



**UNODC**

Oficina de las Naciones Unidas  
contra la Droga y el Delito



# Directrices para el manejo y eliminación seguros de los productos químicos utilizados en la fabricación ilícita de drogas



Organization of  
American States



Inter-American Drug Abuse  
Control Commission



**Directrices para**

**El manejo y la eliminación seguros**  
**de los productos químicos utilizados**  
**en la fabricación ilícita de drogas**

**(Texto revisado y actualizado)**



**NACIONES UNIDAS**  
**Nueva York, 2012**

Algunos de los métodos para la manipulación y eliminación de los productos químicos utilizados en la fabricación de drogas ilícitas que se describen en estas *Directrices* pueden causar degradación ambiental. Se incluyen por motivos de sentido práctico, haciendo notar que los productos químicos se encuentran a menudo en circunstancias muy difíciles, en las cuales, según las condiciones particulares de cada caso, el método de eliminación presentado puede ser la única alternativa y, por lo tanto, la mejor solución en un momento determinado. La inclusión de métodos en estas *Directrices* no debe interpretarse como una aprobación de la seguridad ambiental de los mismos por parte del Laboratorio y la Sección Científica de la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito, las Naciones Unidas, o la Comisión Interamericana para el Control del Abuso de Drogas, la Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos o la Organización de los Estados Americanos, ni como una recomendación por parte de ninguno de ellos ni de ninguno de sus respectivos funcionarios de que se pasen por alto o se violen las convenciones, tratados, leyes o reglamentos vigentes sobre la protección del medio ambiente.

La utilización de varios de los métodos que se incluyen en estas *Directrices* requiere la presencia de personal adecuadamente capacitado. El Laboratorio y la Sección Científica de la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito, las Naciones Unidas y la Comisión Interamericana para el Control del Abuso de Drogas, la Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, la Organización de los Estados Americanos y su respectivo personal no se hacen responsables por ningún daño a la propiedad o lesión a las personas a consecuencia de haber seguido las pautas establecidas en estas *Directrices*.

ST/NAR/36/Rev.1

© Naciones Unidas, febrero de 2012. Todos los derechos reservados.

Esta publicación no ha sido oficialmente editada.

Producción de la publicación: Sección de Servicios en Inglés, Publicaciones y Biblioteca, Oficina de las Naciones Unidas en Viena.

## Antecedentes y agradecimientos

Las primeras *Directrices para el manejo y eliminación seguros de los productos químicos utilizados en la fabricación ilícita de drogas* (STNAR/36) de la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC) se publicaron en 2006 y fueron la culminación de una reunión del Grupo de Expertos sobre métodos de destrucción y/o eliminación de productos químicos sin riesgo para el medio ambiente, organizada en colaboración con la Oficina de Acuerdos Multilaterales sobre el Medio Ambiente, de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), y celebrada en Viena, Austria, del 6 al 8 de septiembre de 2005. La versión de las *Directrices* en español fue posible gracias a la Comisión Interamericana para el Control del Abuso de Drogas (CICAD), de la Organización de los Estados Americanos (OEA).

En la trigésimo tercera reunión de los Jefes de los organismos nacionales encargados de combatir el tráfico ilícito de drogas (HONLEA), Asia y el Pacífico, en Bali, Indonesia, en 2010, los Estados Miembros observaron el aumento significativo de precursores químicos descubiertos a nivel regional y expresaron su preocupación por las dificultades que enfrentan cuando se trata de almacenar y eliminar precursores sin riesgos ni perjuicios para el medio ambiente. Del 20 al 22 de septiembre de 2010 se celebró en Bangkok, Tailandia, una Reunión del Grupo de Expertos sobre la eliminación sin riesgos y ambientalmente responsable de los productos químicos utilizados en la fabricación ilícita de drogas. Los expertos examinaron las directrices vigentes de la UNODC en cuanto a su aplicabilidad a las tendencias emergentes en la fabricación de drogas a nivel regional.

Las presentes *Directrices* reflejan las deliberaciones de los expertos y la elaboración de métodos prácticos para el manejo y eliminación sin riesgos de los productos químicos incautados en situaciones en las que puede no disponerse de una infraestructura para la eliminación de desechos.

El Laboratorio y la Sección Científica de la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (LSS/UNODC), bajo la dirección del Doctor Justice Tetey, desean expresar su agradecimiento a los siguientes expertos que participaron en la reunión del grupo de expertos en Bangkok, Tailandia, por su contribución a la revisión de las *Directrices*:

**Señor Craig Mann**, Jefe de Equipo, Especialista en Respuesta, Estimulantes de tipo anfetamínico, Policía Federal Australiana; **Doctor Chan Kee Bian**, Jefe

de la Sección de Narcóticos, Departamento de Química, Malasia; **Doctor Nathan Green**, Químico Forense, Policía Federal Australiana; **Doctor Patrick Choi**, Asesor Técnico Principal, Departamento de Medio Ambiente, Cambio Climático y Recursos Hídricos (NSW) Australia; **Doctora Barbara Remberg**, Asesora Técnica Principal, Sección de Control de Precursores, Junta Internacional de Fiscalización de Estupefacientes, Austria; **Doctor Daniel Rothenfluh**, Director Adjunto, Departamento de Medio Ambiente, Agua, Patrimonio y las Artes, Australia; **Señor Wong Hoy Yen**, Consultor/Farmacéutico, Malasia; **Doctor Hoang Manh Hung**, Oficial Principal, Instituto de Ciencias Forenses, Vietnam; **Señor Paul Newell**, Oficial Principal para el Medio Ambiente, Departamento de Medio Ambiente y Conservación (WA), Australia; **Señor Héctor Bernal Contreras**, Coordinador Grupo Internacional-Químico, Dirección Nacional de Estupefacientes, Colombia; **Señor Peter Vallely**, Investigador Especial, Químico Forense, Comisión Australiana contra el Crimen, Australia; y **Señora Marjorie Ungson Villanueva**, Química IV, Agencia Nacional de Control de Drogas, Filipinas.

Nuestro especial agradecimiento a la señora Pamela Smith (Consultora/Química Forense, Ex Administración de Control de Drogas de los Estados Unidos), quien escribió el documento de antecedentes que se utilizó para el debate en la reunión mencionada con anterioridad y finalizó la versión revisada de las *Directrices*, así como al Centro Regional de la UNODC para Asia Oriental y el Pacífico (bajo la dirección del Señor Gary Lewis) por proporcionar los fondos necesarios para el proceso de revisión.

LSS/UNODC también desean expresar su agradecimiento a los siguientes expertos que contribuyeron en la elaboración y producción de las primeras *Directrices*; Señor Mark Colhoun, Doctor Rainer Dahlenburg, Señora Mary E. Greene, Señor Ziggy Malyniwsky, Señor Pabalala Meshack Mthembi, Señor Teodor Ognean, Señora Lilia S. Osorio Bryson, Doctor Anil K. Saxena, Señor Wayne K. Jeffery, Señor Jorge L. Acevedo-Gierbolini y Doctor Howard Stead.

Por la revisión final de las presentes *Directrices* en español, LSS/UNODC desean expresar su gratitud al Máster Marvin Salas Zúñiga, Jefe del Departamento de Ciencias Forenses, y el Máster Mauricio Chacón Hernández, Experto Ambiental Forense, Departamento de Ciencias Forenses, Organismo de Investigación Judicial de Costa Rica.

## Índice

	<i>Página</i>
Antecedentes y agradecimientos .....	iii
Introducción .....	1
1. MÉTODOS DE ELIMINACIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS QUÍMICOS .....	5
1.1 Métodos de eliminación de desechos químicos .....	7
1.2 Métodos de tratamiento de desechos químicos.....	11
2. DETALLES ESPECÍFICOS PARA LA ELIMINACIÓN PRÁCTICA DE PRODUCTOS QUÍMICOS .....	13
2.1 Fosas .....	13
2.2 Quema al aire libre.....	18
2.3 Neutralización .....	21
2.4 Incineración a alta temperatura utilizando las plantas industriales existentes .....	24
2.5 Inmovilización de desechos .....	25
2.6 Eliminación de envases.....	27
2.7 Eliminación de sustancias controladas y sus precursores.....	27
3. ELIMINACIÓN SIN RIESGOS DE PRODUCTOS QUÍMICOS DESCONOCIDOS/NO CLASIFICADOS .....	29
4. DETALLES PRÁCTICOS PARA LA NEUTRALIZACIÓN Y EL TRATAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS .....	31
4.1 Ácidos .....	33
4.2 Bases .....	33
4.3 Disolventes orgánicos (por ejemplo, etanol).....	34
4.4 Éteres.....	34
4.5 Haluros de ácidos orgánicos (por ejemplo, cloruro de acetilo) ..	35
4.6 Aldehídos (por ejemplo, benzaldehído) y compuestos halógenos orgánicos (por ejemplo, cloruro de bencilo).....	35
4.7 Aminas alifáticas (por ejemplo, metilamina).....	36

	<i>Página</i>
4.8 Sales inorgánicas (por ejemplo, cloruro de aluminio) . . . . .	36
4.9 Agentes oxidantes (por ejemplo, permanganato de potasio, peróxido de hidrógeno, dicromato sódico) . . . . .	36
4.10 Cianuro (por ejemplo, cianuro de sodio). . . . .	37
4.11 Hidruros (por ejemplo, hidruro de litio y aluminio). . . . .	39
4.12 Amidas orgánicas (por ejemplo, formamida) . . . . .	39
4.13 Compuestos no metálicos (por ejemplo, tricloruro de fósforo) . . . . .	39
4.14 Productos químicos sólidos no peligrosos. . . . .	40
4.15 Fósforo (amarillo y rojo) . . . . .	40
4.16 Metales alcalis. . . . .	41
4.17 Otros metales. . . . .	41
4.18 Soluciones acuosas de disolventes orgánicos inflamables miscibles en agua (por ejemplo, soluciones de menos del 18% de acetona, etanol, metanol y otros disolventes solubles en agua y miscibles en agua). . . . .	42
4.19 Yodo. . . . .	42
4.20 Gases y gases comprimidos/licuados. . . . .	42
4.21 Material radiactivo (por ejemplo, nitrato de torio). . . . .	42
4.22 Cloruro de tionilo . . . . .	43
4.23 Hipoclorito sódico. . . . .	43
5. SEGURIDAD EN EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS. . . . .	45
5.1 Manejo sin riesgos de los productos químicos incautados. . . . .	45
5.2 Almacenamiento sin riesgos de productos químicos incautados . . . . .	47
5.3 Manejo de derrames de productos químicos. . . . .	48
6. POSIBLES RECURSOS DENTRO DEL PAÍS . . . . .	53
7. LA FUNCIÓN DEL ESPECIALISTA. . . . .	55
8. RESUMEN DE LAS REPERCUSIONES LEGALES . . . . .	57
REFERENCIAS . . . . .	61
GLOSARIO . . . . .	65
 <i>Anexos</i>	
I. PRODUCTOS QUÍMICOS UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN ILÍCITA DE DROGAS Y SUS MÉTODOS DE ELIMINACIÓN . . . . .	69
II. PRUEBAS QUÍMICAS A REALIZAR EN MATERIAS SÓLIDAS Y LÍQUIDAS DESCONOCIDAS/NO ETIQUETADAS . . . . .	77



	<i>Página</i>
III. ÍNDICES DE SALUD, INFLAMABILIDAD, REACTIVIDAD Y PELIGROSIDAD .....	83
IV. PROPIEDADES FÍSICAS .....	91
V. PROPIEDADES DE LOS ÁCIDOS Y LAS BASES QUE SE ENCUENTRAN NORMALMENTE .....	97
VI. EQUIPO Y MATERIALES NECESARIOS PARA LAS ACTIVIDADES DE ELIMINACIÓN .....	99
VII. PROCEDIMIENTOS MÍNIMOS DE SALUD Y SEGURIDAD, INCLUYENDO EL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL ...	101
VIII. DIRECTRICES GENERALES PARA LAS OPERACIONES <i>IN SITU</i> .....	103
ESCENARIOS MODELO .....	111



## Introducción

El manejo, el almacenamiento y la eliminación sin riesgo de los productos químicos incautados y desechos encontrados en laboratorios clandestinos de drogas presentan problemas de especial naturaleza para las autoridades encargadas del cumplimiento de la ley y las autoridades reguladoras.

Por lo general, los productos químicos utilizados por los operarios de laboratorios clandestinos en la producción de drogas ilícitas se han desviado del comercio legítimo y pueden encontrarse en cualquier etapa de la cadena de distribución lícita o en el lugar del laboratorio clandestino. El lugar donde realmente se incautan los productos químicos, junto con sus características, cantidad y estado, serán factores determinantes con respecto al modo como se manejarán. Las leyes y normas nacionales sobre el control de drogas deben prever la recolección, el procesamiento y la eliminación rápidos y eficientes, de modo que se reduzcan al mínimo o se eliminen los posibles problemas provenientes del manejo y almacenamiento a largo plazo, tales como la seguridad personal y pública, y la posibilidad de su desvío y posterior reintroducción para su uso en la fabricación ilícita de drogas. Los métodos de eliminación incluyen la neutralización *in situ* de los productos químicos, la donación o venta a instituciones predeterminadas que los necesiten, de acuerdo a lo que permitan las leyes y normas locales, o su devolución a la cadena comercial de distribución “lícita”. Estas *Directrices* plantean distintos métodos para abordar estos problemas en distintas circunstancias y situaciones.

La eliminación de grandes cantidades de drogas incautadas plantea preocupaciones con relación al medio ambiente similares a la eliminación de los productos químicos incautados. Siempre que las drogas no se necesiten como prueba para un proceso judicial, o si el proceso está terminado, los métodos para la eliminación descritos en este documento se aplican, por consiguiente, tanto a las drogas como a los precursores químicos. Debe observarse, sin embargo, que para evitar el desequilibrio entre la oferta y la demanda legítimas, la eliminación de estupefacientes y sustancias psicotrópicas incautadas mediante el reprocesamiento y la reutilización (reciclaje) está regida por las convenciones internacionales en materia de drogas. Por lo tanto, si se considera la posibilidad de reprocesar las drogas ilícitas, es necesario seguir las normas establecidas en las convenciones. Cuando se eliminan drogas ilícitas, guiándose por la necesidad de que el proceso sea lo más amigable posible con el medio ambiente, la opción preferida es la incineración.

## *Antecedentes y aplicación de las Directrices*

El problema de la eliminación y los temas afines se han examinado en muchas reuniones de la Comisión de Estupefacientes de las Naciones Unidas durante los dos últimos decenios. En 1989 y 1990, un grupo de expertos de Naciones Unidas discutió el tema de la destrucción de estupefacientes, sustancias psicotrópicas y productos químicos incautados previo al juicio. Estas *Directrices* toman en cuenta algunas de las recomendaciones formuladas en dichas reuniones de grupos de expertos y con base en ellas describe métodos y enfoques para la eliminación de diversos productos químicos. El objetivo de este documento es servir de guía de referencia de uso para aquellos que participan en el manejo, transporte, almacenamiento y eliminación sin riesgos de los productos químicos incautados que podrían utilizarse en la fabricación ilícita de drogas. Al mismo tiempo, las *Directrices* ofrecen una recopilación de métodos disponibles para la eliminación de todos los productos químicos más importantes utilizados en la fabricación ilícita de cocaína, heroína, anfetamina, metanfetamina, sustancias de tipo éxtasis (por ejemplo, MDMA/MDA) y metacualona. Estas *Directrices* ponen énfasis en los métodos para la eliminación de grandes cantidades de productos químicos incautados, normalmente en el terreno, y, por consiguiente, no incluyen todos los “métodos de laboratorio” sobre los que se informa en la edición anterior. Cabe mencionar, no obstante, que cuando se trata de productos químicos para los cuales no se han elaborado métodos de eliminación, estos “métodos de laboratorio” proporcionan una buena base para el diseño de soluciones de eliminación.

Los métodos y enfoques contenidos en estas *Directrices* pueden tener que adaptarse a las situaciones o circunstancias específicas de cada país en particular. Por lo tanto, estas *Directrices* ofrecen un esbozo de la función que desempeña el especialista en eliminación de productos químicos y de los contenidos que se sugieren para un curso de capacitación con el objetivo de ayudar a la introducción a nivel nacional de los conocimientos técnicos apropiados en la gestión de productos químicos incautados y otros materiales relacionados con laboratorios ilícitos de producción de drogas.

A fin de ayudar en la integración de la eliminación de productos químicos, como parte de una estrategia más amplia de planes/estrategias/sistemas nacionales de eliminación de desechos, estas *Directrices* también ofrecen pautas para la identificación de posibles recursos dentro del país. También incluyen un resumen de las repercusiones legales que deben tenerse en cuenta con respecto a las actividades de eliminación, y que deben ser abordadas en las correspondientes leyes nacionales de control de drogas.

Por último, además de esbozar los principales tipos de eliminación y tratamiento de residuos químicos, estas *Directrices* también incluyen una recopilación exhaustiva de métodos específicos de eliminación y tratamiento para determinados productos químicos en particular. Algunos de los métodos que se describen en el presente documento han sido probados en sitios diferentes de los laboratorios (tales como

lugares remotos o medios selváticos), mientras que no ha sido así con los otros. Se reconoce que algunos métodos específicos de eliminación y tratamiento examinados en este documento necesitan ser estudiados más a fondo.

Los gobiernos, la industria y las organizaciones regionales e internacionales deben tratar en todo momento de mejorar la respuesta a los problemas de eliminación mediante el desarrollo y la aplicación de tecnologías de eliminación más prácticas, seguras y eficaces en función de los costos.

Se espera que los gobiernos deseen tomar las medidas necesarias para desarrollar e implementar prácticas seguras para la eliminación de productos químicos, basadas en estas *Directrices* y adaptadas a las circunstancias internas. Cualesquiera que sean las circunstancias particulares, será fundamental introducir o fortalecer los planes o políticas específicas para la eliminación de productos químicos utilizados en la fabricación de drogas ilícitas, en el marco de la infraestructura nacional para la eliminación de desechos. Además, para responder mejor a la necesidad de eliminación de productos químicos, se debe también incluir la introducción o el fortalecimiento de los mecanismos de intercambio de información en el ámbito nacional e internacional, y examinar opciones sobre cómo obtener los recursos técnicos y financieros necesarios.

En este contexto, cualquier conjunto de directrices en este campo altamente complejo debe tratarse como un trabajo en curso, el cual solamente puede proseguirse con éxito si los conocimientos universales de los que disponemos se reúnen estratégicamente. Esperamos que los usuarios de estas *Directrices* intercambien sus experiencias con respecto al uso de los métodos de eliminación y envíen cualquier otro comentario sobre las mismas a la siguiente dirección:

Laboratorio y Sección Científica  
Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito  
Centro Internacional de Viena, VIC  
P.O. Box 500  
1400 Viena, Austria  
Fax: (+43-1) 26060-5967  
Correo electrónico: lab@unodc.org



# 1. Métodos de eliminación y tratamiento de residuos químicos

A fin de abordar la amplitud de circunstancias bajo las cuales la fabricación de drogas ilícitas tiene lugar, es necesario estudiar una variedad de métodos de eliminación. Estos métodos varían, y van desde el reciclaje a la eliminación en el lugar de incautación, como por ejemplo en un laboratorio clandestino. Los métodos de eliminación que se examinan a continuación pueden requerir la neutralización u otro tipo de tratamiento previo a la eliminación. Por lo tanto, se examinan varios tipos de tratamiento.

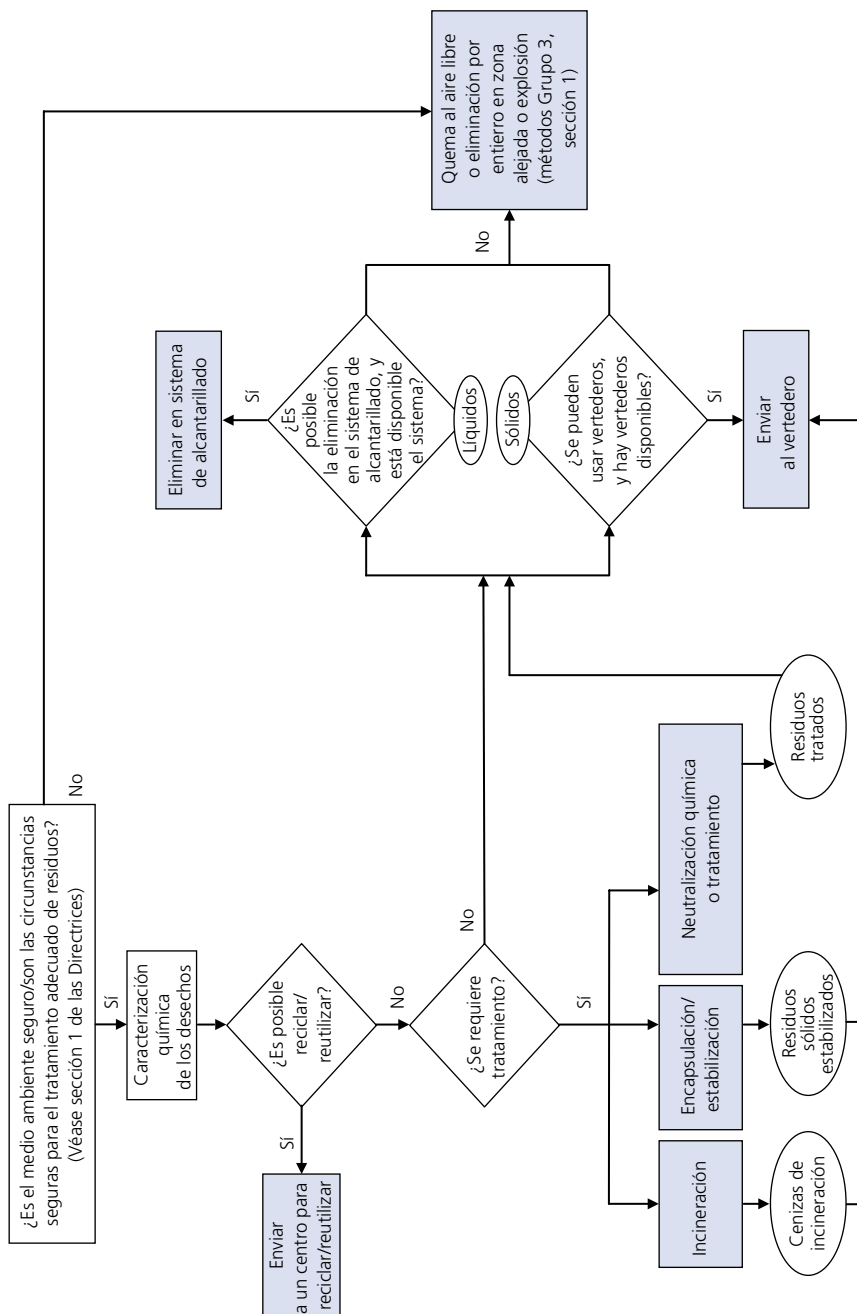
Teniendo en cuenta las distintas circunstancias (o escenarios) en los cuales la eliminación de productos químicos puede tener que efectuarse en todo el mundo, los métodos y enfoques disponibles se pueden clasificar en tres grupos generales:

*Grupo 1:* Éstos son los métodos y enfoques más deseables (es decir, los de menor riesgo desde el punto de vista ambiental). Por regla general, es necesario disponer de una infraestructura de gestión ambiental y/o estar cerca de los centros urbanos. Algunos de estos métodos son los siguientes:

- Reciclaje/reutilización de los productos químicos;
- Mezcla de combustibles (mezcla de residuos para su valoración energética);
- Incineración y eliminación en rellenos sanitarios especialmente diseñados (revestidos) para las cenizas de la incineración;
- Eliminación en rellenos sanitarios de los desechos químicos estabilizados o desechos no peligrosos, y
- Eliminación en el sistema de alcantarillado de productos químicos neutralizados, no tóxicos.

