

## IV CLASIFICACIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS

Cuando se presenta un accidente químico en el que se libera una sustancia peligrosa al ambiente ya sea durante su transporte o en almacenamiento, el accidente puede manejarse más rápidamente y mejor cuando la sustancia involucrada está debidamente identificada y caracterizada.

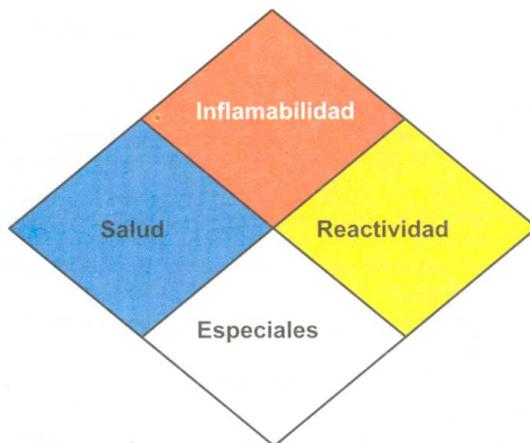
El contar con un sistema de clasificación de sustancias es importante y necesario, ya que proporciona información de manera inmediata sobre los peligros que representa una sustancia en caso de un accidente. Esto permite reaccionar ante la emergencia de forma adecuada y segura.

En México, la clasificación de sustancias químicas peligrosas en instalaciones se hace de acuerdo a 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". En esta norma se 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.

Este sistema 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 fueron desarrollados en los Estados Unidos.

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

Salud	Azul
Inflamabilidad	Rojo
Reactividad	Amarillo



A continuación se presentan los criterios de clasificación para ambos modelos de identificación (NOM-018-STPS-2000):

