Esgurrimientos superficiales agrícolas, urbanos, mineros y silvícolas
- Infiltraciones hacia el agua subterránea

¿Puede un sistema natural purificar el agua?

Los ríos, arroyos y lagos tienen la capacidad de purificarse por sí solos, en el caso de algunos contaminantes como los compuestos orgánicos gracias a la descomposición natural por acción microbiana (biodegradación), siempre y cuando las descargas de contaminantes sean pocas, esporádicas y en pequeñas concentraciones. Cuando las descargas son continuas, y en grandes concentraciones y volúmenes, el sistema pierde su capacidad de autodepuración, originando con el tiempo cuerpos de agua que ya no pueden sustentar vida (peces, algas, etc.).



¿Cuáles son los contaminantes más comunes del agua?

Los contaminantes presentes en el agua son materia orgánica, sólidos suspendidos, compuestos y solventes orgánicos, metales pesados, colorantes, compuestos inorgánicos, grasas y aceites, plaguicidas, fertilizantes, detergentes, cloruros y microorganismos patógenos, entre los más importantes.

¿Cuáles son los principales procesos de tratamiento de las aguas residuales?

La principal forma de evitar la contaminación del agua es suspendiendo la descarga de contaminantes y de aguas residuales tanto industriales como domésticas. Así como dando tratamiento a estas aguas residuales para que estén en condiciones de ser vertidas a un cuerpo de agua superficial.

Se emplean diversos métodos de tratamiento del agua residual que permiten eliminar los contaminantes presentes hasta alcanzar un nivel de calidad que depende de los usos a los cuales será destinada el agua residual tratada.

El tratamiento del agua residual tanto doméstica como industrial se lleva a cabo en una planta de tratamiento mediante uno o la combinación de varios de los siguientes procesos, los cuales se clasifican en tratamiento primario, secundario y terciario:

Cribado o rejillas	}	Tratamiento primario
Desarenadores		
Desgrasadores		
Sedimentadores primarios		
Procesos químicos	}	Tratamiento secundario
Tratamiento biológico		
Sedimentadores secundarios		
Desinfección	}	Tratamiento terciario
Ósmosis inversa		
Intercambio iónico		

Tratamiento primario.- su objetivo consiste en la separación por medios físicos de las partículas en suspensión que lleva el agua residual. Los procesos más comunes son:

- Cribado de materiales mediante el uso de rejillas.- es el primer proceso físico, el uso de las rejillas es para separar las partículas grandes, plásticos, fibras, etc., arrastrados con las aguas residuales.
- Desarenadores.- se emplean para la separación de la arena y materiales inorgánicos que transportan las aguas residuales, de aquellos materiales orgánicos que son capaces de descomponerse. La separación de arena evita que se deposite arena en los tanques de aireación y protege del taponamiento de tuberías y del desgaste de bombas.
- Sedimentadores primarios.- se emplean para remover la mayor parte de los sólidos suspendidos por asentamiento gravitacional.





- Flotación por aire disuelto.- el proceso de flotación se usa para eliminar distintos tipos de contaminantes como son grasas y aceites suspendidos, fibras y celulosa en la industria papelera y sólidos suspendidos. En algunos casos se usan floclulantes para incrementar la remoción. La separación entre distintos componentes se debe a su diferencia de densidades. El proceso consiste en producir burbujas gaseosas dentro de la fase líquida haciendo que floten los contaminantes con densidad menor a la del agua.

Tratamiento secundario.- Su finalidad es la reducción de la materia orgánica presente en las aguas residuales.

- Procesos químicos.- se usan procesos químicos para remover metales y metales pesados mediante la adición de sustancias químicas que forman con ellos compuestos insolubles y más densos que el agua los cuales sedimentan.
- Tratamiento biológico.- consiste en la degradación de contaminantes orgánicos con el empleo de microorganismos tales como hongos, bacterias, protozoarios y levaduras. Los tratamientos biológicos se clasifican de acuerdo a su forma de operación en aerobios, anaerobios, anóxicos y una combinación de los tres. Se utilizan para la eliminación de la materia orgánica, normalmente medida como demanda bioquímica de oxígeno (DBO), carbono orgánico total (COT) o demanda química de oxígeno (DQO); para la eliminación de nitritos y nitratos, fósforo y estabilización de lodos.
- Sedimentadores secundarios.- se usan para eliminar la totalidad de los lodos producidos por los procesos biológicos usados en los trenes de tratamiento.

Tratamiento terciario.- se emplea para reducir drásticamente los niveles de nutrientes inorgánicos, especialmente los fosfatos y nitratos del efluente final.

- Desinfección.- consiste en la destrucción de microorganismos patógenos presentes en el agua residual mediante la adición de

un agente desinfectante como puede ser el cloro, ozono, plata, mercurio o bien un agente físico como es calor, radiación ultravioleta o ionización. El cloro es el desinfectante más comúnmente usado.

- Intercambio iónico.- consiste en intercambiar los iones contaminantes del agua con los iones que se mantienen unidos a los grupos funcionales en la superficie de un sólido, como las resinas de intercambio iónico.
- Adsorción por carbón activado.- consiste en eliminar los contaminantes mediante su adsorción en la superficie del carbón activado.

¿Cuáles son los principales sistemas de tratamiento biológico?

Las plantas de tratamiento de aguas residuales emplean en el tratamiento secundario los siguientes tratamientos biológicos.

- Lodos activados.- consiste en poner las aguas residuales en contacto con una población microbiana mixta en forma de suspensión floculenta en un sistema aireado y agitado.
- Filtro rociador.- en este equipo se desarrolla una capa de microorganismos sobre un soporte sólido (empaquete) y se escurre el agua residual mediante rociadores sobre la película biológica para entrar en contacto con los microorganismos.
- Discos biológicos rotatorios.- consisten en un disco construido con láminas corrugadas de polietileno en cuya superficie se forma una capa de microorganismos y gira para estar en contacto con el agua residual. Este equipo se conoce también como biodiscos.
- Lagunas.- una laguna de tratamiento consiste básicamente en una excavación hecha en el suelo, en la cual se coloca el agua residual para que sea tratada por la acción microbiana de organismos presentes en el sistema.

¿Cómo se clasifican las tecnologías de tratamiento del agua, aire y suelo de acuerdo a su principio de operación?

De manera general de acuerdo con el principio de operación los procesos de tratamiento del agua, aire y suelo se clasifican en:

- Tratamientos físicos.- los contaminantes se tratan por medio de procesos de separación y purificación, que consisten en técnicas tales como filtración, centrifugación, evaporación, extracción con solventes.
- Tratamientos químicos.- los contaminantes se separan o transforman en compuestos menos peligrosos mediante el uso de reacciones químicas. Estas técnicas son: precipitación, neutralización, hidrólisis, fotólisis, oxidación-reducción y deshalogenación.
- Tratamientos biológicos.- estos procesos consisten en el uso de microorganismos naturales o desarrollados para degradar los compuestos químicos presentes en el agua, aire y suelo. Los procesos biológicos pueden transformar materiales tóxicos en elementos no tóxicos tales como agua, bióxido de carbono y otros productos inocuos. Se aplica a compuestos orgánicos biodegradables.