Un organismo gubernamental que necesite eliminar sustancias químicas puede también contratar servicios de limpieza completa (por ejemplo, procesos de identificación química, manejo, transporte, tratamiento y eliminación sin riesgos), como una solución global, a una firma comercial especializada, tal como una compañía de tratamiento de desechos químicos. Esta compañía puede o no usar los mismos métodos que se han enumerado anteriormente, pero desde el punto de vista del organismo

Figura 1. Organigrama para decidir la opción de eliminación





gubernamental, todas las decisiones relacionadas con la gestión pasan a ser responsabilidad de la compañía.

*Grupo 2:* El segundo escenario supone un medio ambiente seguro pero sin una infraestructura de gestión ambiental. Los métodos y enfoques en este grupo pueden variar dependiendo de las circunstancias exactas del caso. Pueden ser similares (o los mismos) que los métodos en el Grupo 1, o pueden acercarse más a aquellos del Grupo 3, presentados a continuación. En general, se llevan a cabo bajo circunstancias de recursos limitados y requieren el respaldo/dirección de un científico o la capacitación adecuada de los funcionarios encargados del cumplimiento de la ley, para ayudar a que se sigan las directrices establecidas en este documento.

*Grupo 3:* El tercer escenario es un lugar remoto y poco seguro, que requiere soluciones *in situ*, tales como los laboratorios que se encuentran en las zonas selváticas de América del Sur y de Asia. En este escenario, se establece un equilibrio entre la salud y la seguridad de los funcionarios de las fuerzas de seguridad, las preocupaciones ambientales y el objetivo principal de interrumpir la fabricación clandestina. Los métodos que se discuten aquí se utilizan cuando no puede garantizarse la seguridad del personal, por períodos de tiempo necesarios para emplear otros métodos, o cuando el transporte de los productos químicos a otro lugar no es factible. Ellos incluyen: quema al aire libre, rellenos sanitarios, entierros en zonas muy remotas y explosión.

Es evidente que el método más seguro (Grupo 1) puede aplicarse solamente a medios urbanos, por ejemplo, a cargamentos de productos químicos detenidos en puertos comerciales. El método menos seguro desde el punto de vista ambiental (Grupo 3) podría ser la única opción práctica en lugares montañosos o selváticos muy distantes.

El organigrama de la figura 1 resume y ayuda en la determinación de opciones para el tratamiento y la eliminación de los residuos bajo las distintas circunstancias y condiciones existentes.

## 1.1 Métodos de eliminación de desechos químicos

### *Compañías de tratamiento de desechos químicos*

El término “compañías de tratamiento de desechos químicos” se refiere a operaciones completas. La compañía acude al lugar y se encarga de todos los aspectos de la eliminación y limpieza del sitio. Por consiguiente, mientras que los métodos de eliminación reales pueden ser los mismos que los que se describen abajo (incineración, etc.), todo el proceso de envasado, almacenamiento, transporte, tratamiento y eliminación final es responsabilidad de la compañía. Este proceso es rápido y por lo general más seguro. Los costos pueden ser muy elevados. Los operadores de estas compañías deben someterse a inspecciones constantes a fin de garantizar que no se

produce un desvío. Estos servicios normalmente no están disponibles fuera del perímetro urbano.

### *Reciclaje/reutilización*

Reciclaje/reutilización se refiere a la reutilización de envases sellados de fábrica y etiquetados que no han sido utilizados. Por ejemplo:

- Ponerse en contacto con el proveedor e intentar devolver el pedido;
- Donación a una escuela, universidad u hospital;
- Venta a una industria legítima;
- Mezcla de combustibles para su valoración energética.

Sin embargo, estos métodos pueden no ser viables en zonas lejanas debido a problemas de transporte. Posibles fuentes de la industria incluyen:

caucho	industria agrícola	plantas de fertilizantes
cerámica	industria farmacéutica	plantas generadoras de vapor
colorantes	jabón	
construcción	municiones	plásticos
cosmética	perfume	pulpa y papel
fábricas de ladrillos	petróleo	refrigeración
fundición de metales	pintura	vidrio
imprensa	plantas de cemento	

Deben tomarse medidas a efectos de evitar el desvío al mercado ilícito.

### *Quema al aire libre*

A los efectos de este documento, la quema al aire libre se refiere a la quema mediante llamas sin controlar en la que los productos de la combustión son emitidos directamente en la atmósfera.

La quema al aire libre es un método de eliminación que sólo debe emplearse en lugares alejados donde los otros sistemas de eliminación son poco prácticos o imposibles. Puede realizarse sin riesgos en un bidón de metal de 200 litros. Cuando ello no es posible, pueden utilizarse fosas o zanjas abiertas (véase la sección 2.1.1, *Construcción segura de fosas y zanjas para la quema o encapsulación*). Las fosas o zanjas son espacios abiertos cavados en la tierra, hasta zonas de arcilla, de ser

posible, de manera que la tierra no absorba los líquidos. Estos líquidos se vierten entonces en la fosa o zanja y se les prende fuego desde una distancia segura por ignición remota. Es necesario asegurarse de que todos los disolventes estén completamente quemados.

Cuando se considera la opción de quema en una fosa o zanja, el sitio elegido y el proceso de quema deben cumplir con determinados requisitos mínimos, tales como:

- Por lo menos a 500 metros de zonas habitadas, líneas eléctricas, zonas forestales y zonas de cultivo/producción de alimentos y de pasto;
- Terreno plano;
- Lejos de vías fluviales;
- Capa freática profunda;
- Superficie dura.

Deben tomarse las siguientes precauciones:

- Restringir el acceso al sitio de la quema;
- Sólo la presencia del personal esencial;
- Establecer el perímetro de seguridad;
- Ubicar a todo el personal en el lugar de la quema del lado que sopla el viento;
- No quemar más del contenido de diez bidones de una vez;
- Si es necesario cavar varias fosas, éstas deberán estar separadas por lo menos 10 metros entre sí.

### *Rellenos sanitarios*

Hay distintos tipos de rellenos sanitarios. Las definiciones y especificaciones varían de acuerdo al tipo de residuo permitido y a las medidas de seguridad vigentes, tanto desde el punto de vista de la seguridad ambiental como ocupacional. Para los fines de este documento, se hace referencia a dos tipos de rellenos sanitarios:

#### *Rellenos sanitarios especialmente diseñados (revestidos)*

Se refiere a un sitio oficial para rellenos sanitarios, con el revestimiento protector adecuado y aprobado para la eliminación de desechos peligrosos, de acuerdo a las normas nacionales pertinentes sobre eliminación de desechos peligrosos. Los rellenos sanitarios revestidos también se utilizan para desechos no peligrosos o municipales, pero tienen requisitos diferentes.

### *Entierro en una zona alejada:*

Si no se dispone de un relleno sanitario revestido, el entierro en una zona alejada puede ser el único método disponible en lugares remotos. Se trata de una fosa o zanja que se cava en la tierra (preparada de la misma manera que para la quema al aire libre; véase la sección 2.1.1). Cuando se usa para el entierro en lugares alejados, se rellena la zanja con tierra después de haber enterrado todos los productos químicos.

### *Descarga en el sistema de alcantarillado (Grupos 1 y 2)*

La eliminación a través del sistema de alcantarillado solamente se considerará para pequeñas cantidades de desechos no peligrosos, tratados y neutralizados.

### *Evaporación*

Este método solamente puede utilizarse con cantidades pequeñas (menos de 4 litros) de solventes orgánicos volátiles, tales como éter, acetona, etc. Además, este método solamente debe utilizarse cuando no se disponga de otras opciones y bajo circunstancias estrictamente controladas (cuando se pueda prevenir la exposición a los gases, cuando no esté presente ninguna fuente de ignición, y las leyes y los reglamentos ambientales permitan dicho tratamiento/método de eliminación).

### *Explosión*

Este método solamente debe utilizarse para la eliminación de productos químicos hallados en laboratorios clandestinos situados en lugares remotos, en donde no es factible transportar los productos químicos y la seguridad de los funcionarios del orden público es incierta. Consiste en poner juntos todos los productos químicos de características similares y prenderles fuego a una distancia segura por ignición remota, utilizando, según corresponda, una cuerda de detonación, detonadores militares o industriales. Si se llega a usar el método de explosión, sólo debe utilizarse para disolventes orgánicos inflamables o mezclas de sólidos o soluciones acuosas diluidas con disolventes con índices de inflamabilidad de 2 o 3 (otros líquidos solos se dispersarán con este método, en lugar de eliminarse; el uso de disolventes con índice de inflamabilidad 4 tampoco es apropiado para este método).

### *Volcar en el mar, en ríos o en otras corrientes de agua*

Este método no debe usarse nunca. Puede causar daños graves al medio ambiente y tener un efecto a largo plazo en el ecosistema acuático.

## **1.2 Métodos de tratamiento de desechos químicos**

El tratamiento de desechos químicos es un paso intermedio hacia la eliminación final. Reduce la cantidad de residuos y/o cambia las propiedades de los productos químicos, volviéndolos, por lo general, menos peligrosos. Sin embargo, todos los métodos de tratamiento requieren que se tomen otras medidas para la eliminación del residuo. Por ejemplo, en el caso de la incineración, las cenizas de la incineración también deben ser eliminadas adecuadamente.

### *Incineración*

Para los fines de este documento, la incineración significa la quema mediante una llama controlada en un lugar cercado, con el resguardo adecuado para facilitar la combustión completa y para prevenir la emisión de sustancias químicas tóxicas al medio ambiente. La incineración produce cenizas que es necesario eliminar en forma adecuada.

### *Tratamiento químico*

Algunos productos químicos requieren un tratamiento previo, antes de poder eliminarse sin riesgos mediante otros métodos de eliminación. Un tratamiento químico común sería la neutralización de ácidos y bases. Otros tratamientos químicos incluyen la oxidación y conversión del producto químico a una forma menos tóxica, como, por ejemplo, el cloruro de acetilo.

### *Encapsulación/estabilización*

La encapsulación se refiere al tratamiento de productos químicos y desechos químicos mediante la conversión de los desechos peligrosos en una masa inerte físicamente estable (estabilización). Estos desechos tratados deben tener muy baja lixiviabilidad, suficiente para permitir su entierro en una zona alejada.

### *Inertización*

Se trata de una variante de la encapsulación que se utiliza para eliminar sustancias controladas y precursores que no son utilizables.



## 2. Detalles específicos para la eliminación práctica de productos químicos

Véase la sección 4 del anexo I para los métodos específicos recomendados para los productos químicos.

### 2.1 Fosas

La excavación no deberá exceder los 2-3 metros de profundidad y debe ser de aproximadamente unos 2 metros cuadrados (12 metros cúbicos). De ser posible, la fosa deberá estar revestida por completo de una capa de arcilla compacta de 30 centímetros o cualquier otro material de baja permeabilidad. Si no se dispone fácilmente de suficientes cantidades de material impermeable, entonces solamente el fondo de la fosa deberá estar revestido, de manera que se reduzca al mínimo la filtración de líquidos en el suelo que se encuentra debajo. La parte superior de la fosa deberá estar ligeramente elevada y adecuadamente inclinada para evitar que las aguas superficiales entren en la fosa. Lo ideal es que la fosa sea construida por personas que tienen conocimientos en construcción a fin de evitar que los lados se derrumben.

La UNODC no promueve la eliminación de productos químicos o desechos en rellenos sanitarios no revestidos, ni en rellenos sanitarios revestidos que solamente están autorizados para desechos no peligrosos o municipales. Este método de eliminación puede ocasionar riesgos a largo plazo para la salud humana y el medio ambiente, y solamente deberá considerarse como una opción de eliminación cuando los productos químicos hayan sido adecuadamente neutralizados o estabilizados.

#### *Construcción segura de zanjas y fosas para la quema o encapsulación*

La excavación de zanjas y/o fosas puede potencialmente representar un riesgo para la seguridad de los trabajadores y el medio ambiente si no se construyen correctamente o se construyen en un lugar inadecuado. En las excavaciones, los derrumbes pueden ocurrir muy rápido y sin aviso, lo que les da muy poco tiempo a los trabajadores para ponerse a salvo.

Para que la excavación sea segura para los trabajadores, deberán utilizarse taludes (paredes laterales anguladas), entibados (tablas de madera horizontales anchas entre

las paredes de la excavación) o puntales. Cuando sea posible, las excavaciones de zanjas o fosas por encima de 1,5 metros (5 pies) de profundidad deberán ser inspeccionadas por un ingeniero adecuadamente calificado. Cuando se emprenda la excavación de una zanja o fosa, deberán tenerse en cuenta dos factores principales:

### *Selección del lugar*

- El lugar seleccionado para la excavación deberá ser idealmente un terreno plano y firme que cuente con suficiente espacio alrededor para establecer una zona de seguridad de 1,5 metros alrededor de la excavación, suelo (material excavado), equipo y otros trabajadores;
- La estabilidad o seguridad de una excavación dependerá del tipo de suelo. Los suelos granulosos, blandos, arenosos, húmedos o mojados no son adecuados para zanjas o fosas y pueden representar un riesgo de desprendimiento para los trabajadores dentro de la excavación.

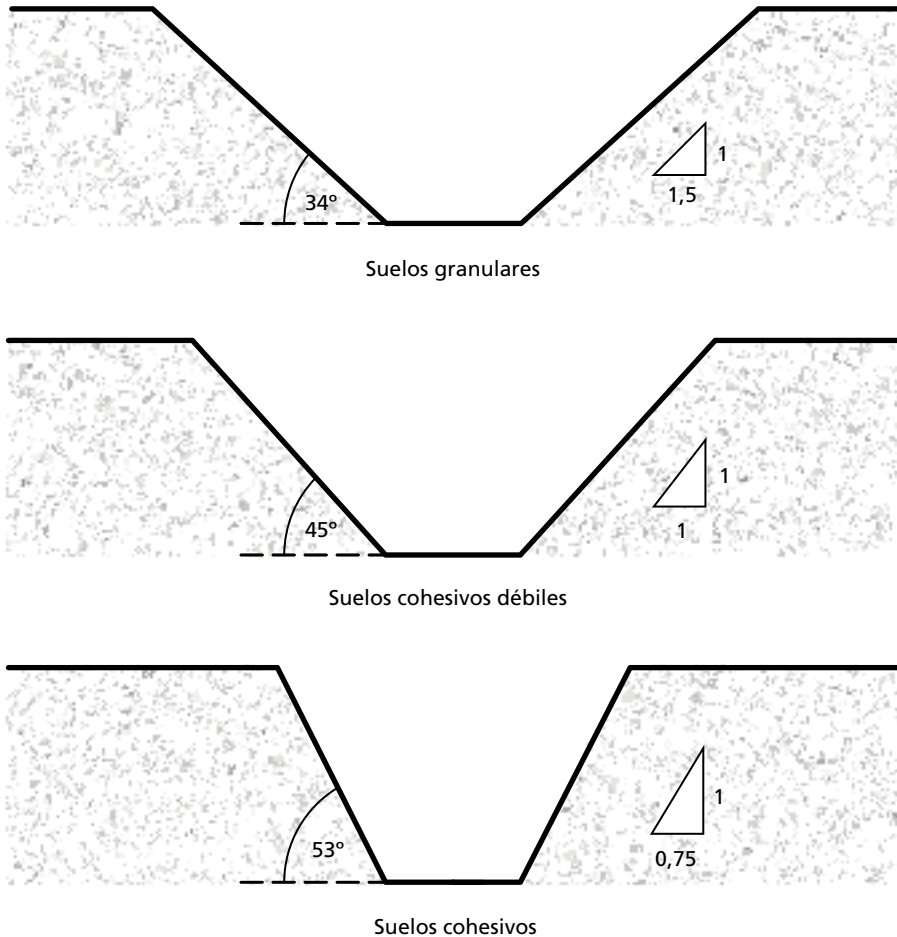
### *Medio ambiente*

- Las zanjas o fosas no deberán excavarse dentro de una distancia de 500 metros de un cuerpo de agua, incluyendo arroyos, ríos, presas o fosas de agua;
- Cuando se planifique una excavación, se recomienda, siempre que sea posible, excavar una zanja/fosa de prueba de no menos de 1,5 metros debajo de la profundidad prevista de la zanja o fosa a fin de determinar si hay aguas subterráneas;
- Durante cualquier excavación, la aparición de humedad o tierra húmeda en la base o paredes puede indicar la presencia de aguas subterráneas. Si se encuentra humedad o tierra húmeda, el lugar no es adecuado para estas opciones de eliminación y deberá identificarse otro lugar o utilizarse un método de eliminación alternativo;
- Deberán construirse canales de desviación para prevenir que el agua de la superficie entre en la excavación, y desviar el agua de la superficie de la zona de excavación.

### *Diseño de una excavación segura*

El uso de taludes o entibados en la excavación tiene por objetivo prevenir desprendimientos o el derrumbe de la zanja o fosa creando una distribución más estable del peso y la fuerza. El ángulo del talud variará dependiendo del tipo de suelo y de su estabilidad, por ejemplo un suelo granuloso o débil requerirá un ángulo de talud de 34° mientras que un suelo más cohesivo puede requerir un ángulo de 45° y un suelo cohesivo más firme puede solamente requerir un ángulo de 53°. La siguiente ilustración muestra ejemplos de ángulos utilizados en distintos tipos de suelo.



**Figura 2. Diseños de excavaciones seguras según los tipos de suelos**

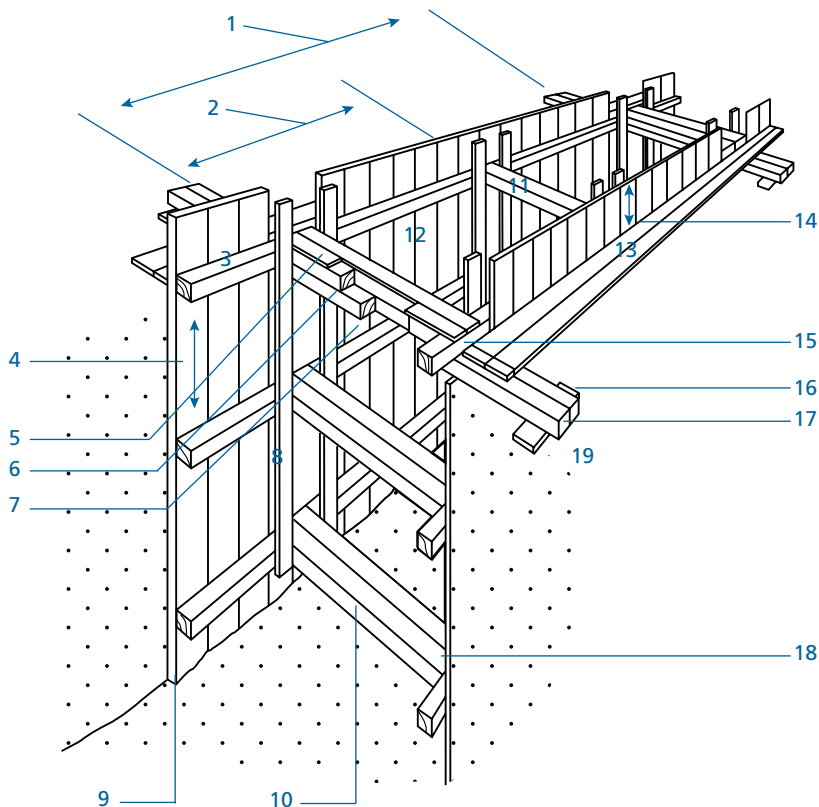
*Fuente:* Comisión Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional, Australia Occidental ([www.worksafe.wa.gov.au](http://www.worksafe.wa.gov.au)).

Se recomienda que para excavaciones de más de 3,0 metros de profundidad, las paredes laterales de la excavación se estabilicen con el uso de tablas anchas de madera horizontales. Ello previene que el material de arriba caiga en el área donde pueden encontrarse los trabajadores. Para excavaciones que exceden los 3,0 metros de profundidad se recomienda que se utilicen tablas de una anchura no inferior a 1,0 metro.

Para excavaciones de más de 3,0 metros de profundidad se recomienda que se utilicen sistemas de apoyo, tales como un sistema de apuntalamiento o de escudos, como se muestra a continuación, en todas las excavaciones en las que los trabajadores deben entrar en la zanja o fosa. Los sistemas de apoyo deben instalarse de

manera que protejan a los trabajadores frente a un posible derrumbe o colapso estructural, o a ser golpeados por elementos del sistema de apoyo. Hay distintos tipos de apuntalamiento o escudos, incluyendo gatos mecánicos y escudos prefabricados para zanjas, sin embargo, en lugares remotos donde este equipo puede no estar disponible, también pueden utilizarse entibados como sistema de apoyo, como muestra la siguiente ilustración. Se recomienda que la profundidad de las excavaciones se limite a entre 2,0 m y 3,0 m de profundidad, y que no exceda los 2,0 metros cuadrados (12 metros cúbicos). Por motivos de seguridad, cuando se necesitan fosas más grandes, se recomienda excavar varias fosas pequeñas en vez de una sola fosa grande.

**Figura 3. Diagrama de sistemas de apoyo para excavaciones de más de 3,0 metros de profundidad**



1. Distancia máxima entre puntales, 3,5 m;
2. Distancia máxima entre codales, 1,8 m;
3. Tamaño mínimo del larguero de entibación, 100 mm x 100 mm;
4. Espacio máximo entre largueros, 0,5 m;
5. Tope;

6. Codal;
7. Puntal;
8. Refuerzo del larguero de entibación, tamaño mínimo 75 mm x 25 mm;
9. Láminas verticales clavadas con seguridad en el fondo de la zanja;
10. Codales dobles, tamaño mínimo 100 mm x 100 mm;
11. Codal central;
12. Larguero de entibación vertical, tamaño mínimo 235 mm x 38 mm;
13. Pasadizo de madera con juntas en los puntales;
14. Altura mínima;
15. Juntas del larguero de entibación con los puntales;
16. Planchas de presión debajo de los puntales;
17. Puntales sobre los que se colocan los largueros superiores, tamaño mínimo 100 mm x 100 mm. Donde los largueros se utilizan para proporcionar acceso a la zanja, la anchura mínima de acceso es 450 mm, lo cual requiere cinco largueros. El acceso no debería encontrarse en los puntos de los codales. Deben instalarse barandillas a ambos lados del acceso;
18. Tope en codales y puntales, 100 mm x 25 mm;
19. Deberán utilizarse dos puntales acompañados de dos codales tapados a fin de garantizar el pleno apoyo de las juntas del larguero de entibación.

*Fuente:* Comisión Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional, Australia Occidental ([www.worksafe.wa.gov.au](http://www.worksafe.wa.gov.au)).