**Tabla 4.1 Criterios de clasificación de grados de riesgo a la salud (modelo rombo)**

Grado de riesgo	Característica de la sustancia química peligrosa
4	<p>Sustancias que bajo condiciones de emergencia, pueden ser letales. Los siguientes criterios deben considerarse en la clasificación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gases cuya CL<sub>50</sub> de toxicidad aguda por inhalación sea menor o igual a 1,000 ppm</li> <li>• Cualquier líquido cuya concentración de vapor saturado a 20°C sea igual o mayor que diez veces su CL<sub>50</sub> para toxicidad aguda por inhalación, siempre y cuando su CL<sub>50</sub> sea menor o igual a 1,000 ppm</li> <li>• Polvos y neblinas cuya CL<sub>50</sub> para toxicidad aguda por inhalación sea menor o igual a 0.5 mg/l</li> <li>• Sustancias cuya DL<sub>50</sub> para toxicidad dérmica aguda sea menor o igual a 40 mg/kg</li> <li>• Sustancias cuya DL<sub>50</sub> para toxicidad oral aguda sea menor o igual a 5 mg/kg</li> </ul>
3	<p>Sustancias que bajo condiciones de emergencia, pueden causar daños serios o permanentes. Los siguientes criterios deben considerarse en la clasificación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gases cuya CL<sub>50</sub> de toxicidad aguda por inhalación sea mayor que 1,000 ppm, pero menor o igual a 3,000 ppm</li> <li>• Cualquier líquido cuya concentración de vapor saturado a 20°C sea igual o mayor que su CL<sub>50</sub> para toxicidad aguda por inhalación, siempre y cuando su CL<sub>50</sub> sea menor o igual a 3,000 ppm y que no cumpla los criterios para el grado de peligro 4.</li> <li>• Polvos y neblinas cuya CL<sub>50</sub> para toxicidad aguda por inhalación sea mayor que 0.5 mg/l, pero menor o igual a 2 mg/l</li> <li>• Sustancias cuya DL<sub>50</sub> para toxicidad dérmica aguda sea mayor que 40 mg/kg, pero menor o igual a 200 mg/kg</li> <li>• Sustancias que son corrosivas al tracto respiratorio</li> <li>• Sustancias que son corrosivas a los ojos o que causen opacidad irreversible de la córnea</li> <li>• Sustancias que son severamente irritantes y/o corrosivas para la piel.</li> <li>• Sustancias cuya DL<sub>50</sub> para toxicidad oral aguda sea mayor que 5 mg/kg, pero menor o igual a 50 mg/kg</li> </ul>
2	<p>Sustancias que bajo condiciones de emergencia, pueden causar incapacidad temporal o daño residual. Los siguientes criterios deben considerarse en la clasificación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gases cuya CL<sub>50</sub> de toxicidad aguda por inhalación sea mayor que 3,000 ppm, pero menor o igual a 5,000 ppm</li> <li>• Cualquier líquido cuya concentración de vapor saturado a 20°C sea igual o mayor a un quinto de su CL<sub>50</sub> para toxicidad aguda por inhalación, siempre y cuando su CL<sub>50</sub> sea menor o igual a 5,000 ppm y que no cumpla los criterios para los grados de peligro 3 o 4</li> <li>• Polvos y neblinas cuya CL<sub>50</sub> para toxicidad aguda por inhalación sea mayor que 2 mg/l y menor o igual a 10 mg/l</li> <li>• Sustancias cuya DL<sub>50</sub> para toxicidad dérmica aguda sea mayor que 200 mg/kg, y menor o igual a 1,000 mg/kg</li> <li>• Sustancias que sean irritantes al tracto respiratorio</li> <li>• Sustancias que causan irritación reversible en los ojos</li> <li>• Sustancias que sean irritantes primarios de la piel o sensibilizador</li> <li>• Sustancias cuya DL<sub>50</sub> para toxicidad oral aguda sea mayor que 50 mg/kg, y menor o igual a 500 mg/kg</li> </ul>
1	<p>Sustancias que bajo condiciones de emergencia pueden causar irritación significativa. Los siguientes criterios deben considerarse en la clasificación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gases y vapores cuya CL<sub>50</sub> de toxicidad aguda por inhalación sea mayor que 5,000 ppm, y menor o igual a 10,000 ppm</li> <li>• Polvos y neblinas cuya CL<sub>50</sub> para toxicidad aguda por inhalación sea mayor que 10 mg/l, y menor o igual a 200 mg/l</li> <li>• Sustancias cuya DL<sub>50</sub> para toxicidad dérmica aguda sea mayor que 1,000 mg/kg, y menor o igual a 2,000 mg/kg</li> <li>• Sustancias que sean ligeramente irritantes al tracto respiratorio, ojos y piel</li> <li>• Sustancias cuya DL<sub>50</sub> para toxicidad oral aguda sea mayor que 500 mg/kg, y menor o igual a 2,000 mg/kg</li> </ul>
0	<p>Sustancias que bajo condiciones de emergencia, no ofrecen mayor peligro que el de los materiales combustibles ordinarios. Los siguientes criterios deben considerarse en la clasificación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gases y vapores cuya CL<sub>50</sub> de toxicidad aguda por inhalación sea mayor que 10,000 ppm</li> <li>• Polvos y neblinas cuya CL<sub>50</sub> para toxicidad aguda por inhalación sea mayor que 200 mg/l</li> <li>• Sustancias cuya DL<sub>50</sub> para toxicidad dérmica aguda sea mayor que 2,000 mg/kg</li> <li>• Sustancias cuya DL<sub>50</sub> para toxicidad oral aguda sea mayor que 2,000 mg/kg</li> <li>• Sustancias no irritantes del tracto respiratorio, ojos y piel</li> </ul>

