



Colegio de Bachilleres del Estado de Querétaro

**MANUAL DE MANEJO DE RESIDUOS EN EL
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES DEL
COLEGIO DE BACHILLERES DEL ESTADO DE
QUERÉTARO**

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	03
IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS.....	04
MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS QUÍMICOS.....	08
TRATAMIENTO DE DESACTIVACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS.....	09
PRIMEROS AUXILIOS.....	13
MEDIDAS CONTRA INCENDIOS	14
MEDIDAS QUE DEBEN TOMARSE EN CASO DE DERRAME O FUGA ACCIDENTAL	14
MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS.....	15
CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL.....	16
APÉNDICE A CAPACITACIÓN Y ADIESTRAMIENTO.....	17
APÉNDICE B ELEMENTOS DE COMUNICACIÓN DE PELIGROS FÍSICOS Y PARA LA SALUD.....	18
APÉNDICE C PICTOGRAMA DE PELIGROS FÍSICOS Y PARA LA SALUD.....	20
APÉNDICE D FRASES H, PARA LOS PELIGROS FÍSICOS Y PARA LA SALUD.....	23
BIBLIOGRAFÍA.....	24
VALIDACIÓN Y AGRADECIMIENTOS	24

INTRODUCCIÓN

El Colegio de Bachilleres del Estado de Querétaro preocupado por el manejo de residuos químicos generados en los diferentes planteles de la institución y el impacto ambiental que esto atrae; pone a disposición el presente manual para consulta y guía que contribuya a:

- a) Proteger la salud y seguridad de toda la comunidad.
- b) Reforzar las buenas prácticas en todos sus laboratorios, de manera que no solamente se alcancen habilidades y conocimientos científico-técnicos, sino también aquellos relacionados con el respeto al ambiente seguro y limpio.
- c) Educar a las nuevas generaciones con el mejor método "el ejemplo".
- d) Ser una institución responsable al cumplir con las disposiciones legales correspondientes.

Desde el punto de vista legal, en México se cuenta con la *Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente* que incluye un Reglamento de Residuos Peligrosos. Este último, se auxilia de una serie de normas ecológicas que establecen las disposiciones para el manejo adecuado de los residuos peligrosos, las cuales deben ser observadas por todo generador con el fin evitar riesgos a la población y al medio ambiente, así como posibles sanciones legales.

ASPECTOS LEGALES Y DEFINICIONES EN EL MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS

La *Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente* (LGEEPA), en su Art. 3º, Fracc. XXXII, establece la definición de residuo peligroso que aplica en el país, como: «*Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente*».

En la **NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005** se establecen los criterios para determinar cuándo un residuo es peligroso. La LGEEPA establece que los generadores de residuos peligrosos tienen la obligación de manifestarse ante la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) como generadores, de clasificar sus residuos, de manejarlos adecuadamente evitando la contaminación y de entregar reportes periódicos referente al manejo de los mismos. Por lo que es necesaria la correcta identificación de las sustancias que se emplean en los laboratorios del COBAQ y así cumplir con lo establecido en la ley y norma arriba citadas. Para éste efecto nos apoyamos con la **NORMA Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2015, Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.**

IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS

Residuo Peligroso

De acuerdo a la NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 un residuo peligroso es aquel residuo en cualquier estado físico que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, venenosas, biológico-infecciosas, representa un peligro para el equilibrio ecológico o al ambiente. Esta misma norma establece las características de los residuos peligrosos, presenta un listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. Se puede consultar esta norma en la siguiente dirección de internet:

http://www.ine.gob.mx/dgra/normas/res_pel/no_052.htm

CÓDIGOS DE PELIGROSIDAD DE LOS RESIDUOS (CPR)

Características	Código de Peligrosidad de los Residuos (CPR)
Corrosividad	C
Reactividad	R
Explosividad	E
Toxicidad	T
	Ambiental Te
	Aguda Th
	Crónica Tt
Inflamabilidad	I
Biológico-Infeccioso	B

Corrosivos: son aquellos muy ácidos o muy alcalinos ($\text{pH} < 2.0$ o bien $\text{pH} > 12.5$) que pueden reaccionar peligrosamente con otros residuos o provocar la migración de contaminantes tóxicos, o bien que son capaces de corroer el acero al carbón (SAE 1020) bajo ciertas condiciones, con lo cual pueden llegar a fugarse de sus contenedores y liberar otros residuos. Ejemplo: ácidos y bases, yodo, bromo, hidracina, etc.

Reactivos: son aquellos que son normalmente inestables y pueden llegar a reaccionar violentamente sin explosión; que pueden formar una mezcla explosiva con el agua, generar gases tóxicos, vapores y humos; que pueden contener cianuro o sulfuro y generar gases tóxicos; o bien que pueden ocasionar explosiones en distintas situaciones, ya sea de temperatura y presión estándares, si se calientan en condiciones de confinamiento o se someten a fuerzas considerables.

Explosivos: son aquellos que tienen una constante de explosividad igual o mayor a la del dinitrobenceno, o bien que sean capaces de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25 °C y a 1.03 Kg/cm² de presión.