Cada país deberá seguir los procedimientos de seguridad y evacuación nacionalmente reconocidos o estipulados por ley, sin embargo, en aquellos países donde tales procedimientos no existan, se seguirán los siguientes principios básicos. Deberán establecerse planes de seguridad y evacuación antes del inicio de los trabajos de excavación. Para excavaciones de más de 3,0 m de profundidad, en las que los trabajadores se encuentran dentro de la zanja o fosa, deberán existir planes de rescate y recuperación en el caso de derrumbe o hundimiento de la excavación. Para excavaciones de más de 1,5 m de profundidad, deberá asignarse a un supervisor de seguridad para que observe y vigile la excavación y la seguridad de los trabajadores. La siguiente lista incluye las medidas que deberán tomarse y el equipo con el que se deberá contar cuando se está realizando una excavación:

- Plan de seguridad y evacuación establecido;
- Inspección diaria de la excavación para evaluar la seguridad y estabilidad de la misma;
- Supervisión directa de la excavación mientras hay personas trabajando dentro de la excavación;
- Deberá construirse una barrera que establezca una zona de seguridad de 1,5m de ancho alrededor del borde de la excavación;
- Deberá establecerse un sistema de drenaje para prevenir que el agua de la superficie entre en la excavación;

- Deberá vigilarse la atmósfera (aire) dentro de la excavación a fin de garantizar que no se acumulan “gases pesados”, como gases de combustión procedentes del equipo de planta o vehículos o metano dentro de la excavación, ya que pueden representar un riesgo para la seguridad de los trabajadores;
- Los trabajadores en excavaciones de más de 1,5 m de profundidad deberán llevar arneses de seguridad y de rescate;
- Las personas que estén trabajando dentro de la excavación deberán llevar cascos de seguridad y gafas de protección;
- El material excavado (tierra) no deberá colocarse o apilarse dentro de una distancia de 1,0 m del borde de la excavación;
- El equipo de excavación de emergencia deberá estar en el lugar o disponible;
- Deberá contarse con asistencia médica en el lugar, incluyendo equipo de resucitación.

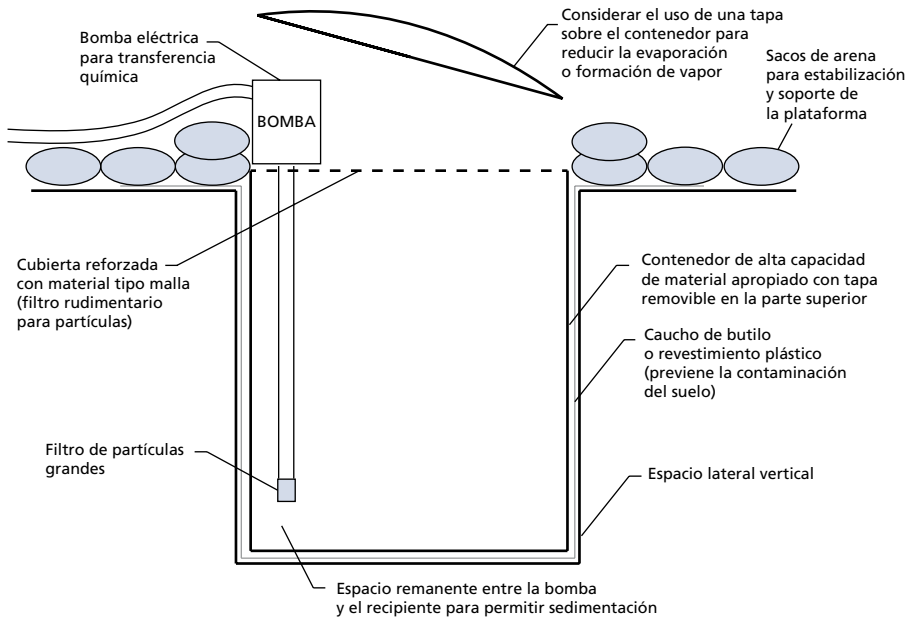
## 2.2 Quema al aire libre

Utilizar un recipiente de 200 litros para la quema o una fosa de no más de 12 metros cúbicos para la combustión. Mantener a todo el personal del lado que sopla el viento para efectos de evitar que aspiren los humos. No se deberá quemar un contenido mayor a 10 bidones cada vez —independientemente de la composición. De ser posible, deberá construirse una fosa de transferencia (véase el diagrama abajo) para contener la mayor parte de los productos químicos, con una línea de transferencia para bombear el producto químico a la fosa o recipiente de combustión. Se recomienda el uso de un dispositivo o quemador (véase más abajo un ejemplo) a fin de combustionar el material sin riesgos.

Si no se utiliza un quemador, entonces el contenido deberá encenderse por ignición remota. Un método sencillo es utilizar un palo de bambú largo con una tela atada al final. Prenderle fuego a la tela y utilizarla para encender a la vez el material contenido en el recipiente o fosa de combustión.

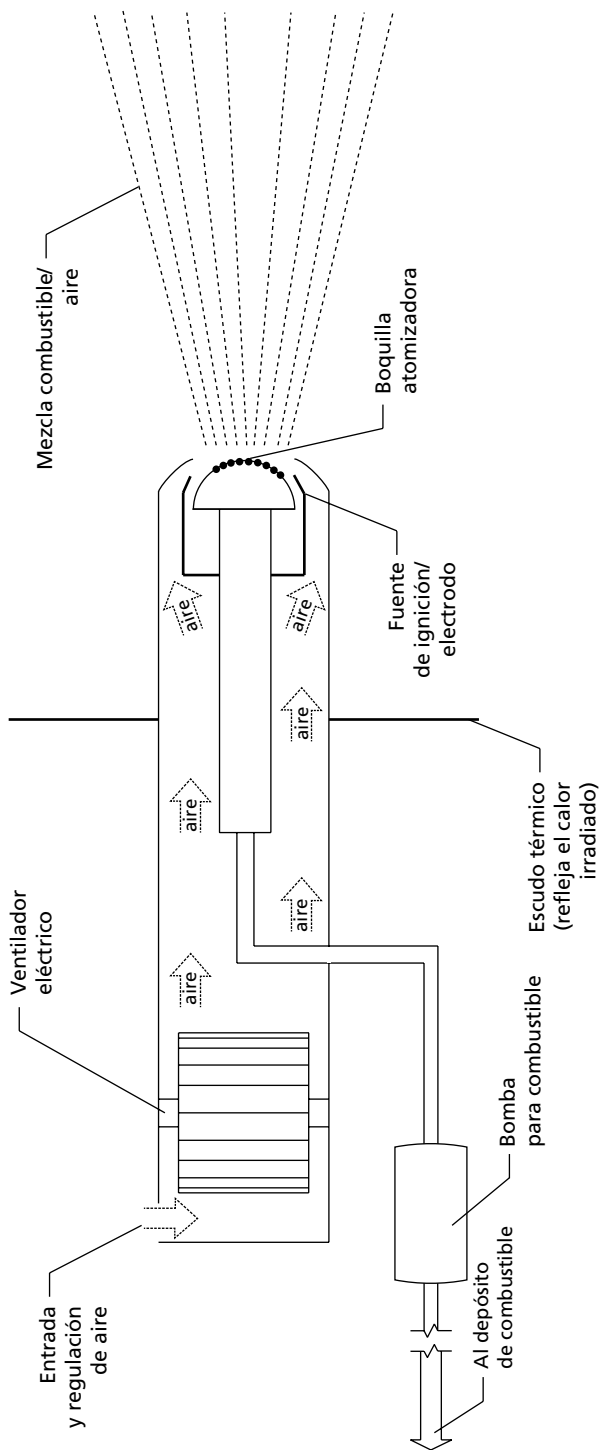
*Nota:* La ignición remota es necesaria debido a que los disolventes inflamables tienen una capa de vapor por encima de la superficie del líquido. Se trata de una situación muy peligrosa y uno puede verse arrollado por las llamas si prende fuego al material estando cerca.

Figure 4. Fosa de transferencia



Fuente: Dibujo esquemático de Nathan Green, Químico Forense, Ciencias Forenses, Escena del Crimen, Policía Federal Australiana.

Figura 5. Diagrama del quemador de combustible



Fuente: Dibujo esquemático de Nathan Green, Químico Forense, Ciencias Forenses, Escena del Crimen, Policía Federal Australiana.

## 2.3 Neutralización

Los procedimientos para neutralizar ácidos y bases se describen en las siguientes tres secciones. Solo se debe hacer la neutralización de sustancias corrosivas si se ha recibido capacitación para ello, se está seguro de que se entiende el proceso, se cuenta con el equipo de protección personal adecuado, y se siente cómodo para hacerlo.

### *Procedimientos generales de neutralización*

Realice las neutralizaciones con cuidado, ya que pueden generar vapores y calor. Lleve puesto su equipo de protección personal, incluyendo delantal, guantes y anteojos. Se recomienda un protector facial junto con anteojos de seguridad. El protector facial por sí solo no es suficiente. Debe llevar anteojos de seguridad cuando utiliza un protector facial.

- Mantenga los contenedores fríos durante el proceso, por ejemplo, poniendo un vaso de precipitados en una cubeta con agua y hielo medio derretido;
- Trabaje lentamente;
- Agite constantemente;
- Una vez terminada la neutralización, eliminar la solución por el sistema de alcantarillado utilizando 20 partes de agua por cada parte de solución neutralizada. De no disponer de un sistema de alcantarillado, eliminar mediante entierro en una fosa, como se describe en la sección 2.1;
- Vea el anexo para fortalezas específicas de ácidos y bases;
- Siga los procedimientos de neutralización específicos, descritos más abajo, para el ácido o base que está intentando neutralizar.

### *Neutralización de ácidos*

Mientras agita, agregue los ácidos diluidos a razón de 1:10 por volumen con agua a una cantidad abundante de una solución de agua helada (1:10) de una base como carbonato de sodio, hidróxido/óxido de calcio (cal), o hidróxido de sodio para ácidos concentrados. De estar disponible, sería preferible el uso de la cal como base neutralizante, ya que de esta forma hay menos sales solubles en el agua, que se pueden eliminar con mayor seguridad y facilidad.

Cuando se alcance un pH de por lo menos de 5,5 a 9,0, eliminar la solución por el sistema de alcantarillado (de estar disponible) con 20 partes de agua por cada parte de solución neutralizada. De no disponer de un sistema de alcantarillado, eliminarla mediante entierro en una fosa o zanja, como se describe en la sección 2.1.

## *Neutralización de bases*

Agregar la base a un recipiente grande con agua (1:10). Agregar lentamente una solución diluida de ácido hidroclicórico.

Cuando se alcance un pH de por lo menos 5,5 a 9,0, eliminar la solución en el sistema de alcantarillado (de estar disponible) con 20 partes de agua por cada parte de solución neutralizada. De no disponer de un sistema de alcantarillado, eliminarla mediante entierro en una fosa o zanja, como se describe en la sección 2.1.

## *Neutralización de ácidos y bases no contaminados*

*Comentario general:* Siempre diluya los ácidos aproximadamente a razón de 1:10 por volumen antes de la neutralización. Siempre agregue lentamente el ácido al agua (nunca en el sentido contrario). Remueva constantemente mientras agrega el ácido.

*Comentario general:* Siempre diluya la base aproximadamente a razón de 1:10 por volumen antes de la neutralización. Con ese propósito, agregue lentamente la base al agua (nunca en el sentido contrario). Remueva constantemente mientras agrega la base.

- Neutralizar en un barril o fosa (de ser posible);
- Si la capa freática es demasiado alta para una fosa, construya una fosa a nivel del suelo con bolsas de arena y cúbrala con una grande sábana de caucho butílico;
- La cantidad máxima recomendada para la neutralización es 20 kilogramos;
- Siempre siga removiendo durante este proceso;
- Utilizar una pieza de madera o un palo de escoba para remover;
- Incluso con la disolución, la efervescencia es común;
- Puede salir vapor;
- El contenedor se va a calentar;
- El líquido puede hacer burbujas.

## *Procedimiento de neutralización—ácidos*

- Agregar lentamente el ácido diluido a una solución del material básico seleccionado;
- Diluir más la solución, aproximadamente de 1 a 10, con agua;



- Cuando sea posible, utilizar siempre cal para neutralizar. Cuando no se disponga de cal, seleccionar un material básico como bicarbonato de sodio, bicarbonato de potasio, bicarbonato de calcio, hidróxido de sodio o hidróxido de potasio;
- Diluir siempre la base a razón de aproximadamente 1:10 por volumen antes de la neutralización. Con ese propósito, agregar lentamente la base al agua (nunca en el sentido contrario);
- Agite constantemente durante el proceso —utilizar una pieza de madera o un palo de escoba para remover;
- No elegir nunca componentes basados en amoníaco. Deberán evitarse debido a la posibilidad de incompatibilidad;
- Continuar el proceso hasta obtener un pH de entre 6 y 8;
- Eliminar el material neutralizado en bidones o mediante entierro en una fosa o zanja.

### *Procedimiento de neutralización—bases*

- *Nota:* Utilizar ácido sulfúrico o ácido clorhídrico, pero nunca ácido nítrico, para neutralizar las bases;
- Diluir siempre los ácidos a razón de aproximadamente 1:10 por volumen antes de la neutralización. Siempre agregar lentamente el ácido al agua (nunca en el otro sentido);
- Agregar lentamente la solución ácida diluida a la solución de la base diluida. Siempre diluir la base a razón de aproximadamente 1:10 por volumen antes de la neutralización. Con ese propósito, agregar lentamente la base al agua (nunca en el otro sentido);
- Agite constantemente durante el proceso —utilizar una pieza de madera o un palo de una escoba para remover;
- Diluir más la solución, aproximadamente 1 a 10, con agua;
- Continuar el proceso hasta obtener un pH de entre 6 y 8;
- Eliminar el material neutralizado en bidones o mediante entierro en una fosa o zanja.

Debe observarse que a menudo, especialmente en los laboratorios clandestinos, tanto los ácidos como las bases se incautan al mismo tiempo. Tomando en cuenta algunas incompatibilidades, esos ácidos y bases incautados pueden usarse para que se neutralicen entre sí, siempre y cuando no estén contaminados. Los componentes de amoníaco son incompatibles con el ácido nítrico.

## 2.4 Incineración a alta temperatura utilizando las plantas industriales existentes

Las industrias que usan tecnología de alta temperatura, como los hornos de cemento, las estaciones de generación de energía termoeléctrica o las fundiciones suelen tener calderas que operan a temperaturas muy superiores a los 850°C, con tiempo de retención suficiente en la combustión y chimeneas altas para dispersar los gases de salida, por lo general a gran altura. Los hornos de cemento son particularmente adecuados para la eliminación de desechos. Varias características de los hornos de cemento los hacen apropiados para la eliminación de desechos. Durante la combustión, las materias primas del cemento alcanzan temperaturas de 1.450°C, mientras los gases de combustión llegan hasta los 2.000°C. El tiempo de residencia del gas a estas temperaturas altas es de varios segundos.

En estas condiciones, todos los componentes de los desechos orgánicos se desintegran eficazmente. Algunos productos de combustión potencialmente peligrosos o tóxicos son absorbidos en el clínker producto del cemento o se extraen en el intercambio de calor. Los productores de cemento de muchos países están casi siempre dispuestos a emplear otros combustibles alternativos. Los desechos deberán constituir una proporción razonablemente pequeña del combustible total. Se sugiere como regla general prudente no sobrepasar nunca el 5% del combustible con que se alimenta a la caldera. Los hornos de cemento producen típicamente de 1.500 a 8.000 toneladas métricas de cemento por día, por lo que es posible quemar cantidades muy grandes de material en un período corto.

Los disolventes inflamables, algunos sólidos, precursores y sustancias controladas se prestan a este método de eliminación. Algunas industrias que pueden ser adecuadas son:

- Industria petrolera;
- Industria de la pulpa y papel;
- Industria química;
- Industria farmacéutica;
- Hospitales;
- Universidades;
- Industria cementera.

## 2.5 Inmovilización de desechos

### *Encapsulación*

#### *Encapsulación—método 1*

Consiste en la inmovilización de los desechos en un bloque sólido dentro de un recipiente o bidón de plástico o acero. Los recipientes deben limpiarse/enjuagarse antes del uso y no deben haber contenido materiales explosivos ni peligrosos. Se llena al 75% de su capacidad con el material de desecho y luego se rellena el espacio restante con una mezcla de cemento. Para facilitar y acelerar el proceso de llenado, se deberán cortar las tapas del recipiente y doblarlas hacia atrás. Independientemente de los procedimientos de limpieza anteriores, si los bidones son de acero, se recomienda estrictamente no remover las tapas con equipos de corte de oxiacetileno o discos de corte mecánicos, ya que cualquier vapor orgánico residual (por ejemplo, combustibles) puede explotar violentamente. Siempre que sea posible, se deberán utilizar bidones de plástico para las operaciones de encapsulación. Hay que tener cuidado a fin de evitar cortes en las manos cuando se llenan los bidones.

Una vez que se han llenado los recipientes con los desechos a un 75% de su volumen, se debe proceder a preparar una mezcla de cal, cemento y agua en una proporción de 15:15:5 por volumen (posiblemente deba agregarse más agua para obtener una consistencia líquida satisfactoria para el vertido de la mezcla). Se llena el volumen restante del recipiente con la mezcla de cemento. Cerrar la tapa y sellarla con soldadura. Desechar en un relleno sanitario especialmente diseñado (revestido), en caso de disponer de uno. De no ser así, enterrar los bidones sellados en el suelo (véase la sección 2.1).

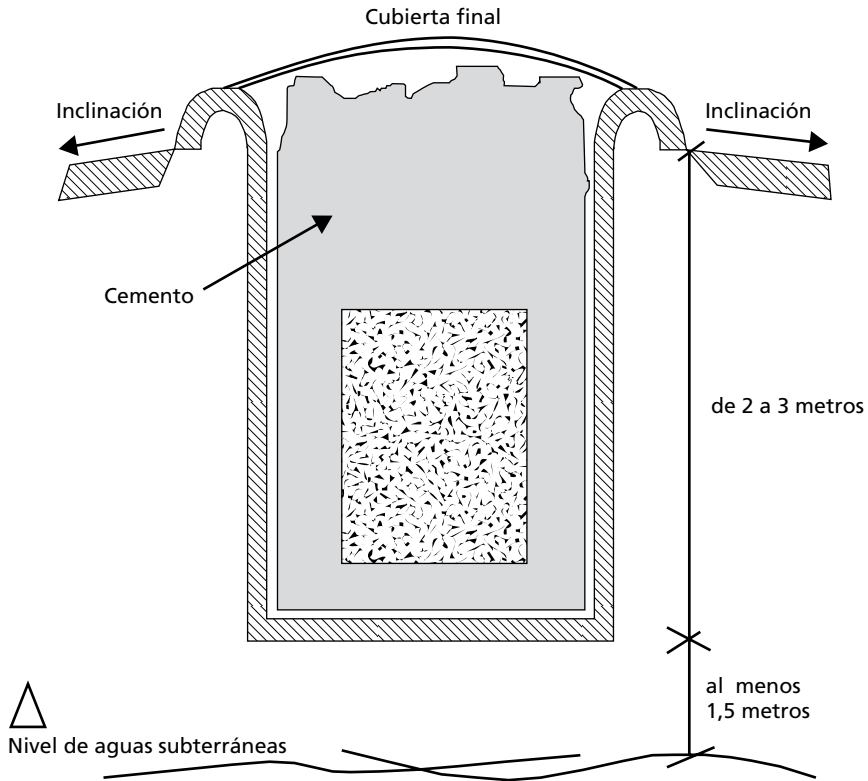
La cal y el cemento son sustancias corrosivas. Debe utilizarse equipo de protección personal, por ejemplo guantes y ropa protectora, cuando se manejan estos materiales.

#### *Encapsulación—método 2*

Consiste en la inmovilización de los desechos en una fosa. Cavar una fosa como se describe en la sección 2.1. Preparar una mezcla de cemento, cal, arena y agua en una proporción de 1:1:4:5 por volumen. Cubrir el fondo con una capa de cemento, llenar con los desechos y revestir toda la masa con más cemento. Cubrir con tierra y hacer un borde de manera que el agua de la lluvia se aleje de la fosa.

A continuación se ilustra un ejemplo de una fosa.

**Figura 6. Diagrama de una fosa de encapsulación**



Fuente: Adaptado de L. F. Díaz y otros, "Alternatives for the Treatment and Disposal of Healthcare Wastes in Developing Countries", *Waste Management*, vol. 25 (2005), págs. 626-637.

## Inertización

### *Inertización—método 1*

Separar los materiales de envasado, papel, cartón y plástico de los precursores o sustancias controladas. Los comprimidos y las cápsulas deberán extraerse de sus empaques de plástico (*blister*). Proceder a triturar con un molino o rodillo. El polvo triturado se mezcla con cal, cemento y agua en una proporción de 65:15:15:5 por volumen. Puede agregarse más agua según sea necesario para formar una pasta homogénea. La pasta se pone entonces en un bidón o fosa (véase la sección 2.1).

### *Inertización—método 2*

Los materiales sólidos, semisólidos y los polvos deberán retirarse de su envase exterior pero permanecer en su envase interior y colocarse en recipientes o bidones limpios de plástico o acero para su tratamiento de acuerdo con el método de

encapsulación mencionado con anterioridad. La separación del envase exterior reduce muchísimo el volumen que se va a desechar mediante encapsulación.

La separación de los materiales deberá realizarse de la siguiente forma:

- Los comprimidos y las cápsulas que vienen en envases *blisters* de plástico/aluminio transparente deberán removerse del empaque exterior, pero no de los envases *blisters*;
- Los comprimidos y las cápsulas que vienen en frascos deberán removerse del empaque exterior, pero no de los frascos;
- Los comprimidos y las tabletas efervescentes que vienen en tubos deberán removerse del empaque exterior, pero no de los tubos;
- Los polvos que vienen en frascos deberán removerse del empaque exterior pero no de los frascos.

## 2.6 Eliminación de envases

Es necesario tener cuidado al eliminar los envases que anteriormente contenían productos químicos. Los residuos del material original pueden producir fuego o explosión de tratarse inadecuadamente. En general, enjuagar los envases con agua (verificar primero que el ingrediente listado no causa una reacción con el agua). Con una aplanadora de rodillo, triturar y comprimir los envases. Una vez triturados, enterrarlos en su propia fosa.

## 2.7 Eliminación de sustancias controladas y sus precursores

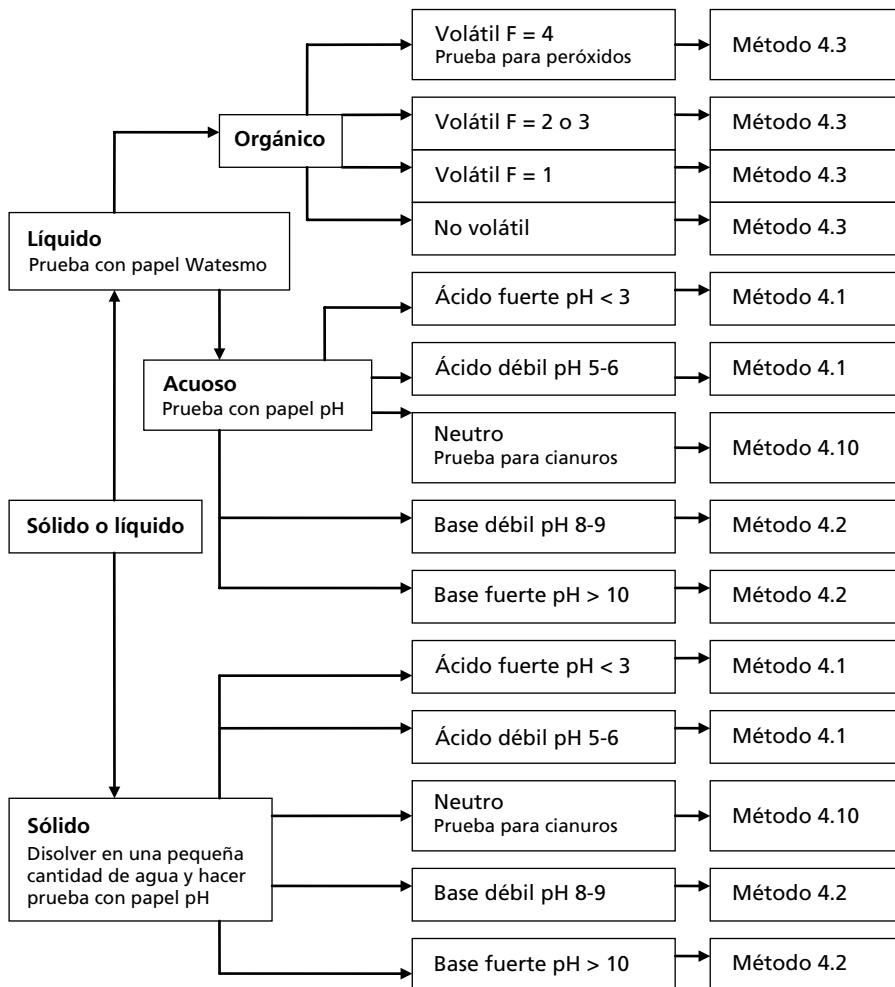
La mejor forma de eliminar las sustancias controladas y sus precursores es mediante la incineración a alta temperatura. Cuando esta opción no es posible, la encapsulación o inertización son las mejores alternativas.



