

ALMACENAMIENTO DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS EN MÉXICO

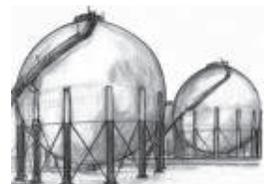


El almacenamiento consiste en el conjunto de recintos y recipientes usados para contener productos químicos, incluyendo los recipientes propiamente dichos, los diques de contención, las calles o pasillos intermedios de circulación y separación, las tuberías de conexión, y las zonas e instalaciones de 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.

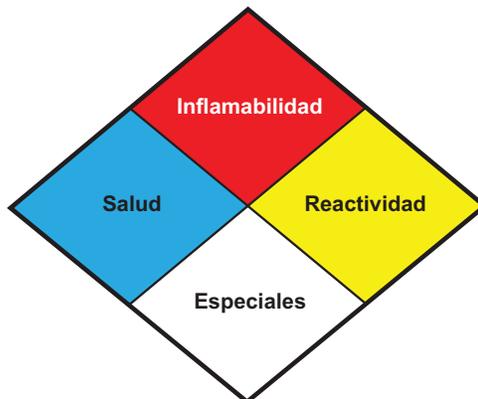
¿Cómo se clasifican las sustancias peligrosas para su almacenamiento?

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 aledaños 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 $-101\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-150\text{ }^{\circ}\text{F}$). 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.unam.mx).





De acuerdo con las características de peligrosidad de las sustancias químicas, su distribución en la República Mexicana y las cantidades de almacenamiento, las 14 sustancias que representan mayor peligro en México son:

- 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

El almacenamiento de estas sustancias peligrosas no implica que tenga que presentarse un evento como incendio, fuga o explosión durante su manejo, ya que esto puede evitarse mediante el conjunto de medidas que la industria lleva a cabo para operar de manera segura y eficiente, tales como un adecuado mantenimiento de los equipos e instalaciones, cumplimiento de estándares de construcción y diseño, desarrollo de procedimientos de operación, constante capacitación del personal entre otros.

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

En la tabla 1 se presentan los porcentajes de almacenamiento por entidad federativa de las principales sustancias peligrosas almacenadas en el país.

¿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

SUSTANCIA QUÍMICA PELIGROSA														
ESTADO	Gas LP	Amoniaco	Ácido sulfúrico	Cloro	Hexano	Gasolina	Nitrógeno	Acetona	Metanol	Propanol	Propano	Acetato de etilo	Óxido de etileno	Ácido fluorhídrico
Veracruz	61	16	14	51	33	18	5	64	31	62	73	79	15	--
México	9	--	--	10	5	--	--	12	12	13	--	7	31	--
Puebla	2	--	--	--	42	--	9	--	25	1	8	--	--	--
Hidalgo	4	1	--	--	6	9	--	3	1	1	5	--	--	2
Guanajuato	1	2	2	--	2	11	--	10	1	4	--	8	--	3
Tamaulipas	--	1	14	2	2	9	--	--	21	--	3	--	--	63
Nuevo León	--	--	1	3	2	10	1	1	2	3	4	1	1	8
Jalisco	5	2	2	1	2	2	27	3	1	1	--	1	--	--
Chihuahua	--	5	1	21	--	2	1	--	--	--	--	--	--	17
Oaxaca	3	41	--	1	--	8	--	--	--	--	3	--	1	2
D.F	1	--	--	1	1	3	1	3	1	4	--	1	1	--
Querétaro	--	3	3	4	--	--	--	1	--	3	--	1	--	--
Sinaloa	4	17	--	--	1	2	--	--	--	--	--	--	--	--
Sonora	--	8	11	--	2	2	--	--	--	--	--	--	--	--
Tlaxcala	--	--	46	1	--	--	--	--	1	--	--	--	49	--
Coahuila	2	3	3	--	--	--	54	--	--	2	--	--	--	--
Morelos	--	--	--	--	--	--	1	1	1	--	--	--	2	--
Otros	8	1	3	5	2	24	1	2	3	6	4	2	0	5
Total (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100