Tóxicos: son aquellos que contienen sustancias capaces de provocar efectos nocivos en la salud de los seres vivos, que varían en características y severidad de acuerdo con las formas e intensidades de la exposición.

Entre los criterios útiles empleados para la clasificación de un residuo como peligroso, que aplican en este caso simplificando las definiciones de la NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 son: descripción física, solubilidad en agua, pH, poder oxidante, poder reductor, reactividad al agua o al aire, explosividad, inflamabilidad, presencia de sulfuros, cianuros o solventes halogenados, radiactividad, presencia de agentes biológico infecciosos, presencia de sustancias tóxicas o de metales pesados en cantidades superiores a los límites máximos permitidos en esta norma.

La prueba para clasificar un residuo cuando se tienen dudas de sus características de corrosividad o inflamabilidad, puede hacerse a nivel laboratorio. Se toman unas gotas del residuo y se pone en contacto con una pequeña tira de papel indicador de pH y se determina en la escala su pH de acuerdo al color desarrollado en la tira. Si éste es menor de 2 o mayor de 12.5 el residuo se clasifica como corrosivo. Para comprobar la inflamabilidad se toma una pequeña porción del residuo con una cucharilla de combustión y se acerca a la flama de un mechero, si el residuo se enciende inmediatamente y sostiene la combustión fuera de la flama se clasificará como inflamable

Residuos No Peligrosos

Los residuos no peligrosos, incluyen basura ordinaria como papel, algodón y otros materiales combustibles, material de vidrio quebrado, residuos biológicos no contaminados por sustancias químicas peligrosas. También se incluyen algunas sustancias químicas que al ser vertidas al drenaje en cantidades de laboratorio no representan un riesgo.

Ejemplos de residuos de laboratorio **No Peligrosos**

Compuestos orgánicos	Compuestos inorgánicos
Azúcares y alcoholes de azúcares Almidón Ácidos y sus sales de origen natural Ácido cítrico y sus sales de Ca, K, Mg, Na, NH ₄ y Sr Ácido láctico y sus sales de Ca, Mg, Na, NH ₄ y Sr	Sulfatos de Ca, Mg, Na, NH ₄ , Sr Fosfatos de Ca, K, Mg, Na, NH ₄ , Sr Carbonatos de Ca, K, Mg, Na, NH ₄ , Sr Óxidos de Al, B, Ca, Co, Fe, Mg, Sr, Ti Cloruros de K, Mg, Na Fluoruros de Ca Boratos de Ca, K, Mg, Na
Materiales de laboratorio no contaminados con productos químicos	
Adsorbentes cromatográficos Vidriería Papel filtro Filtros y ropa protectora de plástico	

Fuente: Mahn, W.J. 1991.

Cationes y Aniones de Baja Toxicidad que en Cantidades de Laboratorio Pueden Ser Desechados por el Drenaje (previa dilución).

Cationes	Cationes	Aniones
Aluminio, Al - Amonio, NH ₄ Bismuto, Bi Calcio, Ca Cerio, Ce Sodio, Na Cesio, Cs Oro, Au Hidrógeno H Hierro, Fe Lantánidos, La Litio, Li Magnesio, Mg Molibdeno VI, Mo Niobio V, No	Paladio, Pa Potasio, K Rubidio, Rb Escandio, Sc Sodio, Na Estroncio, Sr Talio, Ta Estaño, Sn Titanio, Ti Indio, Y Zirconio, Zr	Bisulfito, HSO ₃ ⁻ Borato, BO ₃ ³⁻ Perborato B ₄ O ₇ ⁻ Bromuro, Br- Carbonato, CO ₃ ²⁻ Cloruro, Cl ⁻ Cianato, OCN Hidroxilo, OH ⁻ Yodo, I Nitrato, NO ₃ ⁻ Oxido, O ₂ Fosfato, PO ₄ ³⁻ Sulfato, SO ₄ ²⁻ Sulfito, SO ₃ ²⁻ Tiocianato, SCN ⁻

Fuente: NRC, 1983.

Recolección, Envasado y Etiquetado en el Sitio de Generación

Una vez que se ha determinado que un residuo es peligroso, se procede a recolectarlo, envasarlo y etiquetarlo.

Los contenedores para envasar los residuos deben ser recipientes previamente etiquetados, en buen estado, limpios, secos y con tapaderas que cierren herméticamente.

Las sustancias que se coloquen dentro de ellos deberán ser compatibles entre sí, por ejemplo, no deben mezclarse ácidos y bases, ya que pueden sucederse reacciones violentas o generarse gases tóxicos que causan serios problemas, se recomienda también consultar las hojas de datos de seguridad de las sustancias.

Los residuos de solventes se envasarán separando los solventes halogenados de los no halogenados.

Ejemplos de Sustancias Químicas Incompatibles.

A	B
Ácidos	Bases, metales
Agentes Oxidantes: Cloratos Cromatos Trióxido de cromo Dicromatos Halógenos Agentes halogenantes Peróxido de hidrógeno Ácido nítrico Nitratos Percloratos Peróxidos Permanganatos Persulfatos	Agentes Reductores: Amoníaco (anhidro y acuoso) Carbón Metales Hidruros metálicos Nitritos Compuestos orgánicos Fósforo Silicón Sulfuro Fuente:

Fuente: NRC, 1983.