### **3. Eliminación sin riesgos de productos químicos desconocidos/no clasificados**

En aquellos casos en que los envases de los productos químicos estén abiertos, no lleven etiqueta y/o el cierre original del fabricante se haya dañado, o cuando se trate de mezclas o desechos químicos, es necesario realizar pruebas para identificar los productos químicos y asegurar que se eligen los métodos de eliminación más adecuados. El esquema que se presenta a continuación resume la manera de determinar el tipo de método de tratamiento/eliminación apropiado para productos químicos desconocidos/no clasificados, incluidas las mezclas (para mayor información sobre las pruebas, véase el anexo II). Los métodos de eliminación que se presentan no son exhaustivos, pero por lo general ofrecen la opción más deseable para el tratamiento y la eliminación. Para inquietudes relativas a la salud y la seguridad, véase la sección 4.

**Figura 7. Organigrama para la selección del método de eliminación de productos químicos desconocidos/no clasificados**



*Notas*

1. Este cuadro debe ser utilizado por un químico forense o por un funcionario de la policía o aduanas con el entrenamiento adecuado.
2. El operario debe saber que los químicos desconocidos/no clasificados pueden ser explosivos. Por lo tanto, se recomienda, tal como se describe en el anexo II, que se use la cantidad mínima posible para una prueba preliminar.
3. No deben realizarse pruebas con los compuestos clasificados como metales reactivos, o los químicos sin etiqueta que parezcan estar almacenados como aceites.
4. Asimismo, no debe tomarse una muestra ni realizar pruebas con los gases comprimidos (cilindros). Es necesario traer a un especialista para trasladarlos (véase el método 4.20, más abajo).



## 4. Detalles prácticos para la neutralización y el tratamiento de productos químicos

Si bien siempre es preferible emplear los métodos de eliminación del Grupo 1 (véase la sección 1), pueden existir situaciones en las que no se cuente con las tecnologías/métodos necesarios, o en las que los métodos de eliminación no sean viables por otros motivos (por ejemplo, por falta de infraestructura o de capacidad para transportar los productos químicos/desechos, etc.). Además, muchos productos químicos requieren alguna forma de tratamiento (por ejemplo, neutralización), antes de poder ser eliminados, tal como se describe en la sección 1.

Esta sección presenta una recopilación completa e información práctica sobre métodos específicos empleados en la neutralización y el tratamiento de productos químicos, aplicables tanto a compuestos o sustancias químicas de forma individual, en particular, como agrupada. Cabe mencionar que, en la mayoría de los casos, los productos químicos tratados, en última instancia, serán eliminados (por lo general el último paso de todos los métodos que se presentan más abajo) mediante uno de los métodos de eliminación que se describen en la sección 1, más arriba.

### *Aspectos de salud y seguridad*

Cuando se utilicen los métodos que se describen en estas *Directrices*, deben cumplirse las normas vigentes en materia de salud y seguridad. Se reconoce, sin embargo, que esto no siempre es posible y que cada situación requiere un procedimiento de seguridad diferente (véase el anexo VII, con respecto a las normas mínimas de salud y seguridad). Las precauciones que deben tomarse antes de proceder con la neutralización y el tratamiento de productos químicos incluyen realizar todos los esfuerzos posibles por garantizar:

- a) La presencia de personal capacitado para realizar el tratamiento y supervisar la eliminación (véase el anexo VIII, donde se sugiere un programa para un curso de capacitación);
- b) La disponibilidad del equipo de seguridad adecuado, por ejemplo: guantes de nitrilo, respirador facial que cubra toda la cara, vestimenta resistente a los productos químicos.

Además, deberá disponerse de los productos químicos, objetos de vidrio y equipo necesarios para el tratamiento previo a la eliminación.

### *Neutralización de ácidos y bases sin contaminar*

Cabe mencionar que a menudo, especialmente en lugares donde se encuentran los laboratorios clandestinos, tanto los ácidos como las bases se incautan al mismo tiempo. Tomando en cuenta algunas incompatibilidades, esos ácidos y bases incautados pueden usarse para neutralizarse entre sí, siempre y cuando no estén contaminados. Si bien la elaboración de una lista completa de “socios” para la neutralización sobrepasa los límites de estas *Directrices*, se recomienda la preparación de una lista de pares de ácidos y bases compatibles, con las cantidades necesarias para la neutralización, teniendo en cuenta los productos químicos que se encuentran con mayor frecuencia a nivel provincial y nacional.

### *Productos químicos desconocidos/no clasificados*

En caso de que los envases de los productos químicos estén abiertos, las etiquetas perdidas y/o el cierre original del fabricante se haya dañado, o cuando se trate de mezclas o desechos químicos, es necesario realizar pruebas básicas (véanse la figura 7 y el anexo II) a fin de reconocer las propiedades de los productos químicos en cuestión y determinar el método de eliminación más adecuado. En este sentido, las pruebas presuntivas son útiles y pueden realizarse en el lugar mismo (*in situ*).

### *Eliminación de envases*

Es necesario tener cuidado al eliminar los envases que anteriormente contenían productos químicos. Con frecuencia, la cantidad de sustancia química que queda en un envase “vacío” es considerable. Hasta que no se haya establecido la identidad o naturaleza de los productos químicos o mezclas no clasificados, deberán manejarse, transportarse y almacenarse con la máxima precaución. En el caso de productos químicos inflamables, por ejemplo, el pequeño residuo que queda en el envase puede ser suficiente para producir vapores inflamables al punto de explosión o cerca del punto de explosión del químico en cuestión. De los residuos de éter, se pueden formar peróxidos explosivos y otros residuos químicos pueden causar reacciones violentas con otros productos químicos que se agreguen al envase, si esos dos son incompatibles.

Los residuos químicos deben extraerse agregando base o ácido o enjuagando el envase con agua, según el producto químico que los envases contenían anteriormente. Los envases vacíos y neutralizados deben ser triturados, comprimidos y enviados para la recuperación del material o para su eliminación, de ser posible.

En el caso de tratamiento/eliminación *in situ* en una fosa o zanja, los envases vacíos no deben eliminarse en la misma excavación que se utiliza para el tratamiento o eliminación de los productos químicos. En el caso de la neutralización, la presencia de los envases de desechos puede interferir con la reacción o puede causar el hundimiento de la zanja.

Se describen a continuación métodos de eliminación específicos para diversos productos químicos.

## 4.1 Ácidos

- Ácidos inorgánicos (por ejemplo, ácido clorhídrico):
  - Neutralizar como se indica más arriba;
- Ácidos específicos—Ácido acético glacial, ácido acético:
  - Neutralizar como se indica más arriba;
  - Diluir el ácido orgánico en un disolvente orgánico (índice de inflamabilidad de 2 o 3) y quemar. Véase más arriba. Véase el anexo III para los índices de inflamabilidad;
- Ácidos concentrados, tales como ácido fórmico, ácido clorhídrico, ácido bromhídrico y ácido láctico:
  - Neutralizar como se indica más arriba;
- Ácidos oxidantes, tales como ácido nítrico y ácido perclórico:
  - Neutralizar como se indica más arriba;
- Ácido yodhídrico concentrado (57%):
  - Neutralizar como se indica más arriba.

## 4.2 Bases

- Alkali cáustica (por ejemplo, hidróxido sódico) y amoníaco:
  - Neutralizar como se indica más arriba.

### 4.3 Disolventes orgánicos (por ejemplo, etanol)

Los productos químicos que producen peróxidos deben someterse a análisis a fin de determinar la presencia de peróxidos, siguiendo los procedimientos que se esbozan en el anexo II. Si el resultado es positivo, los peróxidos deben extraerse antes de la eliminación, como se describe en el método 4.4, más adelante.

- Disolventes con índice de inflamabilidad de 2 o 3:
  - Véase el anexo III para los índices de inflamabilidad;
  - Quemar en una fosa o zanja, en un lugar que se encuentre a 10 metros de distancia del material combustible o en un bidón de 200 litros (utilizar ignición remota para encender el fuego);
  - Mezcla de residuos para la producción de combustible (*fuel blending*);
- Disolventes con índices de inflamabilidad de 1 o 0:
  - Mezclar o disolver en un disolvente con una índice de inflamabilidad de 2 o 3. Después quemar en una fosa o zanja de la misma manera que se describe más arriba.

### 4.4 Éteres

Los líquidos/soluciones que se supone son éteres deben someterse a prueba para determinar la presencia de peróxidos, de acuerdo con los procedimientos que se describen en el anexo II. Si el resultado de la prueba de la disolución es positivo, los peróxidos deben extraerse antes de la eliminación.

- Diluir el éter a razón de 1:3 con un alcohol de grado más alto (por ejemplo, alcohol isopropílico) u otro disolvente disponible con un índice de inflamabilidad de 2 o 3 (véase el anexo III para los índices de inflamabilidad). Quemar en un barril o fosa utilizando ignición remota;
- Extracción de peróxidos—Si el resultado de la prueba de la solución es positivo, indicando la presencia de peróxidos, deben tomarse las siguientes medidas a fin de removerlos:
  - Agregar 10 ml de solución acuosa de sulfato de hierro (II) de 5% o 6 gramos de sulfato de hierro (II) (hidratado) y 6 ml de ácido sulfúrico concentrado en 11 ml de agua; o 3,5 gramos de yoduro sódico en 70 ml de ácido acético glacial a la disolución;
  - Seguir agregando esta solución hasta que el éter etílico no dé positivo en cuanto a peróxidos.

Si la solución parece contener cristales secos en la superficie interior o el líquido parece contener una mezcla de cristales, no debe intentarse extraer los peróxidos (hay un gran peligro de explosión). El envase deberá ser eliminado con mucho cuidado por personal adecuadamente capacitado en el manejo de explosivos, ya que se trata de material peligroso y sensible al impacto.

- Cualquier cantidad o muestra contaminada con peróxidos:
  - El transporte de cualquier material potencialmente explosivo deberá realizarse utilizando un vehículo abierto en el que cualquier explosión se dirija hacia arriba. Un camión abierto con los lados de metal sólido, por ejemplo, una excavadora, volquete o camión de chatarra pueden servir a tal efecto;
  - Transportar (con las debidas precauciones) a una fosa en un lugar al aire libre;
  - Encender con ignición remota.

#### 4.5 Haluros de ácidos orgánicos (por ejemplo, cloruro de acetilo)

- En un recipiente grande, que contenga una cantidad abundante de bicarbonato de sodio (o carbonato de sodio o de calcio), agregar lentamente el haluro de ácido orgánico y mezclar completamente:
  - Diluir con agua hasta obtener un pH de aproximadamente 6-8 y dejarlo reposar durante 24 horas;
  - Eliminar mediante entierro en una zanja;
  - Recuerde siempre que los haluros orgánicos pueden reaccionar violentamente con el agua.

#### 4.6 Aldehídos (por ejemplo, benzaldehído) y compuestos halógenos orgánicos (por ejemplo, cloruro de bencilo)

Los químicos que producen peróxidos deben someterse a análisis para determinar su presencia, de acuerdo a los procedimientos esbozados en el anexo II. Si el resultado es positivo, los peróxidos deben extraerse antes de la eliminación, tal como se describe en 4.4.

- Disolver en un disolvente inflamable disponible (índice de inflamabilidad 2 o 3) y quemar en bidones de 200 litros o en una fosa abierta;
- En una fosa abierta llena de bicarbonato de sodio, agregar lentamente el producto químico. Cubrir con trozos de madera y quemar.

#### **4.7 Aminas alifáticas (por ejemplo, metilamina)**

- En un recipiente grande, que contenga una cantidad abundante de bisulfato de sodio, agregar la amina y diluir con una cantidad abundante de agua hasta obtener un pH de 6-8. Eliminar mediante entierro en una zanja.

#### **4.8 Sales inorgánicas (por ejemplo, cloruro de aluminio)**

- Agregar la sal a una cantidad abundante de agua;
- Agregar abundante carbonato de sodio o carbonato de calcio y dejar reposar durante 24 horas;
- Extraer la capa acuosa, controlar el pH y neutralizar con ácido o material básico, si fuera necesario, hasta obtener un pH de 6-8;
- Los residuos pueden eliminarse mediante entierro en una fosa.

#### **4.9 Agentes oxidantes (por ejemplo, permanganato de potasio, peróxido de hidrógeno, dicromato sódico)**

- Agregar el agente oxidante a una cantidad grande de solución concentrada de metabisulfito de sodio (CAS 7681-57-4) o una sal de hierro (II):
  - Acidificar con ácido sulfúrico diluido;
  - Cuando la reacción ha terminado (es decir, cuando no se genera más calor), neutralizar la disolución con carbonato de sodio o ácido clorhídrico diluido;
  - Eliminar mediante entierro en una fosa;
- Permanganato de potasio en estado sólido o soluciones acuosas:
  - Disolver 450 gramos de permanganato de potasio en 8 litros de agua;
  - Preparar una zanja a una distancia de por lo menos 16 metros de las sustancias inflamables;
  - Colocar abundante cantidad de hojas verdes en la zanja (no usar material seco o combustible);

- Verter lentamente el permanganato de potasio en la zanja del siguiente modo:

A pequeñas cantidades: el color debe cambiar de violeta a marrón;

Puede generarse calor: ajustar el ritmo con el que se vierte, de manera que todo se vuelva marrón;

Observe la reacción: quizás tenga que agregar mayor cantidad de hojas verdes. Observe cómo desaparece el color violeta (la reacción está terminada);

- Agregar agua en la zanja. Si el color es violeta, agregar más hojas verdes;
- Al terminar, rellene la zanja con tierra;

En muchos casos, en lugares remotos, el permanganato de potasio se encuentra disuelto en ácido sulfúrico. El método anterior solamente puede usarse si el ácido sulfúrico está diluido.

- Procedimientos especiales para el hidróxido de calcio, peróxido de hidrógeno y permanganato de potasio:
  - Acidificar a pH 2 con ácido sulfúrico diluido;
  - Agregar un exceso de 50% de bisulfito de sodio acuoso;
  - La temperatura comenzará a subir; de no ser así, agregue más bisulfito de sodio;
  - Ajuste el pH de 6 a 8;
  - Eliminar mediante entierro en una zanja;
- Peróxidos (por ejemplo, peróxido de hidrógeno):
  - Mezclar o absorber el peróxido en arena o vermiculita;
  - Mojar con hidróxido de sodio al 10%;
  - En un bidón de 200 litros o fosa abierta, encender mediante ignición remota.

## 4.10 Cianuro (por ejemplo, cianuro de sodio)

- Colocar en un recipiente grande (por ejemplo, un bidón de 200 litros) y agregar disolución de hidróxido de sodio hasta que la disolución sea alcalina (pH > 10):
  - Agregar un exceso de disolución de sulfato de hierro (II);
  - Después de aproximadamente 1 o 2 horas, eliminar mediante entierro en una zanja;

- Conversión a tiocianato:
  - Agregar el cianuro a la solución alcalina (pH > 9) de hidróxido de sodio e hipoclorito de calcio;
  - Mantener un exceso de hidróxido de sodio y de hipoclorito de calcio;
  - Colocar la mezcla en un recipiente grande y diluir con agua;
  - Eliminar en un vertedero, o en un lugar alejado, mediante entierro en una zanja;
- Método de blanqueo:

No utilizar este procedimiento con más de 1,8 kg de cianuro a la vez.

- Realizar este procedimiento en un bidón de 200 litros;
- Agregar el cianuro al bidón;
- Diluir con agua (11 litros por 450 gramos de cianuro);
- Agregar lentamente una disolución de soda cáustica diluida (hidróxido de sodio) (con agua 1 en 10) y remover;
- Comprobar el pH y seguir agregando la disolución de soda cáustica (hidróxido de sodio) hasta obtener un pH de 11;
- Referirse a la tabla para las cantidades y seleccionar la cantidad de disolución de hipoclorito de sodio necesaria;
- Agregar la cantidad necesaria de hipoclorito de sodio a la disolución básica de cianuro;
- Agitar la disolución y esperar 15 minutos para que ocurra la reacción química;
- Pueden observarse burbujas de gas de nitrógeno;
- Una vez que la reacción deja de generar burbujas de gas, comprobar el exceso de cloro realizando una prueba de cloro con papel reactivo;
- Si la prueba de cloro con papel reactivo es negativa, agregar otros 4 litros de solución de hipoclorito de sodio, agitar, esperar y volver a realizar la prueba.
- Una vez que se observa un exceso de cloro, dejar reposar la solución durante toda la noche.

Es esencial determinar el exceso de cloro utilizando el papel reactivo antes de proceder al siguiente paso. Si el papel reactivo no indica un exceso de cloro, significa que la cantidad de cianuro de sodio se estimó incorrectamente. En ese caso, agregar con agitación otros 4 litros de solución de hipoclorito de sodio y dejar reposar nuevamente la disolución durante toda la noche. Si se observa un exceso de cloro, proceder al siguiente paso.



- Una vez que ha terminado la reacción anteriormente mencionada, ajustar el pH de la solución de 8 a 8,5 agregando con agitación ácido sulfúrico diluido (1 parte de ácido por 10 partes de agua). Ahora realizar nuevamente la prueba de cloro con el papel reactivo para asegurarse de que hay un exceso de cloro. La disolución puede eliminarse ahora en un relleno sanitario, o en el caso de sitios alejados, mediante entierro en una fosa.

<i>Cianuro de sodio (kg)</i>	<i>15% Hipoclorito de sodio (litros)</i>	<i>10% Hipoclorito de sodio (litros)</i>
1	7,6	11,4
1,5	9,5	15,2
2	11,4	17,0
2,5	13,3	20,8
3	15,2	22,7
3,5	17,0	26,5
4	19,0	28,4

#### 4.11 Hidruros (por ejemplo, hidruro de litio y aluminio)

- Colocar el producto químico en una zanja o fosa alejada del material inflamable y quemar utilizando ignición remota. Este método resultará en un incendio.

#### 4.12 Amidas orgánicas (por ejemplo, formamida)

- Disolver o mezclar con un disolvente inflamable (índice de inflamabilidad 2 o 3) (véase el anexo III) y proceder de acuerdo a lo que se describe en 4.3, más arriba.

#### 4.13 Compuestos no metálicos (por ejemplo, tricloruro de fósforo)

- Preparar una mezcla de 50/50 de carbonato de sodio seco y cal apagada (hidróxido de calcio):
  - Agregar un compuesto no metálico;
  - Rociar con agua (¡Precaución! ¡Se puede prender fuego!);
  - Neutralizar mediante dilución con abundante cantidad de agua;
  - Eliminar mediante entierro en una fosa.

## 4.14 Productos químicos sólidos no peligrosos

La siguiente lista incluye productos químicos sólidos que no se consideran peligrosos y que, por lo tanto, se pueden eliminar mediante enterramiento en una fosa con desechos comunes.

- Productos químicos orgánicos:
  - Carbón activo;
  - Azúcares y alcoholes de azúcar;
  - Almidón;
  - Ácido cítrico y sus sales: Na, K, Mg, Ca y  $\text{NH}_4$ ;
  - Ácido láctico y sus sales: Na, K, Mg, Ca y  $\text{NH}_4$ ;
  - Urea;
- Productos químicos inorgánicos:
  - Sílice;
  - Sulfatos: Na, K, Mg, Ca, Sr,  $\text{NH}_4$ ;
  - Fosfatos: Na, K, Mg, Ca, Sr,  $\text{NH}_4$ ;
  - Carbonatos: Na, K, Mg, Ca, Sr,  $\text{NH}_4$ ;
  - Óxidos: B, Mg, Ca, Sr, Al, Si, Ti, Mn, Fe, Co, Cu;
  - Cloruros: Ca, Na, K, Mg,  $\text{NH}_4$ ;
  - Boratos: Na, K, Mg, Ca;
- Excipientes de tabletas.

La urea puede donarse para ser utilizada como fertilizante si el envase está intacto y sin contaminar. La urea no debe utilizarse para la neutralización de ácidos; con el hipoclorito de sodio reacciona formando tricloruro de nitrógeno, un explosivo.

## 4.15 Fósforo (amarillo y rojo)

### *Fósforo amarillo*

- En un bidón de 200 litros (generalmente, el recipiente original), cubrir el polvo con agua;
- A medida que el agua se evapora (en el transcurso de varios días) el fósforo que está expuesto se encenderá y quemará.

### *Fósforo rojo*

- El material deberá colocarse en una capa fina en un recipiente adecuado (por ejemplo, un bidón de 200 litros partido en dos secciones longitudinalmente).
- El recipiente deberá permitir la presencia de suficiente oxígeno para la quema del material (sin la presencia de ningún otro material inflamable).
- Encender utilizando ignición remota desde una distancia segura (por los menos 10 metros).
- Asegurarse de que el material se ha destruido totalmente antes de agregar el fósforo rojo adicional.

Precaución: Si se forma una costra encima del fósforo rojo que se está quemando, es posible que se forme fósforo blanco. La agitación del fósforo blanco "quemado" puede causar que se vuelva a encender.

## **4.16 Metales álcalis**

- Agregar lentamente pequeñas cantidades de metal (aproximadamente 1 gramo) en un recipiente con alcohol:
  - Continuar agregando lentamente cada vez que deja de burbujear;
  - Una vez que se ha agregado todo el metal, agregar agua a esta solución de la misma manera;
  - Si se hace demasiado rápido resultará en un incendio;
  - Eliminar entonces la solución mediante entierro en una fosa.

## **4.17 Otros metales**

- La encapsulación en un bidón es el único método posible cuando se trata de un lugar alejado.

#### **4.18 Soluciones acuosas de disolventes orgánicos inflamables miscibles en agua (por ejemplo, soluciones de menos del 18% de acetona, etanol, metanol y otros disolventes solubles en agua y miscibles en agua)**

- La mayoría de las soluciones acuosas pueden eliminarse mediante entierro en una fosa;
- Verter el disolvente orgánico sobre un material absorbente (por ejemplo, arena) y dejar evaporar.

#### **4.19 Yodo**

- Agregar yodo a una solución de tiosulfato de sodio (300 ml de 4%) que contenga carbonato de sodio (0,1 g);
- Remover hasta que todo el yodo se haya disuelto (la solución es incolora);
- Neutralizar a un pH máximo de 8,5 con carbonato de sodio (si el pH es superior a 9, el yodo se volverá a disolver);
- Una vez que la reacción ha terminado, agregar carbonato de sodio o ácido clorhídrico diluido para neutralizar la solución;
- Eliminar mediante entierro en una fosa.

#### **4.20 Gases y gases comprimidos/licuados**

- Los gases y los gases licuados no deben moverse. Deben mantenerse en el lugar original y transferirse a una compañía de eliminación de residuos especializada;
- Un especialista también puede ventilar los gases lentamente en el aire, en un lugar abierto y seguro;
- Ventilar en un barril de agua —mejor para HCl, HBr y metilamina:
  - Neutralizar y eliminar como se describe más arriba.

#### **4.21 Material radiactivo (por ejemplo, nitrato de torio)**

- Debe ser destruido utilizando los métodos adecuados para la eliminación de material radiactivo.