**Tabla 4.2 Criterios de clasificación de grados de riesgo a la salud (modelo rectángulo)**

Grado de riesgo	Característica de la sustancia química peligrosa
4	<p>Severamente peligroso. Por una o repetidas exposiciones puede amenazar la vida o causar un daño mayor o permanente. Corrosivo, con efectos irreversibles en la piel, extremadamente irritante y que persiste por más de 7 días</p> <p>Concentraciones:</p> <p>Oral; DL<sub>50</sub> rata: hasta 1 mg/kg</p> <p>Piel; DL<sub>50</sub> conejo o rata: hasta 20 mg/kg</p> <p>Inhalación; CL<sub>50</sub> rata: hasta 0.2 mg/l o hasta 20 ppm</p>
3	<p>Severamente peligroso. Lesión grave probablemente de atención rápida y tratamiento médico. Muy irritante o con efectos reversibles en piel o córnea (opacidad) que persisten por más de 7 días</p> <p>Concentraciones:</p> <p>Oral; DL<sub>50</sub> rata: mayor que 20 hasta 50 mg/kg</p> <p>Piel; DL<sub>50</sub> conejo: mayor que 20 hasta 200 mg/kg</p> <p>Inhalación; CL<sub>50</sub> rata: mayor que 0.2 hasta 2 mg/l o mayor que 20 hasta 200 ppm</p>
2	<p>Moderadamente peligroso. Puede ocasionar una lesión temporal o menor. Moderadamente irritante, reversible dentro de los primeros 7 días.</p> <p>Concentraciones:</p> <p>Oral; DL<sub>50</sub> rata: mayor que 50 hasta 500 mg/kg</p> <p>Piel; DL<sub>50</sub> conejo o rata: mayor que 200 hasta 1,000 mg/kg</p> <p>Inhalación; CL<sub>50</sub> rata: mayor que 2 hasta 20 mg/l o mayor que 200 hasta 1,000 en ppm</p>
1	<p>Ligeramente peligroso. Irritación o posible lesión reversible. Ligeramente irritante, reversible dentro de los primeros 7 días</p> <p>Concentraciones:</p> <p>Oral; DL<sub>50</sub> rata: mayor que 500 hasta 5,000 mg/kg</p> <p>Piel; DL<sub>50</sub> conejo o rata: mayor que 1,000 hasta 5,000 mg/kg</p> <p>Inhalación; CL<sub>50</sub> rata: mayor que 20 hasta 200 mg/l o mayor que 2,000 hasta 10,000 en ppm</p>
0	<p>Mínimamente peligroso. No significa un riesgo para la salud. Esencialmente no irritante.</p> <p>Concentraciones:</p> <p>Oral; DL<sub>50</sub> rata: mayor que 5,000 mg/kg</p> <p>Piel; DL<sub>50</sub> conejo o rata: mayor que 5,000 mg/kg</p> <p>Inhalación; CL<sub>50</sub> rata: mayor que 200 mg/l o mayor que 10,000 ppm</p>

\*CL<sub>50</sub> para toxicidad aguda por inhalación: Concentración de vapor, polvo o neblina el cual administrado por inhalación continua durante 1 hora causa la muerte al 50% de la población de ratas albinas expuesta dentro de los 14 días siguientes. Se expresa como mg/l (miligramos por litro de aire) o mg/m<sup>3</sup> de aire (ppm)

\*DL<sub>50</sub> para toxicidad aguda oral: Dosis de la sustancia administrada que causa la muerte al 50% de la población de ratas albinas expuesta, dentro de los 14 días siguientes. Se expresa como mg/kg (miligramos por kilogramo de peso corporal)

\*DL<sub>50</sub> para toxicidad dérmica aguda: Dosis de la sustancia administrada por contacto continuo con la piel de los conejos albinos durante 24 horas que causa la muerte al 50% de los animales en experimentación en los siguientes 14 días. Se expresa como mg/kg (miligramos por kilogramo de peso corporal)