Las sustancias del listado A son incompatibles con las sustancias del listado B.

*Los agentes reductores y oxidantes que se presentan son solo un listado parcial.

MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS QUÍMICOS

La minimización de residuos químicos es la reducción, en lo posible, de residuos químicos peligrosos que son generados o subsecuentemente tratados, almacenados, o descargados. Reducción en la fuente, reciclaje, y tratamiento en el laboratorio son tres tipos de actividades que reducen el volumen o la toxicidad de cualquier residuo químico peligroso.

A. Reducción en la fuente.

Reducción en la fuente es el más preferible acercamiento a la minimización de residuos, puede verse como una actividad que reduce o elimina la generación de un residuo químico peligroso en un proceso. Los elementos de reducción en la fuente son los siguientes:

1) Cambio de reactivos

La generación de residuos de solventes puede ser reducida sustituyendo los solventes por otros materiales menos tóxicos o seguros medioambientalmente hablando. Por ejemplo, detergentes biodegradables podrían ser sustitutos de solventes usados para limpiar.

2) Cambios de procedimientos y operación

Minimización de residuos, y reforzar la mantención de requerimientos para el uso de metodologías preventivas en un esfuerzo para reducir el número de fugas y derrames. Además de disminuir cantidades, por ejemplo: se el experimento solicita adicionar 5 gotas de nitrato de plata para observar precipitado de cloruro de plata, reducir a la mitad las cantidades para minimizar los residuos generados.

3) Para la elaboración de actividades experimental tomar en cuenta:

a.- Adquirir material no tóxico o el menos tóxico para el uso;

b.- Uso de productos compatibles. Por ejemplo, utilizar uno o el mínimo número de solventes como para que el laboratorio encargado aumente la reciclabilidad de los residuos que son generados;

c.- Comprar sólo lo necesario. Un sobre stock significa tanto un elevado capital como pérdidas por derrames o acumulaciones de no reactivos no utilizados, por vencimiento de los químicos.

d.- Tratar de adquirir materiales en contenedores del tamaño y la cantidad necesitada;

e.-Promover el uso en conjunto de los químicos o el intercambio de los mismos entre usuarios comunes;

f.- Evitar ordenar químicos con una limitada vida segura. Tales químicos deberían sólo ser ordenados para satisfacer la necesidad, para evitar hacer obsoleto el inventario.

g.-Mantener un inventario dinámico para los materiales en stock.

B. Reciclo

El reciclo incluye tanto la reutilización, como la recuperación. El reciclo puede ser visto como cualquier actividad que reduce el volumen de residuos peligrosos y/o tóxicos con la generación de un material valioso o una corriente de energía. Reutilización, recuperación, y reciclaje deberían ser las primeras consideraciones antes de clasificar un químico como un desecho. Estas actividades incluyen:

1. Altas generaciones de solventes puros para laboratorios, a través de **destilación**.
2. **Redistribución** de excedentes de químicos a través de los laboratorista de los diferentes planteles del COBAQ.

TRATAMIENTO DE DESACTIVACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS (QUÍMICOS)

A continuación se presentan las técnicas de desactivación generales que eliminan la necesidad de empacar, transportar y pagar por la disposición final.

Tratamientos *in situ* de los Residuos de Laboratorio

El tratamiento dependerá de las características físico-químicas del residuo y ***estará considerado como parte final de la técnica o proceso de la práctica, experimento o análisis que se esté llevando a cabo.***

Los tratamientos a aplicar pueden consistir de tratamientos químicos, físicos y de minimización. Siempre deben realizarse con cuidado, utilizando el equipo de protección recomendado y bajo condiciones seguras.

A continuación se presentan de manera general algunos tratamientos que pueden utilizarse para tratar residuos.

Tratamiento *In Situ* y Disposición Final de los Residuos Peligrosos

El tratamiento de los residuos en el mismo lugar donde se generan, elimina el problema de separar, etiquetar, empacar, almacenar y pagar por su disposición. Los procedimientos para el tratamiento de desactivación y/o minimización *in situ* de los residuos se presenta en una sección posterior en este manual. La disposición final de un residuo depende del tipo de sustancia que va a eliminarse. Si el residuo presenta alguna de las características CRETI o bien, se encuentra listado en la NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 o rebasa los límites establecidos en la norma, no deberá ser vertido al drenaje.

Límites Máximos Permisibles de Contaminantes Establecidos en la NOM-002-SEMARNAT-1996 para las Descargas de Aguas Residuales a los Sistemas de Alcantarillado Urbano o Municipal.