- Tratamientos térmicos.- las tecnologías de tratamiento térmico emplean calor para destruir o transformar los contaminantes de interés. Este tipo de procesos convierten los materiales peligrosos en dióxido de carbono, agua, nitrógeno, oxígeno, gases ácidos y partículas. La degradación térmica es aplicable a compuestos orgánicos. Solo el agua no se trata por medio de este tipo de procesos.



MODELOS DE SIMULACIÓN DE CONSECUENCIAS DE ACCIDENTES CON SUSTANCIAS PELIGROSAS



En la actualidad la emisión de contaminantes a la atmósfera y el importante manejo de sustancias peligrosas debido a la actividad industrial son aspectos relevantes de nuestra sociedad. El incremento de la generación de contaminantes atmosféricos en las actividades industriales han obligado a crear normas de emisión de la cantidad máxima de contaminantes, de tal manera que la afectación a la población, y al ambiente, sean mínimas. De igual manera el manejo, transporte o almacenamiento de sustancias peligrosas es importante debido a los efectos que provocan en caso de un accidente, como es en el caso de la liberación de un gas o vapor tóxico proveniente de una fuga o derrame de un líquido que se evapora, y la posible exposición de gente a concentraciones de un gas o vapor que puedan afectar severamente la salud o incluso provocar la muerte.

Este tipo de escenarios han recibido especial atención debido a un número significativo de accidentes que se han registrado a nivel mundial. Es muy común que en las industrias se manejen sustancias que en determinado momento puedan provocar una explosión o un incendio. En este sentido resultan de especial interés los gases o líquidos que puedan dar lugar a la formación de un incendio o una nube explosiva. En este caso es importante el poder estimar los radios de afectación y la magnitud de los daños potenciales por la ocurrencia de un evento explosivo o un incendio, considerando el personal expuesto y las características de instalaciones y procesos existentes.

Un solo modelo no permite evaluar, todos los escenarios (fugas, derrames, incendios, explosiones, etc) por lo que manejo de estos simuladores requiere de personal capacitado o especializado para interpretar los resultados que proporciona el software, así como el manejo de criterios y variables a utilizar. Estos modelos de simulación están enfocados a personas capacitadas que se involucren en la atención de emergencias, emergencias ambientales y estudios de riesgo.

Con todo lo anterior es de nuestro particular interés dar a conocer los programas de simulación más comunes, que se utilizan en la actualidad y que se pueden obtener gratuitamente; existen otros programas comunes pero que requieren costo como SCRI-MODELOS y PHAST.

Los simuladores que se pueden obtener gratuitamente son: ALOHA, CAMEO, DEGADIS, ARCHIE, T-SCREEN, estos se pueden descargar de las siguientes páginas:

<http://www.epa.gov/ceppo/cameo/aloha.htm>

<http://www.epa.gov/ceppo/cameo/>



<http://www.weblakes.com/lakeepa1.html>
http://hazmat.dot.gov/riskmgmt/tools/risk_tools.htm

¿Cuáles son los programas de simulación más comunes que existen?

- ALOHA-
- SCRI-MODELOS
- CAMEO
- DEGADIS
- ARCHIE
- T-SCREEN

¿Qué es ALOHA?

ALOHA (Aerial Locations of Hazardous Atmospheres) es un programa desarrollado por la NOAA (National Oceanic & Atmospheric Administration) y la EPA (U.S. Environmental Protection Agency), diseñado para el manejo de respuesta de accidentes químicos, así como la planificación y entrenamiento, incorpora técnicas que podrían considerarse refinadas, como un modelo para el manejo de gases densos denominado DEGADIS (Dense Gas Dispersion). El programa es apto para evaluar el impacto que tienen derrames de materiales tóxicos procedentes tanto de tanques de almacenamiento y ductos así como fugas de gases tóxicos a la atmósfera, permitiendo definir zonas de afectación y de exclusión para diferentes escenarios; sin embargo, no tiene capacidad para evaluar el impacto generado por incendios y explosiones.

¿Cómo funciona ALOHA?

La predicción de descargas de materiales tóxicos en ALOHA se basa en información contenida en bases de datos y en datos suministrados por el usuario. Dicha información incluye las dimensiones de tanques de almacenamiento, ductos, diques y cantidades de materiales almacenados y sus características químicas y físicas, así como condiciones meteorológicas prevalecientes. Otra característica importante de ALOHA es que la estimación de emisiones a la atmósfera, las cuales abarcan un periodo máximo de una hora, pueden incluir cantidades variables en el tiempo, que son promediadas y alimentadas a uno de dos módulos con que cuenta el programa para hacer cálculos de dispersión. Uno de estos módulos, es un modelo Gaussiano que permite predecir el campo de concentraciones en la atmósfera generado por materiales con densidades similares a las del aire y el otro, una versión simplificada de DEGADIS, permite modelar el comportamiento de gases densos es decir de densidad mayor a la del aire. Ambos modelos generan gráficas de concentraciones y dosis en receptores que el usuario puede previamente definir. En el caso de gases densos, los algoritmos que contiene ALOHA, manejan el campo cercano considerando esta propiedad explícitamente, y el campo lejano como un gas que se dispersa con una densidad similar a la del aire. En este segundo caso, los algoritmos toman en cuenta el posible atrapamiento de vapores entre el suelo e inversiones térmicas elevadas presentes a baja altura. Solamente modela la dispersión en el aire de las sustancias químicas volátiles.

¿Qué es SCRI-MODELOS?

El programa SCRI (Simulación de Contaminación y Riesgos en Industrias), fue desarrollado por Dinámica Heurística, este grupo elabora software de modelos de simulación de contaminación y riesgos en industrias. El SCRI-MODELOS es un conjunto de herramientas, para simular en computadora; emisiones de contaminantes, fugas y



derrames de productos tóxicos y/o inflamables y daños por nubes explosivas, para estimar escenarios de afectación por emisiones continuas o instantáneas, bajo diversas condiciones meteorológicas, para estudios de riesgo e impacto ambiental, diseño de plantas e instalaciones industriales, apoyar en la capacitación y entrenamiento de personal, y en el manejo de situaciones de emergencia.

¿Cómo funciona SCRI-MODELOS?

Ha sido utilizado ampliamente para elaborar una primera evaluación de los impactos de la contaminación por fuentes puntuales tales como chimeneas o en la elaboración de escenarios de afectación por fugas o derrames de productos tóxicos ya sea como fugas continuas o instantáneas o en la evaluación de los daños provocados por nubes explosivas.

Utiliza las técnicas y algoritmos del documento de la EPA "Appendix W to Part 51 ' Guideline on Air Quality Models" el cual da una base común para estimar las concentraciones de calidad del aire utilizadas en la evaluación de estrategias de control y desarrollar límites de emisión. Específicamente los modelos de emisiones y de fugas continuas de productos tóxicos, utilizan los algoritmos del modelo "Industrial Source Complex (ISC3)" entre otros.

Existen algunas consideraciones para diferentes escenarios de simulación, como son las siguientes:

Para los modelos Gaussianos.