## 4.22 Cloruro de tionilo

- Neutralizar con material alcalino (carbonato de sodio, cal), seguidamente absorber con un material inerte (por ejemplo, vermiculita, arena seca, tierra) y colocar en un recipiente para residuos químicos. No utilizar materiales combustibles, como polvo de madera. No enjuagar con agua;
- Neutralizar mediante reacción con una cantidad suficiente de mezcla de bicarbonato de sodio/óxido de calcio en una cubeta. Mezclar el bicarbonato de sodio/óxido de calcio en un tubo a razón de 3:1 en peso. Agregar lentamente el cloruro de tionilo a esta mezcla, con la debida precaución y con equipo de protección de nivel B (véase al anexo VI). La razón de los tres debe ser de 3:1:1. Una vez neutralizado, agregar peróxido de hidrógeno al 50% en una cantidad equivalente al 30% de la cantidad inicial de cloruro de tionilo. Un ejemplo de las cantidades adecuadas sería el siguiente: el tamaño máximo del lote es 100 kg de cloruro de tionilo. Se necesitarán 300 kg de bicarbonato sódico, 100 kg de óxido cálcico y 33 kg de peróxido de hidrógeno al 50% para oxidar el sulfito de calcio. El sulfito de calcio puede ser utilizado por plantas de tratamiento de aguas para el tratamiento de aguas.

## 4.23 Hipoclorito sódico

- Agregar a la solución de hipoclorito sódico un exceso abundante de un bisulfito o una sal de hierro (II) y acidificar con ácido sulfúrico diluido (con agua 1:10);
- Una vez que la reacción de reducción ha terminado, agregar carbonato de sodio o ácido clorhídrico diluido (con agua 1:10) para neutralizar la solución;
- Eliminar en el sistema de alcantarillado (de estar disponible) con abundante cantidad de agua; de no ser así, eliminar mediante entierro en un lugar alejado o en un relleno sanitario especialmente diseñado (revestido).

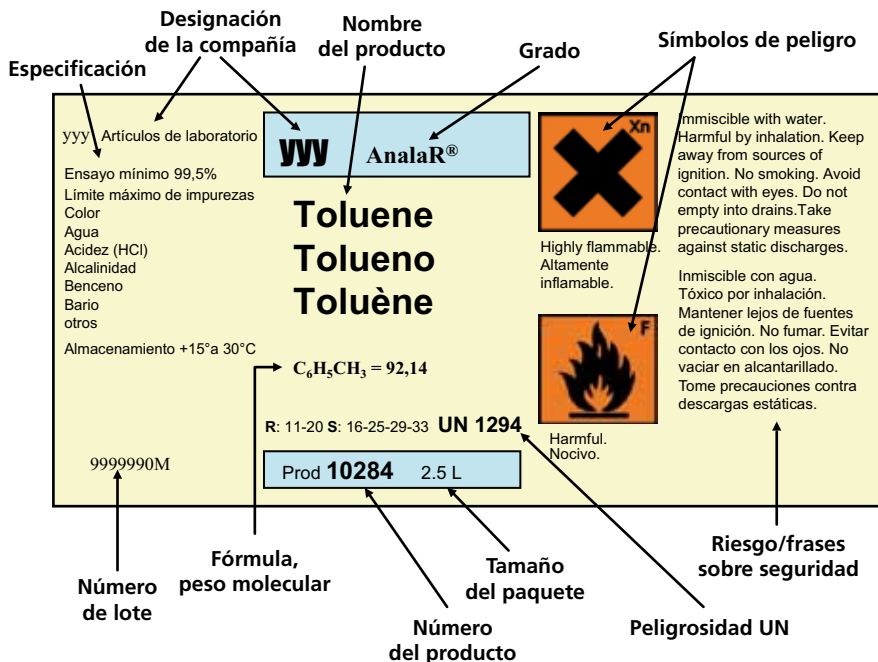


## 5. Seguridad en el manejo y almacenamiento de productos químicos

### 5.1 Manejo sin riesgos de los productos químicos incautados

1. Al manejar productos químicos incautados, utilice siempre el equipo de seguridad apropiado (véase el anexo VI).
2. Nunca manipule productos químicos si se encuentra solo; tenga siempre a otra persona que pueda asistirlo.
3. Lea todas las etiquetas antes de manejar o trasladar productos químicos. Tener en cuenta que las etiquetas pueden no siempre reflejar los contenidos reales, bien como resultado de su adulteración o debido a que han sido intencionadamente etiquetados de forma errónea.

### Etiquetado internacional



4. Realice pruebas de campo a fin de reconocer productos químicos desconocidos o determinar sus características químicas con anterioridad a ser transportados o almacenados.
5. El manejo y el transporte de los productos químicos deberán estar solamente en manos de personal capacitado y de acuerdo con las leyes y normas locales.
6. Cuando se muevan o se transporten productos químicos:
  - Envasarlos en sus recipientes originales, siempre que sea posible;
  - Separar los envases para evitar roturas;
  - Separar por grupos de acuerdo al peligro químico;
  - El transporte debe cumplir con la legislación sobre productos peligrosos.
7. Los productos químicos no deberán almacenarse o manipularse más que lo estrictamente necesario.
8. Los productos químicos nunca deberán almacenarse en una zona o edificio donde normalmente trabaja o come el personal, por ejemplo, oficinas.
9. Si los productos químicos deben almacenarse durante un largo período de tiempo, nunca deberán almacenarse en envases de plástico. El plástico no es químicamente resistente para el almacenamiento a largo plazo.
10. Cuando los productos químicos deben almacenarse, hacerlo por grupos afines (por ejemplo, ácidos, bases, volátiles, oxidantes, etc.).
11. Retener la cantidad mínima de productos químicos que se requiere con propósito de evidencia (con el etiquetado apropiado para mantener la cadena de custodia).
  - Nunca mezcle productos químicos desconocidos.
12. Tener especial cuidado al abrir los envases, ya que los vapores de los solventes pueden haber creado mucha presión interior:
  - Especialmente en climas cálidos;
  - Las partes superiores de los bidones por lo general se hinchan.
13. Usar envases/aparatos y utensilios por separado independientes para la neutralización y el tratamiento de cada producto químico, para evitar reacciones de incompatibilidad de los residuos químicos presentes de operaciones de tratamiento anteriores.
  - Limpie los utensilios y los envases entre una y otra operación para evitar la contaminación entre productos químicos.



## 5.2 Almacenamiento sin riesgos de productos químicos incautados

Cuando los productos químicos se incautan, deben separarse y almacenarse de acuerdo a sus características por clase química. Elaborar un plan de segregación química y almacenamiento.

Los siguientes procedimientos pueden aplicarse en laboratorios clandestinos en zonas urbanas o en zonas alejadas. En un lugar lejos del lugar actual donde se encuentra el laboratorio, separar los productos químicos de acuerdo a las características de cada clase. El muestreo y la eliminación de productos químicos se realizarán de conformidad con dichas características.

Si es necesario almacenar los productos químicos durante un tiempo en un lugar de depósito, el lugar debe emplear los siguientes procedimientos:

- Almacenar los productos químicos de acuerdo a su clase (es decir, evite guardar compuestos incompatibles juntos):
  - Inflamables o combustibles (por ejemplo, acetona, alcoholes, queroseno, metiletilcetona, éter de petróleo, etc.);
  - Compuestos orgánicos halogenados (por ejemplo, cloroformo, cloruro de metileno, etc.);
  - Amoníaco;
  - Agentes oxidantes (por ejemplo, permanganato de potasio, dicromato de sodio, hipoclorito de sodio, etc.);
  - Álcalis (por ejemplo, hidróxido de amonio, hidróxido de potasio, hidróxido de sodio, etc.);
  - Acídicos (por ejemplo, ácido clorhídrico, ácido nítrico, ácido sulfúrico, etc.);
  - Sólidos (todos los sólidos deben separarse);
  - Gases comprimidos;
  - Desechos químicos de laboratorio.

Cuando por inadvertencia se mezclan productos químicos, se puede producir fuego, explosión y/o emisión de gases tóxicos. Por lo tanto, es importante que los químicos de clases diferentes no entren en contacto unos con otros (por ejemplo, el permanganato de potasio nunca debe entrar en contacto con un compuesto orgánico, ya que eso resultaría en fuego o explosión).

Utilizar barreras de segregación para separar y mantener los productos químicos en condiciones de seguridad:

- Estas barreras (por ejemplo, paredes de contención) pueden levantarse mediante bolsas de arena que aislen físicamente a los distintos tipos de productos químicos, detengan derrames y eviten que se desparren;
- El material absorbente contaminado puede después eliminarse de la forma adecuada;
- Inspeccionar regularmente la seguridad del lugar de almacenamiento y manejo de productos químicos, incluidos los envases utilizados para almacenar;
- Tener fácil acceso a cada uno de los envases (para inspecciones preventivas y a fin de responder a tiempo en caso de escapes o derrames);
- Debe tener la capacidad de manejar los envases deteriorados y volver a empaquetar los envases que pierden;
- Ventilación adecuada;
- Mantener reservas de material absorbente (por ejemplo, arena o vermiculita) para usar como barreras de segregación y para absorber derrames.

### 5.3 Manejo de derrames de productos químicos

Los derrames de productos químicos se refieren al escape accidental de productos químicos o sustancias fuera de sus envases, lo cual puede representar un riesgo para la salud humana o el medio ambiente. Deberán tomarse las medidas apropiadas para garantizar que el riesgo para la salud humana y el impacto sobre el medio ambiente es mínimo, limpiando el producto químico derramado y subsanando el lugar.

En caso de derrames de productos químicos, en los que no existen normas nacionales aplicables, deberán emplearse los siguientes procedimientos:

#### *Derrames interiores*

Evaluar los riesgos que representan la naturaleza y las cantidades de los productos químicos derramados y determinar si se trata de un derrame pequeño o grande.

#### *Derrames interiores pequeños*

Un derrame pequeño se refiere al escape de un tipo o cantidad de producto químico que no representa un riesgo inmediato para la salud y no implica la contaminación de personas, y es inferior a 2, 5 litros:

- Resguardar el lugar;
- Informar al oficial/químico/técnico de laboratorio encargado;
- Utilizar equipo de protección personal, incluyendo trajes, guantes y botas resistentes a los productos químicos y protección para respirar;
- Avisar a todo el personal que se encuentra en las áreas adyacentes al derrame;
- Determinar, de ser posible, de qué químico se trata (mirar la etiqueta del envase);
- Sacar las fuentes de ignición y desenchufar el equipo eléctrico cercano, y alternativamente cortar la corriente eléctrica en la sala o edificio, si es seguro;
- Establecer ventilación. Ventilar vapores solamente hacia fuera del edificio (abrir ventanas o puertas externas);
- Utilizar un material absorbente para absorber el producto químico:
  - Confinar y contener el derrame;
  - Los derrames de ácidos y bases deberán ser neutralizados antes de proceder a la limpieza;
  - Cubrir con material absorbente;
  - Con una escobilla y un recogedor de plástico colocar el material sólido en un recipiente sellado;
- Eliminar en un relleno sanitario especialmente diseñado (revestido) solamente si se ha neutralizado o estabilizado y si no se dispone de ningún otro método de eliminación descrito en estas *Directrices*, como la incineración total.

### *Derrames interiores grandes*

Se trata de un escape de un tipo o cantidad de producto químico que representa un riesgo inmediato para la salud humana o el medio ambiente, o el riesgo de un incendio o explosión sin control. En tales casos, deberán emprenderse las siguientes medidas:

- Evacuar el área inmediata e informar sin demora al oficial encargado de incendios/materiales peligrosos (HAZMAT), o si el riesgo es suficiente o la situación es peligrosa puede ser conveniente evacuar el edificio;

- Utilizar equipo de protección personal, incluyendo un traje, guantes y botas resistentes a los productos químicos y protección para respirar. La selección del equipo de protección deberá basarse en el riesgo que representan los productos químicos derramados. Si el tipo de producto químico es desconocido, deberá utilizarse el máximo nivel de equipo de protección personal, incluyendo entre otros, un traje completo, guantes y botas resistentes a los productos químicos y un respirador facial sellado que cubra toda la cara;
- Determinar, de ser posible, de qué químico se trata (mirar la etiqueta del envase);
- Si es seguro, cortar la corriente eléctrica en el área, especialmente si se corre el riesgo de incendio o explosión;
- Confinar y contener el derrame, de la misma manera y utilizando los métodos apropiados y materiales absorbentes como se describe para los derrames interiores pequeños;
- Mantener el lugar/área bien ventilado si el producto químico derramado es una sustancia volátil e inflamable;
- Eliminar en un relleno sanitario especialmente diseñado (revestido) solamente si se ha neutralizado o estabilizado y si no se dispone de ningún otro método de eliminación descrito en estas *Directrices*, como la incineración total.

### *Derrames exteriores*

Cuando se trate de derrames exteriores, independientemente del volumen o tamaño, deberán tomarse las siguientes medidas:

- Evacuar el área inmediata e informar al oficial encargado;
- Utilizar equipo de protección personal, incluyendo un traje, guantes y botas resistentes a los productos químicos y protección para respirar. La selección del equipo de protección deberá basarse en el riesgo que representan los productos químicos derramados. Si el tipo de producto químico es desconocido, deberá utilizarse el máximo nivel de equipo de protección personal, incluyendo, entre otros, un traje completo, guantes y botas resistentes a los productos químicos y un respirador facial sellado que cubra toda la cara;
- Contener el derrame y evitar que el producto químico entre en alcantarillas, arroyos u otros cursos de agua;
- Los desagües pueden bloquearse con material tal como plástico y cubrirse con tierra o arena. El derrame también puede contenerse excavando un canal, zanja o construyendo un dique hecho con tierra, arena (bolsas de

arena) u otro material disponible para prevenir y contener el flujo de la sustancia;

- Con una pala, esparcir el material absorbente en toda el área del derrame lo más uniformemente posible, las cantidades más grandes de absorbente pueden estar concentradas en las áreas más profundas del derrame o alrededor de lugares tales como alcantarillas, para evitar aún más que los productos químicos se esparzan fuera del área del derrame;
- Cuando se haya contenido el derrame utilizando absorbentes, el material absorbente saturado deberá colocarse en bidones sellados para su transporte, tratamiento y la eliminación. Coloque una etiqueta en el bidón con la descripción completa del químico derramado y el código apropiado de productos peligrosos;
- El área afectada por el derrame deberá ser limpiada o excavada, de manera que no quede ninguna evidencia visible del material derramado en la tierra o suelo donde se produjo el derrame;
- El material absorbente (véase 5.3.2.1) y cualquier tierra o arena utilizada para contener el derrame, o que se haya contaminado por el producto químico derramado, como suelo excavado, deberá ser tratado mediante neutralización o estabilización antes de su eliminación en un relleno sanitario revestido que tiene autorización para recibir desechos peligrosos, y esta opción solamente deberá tomarse si no se dispone de ningún otro método de eliminación descrito en estas *Directrices*, tal como si está disponible la incineración completa o a alta temperatura.

La UNODC no fomenta la eliminación de productos químicos o residuos en vertederos que no sean especialmente diseñados ni tampoco en rellenos sanitarios especialmente diseñados (revestidos) que solamente tienen autorización para desechos no peligrosos o municipales. Este método de eliminación puede representar un riesgo a largo plazo para la salud humana y el medio ambiente, y solamente deberá considerarse como una opción cuando los productos químicos hayan sido neutralizados o estabilizados.

### *Absorbentes químicos*

Hay muchos materiales absorbentes disponibles que pueden utilizarse como materiales absorbentes para productos químicos. Se recomienda que cuando se manejen o transporten productos químicos, se lleve siempre un kit para derrames de productos químicos que contenga un material absorbente. La mayoría de kits comerciales contendrán un absorbente fabricado de papel reciclado o vermiculita, u otras sustancias inertes. En lugares alejados estos materiales pueden no estar disponibles, en tales casos se recomienda el uso de arena/tierra, que está ampliamente disponible. A continuación se incluye una lista de materiales absorbentes que pueden ser útiles:

- Papel reciclado comercial absorbente (bajo costo);
- Arena;
- Tierra de diatomeas (costosa y no ampliamente disponible);
- Vermiculita (costosa);
- Zeolita.

Siempre lea la etiqueta y la información del fabricante sobre la aplicación sin riesgos del material absorbente.

Deberá llevarse protección respiratoria cuando se manejen absorbentes químicos, especialmente vermiculita y zeolita, que pueden contener sílice alfa. No deberán utilizarse absorbentes químicos fabricados de desechos de algodón (basura de algodón) para absorber derrames relacionados con ácido sulfúrico, porque este material absorbente podría arder espontáneamente bajo estas condiciones.

## 6. Posibles recursos dentro del país

Esta sección está destinada a prestar ayuda en la identificación de posibles recursos y capacidades para la eliminación de desechos dentro del país. Como primer paso, se recomienda que las instalaciones y los recursos actuales en materia de eliminación, o manejo de otros tipos de desechos, se examinen y evalúen en lo que respecta a su utilidad o adaptabilidad para la eliminación de los productos químicos de interés. En última instancia, y como parte de una estrategia más amplia, la eliminación química debe considerarse como parte esencial de las normas y los planes nacionales ambientales en materia de manejo de desechos.

El estudio de posibles recursos dentro del país supone la creación de asociaciones estratégicas con aquellas industrias/instituciones que ya tienen acceso a las tecnologías necesarias. Por ejemplo, si se necesita un incinerador, ¿adónde es necesario dirigirse para encontrar dicho equipo, con la capacidad y las especificaciones adecuadas?

Las compañías, industrias y otras instituciones nacionales que pueden tener equipos de eliminación de productos químicos (por ejemplo, incineradoras), que son de utilidad para organismos policiales y forenses que necesitan tener acceso a la eliminación de productos químicos, son las siguientes:

- Compañías de eliminación de desechos químicos;
- Industria del petróleo;
- Industria de la pulpa de madera;
- Industria química;
- Industria farmacéutica;
- Hospitales;
- Universidades, e
- Industria cementera.

El estudio de los posibles recursos para eliminación que se encuentren dentro del país supone también encontrar nuevas formas de utilizar los productos químicos en cuestión.

Por ejemplo, determinados productos químicos, en especial los solventes inflamables, pueden eliminarse de una manera que sea eficiente en relación al costo mediante la mezcla de residuos peligrosos, “*fuel-blending*” (o coincineración). Esto último se refiere al uso de disolventes de desechos, tales como combustible para la recuperación de energía en las actuales instalaciones de otras industrias, como por ejemplo, la industria del cemento.

Otras opciones comprenden la construcción de instalaciones especiales en las cuales los productos químicos puedan transformarse en otros productos. Colombia, por ejemplo, ha invertido en la reacción a escala industrial de ácido sulfúrico con bauxita, que se encuentra en grandes cantidades en depósitos naturales en Colombia, para la producción de sulfato de aluminio para depuración del agua.

A fin de garantizar la coordinación interinstitucional, las actividades que se describen anteriormente podrían estar dirigidas por un punto focal nacional. Este punto focal podrían ser las autoridades designadas para la elaboración de una estrategia para la gestión de la eliminación de desechos, las autoridades competentes designadas de acuerdo a las convenciones internacionales en materia de drogas u otro organismo que respalde el desarrollo industrial.



## 7. La función del especialista

La planificación y ejecución de actividades relacionadas con la eliminación de productos químicos es una tarea compleja. En muchas circunstancias, no se encuentra la capacitación y/o experiencia necesarias en un solo individuo. Por lo tanto, es aconsejable contar con un equipo de personas capacitadas que puedan encargarse debidamente de los productos químicos incautados. Dependiendo de las circunstancias, estos equipos pueden estar formados por una combinación en las siguientes especialidades: química, especialistas en salud y seguridad ocupacional, bomberos capacitados en la eliminación de residuos peligrosos, expertos en gestión de tratamiento de desechos y expertos en la destrucción de explosivos, policía, militares, etc.

De preferencia, tales equipos deben estar coordinados por un químico forense capacitado (con experiencia en manejo de sustancias químicas, entre lo que se incluye la identificación química, manipulación, almacenamiento, tratamiento y eliminación sin riesgos) o alguien con capacitación en química o en el manejo y eliminación de desechos químicos.

En muchos casos, esto no es posible. Un buen sustituto podría ser un funcionario de la policía o un funcionario de aduanas, si él o ella tuvieran la debida capacitación en la materia. Algunas situaciones en las cuales los conocimientos del especialista entrarían en juego serían:

Cuando los productos químicos incautados y/o las drogas deben destruirse y ninguna compañía de tratamiento de desechos está disponible y el transporte de los productos químicos y drogas no es viable.

El experto puede asesorar sobre:

- La separación de productos químicos de acuerdo a su compatibilidad/peligrosidad;
- El uso de equipo para hacer pruebas de campo;
- Procedimientos para obtener muestras cuando sea necesario;
- Métodos de tratamiento/eliminación que deben utilizarse;
- Supervisión, coordinación y observación de la eliminación.

Cuando los productos químicos y/o las drogas se incautan en un laboratorio clandestino, el experto puede:

- Resguardar el lugar del laboratorio clandestino;
- Suministrar información sobre las drogas que se están fabricando;
- Suministrar información sobre los peligros en el laboratorio;
- Suministrar información sobre los productos que se deben incautar;
- Suministrar información sobre los productos que deben analizarse;
- Obtener muestras cuando sea necesario.

En ambos escenarios, el especialista/experto asesorará también en materia de nombres locales de los productos químicos y sobre la función de los diferentes productos químicos en el proceso de fabricación de drogas ilícitas.

Los procedimientos de muestreo dependerán de las leyes del país. Por lo tanto, cuando sea necesario analizar muestras de productos químicos incautados para presentar en procesos judiciales/legales, deben aplicarse las normas vigentes que usan los funcionarios nacionales encargados del cumplimiento de la ley.

## 8. Resumen de las repercusiones legales

El descubrimiento, la incautación, el transporte, el almacenamiento y la eliminación de los productos químicos encontrados a consecuencia de la aplicación de leyes nacionales en materia de control de drogas presentan problemas de especial naturaleza para las autoridades reguladoras y encargadas del cumplimiento de la ley. Algunos de los problemas son los siguientes:

- Determinación del derecho de propiedad;
- La falta de autoridad legal para incautar y eliminar esos productos químicos;
- El manejo de estas sustancias de una forma que concuerde con la protección de la salud y la seguridad del personal que las procesa;
- La eliminación de las sustancias de manera consecuente con las preocupaciones y la legislación actual sobre el medioambiente;
- La necesidad de averiguar la buena fe de las compañías que se contratan para la eliminación o reciclaje de productos químicos, para garantizar su legitimidad, y
- La necesidad de observar el destino de los productos químicos incautados a fin de evitar que regresen a las vías ilícitas, mediante la documentación de los canales de custodia.

A continuación se mencionan algunos puntos a considerar en relación con las actividades de eliminación que deben ser abordadas por las leyes nacionales en materia de control de drogas.

Para la fabricación clandestina de drogas ilícitas, se necesitan grandes cantidades de productos químicos con múltiples usos legítimos, que transitan en el comercio nacional e internacional. Los individuos u organizaciones que manejan laboratorios clandestinos desvían estos agentes químicos del comercio lícito. Los métodos de control recomendados para evitar y/o poner al descubierto el desvío de productos químicos se encuentran en las convenciones de las Naciones Unidas sobre estupefacientes. Este documento lleva esas recomendaciones al siguiente paso lógico: ¿qué medidas deben tomarse cuando se encuentran productos químicos a consecuencia de que los Estados miembros ponen en práctica las recomendaciones de las convenciones de las Naciones Unidas en materia de drogas?