Límites Máximos Permisibles			
Parámetros*	Promedio Mensual	Promedio Diario	Instantáneo
Grasas y Aceites	50	75	100
Sólidos Sedimentables(mm/L)	5	7.5	10
Arsénico total	0.5	0.75	1
Cadmio total	0.5	0.75	1
Cianuro total	1	1.5	2.0
Cobre total	10	15	20
Cromo hexavalente	0.5	0.75	1.0
Mercurio total	0.01	0.015	0.02
Níquel total	4	6	8
Plomo total	1	1.5	2
Zinc total	6	9	12

*En miligramos por litro, excepto cuando se especifique otra cosa.

Drenaje Sanitario

Únicamente las sustancias solubles que no violan las normas ecológicas (NOM-001-SEMARNAT-1996, NOM-002-SEMARNAT-1996, NOM-052-SEMARNAT-2005, NOM-003-ECOL-1997) o que se tiene la certeza de que no cumplen con los criterios aquí establecidos para peligrosidad, o bien, que no interfieren en la operación de las plantas de tratamiento de aguas residuales pueden eliminarse por esta vía. Por ejemplo, pueden verse al drenaje las soluciones acuosas que son fácilmente biodegradables,

residuos que ya hayan sido desactivados por algún tratamiento y soluciones de sustancias inorgánicas de baja toxicidad (se recomienda hacerlo manteniendo la llave de agua abierta).

En el caso de grasas y aceites los parámetros que establece la norma NOM-003-ECOL-1997 como límites máximos permisibles de contaminantes en aguas residuales son

Tipo de reuso	Grasas y aceites mg/L
Servicio al público con contacto directo	15
Servicio al público con contacto indirecto u ocasional	15

Estos parámetros serán considerados para el tratamiento residual por ejemplo, en prácticas experimentales de física y saponificación de jabón en química.

Tratamientos Químicos

a) **Neutralización:** Se aplica a soluciones de bases y ácidos minerales, ácidos orgánicos o soluciones de éstos (ácido clorhídrico, sulfúrico, nítrico, acético, fosfórico, perclórico; bases como hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, hidróxido de amonio, etc.).

Primeramente, se realiza una dilución de la sustancia a tratar, hasta una concentración no mayor de 1 M o 5%. Al residuo diluido se agrega una solución diluida de carbonato de sodio, hidróxido de sodio, ácido sulfúrico o ácido clorhídrico, etc., según sea el caso, al mismo tiempo que se agita. Si es necesario, se añade un poco de hielo a la solución para que la temperatura no exceda los 40 °C.

En el caso de los ácidos, éstos pueden neutralizarse también con carbonato de sodio sólido o cal (Armour, 1991). Una vez ajustado el pH a la neutralidad, el residuo puede ser vertido al drenaje bajo el chorro de agua.

b. **Precipitación Química:** Se utiliza para remover metales como Ag, As, Cd, Cr, Ba, Zn, Ag, Pb, Hg, etc. que rebasan los límites establecidos en las normas oficiales mexicanas (NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-002-SEMARNAT-1996). Los residuos líquidos pueden minimizarse precipitando los metales como sales insolubles a un determinado pH (ver Cuadro 8), después de realizar una concentración de la solución, sobre todo si se trata de soluciones muy diluidas. Los metales precipitados y los residuos sólidos de metales pueden enviarse a confinamiento, o bien, pueden reutilizarse lo cual definitivamente sería la mejor opción. Por esta razón, se recomienda que los residuos de cada metal se colecten por separado para facilitar su recuperación y reutilización.

Últimamente se está evitando precipitar los metales en forma de sulfuros, por utilizarse reactivos peligrosos y porque antes de verterse al drenaje, se deben tratar los sulfuros. La mejor opción es precipitarlos en forma de silicatos, meta silicatos o hidróxidos por medio del silicato, meta silicato o hidróxido de sodio, controlando el pH. En pocos casos, las sales insolubles pueden ser sulfatos (Ba, Pb) o carbonatos (Ba, Pb, Sr) (Armour, 1991; Picot y Grenouillet, 1995; NRC, 1995).

Otra opción para soluciones de metales muy diluidas es utilizar resinas de intercambio iónico o carbón activado.

c) **Oxidación-Reducción:** Algunas sustancias se oxidan o reducen para disminuir su peligrosidad, ejemplo: permanganato de potasio, ácido pícrico, cianuros, fierro y ferrocianuros, bromuro de estudio, clorato de potasio, peróxido de hidrógeno, formaldehído, fenol, bromo, yodo, etc. Se pueden utilizar como agentes oxidantes: hipoclorito de sodio, permanganato de potasio; y como reductores bisulfito de sodio, tiosulfato de sodio, entre otros.

d) **Hidrólisis:** Consiste en agregar agua al residuo. En condiciones controladas pueden tratarse residuos reactivos al agua. Ejemplo: sodio, potasio, calcio, tetra hidruro de sodio y aluminio, amida de sodio, carburo de calcio, etc.