- Consideración de fuentes múltiples, tanto puntuales como de áreas
- Consideración para áreas rurales o urbanas
- Terrenos planos o con elevaciones
- Tiempos promedios de 1 hora hasta 1 año
- Consideraciones para alturas de mezclado

Para el modelo de Nubes Explosivas

- Posibilidad de simular detonaciones de explosivos líquidos o sólidos
- Separación de los cálculos de formación de la nube explosiva y de la equivalencia de la nube explosiva a TNT (Trinitrotolueno)
- Conversión de unidades inglesas y métricas

¿Cómo está integrado SCRI-MODELOS?

Este programa está integrado por cuatro modelos:

- Modelo de dispersión de una emisión puntual continua de gas
- Modelo de dispersión de un gas o vapor proveniente de una fuga o derrame de un líquido que se evapora
- Modelo de dispersión de un gas liberado en forma masiva e instantánea
- Modelo de evaluación de daños provocados por nubes explosivas

Los tres modelos de dispersión son del tipo Gaussiano y permiten obtener estimaciones de concentraciones en el aire, considerando condiciones particulares de emisión y estabilidad atmosférica. El modelo para daños por explosiones estima un equivalente en masa de TNT de la sustancia considerada y simula la generación de ondas expansivas debidas a la explosión de una nube formada con la sustancia en cuestión.



¿Qué es CAMEO?

El programa CAMEO (Computer-Aided Management of Emergency Operations) fue desarrollado para responder a emergencias químicas por el equipo de CAMEO, este equipo incluye personal de la EPA y de la oficina de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de Respuesta (NOAA). CAMEO incluye: bases de datos, modelo de dispersión de gas tóxico llamado ALOHA y un programa para trazar un mapa llamado MARPLOT (Mapping Applications for Response, Planning, and Operational Tasks).

¿Cuándo puedo utilizar CAMEO?

Para almacenar y evaluar información necesaria para respuesta de la emergencia a incidentes de materiales peligrosos. Para desarrollar planes de emergencia de materiales peligrosos.

¿Cómo está integrado CAMEO?

1. Cuenta con una biblioteca química con más de 6,000 registros. Cada registro describe una sustancia o la mezcla de sustancias, incluyendo su nombre químico, nombre comercial y otros sinónimos, números de identificación, entre otros. Para los que atienden la emergencia la parte más importante de cada registro es la hoja de datos de seguridad para sustancias químicas (Response Information Data Sheet), que contiene una descripción general de la sustancia química, sus propiedades físicas, peligros para la salud, y recomendaciones para extinción, primeros auxilios y ropa protectora para la respuesta. Cuenta con otro módulo para mantener registros sobre instalaciones que almacenan sustancias químicas, los inventarios (las existencias) de sustancias químicas en aquellas instalaciones, plan de recursos y contactos para una emergencia, y posiciones especiales como escuelas y hospitales con los cuales se podría tener contacto rápidamente durante una emergencia.
2. Marplot (Mapping Applications for Response, Planning, and Operational Tasks) es un programa para trazar mapas; para ver e imprimir mapas de interés que muestran caminos, instalaciones, escuelas, ruta de respuesta, y otra información útil para la respuesta y planificación. Sobre los mapas, se pueden marcar las de zonas de riesgo simuladas.
3. ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) es un modelo que ayuda a estimar la dispersión de un gas. Las predicciones de ALOHA están basadas en las características de la sustancia química liberada, condiciones atmosféricas, y las circunstancias de la liberación. ALOHA grafica la nube de dispersión del gas, la cual se puede trazar sobre un mapa en MARPLOT, sobre el mismo mapa, se pueden comprobar las zonas vulnerables, como hospitales y escuelas que podrían ser afectados por una liberación de gas.

¿Qué es DEGADIS?

El programa DEGADIS (Dense Gas Dispersion) se basa en un modelo de cálculo de dispersión de gases más pesados que el aire. DEGADIS es uno de los modelos más completos de dispersión de gases pesados creado por Havens y Spicer para la "U.S. Coast Guard" and "The Gas Research Institute" con el apoyo de EPA.



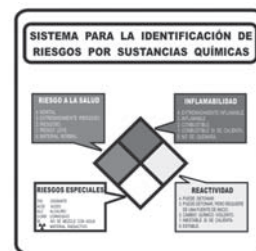
¿Cómo funciona DEGADIS?

DEGADIS permite el cálculo de zonas de concentración de gases tóxicos e inflamables liberados a gran altura o sobre el nivel del suelo, con una cantidad de movimiento insignificante o como emisiones jets, dentro de una delimitación atmosférica, situada sobre un terreno llano y sin obstáculos. Habiendo sido validado en diversos experimentos en túnel de vientos y en campo abierto con gases como gas LP, propano, amoníaco. La dispersión atmosférica de emisiones contaminantes se puede clasificar en los siguientes regímenes de flujo de fluido:

- Jet (emisiones en chorro)
- Buoyancy-dominated (nube flotante)
- Stably-stratified (estratificado estable)
- Passive dispersión (dispersión pasiva)

Estos cuatro regímenes pueden estar presentes en diferentes grados, dependiendo de la velocidad y dimensiones de la emisión, densidad del gas y características del flujo atmosférico.

DEGADIS considera a los gases fugándose de una fuente primaria, por ejemplo un charco que emite vapores. Si el flujo de escape del gas es menor que la cantidad de aire que entra en éste, el gas es transportado por el flujo atmosférico viento abajo. La dispersión viento abajo se modela con una distribución de concentraciones siguiendo una ley potencial en la dirección vertical y una distribución Gaussiana modificada en la horizontal, con una ley potencial aplicada a la velocidad del viento. Si el flujo de gas es mayor que el aire que entra, se forma una fuente secundaria de gas más denso que el aire sobre la fuente primaria, que se modela a partir de propiedades espaciales promedio. Es importante mencionar que parte de DEGADIS está contenido en el modelo ALOHA antes mencionado.



¿Qué es ARCHIE?

El programa ARCHIE (Automated Resource for Chemical Hazard Incident Evaluation) fue elaborado por Hazmat America Inc, programado para utilizarse en MS-DOS, ayuda a evaluar las consecuencias de descargas de sustancias peligrosas, y así desarrollar un plan de emergencia.

¿Cómo funciona ARCHIE?

Este programa permite simular las siguientes condiciones de los escenarios:

- Nueve métodos para estimar la descarga y duración de una fuga de un gas o derrame de un líquido en un tanque o tubería
- Siete métodos para estimar el tamaño de cualquier charco que se pueda formar
- Dos métodos para estimar la concentración de un charco de líquido que podría evaporarse o hervir, y la duración de este fenómeno hasta que el charco es agotado
- Un método para estimar el área de la zona de riesgo que podría requerir evacuación, debido a la liberación de un gas tóxico dentro de la atmósfera
- Un método para evaluar los peligros de radiación, resultado de la ignición de un inflamable o charco de un líquido combustible
- Un método para evaluar las consecuencias de la explosión de una nube de vapor no confinada, si el gas inflamable o el vapor en el aire explota por ignición



- Un método para evaluar las consecuencias de una explosión de un tanque sobrepresurizado por reacción interna
- Un método para evaluar las consecuencias de una explosión que se presenta de la ignición de un material explosivo en estado sólido o líquido

Sin embargo, este programa a diferencia de ALOHA no tiene capacidad para simular el comportamiento de gases densos. Asimismo ARCHIE no cuenta con una base de datos con información respecto a las características físico-químicas de posibles sustancias involucradas en accidentes.