**Tabla 4.3 Criterios de clasificación de grados de riesgo de inflamabilidad (modelos rectángulo y rombo)**

Grado de riesgo	Característica de la sustancia química peligrosa
4	<p>Sustancias que vaporizan rápida o completamente a presión atmosférica y a temperatura ambiente o que se dispersan con facilidad en el aire y que arden fácilmente, éstas incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gases inflamables</li> <li>• Sustancias crógénicas inflamables.</li> <li>• Cualquier líquido o sustancia gaseosa que es líquida mientras está bajo presión, y que tiene un punto de ignición por debajo de 22.8°C (73°F) y un punto de ebullición por debajo de 37.8°C (100°F)</li> <li>• Sustancias que arden cuando se exponen al aire</li> <li>• Sustancias que arden espontáneamente</li> </ul>
3	<p>Líquidos y sólidos que pueden arder bajo casi todas las condiciones de temperatura ambiente, éstos incluyen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Líquidos que tienen un punto de ignición por debajo de 22.8°C (73°F) y un punto de ebullición igual o mayor que 37.8°C (100°F), y aquellos líquidos que tienen un punto de ignición igual o mayor que 22.8°C (73°F) y un punto de ebullición por debajo de 37.8°C (100°F).</li> <li>• Sustancias que de acuerdo a su forma física o a las condiciones ambientales pueden formar mezclas explosivas con el aire y que se dispersan con facilidad en el aire.</li> <li>• Sustancias que se queman con extrema rapidez porque usualmente contienen oxígeno</li> </ul>
2	<p>Sustancias que deben ser moderadamente calentadas o expuestas a temperaturas ambiente relativamente altas, antes de que pueda ocurrir la ignición. Las sustancias en este grado de clasificación no forman atmósferas peligrosas con el aire bajo condiciones normales, pero bajo temperaturas ambiente elevadas o bajo calentamiento moderado, podrían liberar vapor en cantidades suficientes para producir atmósferas peligrosas con el aire, éstas incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Líquidos que tienen un punto de ignición igual o mayor que 37.8°C (100°F) y por debajo de 93.4°C (200°F).</li> <li>• Sustancias sólidas en forma de polvo que se queman con facilidad, pero que generalmente no forman atmósferas explosivas con el aire</li> <li>• Sustancias sólidas en forma de fibras que se queman con facilidad y crean peligro de fuego, como el algodón, henequén y cañamo</li> <li>• Sólidos y semisólidos que despiden fácilmente vapores inflamables</li> </ul>
1	<p>Sustancias que deben ser precalentadas antes de que ocurra la ignición requieren un precalentamiento considerable bajo todas las condiciones de temperatura ambiente, antes de que ocurra la ignición y combustión, éstas incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustancias que se quemarán en el aire cuando se expongan a una temperatura de 815.5°C (1500°F) por un periodo de 5 minutos o menos.</li> <li>• Líquidos, sólidos y semisólidos que tengan un punto de ignición igual o mayor que 93.4°C (200°F)</li> <li>• Líquidos con punto de ignición mayor que 35°C (95°F) y que no sostienen la combustión cuando son probados usando el Método de Prueba para Combustión Sostenida.</li> <li>• Líquidos con punto de ignición mayor que 35°C (95°F) en una solución acuosa o dispersión en agua con líquido/sólido no combustible en contenido de mas de 85% por peso.</li> <li>• Líquidos que no tienen punto de fuego cuando son probados por el metodo ASTM D 92, Standard Test Method for Flash Point and Fire Point by Cleveland Open Cup, hasta el punto de ebullición del líquido o hasta una temperatura en la cual la muestra bajo prueba presenta un cambio físico evidente.</li> <li>• La mayoría de las sustancias combustibles ordinarias.</li> </ul>
0	<p>Sustancias que no se queman, éstas incluyen cualquier material que no se quema cuando sea expuesto a una temperatura de 815.5°C (1,500°F), durante un periodo de 5 minutos</p>