Tratamientos Físicos

Son procedimientos sencillos como: separación de fases, sedimentación, decantación, filtración, adsorción, destilación, secado, precipitación física, evaporación o extracción. El tratamiento a aplicar dependerá del estado físico, de la solubilidad en agua y solventes orgánicos, volatilidad, punto de ebullición, etc.

a) **Sedimentación:** La sedimentación seguida de una decantación es el procedimiento más simple ya que solo hay que dejar reposar el residuo para que el sólido sedimente.

b) **Precipitación física:** es el proceso en el que se forma un sólido como resultado de un cambio físico (enfriamiento, evaporación o alteración del solvente).

c) **Secado y Evaporación:** se emplea para residuos que no pueden destilarse y para remover agua de los residuos acuosos. La liberación de gases o vapores en la atmósfera, vía evaporación no es un método aceptable. **Debe contarse con extractores.** Que posean dispositivos especiales que impidan la descarga de los gases corrosivos o tóxicos a la atmósfera, al momento de producirse. Se recomienda la neutralización de los gases por burbujeo o el uso de filtros auxiliares para evitar la contaminación a la atmósfera (Picot y Grenouillet, 1995; NRC, 1995).

d) **Destilación:** es útil para la recuperación y reutilización de solventes. En el caso de solventes inflamables debe realizarse tomando las precauciones necesarias (adecuada ventilación, utilización de equipo eléctrico a prueba de chispas, evitar toda fuente de ignición).

Los solventes que ya no puedan recuperarse por destilación, se deberán enviar a un proceso de incineración o utilizarse como fuente de energía alterna.

Precaución!!: Nunca destilar solventes formadores de peróxidos ya que podría presentarse una explosión (Ejemplo: éter etílico, tetrahidrofurano, alcohol terbutílico, etc.).

Se aclara que las técnicas que se recomiendan en este manual son para residuos de una sustancia en particular y no para mezclas o alteraciones de ellas. Los métodos son efectivos, pero de acuerdo a la experiencia, las cantidades de residuos y reactivos utilizados en el tratamiento pueden ser diferentes a los que indica el autor.

PRIMEROS AUXILIOS

Se deberán precisar las instrucciones para prestar los primeros auxilios y, en su caso, para la atención médica. También se deberá proporcionar la información sobre los efectos agudos con base en las vías de ingreso al organismo de la sustancia química, e indicar el tratamiento inmediato, así como mencionar los efectos crónicos y la vigilancia médica específica que se requiere. En éste punto es importante contar con las hojas de seguridad impresas de cada reactivo ya que en éstas cuentan con la información necesario para brindar los primeros auxilios.

1) Descripción de los primeros auxilios

Se deberán proporcionar las instrucciones a seguir para brindar los primeros auxilios pertinentes, con párrafos independientes para indicar el procedimiento a seguir conforme con cada vía de ingreso al organismo de la sustancia química (por ejemplo, inhalación, vía cutánea, vía ocular e ingestión).

Asimismo, se deberán incluir, en su caso, recomendaciones como las siguientes:

- i. Atención médica inmediata, en caso de presentar efectos subagudos o crónicos por exposición.
- ii. Desplazar o no a la persona expuesta a un lugar donde pueda respirar aire no contaminado.
- iii. Quitar o no la ropa y el calzado a la persona expuesta, y
- iv. Contar para el personal que proporcione los primeros auxilios, con el equipo de protección personal.

2) Síntomas y efectos más importantes, agudos o crónicos

Se deberá proporcionar información sobre los síntomas y efectos más importantes, agudos o crónicos por la exposición.

3) Indicación de la necesidad de recibir atención médica inmediata y, en su caso, de tratamiento especial

Cuando proceda, se deberá proporcionar información sobre los exámenes clínicos y la vigilancia médica para la detección de efectos crónicos, así como detalles específicos sobre los antídotos (cuando se conozcan) y las contraindicaciones.

MEDIDAS CONTRA INCENDIOS

Se refiere a las medidas que se deberán tomar para combatir el incendio causado por la sustancia química peligrosa o mezcla, o el incendio que se producen en su entorno.

1) Medios de extinción apropiados

Se deberá proporcionar información sobre el tipo adecuado de agentes extintores para combatir el incendio causado por la sustancia química peligrosa o mezcla. Además, se deberán precisar los medios de extinción no recomendados para la extinción del incendio en situaciones específicas en que interviene la sustancia química peligrosa o mezcla. Por ejemplo, evitar medios de alta presión que pudieran causar la formación de una mezcla aire-polvo potencialmente explosiva.

2) Peligros específicos de la sustancia química peligrosa o mezcla

Se deberán mencionar los peligros específicos que puede presentar la sustancia química peligrosa o mezcla, tales como productos peligrosos que se forman cuando arden, por ejemplo:

- a. "Puede producir humos tóxicos de monóxido de carbono en caso de incendio", o
- b. "Puede producir óxidos de azufre y de nitrógeno en caso de combustión".

3) Medidas especiales que deberán seguir los grupos de combate contra incendio

Se deberán indicar todas las precauciones que habrá que tomarse en el combate de incendio. Por ejemplo, "rociar con agua los recipientes para mantenerlos fríos".