¿Cuáles son algunas diferencias entre ARCHIE y ALOHA?

Es importante destacar, en contraste con ALOHA, que las emisiones de vapores tóxicos que simula ARCHIE son independientes del tiempo. El módulo de dispersión que contiene este programa considera que la emisión de vapores tóxicos a la atmósfera tiene una duración finita, permitiendo simular este tipo de emisiones de manera apropiada. Por otra parte, la información que proporciona el programa como datos de salida, consiste en una serie de tablas conteniendo concentraciones y puntos receptores, zonas de evacuación y tiempos de arribo y salidas de la nube tóxica.

¿Qué es T-SCREEN?

T-SCREEN (A Model for Screening Toxic Air Pollutant Concentrations) es un programa desarrollado por Pacific Environmental Services, Inc para la EPA, que incorpora técnicas de análisis para evaluar el impacto en la atmósfera de compuestos tóxicos con un enfoque de primera aproximación, también llamada evaluación preeliminar, que en inglés se denomina “screening techniques”. Este tipo de enfoque utiliza métodos que tienen las siguientes características:

- Son rápidos y económicos
- Demandan relativamente poca información
- Proporcionan estimaciones simplificadas para situaciones generalmente complejas
- Tienden a sobreestimar el impacto generado

Cabe mencionar que esta técnica tiende a sobreestimar el impacto, si al realizar la simulación éste no resulta significativo, la práctica de primera aproximación cumplió su objetivo y no es necesario llevar a cabo más estudios. En cambio, si el impacto resulta significativo será necesario recurrir a procedimientos refinados que permitan evaluar el problema en forma más realista que lo que suponen los métodos simplificados.

¿Cómo funciona T-SCREEN?

TSCREEN se centra alrededor de escenarios que pueden considerarse típicos, cómo diversos compuestos químicos tóxicos pueden ser incorporados a la atmósfera, tanto en caso de accidentes como en otras situaciones que no implican una situación de emergencia. El programa permite seleccionar un escenario, determinar la emisión a la atmósfera del compuesto tóxico y aplicar un modelo de dispersión apropiado para la situación que se analiza. TSCREEN está integrado por tres modelos desarrollados por la EPA, SCREEN, RVD y PUFF.



SEGURIDAD EN EL HOGAR



El hogar es el lugar en el cual vivimos, nos sentimos seguros al llegar después de un día entero de trabajo o de retos constantes en los estudios. Las amas de casa, los niños o adultos mayores que permanecen durante el día en ella, también se sienten seguros y a gusto.

Sin embargo, el hogar también encierra una infinidad de peligros, muchos de los cuales permanecen ocultos a la vista de todos los miembros, pero increíblemente pasan desapercibidos.

¿Quiénes puede estar en peligro?

Las estadísticas sobre los accidentes ocurridos en el hogar revelan que los niños menores de cinco años y los ancianos mayores de 65 años son los que con mayor frecuencia sufren accidentes dentro del hogar.

¿Es posible evitar los accidentes en el hogar?

Los expertos en las áreas de seguridad, afirman que el 90% de los accidentes ocurridos en el hogar se pueden evitar, si se observaran mínimas medidas de seguridad.

¿Cuáles son los accidentes más frecuentes en el hogar?

Las estadísticas indican que los accidentes más frecuentes en orden de importancia, son los siguientes:

- Golpes
- Caídas
- Heridas
- Quemaduras
- Intoxicaciones
- Asfixia
- Electrocución
- Incendios
- Explosiones

Golpes y Caídas:

En el hogar pueden producirse dos tipos de caídas:

- Al mismo nivel (sobre el suelo)
- A distinto nivel (desde una altura)

Las causas principales que originan este tipo de accidentes son las siguientes:

- Dejar sobre pasillos y el piso objetos que fácilmente puedan rodar al pisarlos.
- Dejar grasas y aceites sobre el piso.
- Dejar mojado el piso o con un encerado excesivo.



- Para subir o bajar objetos, utilizar silla, bancos o botes en lugar de escaleras abatibles.
- Escaleras sin barandales o pasamanos.
- No bloquear puertas, ventanas y balcones que puedan poner en peligro a los pequeños.
- Permitir que los niños utilicen escaleras de mano.
- Permitir que los niños jueguen cerca de los ventanales.
- No utilizar escaleras de doble tijera para subir objetos.

Heridas:

En el hogar suelen producirse heridas en pies y manos con diferentes objetos corto-punzantes, normalmente se pueden clasificar en las siguientes:

- *Herida Contusa:* Es producida por golpes que provocan pequeños sangrados, un hematoma o un moretón.
- *Herida Erosionada:* Son pequeños arañazos superficiales producidos por objetos, que producen pequeños sangrados.
- *Herida Punzante:* Es producida por objetos que tienen punta, tales como lápices, palillos, clavos y tijeras, entre otros objetos similares.
- *Herida Cortante:* Es producida por cuchillos, vidrios y latas entre otros objetos similares.

¿Cómo se pueden evitar heridas en el hogar?

Para evitar que los pequeños puedan sufrir algún accidente en el hogar, es posible implementar algunas medidas básicas de seguridad como las siguientes:

- No dejar cuchillos y tijeras al alcance de los niños.
- Guardar cuchillos y tijeras una vez que han sido utilizados.
- Impedir que los niños se acerquen a cristales rotos.
- Los utensilios para la alimentación de los niños deben ser de plástico.

Quemaduras:

Una quemadura es una lesión de los tejidos blandos de la piel, producidas por agentes físicos, químicos, eléctricos o radiaciones. Las quemaduras en el hogar, normalmente son causadas por el manejo de líquidos hirviendo, planchas calientes, velas o la proyección de objetos que puedan explotar, como por ejemplo una olla Express.

¿Cómo pueden ser las quemaduras?

De forma genérica, las quemaduras pueden ser leves o graves:

- Quemadura leve: Es una lesión de la piel producida por calor, electricidad, sustancias químicas o por exponerse por largo tiempo al sol.
- Quemadura grave: Es una lesión que puede cubrir gran parte del cuerpo o alguna pequeña porción pero de un grado muy severo.

¿Cómo se clasifican las quemaduras?

Dependiendo de las capas de la piel y los tejidos (músculos, nervios y vasos sanguíneos) que son afectados, las quemaduras pueden ser de primero, segundo y tercer grado.



Se considera quemadura de primer grado a la quemadura que lesiona la capa superficial de la piel. La de segundo grado es una quemadura en la cual se lesiona la capa superficial e intermedia de la piel. La tercer grado es una quemadura donde se afectan todas las capas de la piel, los tejidos que se encuentran debajo de la piel (vasos sanguíneos, tendones, nervios y músculos) pudiendo llegar a lesionar hasta el hueso.

¿Cómo pueden presentarse las quemaduras en el hogar?

- Dejar al alcance de los niños recipientes con agua hirviendo, hornos o conexiones eléctricas.
- Utilizar utensilios de cocina desprovistos de asas o mangos aislantes.
- Permitir que los pequeños caminen o se desplacen en las áreas en las cuales se preparan los alimentos.
- Preparar los alimentos que requieren el uso de aceites y grasas sin utilizar sus respectivas tapas y cubiertas.
- Por la presencia de incendios en el hogar, causados por corto circuitos, fugas de gas o dejar velas encendidas durante toda la noche.
- Permitir que los pequeños jueguen en las áreas de planchar.
- Permitir que los niños manipulen sin supervisión diferentes fuegos pirotécnicos.
- Permitir que los pequeños utilicen cerillos o encendedores.