Los productos químicos utilizados por operarios en laboratorios clandestinos en la producción de drogas ilícitas, por lo general, se desvían del comercio legítimo y pueden encontrarse en cualquier etapa de la cadena de distribución “lícita” o en el sitio del laboratorio clandestino. El lugar donde los productos químicos son efectivamente incautados, junto con su calidad y condición, serán factores que determinarán la manera de manejarlos o tratarlos. Las leyes y reglamentaciones nacionales sobre control de drogas deben regir la recolección, el procesamiento y la eliminación eficiente y rápida de los productos químicos incautados de un modo que reduzca al mínimo o elimine los posibles problemas provenientes del almacenamiento y manejo a largo plazo, tales como la seguridad personal y pública y la posibilidad de que se desvíen y posteriormente se reintroduzcan con la finalidad de utilizarse en la fabricación ilícita de drogas. Entre los métodos se incluyen la neutralización y la eliminación de los productos químicos *in situ*, la donación o venta a instituciones determinadas de antemano que los necesitan, de acuerdo a lo que permitan las leyes y reglamentaciones locales, o la vuelta a la cadena de distribución comercial “lícita”.

Los siguientes factores legales y otras circunstancias deben tomarse en cuenta al determinar cómo las leyes nacionales en materia de drogas manejarán los productos químicos incautados destinados a usarse en la fabricación clandestina de drogas:

- Deben establecerse estipulaciones legítimas nacionales para un producto químico en particular a fin de determinar el tipo de medidas de control, si las hubiere, que se aplicarán (por ejemplo, cuotas, permisos, etc.);
- Deben establecerse estipulaciones judiciales y legales nacionales que determinen la manera de clasificar los productos químicos incautados en laboratorios clandestinos y en pasos fronterizos, incluidos los cargamentos detenidos (por ejemplo, contrabando, material peligroso, abandonado, etc.);
- Es necesario determinar la propiedad, así como los derechos de los propietarios legales, si los hubiera, sobre los productos químicos incautados en cualquier punto de la cadena de distribución “lícita”, a fin de facilitar la tramitación de los productos químicos incautados a través del proceso judicial;
- Debe establecerse un proceso legal nacional para la incautación y eliminación de productos químicos destinados a utilizarse en la fabricación clandestina de estupefacientes, para permitir la eliminación rápida de los mismos (por ejemplo, devolución al proveedor, venta pública, destrucción, etc.) y para evitar la necesidad de almacenamiento durante largo tiempo.

### *Cómo superar los obstáculos legales*

- El control estricto de los productos químicos con múltiples usos legítimos en un país determinado puede ser difícil o imposible, mientras que sucede lo opuesto con los productos químicos de usos limitados o sin uso. El método de control debe determinarse de acuerdo al uso del producto químico;

- La clasificación de los productos químicos incautados como contrabando, desechos peligrosos o productos abandonados, según las circunstancias que rodean la incautación, otorgará al sistema legal la facultad de finalizar el decomiso y decidir sobre el método de eliminación;
- Los propietarios legales de los productos químicos incautados pueden tener algunos derechos de acuerdo a determinadas leyes nacionales. Es imprescindible mitigar esos derechos para permitir que los tribunales faciliten sin demoras la tramitación de los productos químicos incautados;
- Las leyes nacionales deben enmendarse a fin de garantizar que los tribunales autoricen la rápida disposición de productos químicos incautados (previamente al juicio) para evitar la posible desaparición de los productos químicos y para proteger la salud y seguridad pública y el medio ambiente.



## Referencias

1. Armour, M., *Hazardous Laboratory Chemicals Disposal Guide* (Lewis Publishers, tercera edición, 2003)
2. Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. Disponible en <http://Basel.int>
3. L. F. Díaz y otros autores, “Alternatives for the Treatment and Disposal of Healthcare Wastes in Developing Countries”, *Waste Management*, vol. 25 (2005), págs. 626-637.
4. Gobierno de Australia Occidental, Comisión Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional, *Excavation Code of Practice 2005*. “Report of the meeting of the Expert Group on Pre-trial Destruction of Seized Narcotic Drugs, Psychotropic Substances, Precursors and Essential Chemicals”, Bangkok, Tailandia, 22-26 de octubre de 1990 (Aspectos técnicos/científicos; E/CN.7/1991/CRP.5).
5. Comisión Interamericana para el Control del Abuso de Drogas (CICAD), Organización de los Estados Americanos, *Reglamento Modelo para el control de sustancias químicas que se utilizan en la fabricación ilícita de estupefacientes y sustancias psicotrópicas* (Washington, 1999).
6. R. E. Lenga, *The Sigma-Aldrich Library of Chemical Safety Data* (Sigma-Aldrich Corporation, Milwaukee, WI, 1985).
7. National Research Council, *Prudent Practices in the Laboratory, Safe Handling and Disposal of Chemicals* (National Academy Press, 1995).
8. N. Irving Sax, *Dangerous Properties of Industrial Materials* (Reinhold Book Corporation, New York, Amsterdam, London, octava edición, 1994).
9. Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS), primera edición revisada, 2005. Disponible en [http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs\\_rev01/01files\\_e.html](http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev01/01files_e.html) (31 de diciembre de 2005).
10. U.S. Army Corps of Engineers, *General Safety and Health Requirements Manual*, No. 385-1-1/2003.

11. University of Wisconsin-Madison, Safety Department, Chemical and Radiation Protection Office, *Chemical Safety and Disposal Guide*, segunda edición revisada, 2002. Disponible en <http://www2.fpm.wisc.edu/chemsafety/Guide/toc.htm> (31 de mayo de 2011).
12. WHO/EDM/PAR/99.2 *Guidelines For Safe Disposal Of Unwanted Pharmaceuticals In And After Emergencies*.
13. *Proyecto de directrices técnicas sobre coprocesamiento de desechos peligrosos en hornos de cemento* (versión del 15 de noviembre de 2010). Disponible en <http://Basel.int>
14. *Drug Net Asia*, número 7 (2008), pág. 7.
15. Prevención y control integrados de la contaminación, Documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles para incineración de residuos.
16. *Prudent Practices in the Laboratory: Handling and Disposal of Chemicals*, (National Academy Press, Washington D.C., 1995).
17. Report of the Meeting of the Expert Group on Pre-trial Destruction of Seized Narcotic Drugs, Psychotropic Substances, Precursors and Essential Chemicals, Viena, Austria, 13-17 de noviembre de 1989 (Aspectos técnicos/científicos; E/ CN.7/1990/7/Add.1).
18. ST/NAR 36, *Guía de seguridad para el manejo y la eliminación de los productos químicos utilizados en la fabricación ilícita de drogas* (2006).

### *Información sobre seguridad—recursos de internet (último acceso: enero de 2011)*

Red de Datos sobre Toxicología (TOXNET)  
<http://toxnet.nlm.nih.gov/>

Información sobre seguridad química  
<http://www.inchem.org/>

Centro Nacional para las Ciencias de la Manufactura (NCMS),  
Datos sobre disolventes  
<http://solvdb.ncms.org/SOLV01.htm>

Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades  
<http://www.cdc.gov/niosh/topics/chemical.html>

Instituto Nacional de Normas y Tecnología (NIST), Búsqueda por número CAS  
<http://webbook.nist.gov/chemistry/cas-ser.html>



Información de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA)  
<http://cameochemicals.noaa.gov/search/simple>

Office of Radiation, Chemical & Biological Safety  
—Búsqueda de Hojas Informativas sobre Sustancias Peligrosas (MSDS)  
<http://www.orcbs.msu.edu/>

Búsqueda  
<http://www.hazmat.msu.edu/msds/FMPro?-db=MSDS.FP5&-lay=Form&-format=search.htm&-view>

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)  
<http://www.atsdr.cdc.gov/substances/indexAZ.asp>

Búsqueda de hojas informativas sobre sustancias peligrosas,  
Programa del Derecho a Saber de Nueva Jersey  
<http://web.doh.state.nj.us/rtkhsfs/search.aspx>

Centro Canadiense de Seguridad y Salud Ocupacional,  
Búsqueda de Hojas Informativas sobre Sustancias Peligrosas (MSDS)  
<http://ccinfoweb.ccohs.ca/msds/search.html>

Universidad de Akron  
<http://ull.chemistry.uakron.edu/erd/>

Universidad de Oxford, Búsqueda de Hojas Informativas  
sobre Sustancias Peligrosas (MSDS)  
<http://msds.chem.ox.ac.uk/>

The MSDS Communication Library, Seton—Búsqueda de Hojas Informativas  
sobre Sustancias Peligrosas (MSDS) por fabricante  
<http://www.setonresourcecenter.com/msdshazcom/htdocs/>

Emedco, Búsqueda de Hojas Informativas sobre Sustancias Peligrosas (MSDS)  
<http://www.emedco.info/rtk/MSDSs/default.htm>

Safety Information Resource Inc., Búsqueda de Hojas Informativas  
sobre Sustancias Peligrosas  
<http://siri.org/msds/index.php>



## Glosario

Este glosario define los términos tal como se utilizan en este documento y proporciona información complementaria en aquellos casos en que sea necesario.

*Corrosión:* Un desecho es corrosivo si disuelve metales u otros materiales, o quema o daña la piel o los ojos al contacto:

- Es acuoso con un pH de 2 o inferior, o 12 o superior, o un polvo que cuando se agrega al agua produce los mismos valores de pH;
- Es un líquido y corroe el acero a una velocidad superior a 6,35 milímetros por año;
- Ejemplos de desechos corrosivos son:
  - Ácidos: Ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido nítrico, ácido acético;
  - Bases: Hidróxido sódico, hidróxido amónico, amoníaco acuoso.

*Destrucción:* La destrucción física de la sustancia química, por ejemplo, para fines de recuperación de energía por medio de la incineración.

*Eliminación:* El término se refiere a la acción o proceso de tratamiento de sustancias químicas, desechos químicos, envases y todos aquellos materiales relacionados con la fabricación ilícita de drogas.

*Encapsulación:* La estabilización de material químico peligroso en una matriz que impida su escape.

*Entierro en áreas lejanas:* Véase “fosa”.

*Estabilización:* Véase “encapsulación”.

*ETA:* Estimulantes de tipo anfetamínico.

*Fosa:* Una fosa es un hueco abierto excavado en el terreno, en lo posible en terrenos que no sean porosos (por ejemplo de arcilla) con un fondo plano y lados o paredes inclinadas. Una fosa puede ser también una depresión natural del terreno. Las fosas son utilizadas en áreas remotas para quemar al aire libre, neutralización,

o como vertederos (entierro en áreas lejanas) donde no existen opciones prácticas para eliminar desechos sin riesgos para el medio ambiente.

*Fuel-blending:* Se refiere al uso de disolventes inflamables (con índices de inflamabilidad 2 o 3) como combustible para la recuperación de energía (coincineración) en compañías comerciales (por ejemplo, la industria del cemento), como método de eliminación.

*Incineración:* Quema controlada en un área contenida con las debidas precauciones para impedir que los materiales químicos tóxicos salgan al medio ambiente. La incineración se considera como un método de tratamiento y produce cenizas que deben eliminarse de forma adecuada.

*Inertización:* La inertización es una variante de la encapsulación.

*Inflamabilidad:* Un desecho es inflamable si es fácilmente combustible, o, de encenderse, quema de forma tan vigorosa que constituye un peligro:

- Un líquido con un punto de inflamabilidad igual o inferior a 37,8°C;
- Un no líquido capaz, bajo temperatura y presión normales, de causar fuego a través de fricción, absorción de humedad, o cambios químicos espontáneos, y una vez iniciada la ignición, quema de una forma tan vigorosa y persistente que constituye un peligro;
- Un gas comprimido inflamable, tal como se define en las normas del Departamento de Transporte de los Estados Unidos (DOT);
- Algunos ejemplos de desechos inflamables son disolventes tales como acetona, alcoholes de éter, tolueno, hexano, acetato de etilo.

*Ignición a distancia:* Prender fuego a una distancia segura.

*Limpieza:* Se refiere al proceso completo de identificación, manejo sin riesgos, transporte y tratamiento de sustancias químicas.

*Neutralización:* Reacción química en la que un ácido y una base se mezclan para formar una solución de pH “neutral” (generalmente 6-8).

*Precursor:* Cualquier producto químico, agente reactivo, disolvente o catalizador que se utiliza en la transformación de un compuesto o es transformado en otro compuesto, como en el curso de una reacción química, y por lo tanto precede a ese compuesto en el sendero sintético.

*Productos químicos:* El término se utiliza en estas *Directrices* para referirse a todas las sustancias químicas utilizadas en la fabricación clandestina de estimulantes de tipo anfetamínico (especialmente anfetamina, metanfetamina, MDA y MDMA). Incluye asimismo las sustancias químicas utilizadas para sintetizar precursores y productos químicos utilizados para procesar el opio/morfina a heroína.

*Quema:* Se refiere a la quema sin control, donde los productos de la combustión son arrojados a la atmósfera. El método de quema es generalmente la opción escogida en zonas remotas en las que no es práctico utilizar otros métodos más seguros desde el punto de vista ambiental.

*Quema al aire libre:* Véase “quema”.

*Radiactividad:* Emisión espontánea de radiación que se produce bien directamente de un núcleo atómico o como consecuencia de una reacción nuclear. También se refiere a la radiación, incluyendo partículas alfa, nucleones, electrones y rayos gamma, emitidos por una sustancia radiactiva. Un ejemplo de un compuesto radiactivo es el nitrato de torio ( $\alpha$  emisor).

*Reactividad:* Un desecho es reactivo si es inestable o experimenta reacciones químicas rápidas o violentas, como prenderse fuego, explotar o emanar humos, cuando se expone al agua, aire u otros materiales, o se mezcla con ellos:

- Es inestable y fácilmente experimenta un cambio violento sin detonación;
- Reacciona violentamente con agua;
- Genera gases tóxicos, vapores o humos cuando se mezcla con agua y lo hace en una cantidad suficiente como para constituir un peligro para la vida o el medio ambiente;
- Residuo con sulfuro o cianuro que, cuando se expone a un pH de entre 2 y 12,5 puede generar gases tóxicos, vapores o humos;
- Es capaz de generar detonación, reacción explosiva o descomposición explosiva;
- Ejemplos de desechos reactivos son:
  - Compuestos de cianuro;
  - Peróxidos orgánicos;
- Reactivos con el agua:
  - Metales de sodio;
  - Hidruro de calcio;
  - Cloruro de tionilo;
  - Amoníaco y sulfuro de sodio.

*Reciclaje:* Reventa o reutilización de la sustancia química a la industria legítima, en la que la formula del químico sigue siendo la misma y el químico puede ser utilizado para sus fines originales. A los efectos de estas *Directrices*, los términos reciclaje y reutilización pueden ser usados en los siguientes casos:

- Devolución de envases que tienen etiquetas comerciales y están sellados por el fabricante, al proveedor original, o venta en subasta a comerciantes de productos químicos legítimos e investigados;
- Venta, subasta o donación a instituciones públicas/académicas que puedan tener una necesidad directa y legítima de dichos materiales (por ejemplo, escuelas, hospitales, universidades, etc.);
- *Fuel-blending*.

*Relleno sanitario:* Constituye una alternativa de disposición final con todas las condiciones de seguridad para el personal y el ambiente que son requeridos (membranas, taludes, capas de grava, etc.)

*Segregación:* Se refiere al concepto de almacenamiento de productos químicos en el que las diferentes clases de sustancias químicas (es decir, ácidos, bases, etc.) son almacenadas en envases separados, y en lugares muy separados, a fin de reducir al mínimo el riesgo de una reacción química.

*Sustancia controlada:* Droga o sustancia química cuya fabricación, posesión o uso están controlados por ley.

*Tratamiento:* Procedimiento para cambiar las características de las sustancias químicas o de desechos químicos a fin de disminuir su peligrosidad o reducir su volumen.

*Tratamiento químico:* La sustancia química es sometida a tratamiento a fin de convertirla en material no recuperable.

*Vertedero:* Se refiere a la eliminación de desechos sólidos y residuos de desechos sólidos (por ejemplo las cenizas resultantes de la incineración) en la tierra, realizando excavaciones —entierro en zonas alejadas.

*Zanja:* Excavación larga o lineal en la tierra. Véase “fosa”.

## Anexo I. Productos químicos utilizados en la fabricación ilícita de drogas y sus métodos de eliminación

Nombre		Utilizado en la fabricación de: 1=Cocaína 2=Heroína 3=Anfetamina/ metanfetamina 4=MDA/MDMA 5=Metacualona	Método de eliminación	Tipo A=Ácido B=Base G=Gas M=Metal O=Otros P=Precursor R=Radiactivo S=Solvente	Número CAS
	Acetaldehído	3	4.6	S	75-07-0
	Acetato de amonio	3,4	4.14	O	8013-61-4
N-	Acetato de butilo	1	4.3	S	123-86-4
2	Acetato de butilo	1	4.3	S	105-46-4
	Acetato de plomo	3	4.18	O	6080-56-4
	Acetato etílico	1,2,3	4.3	S	141-78-6
	Acetato de sodio	3	4.2	B	127-09-3
	Acetilacetona	5	4.3	S	123-54-6
N-	Acetilfedrina	3	4.14	P	16413-75-5
N-	Acetilpseudoefedrina	3	4.14	P	84472-25-3
	Acetofenona	3		O	98-86-2
	Acetona	1,2,3,4	4.3	S	67-64-1
	Acetonitrilo	3	4.3	S	75-05-8
	Ácido acético	1,2,3,4	4.1	A	64-19-2
	Ácido acético glacial	2,3,4	4.1	A	64-19-2
N-	Ácido acetilntranílico	5	4.1	A	89-52-1
	Ácido antranílico	5	4.1	A	118-92-3
	Ácido bromhídrico	3,4	4.1	A	10035-10-6
	Ácido clorhídrico	1,2,3,4,5	4.1	A	7647-01-0
	Ácido fenilacético	3	4.1	A	101-41-7
	Ácido fórmico	3,4	4.1	A	64-18-6
	Ácido fosfórico	3	4.1	A	37267-86-0

Nombre		Utilizado en la fabricación de: 1=Cocaína 2=Heroína 3=Anfetamina/ metanfetamina 4=MDA/MDMA 5=Metacualona	Método de eliminación	Tipo A=Ácido B=Base G=Gas M=Metal O=Otros P=Precursor R=Radiactivo S=Solvente	Número CAS
	Ácido hipofosforoso	3	4.1	A	6303-21-5
	Ácido nítrico	3	4.1	A	7697-37-2
	Ácido perclórico	3		A	7601-90-3
	Ácido pirúvico	3,4		A	113-24-6
	Ácido sulfúrico	1,2,3,4	4.1	A	7664-93-9
	Ácido tartárico	2,3	4.1	A	526-83-0
	Ácido yodhídrico	3	4.1	A	10034-85-2
	Alcohol diacetona	1	4.3	S	123-42-2
	Alcohol etílico	1,2,3,4,5	4.3	S	64-17-5
	Alcohol isopropílico	1,3,4	4.3	S	67-63-0
	Alcohol metílico	1,2,3,4,5	4.3	S	67-56-1
	Alcohol piperonil	4	4.3	O	495-76-1
	Alibenceno	3	4.3	S	300-57-2
	Aluminio (metal)	3,4	4.18	M	91728-14-2
	Aluminio en polvo	3,4	4.18	M	7429-19-5
N-	Amilamina	3	4.7	O	110-58-2
	Anhídrido acético	1,2,3,5	4.1	O	108-24-7
	Anhídrido ftálico	5	4.1	A	85-44-9
	Anhídrido isatoico	5	4.1	A	118-48-9
	Benceno	1,3,4	4.3	S	71-43-2
	Benzaldehído	3,4	4.6	O	100-52-7
	Benzoquinona	4		O	106-51-4
	Bicarbonato de calcio	2	4.2	B	3983-19-5
	Bicarbonato de potasio	2	4.2	B	298-14-6
	Bicarbonato de sodio	1,2,3,4,5	4.2	B	144-55-8
	Bisulfito de sodio	3	4.2	B	7631-90-5
	Borohidruro de sodio	3,4	4.11	O	16940-66-2
	Bromobenceno**	3	4.3	S	108-86-1
N-	Bromosuccinimida	4		O	75-18-3
	Bromuro de magnesio (anhidro)	5	4.14	O	7789-48-2
	Bromuro de mercurio (II)	4	4.18	O	7789-47-1



<i>Nombre</i>		<i>Utilizado en la fabricación de: 1=Cocaína 2=Heroína 3=Anfetamina/ metanfetamina 4=MDA/MDMA 5=Metacualona</i>	<i>Método de eliminación</i>	<i>Tipo A=Ácido B=Base G=Gas M=Metal O=Otros P=Precursor R=Radioactivo S=Solvente</i>	<i>Número CAS</i>
	Bromuro de metileno**	3		S	74-95-3
	Bromuro de sodio	3,4		O	7647-15-6
N-	Butanol	1	4.3	S	71-36-3
N-	Butilamina	3	4.7	B	109-73-9
	Carbón activo	2	4.14	O	7440-44-0
	Carbón vegetal	2,3,4	4.14	O	7440-44-0
	Carbonato de amonio	3	4.2	B	506-87-6
	Carbonato de calcio (piedra caliza)	1	4.2	B	471-34-1
	Carbonato de potasio	1,2	4.2	B	584-08-7
	Carbonato de sodio (ceniza de soda)	1,2,4	4.2	B	497-19-8
	Catecol	4		O	120-80-9
	Cemento	1		O	65997-15-1
	Cianoborohidruro de sodio	3,4	4.11	O	25895-60-7
	Cianuro de bencilo	3	4.1	O	140-29-4
	Cianuro de potasio	3	4.1	O	151-50-8
	Cianuro de sodio	3	4.10	O	143-33-9
	Citrato regulador pH 6	3,4	4.14	O	
O-	Cloroacetanilida	5	4.3	O	120-66-1
	Cloroacetona	3	4.3	S	78-95-5
O-	Cloroanilina	5	4.3	O	95-51-2
	Clorofedrina	3	4.14	P	25394-33-6
	Cloroformo	1,2,3,4,5	4.3	S	67-66-3
	Cloruro alílico	3		O	107-05-1
	Cloruro de acetilo	2	4.5	O	75-36-5
	Cloruro de aluminio	2,3,4	4.8	O	7784-13-6
	Cloruro de aluminio (anhidro)	3,4	4.8	O	7784-13-6
	Cloruro de amonio	2,3,4	4.14	O	1215-02-9
	Cloruro de bencilo	3	4.8	O	100-44-7
	Cloruro de cobre (II)	4	4.14	O	7447-39-4
	Cloruro de hierro (III)	3	4.14	O	10025-77-1
	Cloruro de mercurio (II)	3,4	4.18	O	7487-94-7