MEDIDAS QUE DEBEN TOMARSE EN CASO DE DERRAME O FUGA ACCIDENTAL

1) Precauciones personales, equipo de protección y procedimiento de emergencia

Deberán incluirse las recomendaciones a seguir en caso de derrame o fuga accidental de la sustancia química peligrosa o mezcla, a fin de controlar o reducir al máximo los efectos adversos sobre las personas, tales como:

- 1.1. Utilizar el equipo de protección personal adecuado, para impedir cualquier contaminación de ropa, piel, ojos y otros. De ser necesario referir restricciones o materiales contraindicados. Por ejemplo: Ropa de protección: material adecuado butileno, no adecuado PVC.
- 1.2. Eliminar las fuentes de combustión y proporcionar ventilación suficiente

1.3. Procedimientos de emergencia aplicables, tales como el de evacuación de la zona de riesgo.

2) Precauciones relativas al medio ambiente

Se deberán indicar las medidas destinadas a proteger el medio ambiente, en caso de derrames o fugas accidentales de la sustancia química peligrosa o mezcla, por ejemplo, "mantener alejado del drenaje, aguas superficiales y subterráneas".

3) Métodos y materiales para la contención y limpieza de derrames o fugas

3.1. Recomendaciones de cómo contener o limpiar un derrame o fuga. Entre las medidas de seguridad pueden figurar las siguientes:

3.1.1 Muro de contención que permite retener, en caso de fuga o derrame, un volumen de líquido superior al del recipiente, tuberías o ductos que contiene a la sustancia o mezcla;

3.1.2 Cierre de los ductos de drenaje.

3.1.3 Instalación de un revestimiento para proteger la zona de daños por desbordamientos.

3.2 Procedimientos de limpieza, entre otros:

3.2.1 Técnicas de neutralización.

3.2.2 Técnicas de descontaminación.

3.2.3 Utilización de materiales absorbentes.

3.3 Técnicas de limpieza.

3.4 Utilización del equipo necesario para la contención o la limpieza (incluidos en su caso herramientas y equipos que no generen chispas).

MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS

1. Precauciones que se deben tomar para garantizar un manejo seguro

1.1 Se deberán incluir recomendaciones para:

1.1.1 Manejar de forma segura la sustancia química peligrosa o mezcla.

1.1.2 Evitar el manejo simultáneo, de sustancias químicas peligrosas o mezclas, cuando éstas sean incompatibles.

1.1.3 Considerar los nuevos riesgos que se pudieran generar por la alteración de las propiedades de la sustancia química peligrosa o mezcla, derivadas de las operaciones y condiciones de su manejo, y las contramedidas apropiadas.

1.1.4 Evitar los derrames al ambiente de la sustancia química peligrosa o mezcla.

1.2. Se deberán indicar las recomendaciones sobre higiene en general, por ejemplo:

1.2.1 "Prohibido comer, beber o fumar en las zonas de trabajo";

1.2.2 "Lavarse las manos después de usar las sustancias químicas peligrosas o mezclas";

1.2.3 "Quitarse el equipo de protección personal contaminado antes de entrar en las zonas destinadas al consumo de alimentos

1.2.4 "Mantener los contenedores de sustancias químicas peligrosas o mezclas cerrados".

2. Condiciones de almacenamiento seguro, incluida cualquier incompatibilidad

Se deberán indicar las medidas de seguridad para el almacenamiento de la sustancia química peligrosa o mezcla, de acuerdo con las propiedades físicas y químicas. En su caso, se deberán incluir las recomendaciones con los requisitos de almacenamiento específico y, en particular, sobre

2.1. Cómo evitar:

2.1.1 Atmósferas explosivas

2.1.2 Condiciones corrosivas

2.1.3 Peligros relacionados con la inflamabilidad

2.1.4 Almacenamiento de sustancias químicas peligrosas o mezcla incompatibles

2.1.5 Condiciones de evaporación

2.1.1 Fuentes de ignición (incluidos equipos e instalaciones eléctricas).

2.2 Cómo mantener la integridad de la sustancia química peligrosa o mezcla mediante el empleo de estabilizadores y antioxidantes.

CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

El término "límite(s) de exposición laboral" se refiere a los valores límite de exposición en el ambiente del centro de trabajo y a los índices biológicos de exposición. Además, para el propósito de la HDS "control de exposición" se refiere a las medidas de prevención y protección específicas que se deberán tomar durante el manejo de la sustancia química peligrosas o mezcla para minimizar la exposición de los trabajadores a los agentes químicos del ambiente laboral. En esta sección deberán incluirse las medidas necesarias para minimizar la exposición y los riesgos asociados con los peligros para la salud a la sustancia química peligrosa o mezcla.

Medidas de protección individual, como equipo de protección personal, EPP

Se deberá especificar el equipo de protección personal para minimizar los riesgos para la salud o lesión por exposición a la sustancia química peligrosa o mezcla, como:

1. Protección de los ojos y la cara - especificar el tipo de protección en función de los peligros que presente la sustancia química peligrosa o mezcla y de las posibilidades de contacto: Lentes de seguridad, careta.
 2. Protección de la piel - especificar el equipo de protección en función de los peligros que presente la sustancia química peligrosa o mezcla y de las posibilidades de contacto: bata de algodón, guantes de nitrilo, guantes para ácidos.
 3. Protección de las vías respiratorias - especificar la protección en función de los peligros y la exposición potencial, incluyendo los equipos respiratorios y sus elementos: mascarilla con filtros para ácidos y solventes
 4. Peligros térmicos - cuando sea necesario un equipo de protección contra las sustancias químicas peligrosas o mezclas que presenten un peligro térmico.³
- Pueden existir requisitos especiales de equipo de protección personal para impedir la exposición de la piel, ojos o pulmones, en caso de ser relevante, deberá indicarse claramente. Por ejemplo, "guantes de PVC" o "guantes de hule nitrilo", precisando la protección y características que ofrece el material del que están fabricados.