Intoxicaciones:

La intoxicación se presenta cuando entran al organismo sustancias venenosas capaces de provocar alteraciones patológicas en las funciones vitales del hombre.

¿Qué tipo de intoxicaciones se presentan en el hogar?

Las intoxicaciones que se presentan en el hogar, normalmente son causadas por ingerir, usar o manejar alguno de los siguientes productos:

- Productos de limpieza
- Solventes guardados en botellas de refrescos.
- Insecticidas y productos de jardinería
- Petróleo y gasolina.
- Perfumes y lociones.
- Medicamentos caducos o tomados sin prescripción médica.

¿Qué se debe hacer para evitar una intoxicación?

- No dejar los productos al alcance de los niños y guardarlos en lugar seguro.
- No almacenar solventes y productos químicos en botellas de refresco
- Etiquetar debidamente los recipientes y de ser posible mantener los productos en sus envases originales.
- Seguir las instrucciones de uso del fabricante.
- No almacenar los productos de limpieza en la misma área en la cual se almacenan los alimentos.
- No guardar medicamentos por largo tiempo, ya que tienen un periodo de vigencia antes de caducar.





- No dejar los medicamentos al alcance de los niños.
- Durante el invierno, tener la ventilación suficiente en las habitaciones en donde se utilicen calefactores.
- Nunca mezclar productos de limpieza a base de cloro y amoníaco, ya que se generan vapores muy tóxicos.

Asfixia:

La asfixia es una disminución total o parcial de la respiración por la falta del oxígeno respirable.

La falta de oxígeno, la obstrucción de las vías respiratorias o la presencia de algún pedazo de alimento atorado en la garganta al momento de ser tragado, puede provocar una situación crítica sobre todo en los pequeños y en los adultos mayores.

¿Cuáles son las posibles causas de una asfixia?

- Que los niños se introduzcan objetos en la boca.
- Que los niños jueguen con lazos y cuerdas que muchas veces se los colocan en el cuello.
- Dejar a los niños comiendo solos, sin la supervisión de un adulto.
- Que los niños jueguen con bolsas de plástico.
- Que los adultos duerman junto a bebés recién nacidos.
- Dejar solos a niños y bebés en las tinas de baño.
- Usar cunas con barandales en los cuales el bebé pueda introducir su cabeza.

Electrocución:

Es una quemadura causada por la entrada y salida de corriente eléctrica en el cuerpo, durante el recorrido de la corriente eléctrica, quema todos los tejidos que encuentra a su paso y altera la función de los órganos afectados.

¿Qué tan frecuentes son los accidentes con corriente eléctrica?

Sin temor a equivocarse, se puede afirmar que en casi todo hogar se maneja electricidad. Por ser tan común su uso, en la mayoría de los hogares suelen no observar las mínimas medidas de seguridad.

En la mayoría de los hogares el voltaje utilizado es de 125 volts, pero las condiciones socioeconómicas de nuestro país han permitido que dentro de los hogares se instalen talleres con maquinarias que requieren de un voltaje mayor.

Bajo determinadas condiciones, como piso mojado o estar descalzo, una persona puede recibir una descarga eléctrica al operar un aparato eléctrico que le pueda producir desde un calambre hasta la muerte por paro del corazón.

¿Qué se debe hacer para evitar una descarga eléctrica?

- No sobrecargue los contactos con demasiados aparatos.
- Recordar que existen aparatos que requieren de un alto consumo de energía eléctrica como planchas, calentadores y lavadoras.
- No instalar conexiones eléctricas provisionales.
- No instalar diablitos a su conexión eléctrica.
- No puentear la instalación eléctrica.
- Cuando se presente un corto circuito, utilizar los fusibles nuevos.



- Proteger las entradas de los enchufes a los cuales puede tener acceso el niño.
- Desconectar los aparatos eléctricos que no se estén utilizando.

Incendios y explosiones:

Los incendios urbanos son ocasionados principalmente por cortocircuitos ocasionados por instalaciones defectuosas, sobrecargas o falta de mantenimiento a los sistemas eléctricos.

Los incendios que se presentan durante la noche cuando las familias están durmiendo, son los responsables del 50% de las muertes que se presentan. Como resultado del análisis efectuado después de cada evento, se ha encontrado que el 35% de las causas se deben a problemas eléctricos. Adicionalmente, la principal causa de las muertes en un incendio, es por la inhalación de gases tóxicos resultantes de la combustión.



¿Qué es el fuego?

Es una reacción química que consiste en la oxidación violenta del material combustible al contacto con el oxígeno del aire. Se manifiesta con el desprendimiento de energía luminosa, energía calorífica, humos y vapores.

¿Qué es el triángulo del fuego?

Es la representación del fuego a través de un triángulo equilátero que describe al agente oxidante (oxígeno), al agente catalítico (calor) y al agente reductor (Combustible), que son los elementos necesarios para que se presente el fuego. Cuando falta alguno de estos elementos o no se encuentra en la proporción o combinación adecuada, el fuego no podrá existir.

Tipos de fuego

Clase A. Se produce con materiales sólidos tales como madera, estopa, papel, cartón, telas, plásticos, etc. Se caracteriza porque al arder forma brasas y cenizas y se propaga de afuera hacia dentro.

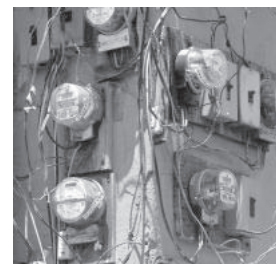
Clase B. Involucra líquidos y gases combustible tales como petróleo y sus derivados, alcoholes, propano, butano y grasas, entre otros. Son fuegos superficiales que ocurren en tanques abiertos, derrames o fugas de sustancias combustibles.

Clase C. Se origina a partir de la corriente eléctrica. Se produce por cortocircuito originado por chispazos de energía. Se presenta en equipos y maquinaria que funcionan por medio de electricidad, tales como motores, alternadores, generadores, sub-estaciones y maquinaria de soldar entre otros.

Clase D. Es un fuego en el cual, metales como magnesio, titanio, sodio, litio, potasio, aluminio y zinc en polvo, arden al estar en contacto con el agua o el aire.

¿Qué es un incendio?

Es el fuego no controlado de grandes proporciones, que puede presentarse en forma súbita o gradual. Por lo general produce daños materiales, lesiones o la pérdida de vidas humanas.





¿Cómo se clasifican los incendios?

- Incendios urbanos: Destrucción parcial o total de instalaciones, casas o edificios en donde existen concentraciones humanas.
- Incendios industriales: Son incendios que pueden presentarse de forma súbita o gradual en instalaciones o industrias en donde se utilizan, producen, transportan o almacenan sustancias químicas y materiales combustibles o inflamables.
- Incendios forestales: Son incendios que se presentan en áreas cubiertas de vegetación, como árboles, matorrales y maleza.
- Incendios en transportación: Son incendios que pueden producirse en vehículos o unidades de transporte durante el traslado de personas, bienes o productos.