Nombre		Utilizado en la fabricación de: 1=Cocaína 2=Heroína 3=Anfetamina/ metanfetamina 4=MDA/MDMA 5=Metacualona	Método de eliminación	Tipo A=Ácido B=Base G=Gas M=Metal O=Otros P=Precursor R=Radiactivo S=Solvente	Número CAS
	Cloruro de metileno**	3	4.3	S	75-09-2
	Cloruro de paladio	3,4	4.18	O	7647-10-1
	Cloruro de tionilo	2,3	4.23	O	7719-09-7
	Cresol	2		O	95-48-7
	Dibrometano**	4	4.3	S	74-95-3
	Dicloruro de metileno (diclorometano)**		4.3	S	75-09-2
	Dietilamina	4	4.7	B	660-68-4
	Dimetilformamida	3,4	4.3	S	68-12-2
	Dióxido de manganeso	1	4.9	O	1313-35-7
	Dióxido de platino (IV) (catalizador de Adams)	3,4	4.18	O	1314-15-4
	Efedrina	3	4.14	P	134-71-4
	Éter etílico*	1,2,3,4,5	4.4	S	60-29-7
	Éter de petróleo	1,3	4.4	S	8032-32-4
	Estireno	3		O	600-42-5
	Etilamina	4	4.7	B	506-58-1
N-	Etilefedrina	3	4.14	P	7681-79-0
N-	Etilpseudoefedrina	3	4.14	P	258827-65-5
$\alpha$ -	Fenilacetnitrilo	3	4.3	O	4468-48-8
1-	Fenil-2-cloropropanona	3	4.3	S	10304-81-1
1-	Fenil-2-propanona (P-2-P; BMK)	3	4.3	P	103-79-7
	Formamida	3,4	4.12	S	75-12-7
	Formiato de amonio	3	4.2	O	540-69-2
	Fósforo, amarillo	3	4.16	O	7723-14-0
	Fósforo, blanco	3	4.16	O	7723-14-0
	Fósforo, rojo	3	4.16	O	7723-14-0
	Gas amoniacal	3,4	4.21	G	1336-21-6
	Gas bromuro de hidrógeno	3,4	4.21	G	10035-10-6
	Gas cloruro de hidrógeno	3,4	4.21	G	7647-01-0
	Gas de hidrógeno	3,4	4.21	G	1333-74-0
	Gas dióxido de carbono	3,4	4.21	G	124-38-9

Nombre		Utilizado en la fabricación de: 1=Cocaína 2=Heroína 3=Anfetamina/ metanfetamina 4=MDA/MDMA 5=Metacualona	Método de eliminación	Tipo A=Ácido B=Base G=Gas M=Metal O=Otros P=Precursor R=Radiactivo S=Solvente	Número CAS
	Gas metilamina	3,4	4.2	B	74-89-5
	Glucosa	3,4	4.14	O	14431-43-7
	Hidróxido de amonio	1,2,3,4,5	4.2	B	1336-21-6
	Hexano	1,3	4.3	S	110-54-3
	Hidróxido de calcio (cal apagada)	1,2,3	4.2	B	1305-62-0
	Hidróxido de potasio (potasa cáustica)	1,2,3,4	4.2	B	56-23-5
	Hidróxido de sodio (soda cáustica)	1,2,3,4	4.2	B	1310-73-2
	Hidroxilamina HCl	3		O	7803-49-8
	Hidruro de litio y aluminio	3,4	4.11	O	16853-85-3
	Hipoclorito de sodio	1	4.24	O	7681-62-9
	Isosafrol	4	4.3	O	120-58-1
	Levadura	3,4	4.14	O	68876-77-7
	Limaduras de hierro	4	4.18	M	7439-89-6
	Manganato de potasio	1	4.9	O	10294-64-1
	Metal de cobre	3,4	4.18	M	7440-50-8
	Metal de litio	3	4.17	M	74-04-7
	Metal de magnesio	3	4.18	M	67-56-1
	Metal de mercurio	3,4	4.18	M	9439-97-6
	Metal de platino	3,4	4.18	M	7440-05-3
	Metal de potasio	3	4.17	M	7440-09-7
	Metal de sodio	3	4.17	M	7440-23-5
	Metal de zinc	3,4	4.18	M	7440-66-6
	Metilamina (40% solución en agua)	3,4	4.2	B	74-89-5
	Metilamina HCl	3,4	4.2	B	593-51-1
N-	Metilefedrina	3	4.14	P	552-79-4
3,4-	Metilendioxiifenil-2-propanona (PMK; 3,4-MDP-2-P)	4	4.3	P	4676-39-5
	Metiletilcetona*	1,2	4.3	S	78-93-3
	Metilformamida	3,4	4.12	S	123-39-7
	Metilisobutilcetona	1	4.3	S	108-10-1

Nombre		Utilizado en la fabricación de: 1=Cocaína 2=Heroína 3=Anfetamina/ metanfetamina 4=MDA/MDMA 5=Metacualona	Método de eliminación	Tipo A=Ácido B=Base G=Gas M=Metal O=Otros P=Precursor R=Radiactivo S=Solvente	Número CAS
N-	Metilpseudofedrina	3	4.14	P	51018-28-1
	Níquel de Raney	3,4		O	7440-02-0
	Nitrato de mercurio (II)	3,4	4.18	O	10045-94-0
	Nitrato de torio	3	4.22	R	13470-07-0
	Nitroetano	3,4	4.3	S	79-24-3
	Nitrotolueno	5	4.3	S	88-72-2
	Norefedrina	3	4.14	P	154-41-6
	Norpseudofedrina (fenilpropanolamina)	3	4.14	P	36393-56-3
	Óxido de calcio (cal viva)	1,2	4.2	B	1305-78-8
	Óxido de cobre (I)	4	4.14	O	1317-39-1
	Óxido de manganeso	1	4.9	O	1317-35-7
	Paladio negro	3,4	4.18	O	7440-05-3
	Paladio/sulfato de bario	3,4	4.18	O	7440-05-3
	Paraformaldehído	3,4	4.6	O	30525-89-4
	Perborato de sodio	3,4		O	10042-94-1
	Percarbonato de sodio	3,4		O	15630-89-4
	Permanganato potásico	1	4.18	O	7722-64-7
	Peróxido de hidrógeno	3	4.9	O	7722-84-1
	Piperidina	3	4.2	B	110-89-4
	Piperonal	4	4.3	O	120-57-0
	Piridina	2,3,5	4.2	B	110-86-1
	Pirofosfato de tiamina	3,4	4.14	O	154-87-0
	Piruvato de sodio	3,4		O	113-24-6
	Pseudofedrina	3	4.14	P	90-82-4
	Queroseno	1	4.3	S	8008-20-6
	Safrol	4	4.3	O	94-59-7
	Sulfato de magnesio	3	4.8	O	10034-99-8
	Sulfato de sodio	1,3	4.14	O	7757-82-6
	Tetrahidrofurano*	3,4	4.3	S	109-99-9
	Tolueno	1,3,4,5	4.3	S	108-88-3
O-	Toluidina	5	4.3	O	95-53-4
	Tricloruro de fósforo	5	4.13	O	7719-12-2

<i>Nombre</i>		<i>Utilizado en la fabricación de: 1=Cocaína 2=Heroína 3=Anfetamina/ metanfetamina 4=MDA/MDMA 5=Metacualona</i>	<i>Método de eliminación</i>	<i>Tipo A=Ácido B=Base G=Gas M=Metal O=Otros P=Precursor R=Radiactivo S=Solvente</i>	<i>Número CAS</i>
	Urea	2	4.14	O	506-89-8
	Xileno	1	4.3	S	106-42-3
	Yodo	3	4.2	O	10544-22-6

\*Productos químicos que producen peróxidos (estos químicos deben someterse a prueba para determinar la presencia de peróxidos antes de la eliminación mediante quema).

\*\*Disolventes orgánicos halogenados —pueden generar gases tóxicos durante la quema.



## Anexo II. Pruebas químicas a realizar en materias sólidas y líquidas desconocidas/no etiquetadas

Por regla general, la identidad de sustancias químicas desconocidas/sin clasificar debe confirmarse mediante análisis de laboratorio. Sin embargo, las pruebas presuntivas de grupo, que se realicen *in situ*, pueden ayudar a determinar las debidas precauciones que deben tomarse en cuanto a salubridad, seguridad y almacenamiento adecuado y los métodos posibles de eliminación en caso de que los desechos deban ser eliminados en el lugar y no puedan transportarse. Los exámenes o pruebas son particularmente importantes si las sustancias químicas fueron abiertas, faltan las etiquetas y/o falta el sellado original de fábrica, o si ha habido mezclas o existen desechos del laboratorio clandestino. A continuación se describen las pruebas que se realizan *in situ* para determinar la naturaleza y las propiedades físicas y químicas de los productos químicos desconocidos. No se trata de realizar pruebas presuntivas para identificar las sustancias. El primer paso del procedimiento para realizar pruebas *in situ* o de campo es anotar las características físicas del químico desconocido. La descripción física debe incluir el estado del material (sólido, líquido), el color y la consistencia (en el caso de los sólidos) o la viscosidad (en el caso de los líquidos). Para los materiales líquidos debe describirse la claridad de la solución (transparente, translúcida u opaca). Si un material desconocido tiene dos o tres capas líquidas, se describe cada capa separadamente, y se adjudica a cada capa un porcentaje aproximado del total del material. Esto puede ser de gran ayuda al determinar la calidad de los productos químicos que se pondrán en la lista y serán eliminados.

### Papel reactivo

La manera más fácil de analizar las propiedades químicas de sustancias desconocidas es mediante el uso de papel reactivo comercial. Entre ellos se encuentran:

- Papel Watesmo: determina si el solvente es acuoso u orgánico;
- Papel pH: determina la concentración del ácido o base;
- Papel peróxido: determina la cantidad de peróxido presente;
- Papel de cianuro: determina la presencia de cianuro;

- Papel de amonio: determina la presencia de amoníaco y de hidróxido de amonio;
- Papel de yoduro: determina la presencia de yoduro;
- Papel de mercurio: determina la presencia de mercurio y sus sales;
- Papel de cloro: determina la presencia de cloro.

Estos papeles reactivos deben utilizarse de acuerdo con las instrucciones del proveedor.

## Pruebas químicas

Si no se dispone de papeles reactivos, se pueden llevar a cabo varias pruebas básicas para determinar las características y propiedades claves de productos químicos desconocidos. El organigrama de la sección 3 ayudará en ese momento a determinar el método de eliminación más adecuado. Luego de haber tomado las precauciones necesarias (véase manejo de productos químicos sin riesgos) para el manejo de productos químicos desconocidos, entre lo que se incluye el uso de equipo de protección personal, tomar una muestra pequeña para usar en las pruebas siguientes, de preferencia al aire libre.

### *Reactividad en agua*

Con mucho cuidado agregar algunos cristales de las sustancias desconocidas a un mililitro de agua. Observar todos los cambios, evolución en la temperatura, gases, o si se enciende una llama de fuego. Si alguno de estos fenómenos ocurre la materia se clasifica como reactiva en agua.

Debido a que los productos químicos desconocidos/sin etiquetas pueden ser explosivos, es necesario realizar estas pruebas con sumo cuidado.

### *Solubilidad en agua*

Agregar unos pocos cristales (si la sustancia es sólida) o cinco gotas (si la sustancia es líquida) a 1 ml de agua. Observar si el sólido o el líquido se disuelven en el agua. Si el líquido es insoluble, tomar nota si es menos o más denso que el agua (es decir, flota o se hunde). La mayoría de los líquidos orgánicos no halogenados son menos densos que el agua.



## pH

En el caso de un líquido hacer la prueba con el papel reactivo de pH y observar los resultados. Si se trata de un sólido colocar unos pocos cristales del material en un mililitro de agua, hacer la prueba con el papel reactivo de pH y observar los resultados.

## Inflamabilidad

Colocar cinco gotas del líquido en un vaso de precipitación de vidrio. Aplicar una llama a la muestra durante medio segundo; por lo general se usa un encendedor de butano o un soplete de propano. Si la materia enciende y continúa su combustión es un líquido inflamable, con un punto de inflamación menor de 60°C. Si la muestra no se enciende, aplicar la llama nuevamente por un segundo. Si el material se enciende, es combustible. Los materiales combustibles tienen un punto de inflamación entre los 60°C y 93°C.

## Presencia de peróxidos

Puede utilizarse cualquiera de estas pruebas (A-C).

- A. Papeles reactivos comerciales. Pueden adquirirse, por ejemplo, en:
  - EM Scientific cat no: 100111-1;
  - Lab Safety supply cat no: 1162;
  - Aldrich Chemical cat no: Z10-168-0:
    - Siga las instrucciones del proveedor.
- B. Papel comercial de yoduro-almidón. Mojar el papel con 1 N de ácido clorhídrico y luego colocar una pequeña muestra de la materia desconocida en el papel mojado. Si el papel cambia de color a un violáceo oscuro, la prueba es positiva en cuanto a oxidación.
- C. Pruebas no comerciales (es decir, se preparan las soluciones).

## Pruebas de yoduro

- Agregar 1 ml de la sustancia que se está examinando a una solución recién preparada de 100 mg de yoduro de sodio (potasio) en 1 ml de ácido acético glacial. El color amarillo indica baja concentración de peróxidos y el color marrón indica alta concentración de peróxidos;

- Agregar de 1 a 3 ml del líquido a ser examinado, a una cantidad igual de ácido acético y añadir unas pocas gotas de solución 5% de yoduro de potasio y agitar. Si aparece una coloración de amarillo a marrón, demuestra la presencia de peróxidos;
- Agregar la sustancia a ser examinada a un 1 ml de una solución recién preparada de yoduro de potasio en 10 ml de éter etílico en un cilindro de vidrio incoloro con tapón protegido de la luz. Si la solución se torna color amarillo, indica la presencia de 0,005% de peróxidos.

### *Prueba de yoduro/almidón*

Agregar 0,5 ml de la solución a ser examinada a una solución al 10% de 1 ml de yoduro de potasio y 0,5 ml de ácido clorhídrico diluido al que se le agregó unas gotas de solución de almidón un momento antes de realizar la prueba. La aparición, dentro del lapso de un minuto, de un color azul a azul negro indica la presencia de peróxidos.

### *Otra*

Preparar una solución de 5 ml de sulfato de amonio y hierro (II) al 15%, 0,5 ml de 1 N de ácido sulfúrico y 0,5 ml de 0,1 N de tiocianuro de amonio. Para realizar la prueba agitar con una igual cantidad de la solución a ser examinada. Si contiene peróxidos, la solución se tornará roja.

### *Presencia de sulfuros*

La prueba para sulfuros inorgánicos se hace solamente cuando el pH de una solución acuosa de la materia desconocida es mayor que 10. Agregar unas gotas de ácido clorhídrico concentrado a una muestra de la materia desconocida, sosteniendo al mismo tiempo un papel reactivo comercial de acetato de plomo, mojado en agua destilada, sobre la muestra.

La aparición de un color marrón a negro en el papel indica la generación de sulfuro de hidrógeno.

En vista del grado de toxicidad del sulfuro de hidrógeno que se produce en esta prueba, debe usarse una muestra pequeña y debe llevarse a cabo en un lugar ventilado.

### *Presencia de cianuro*

A. Papeles reactivos comerciales. Pueden adquirirse, por ejemplo, en:

- Macheery-Nagel ca# 90604;
  - mn-net.com cat# 91318:
    - Siga las instrucciones del proveedor.
- B. Esta prueba de cianuro inorgánico se realiza solamente cuando el pH de la solución acuosa de la materia desconocida es superior a 10. Antes de realizar la prueba de cianuro, se deben preparar las siguientes soluciones:
- Hidróxido de sodio acuoso al 10% (solución A);
  - Sulfato de hierro (II) acuoso al 10% (solución B);
  - Cloruro de hierro (III) al 5% (solución C).

Mezclar 2 ml de la muestra con 1 ml de agua destilada y 1 ml de cada una de las soluciones A, B y C. Agregar suficiente ácido sulfúrico para acidificar la solución.

El desarrollo de un color azul (azul de Prusia, debido al ferrocianuro de hierro (III) indica la presencia de cianuro.

En vista del grado de toxicidad del hidrógeno de cianuro que se produce en esta prueba, debe usarse una muestra pequeña y debe llevarse a cabo en un lugar ventilado.

### *Presencia de halógeno*

Calentar un trozo de alambre de cobre hasta que esté encendido y rojo. Enfriar el alambre en agua destilada o desionizada y luego sumergir el alambre en la sustancia desconocida. Una vez más calentar el alambre en la llama.

El color verde alrededor del alambre indica la presencia de halógeno.

### *Prueba química para determinar la presencia de ácidos específicos*

Preparar tres soluciones por separado del ácido que será examinado mezclando 1 a 2 gotas del ácido con 1 ml de agua desionizada. Realizar las siguientes pruebas:

- A. *Prueba de nitrato de plata:* Agregar de 1 a 2 gotas de reactivo\* de nitrato de plata al 5% a la solución y observar si ocurre una precipitación. Si hay precipitación, agregar de 1 a 2 gotas de hidróxido de amonio concentrado y observar si el precipitado se redissuelve.
- B. *Prueba de nitrato de bario:* Agregar 1-2 gotas de reactivo de nitrato de bario 5%\* y observar si hay precipitación.

- C. *Prueba de nitrato de bario básico*: Agregar 1-2 gotas de NaOH al 50% y asegurarse de que el pH es básico.

Ácido	Nitrato de plata	Nitrato de plata + NH <sub>4</sub> OH	Nitrato de bario	Nitrato de bario básico
HBr	ppt amarillo pálido	Se disuelve	No ppt	No ppt
HI	ppt amarillo	ppt blanco	No ppt	No ppt
HCl	ppt blanco	Se disuelve	No ppt	No ppt
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	No ppt	No ppt	ppt blanco	ppt blanco
HNO <sub>3</sub>	No ppt	No ppt	No ppt	No ppt
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	No ppt	No ppt	No ppt	ppt blanco
H <sub>3</sub> PO <sub>2</sub>	ppt negro	No ppt	No ppt	No ppt

ppt = precipitado.

\* Todos los reactivos deben prepararse según los procedimientos establecidos.

### *Presencia de mercurio*

- A. Papeles reactivos comerciales. Pueden adquirirse, por ejemplo, en:

- Bgiusa.com catalogue # Hg01;
- Gardco.com cat# TR-2022:
  - Siga las instrucciones del proveedor.

- B. Preparar las siguientes soluciones:

- 1 gm de yoduro de potasio en 10 ml de agua. Agregar el material a la probeta:
  - Agregar el reactivo y observar el color;
  - Calentarlo y observar el cambio de color;
- 19,4 g de cromato de potasio disuelto en 1 litro de agua. Agregar el material a la probeta:
  - Agregar el reactivo y observar el color;
  - Calentarlo y observar el color.

<i>Ión de mercurio</i>	<i>Yoduro de potasio</i>	<i>Solución calentada de yoduro de potasio</i>	<i>Cromato de potasio</i>	<i>Solución calentada de cromato de potasio</i>
Hg+	Precipitado verde Se vuelve negro con reactivo en exceso	Rojo	ppt marrón	Rojo
Hg++	Precipitado naranja a rojo-marrón. Incoloro con reactivo en exceso	Ningún cambio	n/a	n/a

n/a: no aplicable.

## Anexo III. Índices de salud, inflamabilidad, reactividad y peligrosidad

Existen diversos índices de salud, inflamabilidad, reactividad y peligrosidad, entre los que se encuentran los establecidos por las Naciones Unidas, conocidos como “Sistema Mundialmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Sustancias Químicas (GHS)”. Históricamente, los diferentes países y las agencias gubernamentales han adoptado distintas maneras de establecer las clasificaciones que usan. Las clasificaciones que se presentan a continuación se usan comúnmente en América del Norte y del Sur, con respecto a la peligrosidad de las sustancias químicas que se encuentran frecuentemente en la fabricación clandestina de drogas.

### A. Índices de salud (S)

- 4 Unas pocas inhalaciones de gas o vapor podrían causar la muerte. El gas, vapor o líquido pueden ser fatales si penetran la ropa protectora. Debe usarse ropa protectora especificada.
- 3 Material extremadamente peligroso para la salud, pero el ingreso al área de peligro es posible si se toma sumo cuidado. Se debe usar un equipo completo de ropa protectora. No debe exponerse la piel.
- 2 Material peligroso para la salud pero se puede ingresar libremente al área de peligro con máscaras respiratorias autónomas (SCBA).
- 1 Material ligeramente peligroso para la salud, pero de preferencia usar una máscara respiratoria SCBA.
- 0 No existe peligro.



Muy tóxico



Tóxico



Nocivo

## B. Índices de inflamabilidad (I)

- 4 Gases muy inflamables, líquidos inflamables muy volátiles y materiales que en forma de polvo o vapor se convierten rápidamente en mezcla explosiva al dispersarse en el aire. Punto de inflamación por debajo de 23°C.
- 3 Líquidos que pueden encenderse en prácticamente cualquier temperatura ambiental normal; cualquier material que se enciende espontáneamente existiendo condiciones normales de temperatura en el aire. Punto de inflamación por debajo de los 38°C.
- 2 Líquidos que deben ser calentados para que se enciendan; sólidos de los que emanan vapores inflamables. Punto de inflamación > 38°C pero < 93°C.
- 1 Material que debe ser precalentado antes de que pueda encenderse; punto de inflamación > 93°C.
- 0 Materiales que no se queman.



**Extremadamente inflamable**



**Inflamable**

Un líquido con un punto de inflamación inferior a 140°F (60°C) se considera inflamable. Casi todos los disolventes orgánicos entran en esta categoría.

## C. Índices de reactividad (R)

- 4 Materiales que por sí mismos tienen capacidad de detonación o de descomposición explosiva o reacción explosiva bajo condiciones normales de temperatura y presión.
- 3 Materiales que por sí mismos tienen capacidad de detonación o de descomposición explosiva o de reacción explosiva pero para ello necesitan ser encendidos intensamente. Esto incluye materiales sensibles a cambios bruscos mecánicos o térmicos a temperaturas y presiones elevadas o que reaccionan explotando con el agua sin necesidad de calor.

- 2 Materiales que son naturalmente inestables y propensos a cambios químicos violentos pero no estallan. Se incluyen materiales que reaccionan violentamente o que pueden formar mezclas potencialmente explosivas con agua.
- 1 Materiales que son normalmente estables pero pueden desestabilizarse con temperatura y presión elevadas. Pueden reaccionar con agua emitiendo energía pero no de una manera violenta.
- 0 Materiales que son normalmente estables aun expuestos al fuego y que no reaccionan con el agua.



### Explosivo

## D. Índice de peligrosidad (Sax)

El índice de peligrosidad es una combinación del índice de toxicidad y de riesgo. Se asignan los índices de la siguiente manera: bajo (1), mediano (2) o alto (3) riesgo de incendio, explosión, o reactividad.

- 3 Indica una dosis letal (LD50) por debajo de 400 mg/kg, o una concentración letal (LC50) por debajo de 100 ppm o el material es explosivo, se incendia espontáneamente o es altamente reactivo.
- 2 Indica un LD50 de 400-4.000 mg/kg o un LC50 de 100-500 ppm o el material es muy inflamable o reactivo.
- 1 Indica un LD50 mayor de 4.000 mg/kg o un mayor de 4.000 ppm, o que el material es combustible.