Apéndice A

Capacitación y adiestramiento

La capacitación y adiestramiento se deberá proporcionar a todos los trabajadores involucrados (Jefe de laboratorio, laboratoristas y auxiliar de laboratorio) en el manejo de sustancias químicas peligrosas y mezclas y a aquellos trabajadores que tenga algún tipo de actuación en caso de emergencia por lo menos una vez al año.

La capacitación y adiestramiento que se proporcione a todos los trabajadores involucrados en el manejo de sustancias químicas peligrosas y mezclas, deberá considerar al menos, los temas siguientes:

- a) Las 16 secciones de la hoja de datos de seguridad.
- b) Los elementos de la señalización.

Mantener el registro o evidencia de la capacitación proporcionada a los trabajadores involucrados en el manejo de sustancias químicas y mezclas, así como a los integrantes de la comisión de seguridad e higiene.

Los elementos que deberá integrar la señalización

- a) El nombre de la sustancia química peligrosa y mezcla
 - b) La palabra de advertencia conforme a lo determinado en el Apéndice A.
- Cuando se utilice la palabra "Peligro", no deberá aparecer la palabra "Atención";

- c) Los pictogramas o símbolos que apliquen, de acuerdo con la categoría de sus peligros físicos y para la salud, de la sustancia química peligrosa y mezcla, de conformidad con lo que señala el Apéndice B. En los casos en que el peligro no tiene asociado un símbolo, solamente se colocarán las palabras de advertencia y la indicación de peligro; en ningún otro caso deberá haber pictogramas sin símbolo, y
- d) El Código de identificación de peligro H y su indicación de peligro físico y para la salud, con base en lo dispuesto en el Apéndice C, Tabla C1 y Tabla C2, de la presente

Apéndice B

Elementos de comunicación de peligros físicos y para la salud

1. Se deberán incluir en la señalización y en la hoja de datos de seguridad los elementos de la comunicación por tipo de peligro referenciados a la división o categoría de la clasificación de las sustancias químicas peligrosas o mezclas establecidos en el presente Apéndice.

Los elementos de la comunicación son: el símbolo, la palabra de advertencia y la indicación de peligro.

2. Los elementos para la comunicación se presentan en dos apartados:

- a) Peligros físicos.
- b) Peligros para la salud.

2.1 Peligros físicos

- a) Explosivos.
- b) Gases inflamables y gases químicamente inestables
- c) Aerosoles.
- d) Gases comburentes.
- e) Gases a presión.
- f) Líquidos inflamables.
- g) Sólidos inflamables.
- h) Sustancias y mezclas que reaccionan espontáneamente, autorreactivas.
- i) Líquidos pirofóricos.
- j) Sólidos pirofóricos.
- k) Sustancias y mezclas que experimentan calentamiento espontáneo.
- l) Sustancias y mezclas que en contacto con el agua, desprenden gases inflamables.
- n) Sólidos comburentes.
- o) Peróxidos orgánicos.
- p) Sustancias y mezclas corrosivas para los metales.

2.2 Peligro para la Salud

- a) Toxicidad aguda.
- b) Corrosión/irritación cutáneas.
- c) Lesiones oculares graves/irritación ocular.

2.3 Indicación de peligro

- a) Provoca lesiones oculares graves Provoca irritación ocular grave Provoca irritación ocular
- d) Sensibilización respiratoria y cutánea.
- e) Mutagenicidad en células germinales.
- f) Carcinogenicidad.
- g) Toxicidad para la reproducción.
- h) Toxicidad específica de órganos blanco (exposición única).
- i) Toxicidad específica de órganos blanco (exposiciones repetidas).
- j) Peligro por aspiración.

3. La señalización y hojas de datos de seguridad, deberán incluir la clasificación de las sustancias químicas peligrosas o mezclas, conforme a los criterios establecidos en la Norma Mexicana NMXR-019-SCFI-2010, Sistema armonizado de clasificación y comunicación de peligros de los productos químicos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de junio de 2011, o las que la sustituyan, o de cualquier versión posterior o equivalente a la tercera edición revisada 2009, del Libro Púrpura de la Organización de las Naciones Unidas, del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos, GHS, por sus siglas en inglés.

Apéndice C
Pictograma de peligros físicos y para la salud

1. Se deberá incluir en la señalización y hojas de datos de seguridad los tipos de pictogramas que correspondan a los peligros físicos y para la salud de las sustancias químicas peligrosas o mezclas establecidos en el presente Apéndice.
2. Los elementos del Pictograma de la **Tabla B.1**, estarán constituidos por:
 - a) Símbolos
 - b) Descripción.