¿Cómo se presenta una explosión?

Cuando el combustible es gas, se acumula por la presencia de una fuga continua y no existe una ventilación adecuada, puede generarse una Explosión.

¿Que se puede hacer para evitar un incendio en el hogar?

- No fumar en la cama.
- No permitir que los niños jueguen con fósforos y encendedores.
- No sobrecargar los contactos eléctricos.
- No dejar alimentos en el fuego cuando salga de casa.
- Limpiar mensualmente la campana extractora de cocina.
- Limpiar periódicamente el filtro y la campana de la cocina.
- Verificar diariamente que los pilotos de la estufa se encuentren encendidos.
- No almacenar combustibles y solventes que no se utilicen en el hogar.
- No prender o apagar luces y aparatos eléctricos cuando exista una fuga de gas.
- Televisores y equipos de sonido, deben ubicarse distantes de la pared para evitar el sobrecalentamiento.
- Al desconectar un aparato nunca tirar del cordón, sino de la clavija aislante.
- Instalar un detector de humo con alarma en la casa.
- Tener un extintor en casa y saber cómo usarlo.
- Revisar y cambiar periódicamente las series de focos navideños.
- No dejar velas o veladoras encendidas.
- Verificar que no existan fugas de gas en el tanque o en la instalación.

Plan para Prevenir Accidentes en el Hogar

¿Qué es un plan?

Es el proceso para decidir las acciones que deben realizarse en el futuro, generalmente el proceso de planeación consiste en considerar las diferentes alternativas en el curso de las acciones y decidir cual de ellas es la mejor.



Plan Familiar de Protección Civil

Para proteger la vida de todos los miembros de la familia y su patrimonio, existe un guía completa editada por el Sistema Nacional de Protección Civil que permite estar preparados para saber que hacer antes, durante y después de un desastre natural o un accidente en el hogar.

Los puntos más importantes que incluye dicho plan, son los siguientes:

- ¿Qué es un Plan Familiar?
- ¿Qué se pretende con un Plan Familiar?
- ¿Qué debe contener un Plan Familiar?
- ¿Cómo detectar y reducir riesgos y diseñar rutas de evacuación?
- ¿Cómo prepararse para tomar decisiones en caso de emergencia?
- ¿Cómo realizar simulacros de evacuación?
- ¿Cuáles son los compromisos dentro de un Plan Familiar?

Para preparar un plan para prevenir accidentes en el hogar se debe realizar un inventario de situaciones inseguras. Este inventario, deberá ser el resultado de los puntos de peligro observados en la cocina, el baño, el comedor y las habitaciones.

Algunas de las reglas y recomendaciones para realizar exitosamente una evaluación de seguridad en su hogar, es tomar en cuenta los siguientes puntos:

1. Nunca subestime lo que un niño puede hacer, hay que recordar que la imaginación de los niños es infinita.
2. Los accidentes o peligros a los cuales se puede enfrentar un menor, están en función de la edad y su ingenio.

Hasta los 2 años (preponderancia de las manos y la boca)

Cuidado con: Pequeñas piezas que puedan desmontarse y meterse en la boca

De 2 a 3 años (edad de la exploración y curiosidad)

Cuidado con: Bolitas, cuentas, monedas, canicas, etc.

De 3 a 4 años (edad de la imitación)

Cuidado con: Objetos que puedan romperse o astillarse, ventanas, etc.

De 4 a 6 años (inicio de la invención)

Cuidado con: Juguetes de tiro al blanco.

De 6 a 8 años (iniciación a las destrezas)

Juguetes eléctricos no aprobados.

Más de 8 años (edad de la especialización de las destrezas)

3. Ayudar a los niños a que puedan reconocer las áreas de peligro y las acciones de riesgo para él.
4. La supervisión del niño, por parte de un adulto es insustituible, aún con medidas de seguridad y áreas libres de peligro, los accidentes se pueden presentar.
5. Si los adultos ponen en práctica la seguridad en el hogar el niño adquirirá los mismos hábitos.



Primeros Auxilios

Se entienden por primeros auxilios, los cuidados inmediatos, adecuados y provisionales prestados a las personas accidentadas o con enfermedad antes de ser atendidos en un centro asistencial.

¿Qué hacer ante una emergencia en el hogar?

Aun cuando en el hogar se tengan todas las medidas de seguridad disponibles, los accidentes pueden presentarse y debemos estar preparados para actuar de inmediato y proteger a nuestros seres queridos.

Si una situación de emergencia se presenta, es necesario actuar de inmediato y de la manera más efectiva posible, los siguientes puntos son los mínimos a seguir, pero es necesario que todos los miembros que integran el hogar reciban capacitación en estos temas para tener un verdadero “Hogar Seguro”.

Ante una emergencia hay que tener presente lo siguiente:

- Evaluar la situación.
- Verificar que el herido se encuentre en un lugar seguro.
- Llamar a los teléfonos de urgencias (cruz roja, bomberos, protección civil).
- Revisar si el herido no respira (iniciar reanimación).
- En caso de alimento atorado al tragar, ayudar a la persona a su expulsión.
- Contener cualquier hemorragia.
- Colocar a la persona en posición de reanimación.
- Las quemaduras deben ser tratadas por médicos expertos.
- Buscar signos de paro cardíaco.
- No mover al herido si puede haber una lesión en la columna vertebral.
- Solicitar ayuda profesional.

¿Cuál es el contenido de un botiquín de primeros auxilios?

El botiquín de primeros auxilios es un recurso básico para las personas que prestan un primer auxilio. En el botiquín se encuentran los elementos indispensables para dar atención satisfactoria a víctimas de un accidente o enfermedad repentina y en muchos casos pueden ser decisivos para salvar su vida. Como mínimo un botiquín debe contener lo siguiente:

- Teléfonos de emergencia (Cruz Roja, bomberos, protección civil, hospital y medico).
- Vendas.
- Termómetro.
- Algodón.
- Gasas esterilizadas.
- Tijeras.
- Solución antiséptica.
- Aspirina.
- Vendaje triangular para hacer cabestrillo.
- Solución para lavado ocular.
- Medicamentos para la diarrea y vómitos.
- Un jabón pequeño para lavar las heridas.



IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS EN LA COMUNIDAD



Como es bien sabido, los accidentes naturales se pueden presentar en cualquier parte del mundo, pero casi nunca es posible predecir su comportamiento y los posibles efectos críticos hacia la población. Sin embargo, no es posible afirmar lo mismo para casi todos los accidentes conocidos como tecnológicos o causados por la actividad humana, ya que existe una alta probabilidad para evaluar sus posibles consecuencias e impacto tanto hacia el medio ambiente como a la población.

¿Qué es una población o comunidad?

Siendo la población el conjunto de individuos que se encuentran localizados en una misma zona geográfica, que comparten intereses, características, creencias y problemáticas comunes, es de vital importancia conocer bajo qué circunstancias pueden llegar a sufrir afectaciones en sus bienes y personas por la presencia de algún fenómeno de origen natural o tecnológico.

¿Qué es una comunidad local?

Es un grupo de personas o población que pueden oscilar entre algunas decenas o centenas, pero que se encuentran asentadas en zonas cercanas a instalaciones industriales, almacenes de sustancias peligrosas o áreas en las cuales se manejan sustancias peligrosas.