\*Punto de Ignición o 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

**Tabla 4.4 Criterios de clasificación de grados de riesgo de reactividad (modelos rectángulo y rombo)**

Grado de riesgo	Característica de la sustancia química peligrosa
4	Sustancias que por sí mismas con facilidad son capaces de detonar o sufrir una detonación explosiva o reacción explosiva a temperaturas y presiones normales, se incluye a los materiales que son sensibles al choque térmico o al impacto mecánico a temperatura y presión normales <ul style="list-style-type: none"> <li>Sustancias que tienen una densidad de poder instantáneo (producto del calor de reacción y rapidez de reacción) a 250°C (482°F) de 1,000 W/ml o mayor.</li> </ul>
3	Sustancias que por sí mismas son capaces de detonación o descomposición o reacción explosiva, pero que requieren una fuente de iniciación o que deben ser calentadas bajo confinamiento antes de su iniciación, estas incluyen. <ul style="list-style-type: none"> <li>Sustancias que tienen una densidad de poder instantáneo a 250°C (482°F) igual o mayor que 100 W/ml y por debajo de 1,000 W/ml</li> <li>Sustancias que son sensibles al choque térmico o impacto mecánico a temperaturas y presiones elevadas</li> <li>Sustancias que reaccionan explosivamente con el agua sin requerir calentamiento o confinamiento.</li> </ul>
2	Sustancias que sufren con facilidad un cambio químico violento a temperaturas y presiones elevadas, éstas incluyen <ul style="list-style-type: none"> <li>Sustancias que tienen una densidad de poder instantáneo a 250°C (482°F) igual o mayor que 10 W/ml y por debajo de 100 W/ml.</li> <li>Sustancias que reaccionan violentamente con el agua o forman mezclas potencialmente explosivas con el agua.</li> </ul>
1	Sustancias que por sí mismas normalmente son estables, pero que pueden convertirse en inestables a temperaturas y presiones elevadas, éstas incluyen: <ul style="list-style-type: none"> <li>Sustancias que tienen una densidad de poder instantáneo a 250°C (482°F) igual o mayor de 0.01 W/ml y por debajo de 10 W/ml.</li> <li>Sustancias que reaccionan vigorosamente con el agua, pero no violentamente.</li> <li>Sustancias que cambian o se descomponen al exponerse al aire, la luz o la humedad</li> </ul>
0	Sustancias que por sí mismas normalmente son estables, aun bajo condiciones de fuego, estas incluyen <ul style="list-style-type: none"> <li>Sustancias que tienen una densidad de poder instantáneo a 250°C (482°F) por debajo de 0.01 W/ml</li> <li>Sustancias que no reaccionan con el agua.</li> <li>Sustancias que no exhiben una reacción exotérmica a temperaturas menores o iguales a 500°C (932°F) cuando son probadas por calorimetría diferencial</li> </ul>

\*Densidad de poder instantáneo se calcula como el producto de la entalpía de descomposición/reacción por la rapidez inicial de reacción, determinada a 250°C (482°F). Este valor representa la cantidad de calor por unidad de tiempo por unidad de volumen (W/mL) que inicialmente dará una sustancia a 250°C (480°F). Se expresa en Watts por mililitro (W/mL)

Cabe señalar que para el autotransporte y transporte ferroviario, la identificación y clasificación de las unidades y de los materiales peligrosos transportados se realiza con base en el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, y la normatividad correspondiente, emitidos por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

En este proyecto se tomaron en cuenta como criterios de selección para determinar las sustancias químicas más peligrosas almacenadas en instalaciones industriales, los siguientes:

- Las sustancias contenidas en los listados de Actividades Altamente Riesgosas (Anexo 1 y 2).
- Las sustancias que tienen niveles de peligro de acuerdo a la NFPA de 4 y 3 en una o más de las tres propiedades ya mencionadas (salud, inflamabilidad y reactividad).
- La cantidad almacenada.

Lo anterior con el fin de establecer los municipios que potencialmente pueden presentar mayor peligro y que se presentan en el capítulo siguiente