Símbolos y su descripción

Llama	Llama sobre círculo	Bomba explotando
		
Corrosión	Botella de gas	Calavera y tibias cruzadas
		
Signo de exclamación	Medio ambiente	Peligro para la salud
		

3. Los pictogramas utilizados para identificar los peligros de las sustancias químicas peligrosas o mezclas, deberán cumplir con las características siguientes:
 - a) Tener forma de rombo con borde color rojo, apoyado en un vértice. El borde rojo podrá ser sustituido por borde negro, cuando la señalización sea usada de manera interna en el centro de trabajo, y
 - b) Contener el símbolo en color negro con fondo de color blanco.

Pictograma de Peligros Físicos y para la Salud

Pictogramas de Peligros Físicos		
 <p>Gases comburentes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Líquidos comburentes • Sólidos comburentes 	 <p>Gases Inflamables</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aerosoles • Líquidos inflamables • Sólidos inflamables • Sustancias y mezclas que Reaccionan espontáneamente • Líquidos pirofóricos • Sólidos pirofóricos • Sustancias y mezclas que Experimentan calentamiento espontáneo • Sustancias y mezclas que en contacto con el agua, desprenden gases inflamables • Peróxidos orgánicos 	 <p>Explosivos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sustancias y mezclas que Reaccionan espontáneamente • Peróxidos orgánicos
 <p>Gases a presión (comprimido, licuado, licuado refrigerado y disuelto)</p>	 <p>Sustancias y mezclas corrosivas para los metales</p>	

Pictogramas de Peligros para la Salud		
 <p>Toxicidad aguda por ingestión.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Toxicidad aguda por vía cutánea. • Toxicidad aguda por inhalación, 	 <p>Corrosión/Irritación cutáneas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lesiones oculares Graves /Irritación ocular. 	 <p>Sensibilización respiratoria</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mutagenicidad en células Germinales. • Carcinogenicidad. • Toxicidad para la reproducción. • Toxicidad sistémica específica de órganos blanco (exposición única) • Toxicidad sistémica específica de órganos blanco. • Peligro por aspiración
 <p>Toxicidad aguda por ingestión.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Toxicidad aguda por vía cutánea. • Toxicidad aguda por inhalación. • Corrosión/Irritación cutáneas. • Lesiones oculares graves/Irritación ocular. • Sensibilización cutánea • Lesiones oculares graves • Toxicidad específica de órganos blanco (exposición única) (categorías 		

Apéndice D

Frases H, para los peligros físicos y para la salud

1. Se deberán asignar las frases H, para los peligros físicos y para la salud de las sustancias químicas peligrosas y mezclas, conforme a lo dispuesto en la **Tabla C.1**. La clave alfanumérica consistirá en una letra y tres números:

a) La letra "H" (por "indicación de peligro") (del inglés "hazard statement");

b) El primer dígito designa el tipo de peligro al que se asigna la indicación, la cual puede ser:

"2" en el caso de los peligros físicos, y

"3" en el caso de los peligros para la salud;

c) Los dos siguientes números corresponden a la numeración consecutiva de los peligros según las propiedades intrínsecas de la sustancia química peligrosa y mezcla, tales como:

i. La explosividad (códigos 200 a 210), y

ii. La inflamabilidad (códigos 220 a 230), etc.

Por ejemplo del código de la frase H: **H200 Explosivo inestable**

2. La señalización y las hojas de datos de seguridad de las sustancias químicas peligrosas manejadas en los centro de trabajo, deberán incluir en los peligros físicos los códigos de las frases H, las indicaciones de los peligros físicos, la clase de peligro y las categorías de peligro, de acuerdo con lo que establece la Tabla C.1.

3. La señalización y las hojas de datos de seguridad de las sustancias químicas peligrosas manejadas en los centros de trabajo, deberán incluir en los peligros para la salud los códigos de las frases H, las indicaciones de los peligros físicos, la clase de peligro y las categorías de peligro, de conformidad con lo previsto en la Tabla C.2 siguiente:

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente. 1996. Delma. México.
- 2) NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permitidos de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- 3) NOM-002-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permitidos de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillada urbano municipal.
- 4) NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
- 5) NOM-003-ECOL-1997, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público
- 6) Álvarez Chávez C., Arce Corrales M. , Parra Vergara M . Manual de manejo de residuos peligrosos químicos para la Universidad de Sonora. 2003.
- 7) Reglamento para el Manejo, Tratamiento y Minimización de Residuos Generados en la Facultad de Química de la UNAM julio-agosto2007
- 8) Tratamiento y eliminación de residuos químicos en el trabajo diario del laboratorio <http://www.oc-praktikum.de> (consultado 5-08-2016)

VALIDACIÓN Y AGRADECIMIENTOS:

El presente manual fue validado por los laboratoristas de los planteles del Colegio de Bachilleres en reunión plenaria el día 5 de agosto de 2016
La Dirección Académica agradece a la **Q.B.P. María Norma Leticia Varela Cervantes** la elaboración del mismo.