¿Cuáles pueden ser los efectos en la población por un desastre?

- Un número variable de víctimas
- Pérdida de integrantes de una familia
- Daños temporales o permanentes
- Daños en sus propiedades
- Incapacidad para trabajar
- Daños psicológicos

¿Todos los daños son iguales?

Dependiendo del tipo de accidente o evento (incendio, fuga, derrame o explosión) que se presente, serán los daños que pueden afectar a la población.



Cada evento tiene diferentes manifestaciones, un incendio puede ser perfectamente localizado y por acción del viento, puede extenderse y afectar a un número mayor de la población.

Guía para la Identificación y Evaluación de Riesgos en una Comunidad

Para prevenir accidentes tecnológicos y lograr hacer conciente a la población de los peligros y riesgos que implican vivir cerca de las instalaciones industriales, El Programa de medio Ambiente e Industria de las Naciones Unidas publico en 1988 un programa encaminado a la Concientización y Preparación de Emergencias a Nivel Local, llamado APELL, por sus siglas en inglés.

Como parte integral y básica del programa APELL, fue preparada la Guía para la Evaluación de los riesgos y peligros que pueden resultar para la comunidad en situaciones de emergencia.

Objetivo de una guía de referencia

Identificar los peligros, evaluar y calificar los objetos de riesgo, en relación con los accidentes potenciales de tipo industrial o tecnológico que puedan afectar a una comunidad local.

Propósito de una guía de referencia

Mostrar cómo los objetos de riesgo pueden ser identificados, evaluados y calificados de forma sistemática y fácil.

¿Cuáles deben ser las preguntas más frecuentes para identificar los peligros hacia la población?

- ¿Dónde se localizan los peligros dentro de las comunidades?
- ¿Cómo definir y entender el peligro?
- ¿Qué es el riesgo?
- ¿Cómo se evalúan los peligros?
- ¿Qué objetos pueden estar amenazados?
- ¿Como se deben clasificar los objetos de riesgo?
- ¿Qué significa una población vulnerable?
- ¿Por qué la población más desprotegida es la más vulnerable?

El desarrollo de la sociedad ha traído como consecuencia que las zonas industriales y habitacionales cada vez se localicen más cerca.

Aún cuando las industrias se instalen en zonas lejos de la población, siempre son rodeadas por nuevas comunidades que en la mayoría de los casos desconocen por completo los peligros y riesgos asociados la operación industrial.

Programas de atención de emergencias

Por cumplimiento legal o filosofía de seguridad de las empresas, deben existir programas de atención a emergencias, tanto dentro de las plantas como hacia fuera de las instalaciones.

Derecho a Saber

Las comunidades que viven alrededor de las industrias, “tienen el derecho a saber” sobre los peligros y riesgos a los cuales se encuentran



expuestos, así como de los programas que existen en las empresas para atender dichas emergencias.

Uso del suelo

Las autoridades locales o municipales deben evitar otorgar permisos de uso de suelo habitacional en las zonas colindantes con las industrias. Pero de igual forma, las comunidades deben entender que instalar sus viviendas cerca de las industrias, representa un riesgo directo a sus familiares y patrimonios.

Objetos de riesgos

Para definir los objetos de riesgos, deberemos identificar a las industrias que almacenan en tanques y esferas, sustancias químicas que pueden ser peligrosas por su grado de inflamabilidad, explosividad, reactividad o toxicidad entre otros factores, pero de igual manera, si decenas o cientos de personas establecen sus viviendas cerca de dichas instalaciones, la población expuesta al peligro es muy vulnerable.

Las instalaciones que congregan volúmenes importantes de sustancias químicas y que en su mayoría son rodeadas por las comunidades de escasos recursos y utilizadas para vivir, son las siguientes:

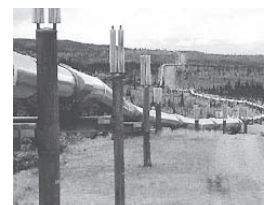
- almacenes
- vías de ferrocarril
- aeropuertos
- plantas industriales
- termoeléctricas
- plantas de energía nuclear
- gasoductos
- estaciones de gasolina
- mercados
- tlapalerías
- hospitales
- escuelas
- iglesias
- estadios deportivos

Factores que alteran el peligro

- tipo y cantidad de sustancia química almacenada
- distancia entre las áreas de almacenamiento de sustancias químicas y la comunidad
- capacidad de respuesta a las emergencias de las industrias
- conocimiento de las unidades de protección civil sobre los peligros locales

Factores que alteran el riesgo

- densidad de la población
- evento crítico (explosión, incendio, etc.) que puede afectar a la población



- impacto del evento (muertos y heridos) que puede afectar a la población
- eventos críticos históricos ocurridos en la zona
- desconocimiento de los habitantes sobre los peligros que implican vivir junto a una industria

¿Cuáles son los posibles eventos que afectan a la población?

- incendios urbanos
- incendios forestales
- fugas de sustancias peligrosas durante su transporte o distribución
- derrames, fugas y emisiones de sustancias químicas
- incendios y explosiones en las áreas de almacenamiento de sustancias peligrosas

¿Cuáles son los objetos amenazados por riesgo de incendio dentro de la población?

- almacenes
- restaurantes
- teatros
- cines
- hoteles
- escuelas
- hospitales
- tiendas departamentales
- industrias

La guía de las Naciones Unidas, incluye una tabla de referencia que ha sido elaborada con base a las estadísticas de los accidentes tecnológicos a nivel mundial. El criterio esta basado en la probabilidad de que ocurra un evento que pueda dañar a un número muy importante de la población a través del tiempo.

La tabla 7, nos obliga a pensar en todos aquellos accidentes que se han presentado en una zona geográfica, colonia o población, pero haciendo énfasis en los eventos que han ocurrido en los últimos 10 años.

Tabla 7 Frecuencia de eventos

Clase	Frecuencia
1 (improbable)	Evento que se presenta menos de una vez cada 1,000 años
2	Evento que se presenta una vez entre 100 y 1,000 años
3	Evento que se presenta una vez entre 10 y 100 años
4	Evento que se presenta una vez entre 1 y 10 años
5 (muy probable)	Evento que se presenta una vez por año

Con base en el criterio anterior, se deben analizar históricamente los eventos que se han presentado en la zona de estudio, como mínimo durante los últimos 10 años, ya que es muy probable que se vuelvan a repetir.

Para aplicar correctamente el criterio anterior, es indispensable realizar un análisis histórico detallado para incluir todos los incidentes y accidentes con sustancias peligrosas, ya sea en el almacenamiento, uso, transporte y distribución de los mismos.



BIBLIOGRAFÍA
Y
DIRECCIONES ELECTRÓNICAS

BIBLIOGRAFÍA

Arcos, Serrano Ma. E. e Izcapa Treviño C. "Identificación de peligros por almacenamiento de sustancias químicas en industrias de alto riesgo en México". Centro Nacional de Prevención de Desastres, México, D.F. 2003.

Arcos S. M. E y Matías. R.L.G., 2003. "Informe técnico del fenómeno de marea roja correspondiente a la visita realizada al Estado de Yucatán del 12 al 14 de agosto de 2003", Informe Interno, Cenapred, septiembre 2003.

CENAPRED "Guía Básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgo", Versión 2004 pp 304-306.

Fernícola N, Jauge P. "Naciones básicas de Toxicología", OMS, 1985.

Izcapa Treviño C. "Lineamientos generales para la evaluación de sitios contaminados y propuesta de acciones para su restauración". Centro Nacional de Prevención de Desastres, México, D.F. 2001

James H. Gary, Glenn E. Handwerck, "Refino del Petróleo", Editorial Reverte, pp 1-55, 1980.

Ley General de Protección Civil, última reforma 6 de junio de 2012.

Merck & Co., Inc "The Merck Index an Encyclopedia of Chemical, Drugs, and Biologicals", Thirteenth Edition, , Merck & Co., Inc pp 87, 1601, 361, 837, 1184, 1065, 1397, 670, 676, 857. 2001

National Fire Protection Association, NFPA. "NFPA 471 Recommended Practice for Responding to Hazardous Materials Incidents", USA 1997.

National Fire Protection Association, NFPA. "NFPA 472 Standard on Professional Competence of Responders to Hazardous Materials Incidents", USA 1997.

National Fire Protection Association, NFPA. "NFPA 1001 Standard for Fire Fighter Professional Qualifications", USA 1997.

National Response Team. "Hazardous materials emergency planning guide", Julio 2001.

Occupational Safety and Health Administration, OSHA. "OSHA Technical Manual". Disponible en la dirección electrónica <http://www.osha-sle.gov/dts/osta/otm>

Petróleos Mexicanos CID-NOR-N-SI-0001 "Requisitos mínimos de seguridad para el diseño, construcción, operación, mantenimiento e inspección de ductos de transporte". Disponible en la dirección electrónica <http://www.pemex.com>

Petróleos Mexicanos NRF-009-PEMEX-2012 "Identificación de instalaciones fijas". Disponible en la dirección electrónica <http://www.pemex.com>

Piatkin, "Microbiología". Limusa PP. 220. 1968.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). "APELL Concientización y Preparación para Emergencias a Nivel Local". Naciones Unidas. París, Francia. 1989.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). "Identificación y evaluación de riesgos en una comunidad local". Naciones Unidas. París, Francia. 1992.

Rivera Balboa R. D. "Medidas para incrementar la seguridad y determinación cuantitativa del riesgo, en el transporte de materiales peligrosos a través de tuberías" RQ/06/99 Centro Nacional de Prevención de Desastres, México, 1999.

Rivera Balboa R. D. "Metodologías para la evaluación del riesgo en el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos". Centro Nacional de Prevención de Desastres, México, 2002.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Departamento de Transporte de los Estados Unidos Administración de Estudios y Programas Especiales; Transporte de Canadá, Seguridad Materiales Peligrosos. "Guía de Respuesta en Caso de Emergencia". Disponible en página electrónica <http://www.hazmat.dot.gov/gydebook.htm>.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). "Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos". Diario Oficial de la Federación, 7 de abril de 1993, última actualización 20 de diciembre de 2012.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes NOM-002-SCT-2011 "Listado de sustancias y materiales más usualmente transportados". Disponible en la dirección electrónica <http://www.economia-noms.gob.mx>

Secretaría de Comunicaciones y Transportes NOM-004-SCT-2008 "Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos". Disponible en la dirección electrónica <http://www.economia-noms.gob.mx>

Secretaría de Energía NOM-003-SECRE-2002 "Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos". Disponible en la dirección electrónica <http://www.economia-noms.gob.mx>

Secretaría de Energía NOM-007-SECRE-2010 "Transporte de gas natural" Disponible en la dirección electrónica <http://www.economia-noms.gob.mx>

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales NOM-052-SEMARNAT-2005 "Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos". Disponible en la dirección electrónica <http://www.economia-noms.gob.mx>

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 "Residuos peligrosos biológico-infecciosos, clasificación y especificaciones de manejo". Disponible en la dirección electrónica <http://www.economia-noms.gob.mx>

Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. "Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente" Diario Oficial de la Federación, 28 de enero 1988, actualizada al 4 de junio de 2012.

Secretaría de Trabajo y Previsión Social NOM-005-STPS-1998 “Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas”. Disponible en la dirección electrónica <http://www.economia-noms.gob.mx>

Secretaría de Trabajo y Previsión Social NOM-010-STPS-1999 “Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral”. Disponible en la dirección electrónica <http://www.economia-noms.gob.mx>

Secretaría de Trabajo y Previsión Social NOM-014-STPS-2000 “Exposición laboral a presiones ambientales anormales-condiciones de seguridad e higiene”. Disponible en la dirección electrónica <http://www.economia-noms.gob.mx>

Secretaría de Trabajo y Previsión Social NOM-018-STPS-2000 “Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas” Disponible en la dirección electrónica <http://www.economia-noms.gob.mx>

Secretaría de Trabajo y Previsión Social NOM-026-STPS-2008 “Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías” Disponible en la dirección electrónica <http://www.economia-noms.gob.mx>

Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica. Información preliminar. Procesó: DGE. 2002

U.S. Environmental Protection Agency “A Dispersion Model for Elevated Dense Gas Jet Chemical Releases”, U.S. Environmental Protection Agency, Volume 1, pp 7-15. 1988.

U.S. Environmental Protection Agency “Aloha User’s Manual”, U.S. Environmental Protection Agency, National Oceanic and Atmospheric Administration, pp 1-15, 2004.

U.S. Environmental Protection Agency “Cameo User’s Manual”, U.S. Environmental Protection Agency, National Oceanic and Atmospheric Administration, pp 2-9, 2004.

U.S. Environmental Protection Agency “Handbook of Chemical Hazard Analysis Procedures” Federal Emergency Management Agency, U.S. Department of Transportation, U.S. Environmental Protection Agency, 1986.

Wagner T. Contaminación, causas y efectos. Gernika, México, D.F. 1993.

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS CONSULTADAS

<http://www.aga.com.mx/homepage>

http://www.atsdr.cdc.gov/es/training/toxicology_curriculum/es_answers.html

<http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts72.html>

<http://www.arrakis.es>

<http://www.botanical-online.com/intoxicacionquimica.htm>

<http://www.botanical-online.com/intoxicacionalimentariatipos.htm>

<http://www.cloro.info/default.htm>

<http://www.e-campo.com/sections/news>

http://www.energia.gob.mx/wb2/Sener/Sene_1_home

<http://www.eurofluor.org/html/>

<http://www.fao.org>

<http://www.fquim.unam.mx/sitio/>

http://www.gas.pemex.com/PEMEX_Gas/

<http://www.heuristicos.com/>

<http://www.imp.mx/>

<http://www.inicia.es/de/iberplay/plagasmundo.htm>

<http://www.quimpac.com.pe/>

<http://www.scorecard.org/chemical-profiles/>

<http://www.sma.df.gob.mx/sma/>



SEGURIDAD

SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA

**Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana
Coordinación Nacional de Protección Civil
Centro Nacional de Prevención de Desastres**

Av. Delfín Madrigal núm. 665,
Col. Pedregal de Santo Domingo,
Alc. Coyoacán, Ciudad de México C.P. 04360

www.gob.mx/cenapred