### Tabla de salud (S), inflamabilidad (I), reactividad (R) e índice de peligrosidad (Sax)

Nombre	S	I	R	Índice de peligrosidad (Sax)
Acetaldehído	2	4	2	3
Acetato de amonio	1	1	1	

<i>Nombre</i>		<i>S</i>	<i>I</i>	<i>R</i>	<i>Índice de peligrosidad (Sax)</i>
N-	Acetato de butilo	1	3	0	3
2-	Acetato de butilo	1	3	0	3
	Acetato de sodio	1	1	1	
	Acetato etílico	1	3	0	3
	Acetilacetona	2	3	0	
	Acetofenona	1	2	0	
	Acetona	1	3	0	3
	Acetonitrilo	3	3	3	3
	Ácido acético	2	2	1	3
	Ácido acético glacial	3	2	2	3
N-	Ácido acetilnitrílico	1	1	1	
	Ácido antranílico	2	1	0	3 (1)
	Ácido bromhídrico	3		1	3
	Ácido clorhídrico	3	0	0	3
	Ácido fenilacético	2	1	1	2
	Ácido fórmico	3	2	0	
	Ácido fosfórico	3	0	3	3
	Ácido hipofosforoso	2		0	3
	Ácido nítrico	2	0	1	3
	Ácido perclórico	3	0	3	3
	Ácido sulfúrico	3	0	1	3
	Ácido tartárico	2	1	0	2
	Ácido yodhídrico	3		1	
	Alcohol diacetona	1	2	0	2
	Alcohol etílico	0	3	0	3
	Alcohol isopropílico	1	3	0	3
	Alcohol metílico	1	3	0	3
	Aluminio (metal)	0	1	1	3
	Aluminio en polvo	0	1	1	3
N-	Amilamina	3	3	0	
	Amoníaco (gas)	3	1	0	
	Anhídrido acético	2	2	1	2
	Anhídrido ftálico	2	1	2	
	Anhídrido isatoico	1	0	0	
	Benceno	2	3	0	3
	Benzaldehído	2	2	0	3



<i>Nombre</i>		<i>S</i>	<i>I</i>	<i>R</i>	<i>Índice de peligrosidad (Sax)</i>
	Benzoquinona	1	2	1	
	Bicarbonato de calcio			2	
	Bicarbonato de potasio	1	0	0	1
	Bicarbonato de sodio	1		0	1
	Borohidruro de sodio	2	2	2	3
	Bromobenceno	2	2	0	
	Bromuro de hidrógeno (gas)	3	0	1	
	Bromuro de magnesio (anhidro)	1	0	0	
	Bromuro de mercurio (II)	3	0	1	3
	Bromuro de metileno	2	3	0	
	Bromuro de sodio	2		0	3
N-	Butanol	1	3	0	3
N-	Butilamina	3	4	0	6
	Carbón activo	0	0	1	
	Carbonato de amonio	1	0	0	3
	Carbonato de calcio (piedra caliza)	1	0	0	2
	Carbonato de potasio	3	0	0	3
	Carbonato de sodio (ceniza de soda)	2	0	0	3
	Catecol	3	1	0	
	Cianoborohidruro de sodio	2	2	2	3
	Cianuro de bencilo	3	1	1	
	Cianuro de potasio	3	0	0	3
o-	Cloroacetanilida	1	0	0	
o-	Cloroanilina	2	1	1	
	Cloroformo	3	1	0	3
	Cloruro alílico	3	3	1	
	Cloruro de acetilo	3	3	2	3
	Cloruro de aluminio	3	0	2	3
	Cloruro de aluminio anhidro	3	0	2	
	Cloruro de amonio	1	1	1	
	Cloruro de bencilo	2	2	1	3
	Cloruro de hidrógeno (gas)	3	0	1	
	Cloruro de mercurio (II)	3	0	1	3
	Cloruro de metileno	2	3	0	
	Cloruro de tionilo	4	0	1	3
	Cresol	3	2	0	

Nombre		S	I	R	Índice de peligrosidad (Sax)
	Dibrometano	3	0	3	3
	Dietilamina	3	3	0	3
	Dimetilformamida	1	2	0	3
	Dióxido de carbono (gas)		0		
	Dióxido de platino (IV) (catalizador de Adams)	1	0	0	
	Efedrina	1		0	
	Estireno	2	3	2	
	Éter de petróleo	1	4	0	3
	Éter etílico*	2	4	1	3
	Etilamina	3	4	0	3
1-	Fenil-2-propanona (P-2-P; BMK)	1	1	1	
	Formamida	3	1	0	3
	Formiato de amonio				2
	Fósforo, amarillo	3	3	1	3
	Fósforo, blanco	3	3	1	3
	Fósforo, rojo	0	1	1	3
	Gas de hidrógeno	0	4	0	
	Hexano	1	3	0	3
	Hidróxido de amonio	2	1		3
	Hidróxido de calcio (cal apagada)	2	0	0	2
	Hidróxido de potasio (potasa cáustica)	3	0	0	3
	Hidróxido de sodio (soda cáustica)	3	0	1	3
	Hipoclorito de sodio	2			
	Hidroxilamina HCl	2	0	3	
	Hidruro de litio y aluminio	3	1	2	3
	Isosafrol				3
	Metal de cobre	2	0	0	
	Metal de litio	3	2	2	
	Metal de magnesio	2	4	3	3
	Metal de mercurio	3			3
	Metal de platino	1	0	0	
	Metal de potasio	3	1	2	3
	Metal de sodio	3	1	2	3
	Metilamina (40% solución en agua)	3	4	3	3
	Metilamina (gas)	3	4	0	
	Metiletilcetona*	1	3	0	3

<i>Nombre</i>		<i>S</i>	<i>I</i>	<i>R</i>	<i>Índice de peligrosidad (Sax)</i>
	Metil isobutil cetona	2	3	0	
	Níquel de Raney	1	0	1	
	Nitrato de mercurio (II)	3	0	1	3
	Nitroetano	2	3	1	3
o-	Nitrotolueno	2	1	4	
	Óxido de calcio (cal viva)	1	0	1	3
	Paladio negro	1	0	1	
	Paladio/sulfato de bario	1	0	1	
	Paraformaldehído	3	1	0	
	Permanganato potásico	0	0	1	3
	Peróxido de hidrógeno	3	0	1	
	Piperidina	2	3	3	3
	Piperonal	1	1	1	
	Piridina	2	3	0	3
	Pseudoefedrina				3
	Queroseno	1	2	0	3
	Safrol	2	1	1	
	Sulfato de sodio	1	n/a	1	2
	Tetrahidrofurano*	2	3	1	3
	Tolueno	2	3	0	3
o-	Toluidina	3	2	0	3
	Tricloruro de fósforo	3	0	2	
	Urea	0	n/a	1	3
	Xileno	2	3	0	3
	Yodo	4	0	0	3

\* Productos químicos que producen peróxidos (estos productos químicos deben someterse a prueba para determinar la presencia de peróxidos antes de su eliminación mediante la quema).



## Anexo IV. Propiedades físicas

	<i>Nombre</i>	<i>Peso molecular (gm)</i>	<i>Densidad (gm/cm<sup>3</sup>)</i>
	Acetaldehído	44,05	0,788
	Acetato de amonio	77,08	1,17
N-	Acetato de butilo	116,16	0,88
2-	Acetato de butilo	116,16	0,87
	Acetato etílico	88,11	0,902
	Acetato de plomo	325,29	3,25
	Acetato de sodio	82,03	1,528
	Acetilacetona	100,1	0,975
N-	Acetilefedrina	207,268	
N-	Acetilpseudoefedrina	207,268	
	Acetona	58,08	0,791
	Acetofenona	120,15	1,028
	Acetonitrilo	41,05	0,786
	Ácido acético	60,05	1,049
	Ácido acético glacial	60,05	1,049
N-	Ácido acetilnitrílico	179,2	
	Ácido antranílico	137,1	1,4
	Ácido bromhídrico	80,92	1,49
	Ácido clorhídrico	36,46	1,2
	Ácido fenilacético	136,15	1,08
	Ácido fórmico	43,03	1,22
	Ácido fosfórico	98	1,7
	Ácido hipofosforoso	66	1,274
	Ácido nítrico	63,01	1,4
	Ácido perclórico	100,46	1,67
	Ácido pirúvico	88,06	1,25
	Ácido sulfúrico	98,08	1,84
	Ácido tartárico	150,09	1,79
	Ácido yodhídrico	127,91	1,701

	<i>Nombre</i>	<i>Peso molecular (gm)</i>	<i>Densidad (gm/cm<sup>3</sup>)</i>
	Alcohol diacetona	116,16	0,938
	Alcohol etílico	46,07	0,794
	Alcohol isopropílico	60,1	0,785
	Alcohol metílico	32,04	0,791
	Alcohol piperonílico	152,15	1,329
	Alibenceno	118,18	0,89
	Aluminio (metal)	26,98	2,7
	Aluminio en polvo	26,98	2,7
N-	Amilamina	87,16	0,75
	Amoníaco (gas)	17,03	0,73
	Anhídrido acético	102,09	1,082
	Anhídrido ftálico	148,1	1,53
	Anhídrido isatoico	163,1	
	Benceno	78,11	0,874
	Benzaldehído	106,12	1,044
	Benzoquinona	108,1	1,318
	Bicarbonato de calcio	163,96	
	Bicarbonato de potasio	100,11	2,17
	Bicarbonato de sodio	84,01	2,173
	Bisulfito de sodio	104,06	1,48
	Borohidruro de sodio	37,83	1,074
	Bromobenceno	157,02	1,491
N-	Bromosuccinimida	177,98	2,098
	Bromuro de hidrógeno (gas)	80,91	3,307
	Bromuro de magnesio (anhidro)	184,1	3,72
	Bromuro de mercurio (II)	360,41	6,03
	Bromuro de metileno	173,83	2,477
	Bromuro de sodio	102,894	3,21
N-	Butanol	74,12	0,81
N-	Butilamina	73,14	0,741
	Carbonato de amonio	96,09	1,5
	Carbonato de calcio (piedra caliza)	100,09	2,71
	Carbonato de potasio	138,2	2,29
	Carbonato de sodio (ceniza de soda)	105,99	2,54
	Catecol	110,1	1,344
	Cianoborohidruro de sodio	62,84	1,2
	Cianuro de bencilo	117,15	1,015

	<i>Nombre</i>	<i>Peso molecular (gm)</i>	<i>Densidad (gm/cm<sup>3</sup>)</i>
	Cianuro de potasio	65,12	1,52
	Cianuro de sodio	49,01	1,595
o-	Cloroacetanilida	169,6	
	Cloroacetona	92,52	1,15
o-	Cloroanilina	127,57	1,21
	Cloroefedrina	184	
	Cloroformo	119,38	1,492
	Cloruro alfilico	76,52	0,94
	Cloruro de acetilo	78,5	1,104
	Cloruro de aluminio	133,34	2,48
	Cloruro de aluminio anhidro	133,34	2,48
	Cloruro de amonio	53,49	1,53
	Cloruro de bencilo	126,58	1,1
	Cloruro de cobre (II)	134,45	3,386
	Cloruro de hidrógeno (gas)	36,46	1,477
	Cloruro de hierro (III)	162,2	2,898
	Cloruro de mercurio (II)	271,5	5,43
	Cloruro de metileno	84,93	1,325
	Cloruro de paladio	177,31	4
	Cloruro de tionilo	118,97	1,638
	Cresol	108,14	1,05
	Dibrometano	173,83	2,497
	Dietilamina	73,14	0,707
	Dimetilformamida	73,1	0,944
	Dióxido de carbono (gas)	44,01	0,77
	Dióxido de manganeso	86,94	5,026
	Dióxido de platino (IV) (catalizador de Adams)	227,09	10,2
	Efedrina	165,24	
	Estireno	104,15	0,909
	Éter de petróleo		0,64
	Éter etílico*	74,12	0,706
	Etilamina	45,08	2,1
N-	Etilefedrina	193,285	
N-	Etilpseudoefedrina	193,285	
α-	Fenilacetnitrilo	159,18	
1-	Fenil-2-cloropropanona	154,637	

	<i>Nombre</i>	<i>Peso molecular (gm)</i>	<i>Densidad (gm/cm<sup>3</sup>)</i>
1-	Fenil-2-propanona (P-2-P; BMK)	134,18	1,006
	Formamida	45,04	1,133
	Formiato de amonio	63,06	1,27
	Fósforo, amarillo	30,97	
	Fósforo, blanco	30,97	1,823
	Fósforo, rojo	30,97	2,2
	Gas de hidrógeno	1,01	0,07
	Glucosa	180,16	1,54
	Hexano	86,18	0,659
	Hidróxido de amonio	35,04	0,91
	Hidróxido de calcio (cal apagada)	74,1	2,211
	Hidróxido de potasio (potasa cáustica)	56,11	2,044
	Hidróxido de sodio (soda cáustica)	40	2,13
	Hidroxilamina HCl	69,49	
	Hidruro de litio y aluminio	37,95	0,917
	Hipoclorito de sodio	74,44	1,11
	Isosafrol	162,19	1,12
	Limaduras de hierro	55,85	7,874
	Manganato de potasio	197,13	2,78
	Metal de cobre	63,55	8,94
	Metal de litio	6,94	0,534
	Metal de magnesio	24,31	1,738
	Metal de mercurio	200,59	13,534
	Metal de platino	195,09	21,45
	Metal de potasio	39,098	0,862
	Metal de sodio	22,99	0,968
	Metal de zinc	65,38	7,14
	Metilamina (40% solución en agua)	31,06	0,902
	Metilamina (gas)	31,06	0,902
	Metilamina HCl	67,5	
N-	Metilefedrina	179	
3,4-	Metilendioxifenil-2-propanona (PMK; 3,4-MDP-2-P)	178,185	
	Metileticetona*	72,11	0,81
	Metilformamida	59,067	1,003
	Metil isobutil cetona	100,2	0,802
N-	Metilpseudofedrina	179	



	<i>Nombre</i>	<i>Peso molecular (gm)</i>	<i>Densidad (gm/cm<sup>3</sup>)</i>
	Níquel de Raney	58,69	
	Nitrato de mercurio (II)	324,7	4,3
	Nitroetano	75,07	1,045
o-	Nitrotolueno	137,1	1,163
	Norefedrina	151,206	
	Norpseudoefedrina (fenilpropanolamina)	151,206	
	Óxido de calcio (cal viva)	56,077	3,35
	Óxido de cobre (I)	143,09	6
	Óxido de manganeso	70,94	5,37
	Paladio negro	106,4	
	Paraformaldehído		0,88
	Perborato de sodio	99,815	
	Percarbonato de sodio	157,01	
	Permanganato de potasio	158,03	2,7
	Peróxido de hidrógeno 3%	34,02	1
	Peróxido de hidrógeno 50%	34,02	1,18
	Piperidina	85,15	0,86
	Piperonal	150,13	1,337
	Piridina	79,1	0,978
	Pirofosfato de tiamina	425,314	
	Piruvato de sodio	110	
	Pseudoefedrina	165,24	
	Safrol	162,19	1,095
	Sulfato de magnesio	120,37	2,66
	Sulfato de sodio	142,04	2,664
	Tetrahidrofurano	72,11	0,889
	Tricloruro de fósforo	137,3	1,574
	Tolueno	92,14	0,8669
o-	Toluidina	107,2	1
	Urea	60,06	1,32
	Xileno	318,5	1,5
	Yodo	253,81	4,933



## Anexo V. Propiedades de los ácidos y las bases que se encuentran normalmente

<i>Ácidos/bases</i>	<i>% en peso</i>	<i>Densidad</i>	<i>Normalidad</i>
Ácido acético 96%	96	1,06	17
Ácido acético 99-100%	99-100	1,06	18
Ácido bromhídrico	48	1,5	8,9
Ácido clorhídrico	25	1,12	8
Ácido clorhídrico	32	1,16	10
Ácido clorhídrico	36	1,18	12
Ácido clorhídrico—fumante	38	1,19	12,5
Ácido fosfórico	25	1,15	9
Ácido fosfórico	85	1,7	14,7
Ácido fosforoso	~99	1,65	
Ácido fórmico	98-100	1,22	26
Ácido fluorhídrico	49	1,16	28,9
Ácido hipofosforoso	50	1,35	
Ácido nítrico	25	1,15	5
Ácido nítrico	65	1,4	14
Ácido nítrico—fumante	~86	1,5	20
Ácido sulfúrico concentrado	95,97	1,84	36
Ácido yodhídrico	47	1,53	5,51
Ácido yodhídrico	57	1,7	7,57
Amoníaco	29	1,04	14,8
Anhídrido acético	90	1,07	
Hidróxido de potasio	45	1,46	11,7
Hidróxido de sodio	50	1,53	19,1



## Anexo VI. Equipo y materiales necesarios para las actividades de eliminación

A continuación se presenta una lista del equipo y los materiales que se proponen para la eliminación de productos químicos *in situ*, es decir, el lugar donde los productos químicos son incautados.

- Cinta para barricadas;
- Detectores de umbral de gas;
- Herramientas que no produzcan chispas, tales como martillo, alicate, llave inglesa, destornilladores Crescent, pala;
- Letreros de no fumar;
- Extinguidor de incendios (3) tipos: dióxido de carbono, halón, producto químico en polvo;
- Manta de incendio;
- Botiquín de primeros auxilios;
- Producto para lavado ocular;
- Luz fluorescente a prueba de explosión;
- Absorbente de derrames;
- Tapas sueltas: goma, corchos, etc.;
- Navaja;
- Cuerda de seguridad;
- Linterna a prueba de explosión;
- Pipetas de 10 ml;
- Probetas;
- Equipo de protección personal (EPP).

Los tipos de equipos de protección personal incluyen:

- Kimonos o trajes de faena clasificados como resistentes al fuego y a productos químicos de tipo saranex, nomex, chemklos o de celulosa;
- Gafas de seguridad contra salpicaduras, por ejemplo, *monogoggles* encon 160;
- Guantes resistentes a productos químicos, por ejemplo, neopreno, nitrilo, pvc/nitrilo;
- Calzado protector: zapatos de protección contra productos químicos o botas resistentes a los agentes químicos;
- Protección respiratoria adecuada al peligro, por ejemplo, máscaras antigas con filtro químico o respiradores autónomos (SCBA):
  - Las máscaras antipolvo no ofrecen ningún tipo de protección contra la inhalación;
  - Las protecciones respiratorias deben utilizarse incluso cuando se trabaja en el exterior;
  - El cartucho adecuado que se debe utilizar es un tipo de combinación que protege contra el gas ácido, los vapores orgánicos y la metilamina;
- Casco con máscara protectora facial.

<i>Nivel</i>	<i>Equipo</i>
<b>Nivel A</b> Máximo nivel de protección para materiales sumamente tóxicos.	Aparato respiratorio autónomo (SCBA); traje totalmente hermético resistente a los productos químicos; guantes resistentes a los agentes químicos; botas protectoras resistentes a los agentes químicos; casco; comunicación por radio en dos sentidos.
<b>Nivel B</b> Ofrece el nivel más alto de protección respiratoria pero se considera que el entorno no tiene un grado elevado de toxicidad al entrar en contacto con la piel o por absorción del gas o vapor a través de la piel.	Aparato respiratorio autónomo (SCBA); vestimenta resistente a los agentes químicos; guantes resistentes a los agentes químicos; botas protectoras resistentes a los agentes químicos; casco; comunicación por radio en dos sentidos.
<b>Nivel C</b> Este nivel se utiliza una vez que se han identificado todos los peligros químicos. Se mantienen los criterios de acuerdo a los cuales se usan equipos de protección respiratoria y el entorno no se considera tóxico mediante contacto con la piel.	Máscara facial completa con filtro purificador de aire/respirador con cartucho; vestimenta resistente a los agentes químicos; guantes resistentes a los agentes químicos; botas protectoras resistentes a los agentes químicos; casco; comunicación por radio en dos sentidos.
<b>Nivel D</b> Nivel de protección más bajo. Este nivel se utiliza cuando la atmósfera no contiene peligros conocidos, no se producen salpicaduras, ni hay contacto con sustancias químicas peligrosas.	Monos; máscara facial; casco; botas de seguridad; gafas de seguridad.

## **Anexo VII. Procedimientos mínimos de salud y seguridad, incluyendo el equipo de protección personal**

La seguridad es responsabilidad de todos —tanto de los trabajadores como de los directivos. Cada individuo debe saber qué peligros están presentes. El personal debe vigilar constantemente la posibilidad de que surjan condiciones riesgosas y potencialmente peligrosas. Este anexo examina los procedimientos mínimos de salud y seguridad que deberán aplicarse cuando se manejan productos químicos para su eliminación. También describe los equipos de seguridad recomendados para el procesamiento y la eliminación de productos químicos en laboratorios clandestinos. Se reconoce que cada situación puede requerir procedimientos de seguridad diferentes.

Las reglas básicas son las siguientes:

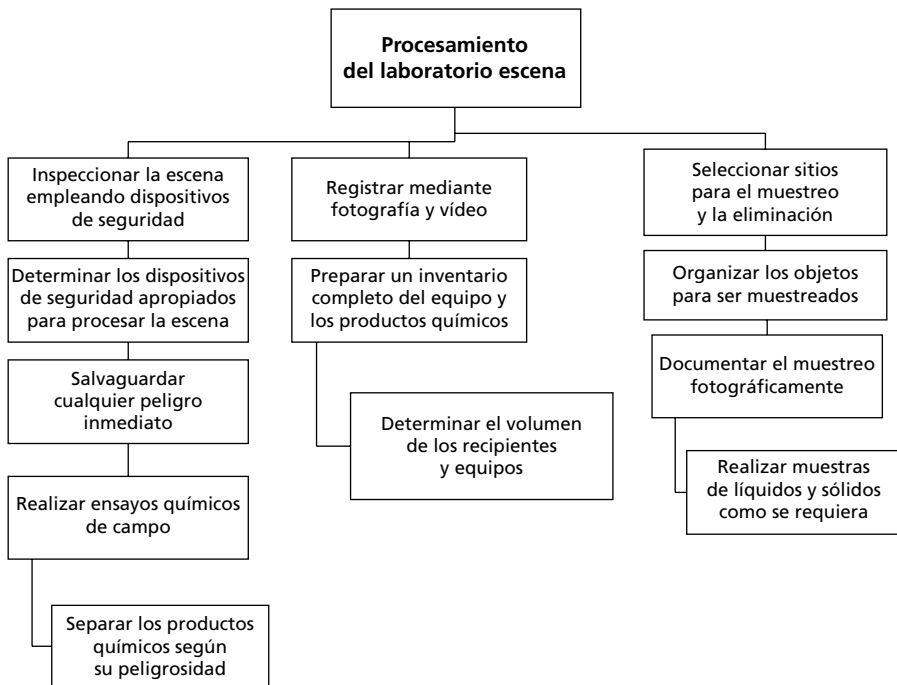
- Tener cuidado con las trampas explosivas;
- No fumar;
- No prender o apagar las luces eléctricas;
- Apagar las fuentes de calor o los cilindros de gas;
- Dejar que el agua siga corriendo en los condensadores;
- No oler o degustar algo;
- Retirar a los principales del área inmediata;
- Hacer arreglos para que un químico y un funcionario encargado del reconocimiento de productos químicos estén presentes;
- Utilizar vestimenta de protección resistente a los productos químicos;
- Tener disponible un extintor, si es posible.





## Anexo VIII. Directrices generales para las operaciones *in situ*

Figura 1. Diagrama de flujo del procesamiento de la escena



### Evaluación/visión general de la escena

- Con equipo de protección personal, examinar visualmente toda la escena;
- Determinar el nivel de protección apropiado;
- Establecer medidas de protección contra cualquier peligro inmediato;
- Tomar fotos y filmar en vídeo;
- En cada foto o toma poner el número de identificación del caso;
- Prestar especial atención a etiquetas y direcciones rotas o cubiertas;

- Fotografiar todos los números de serie pertinentes.

*Nota:* Si no se ha realizado una evaluación, realizar todos los protocolos de evaluación apropiados antes de proceder.

## Muestreo

- Seleccionar un área para realizar el muestreo;
- Cubrir y preparar el área en la medida necesaria;
- Seleccionar y cubrir un área para la eliminación de desechos peligrosos;
- Preparar un inventario de productos químicos, objetos de cristal y equipo:
  - Tomar nota de las marcas y los números de serie de los productos químicos;
  - Tomar nota de los números de serie y números de modelo de todo el equipo;
  - Tomar nota del número y tipo de envases —tanto si están vacíos como si no;
- Establecer qué proceso o procesos se están utilizando;
- Tomar nota de los artículos esenciales que faltan, de haber alguno;
- Tomar nota de cómo se utilizó el lugar;
- Organizar los materiales que van a ser objeto de la muestra;
- Si se trata de material impreso —sacar huellas antes del muestreo;
- Preparar el inventario de muestras:
  - Registrar el lugar donde se encuentran;
  - Registrar el color;
  - Registrar el número de capas de todos los líquidos;
  - Determinar y registrar el pH de las soluciones;
  - Determinar la capacidad de los contenedores:
    - Registrar altura y diámetro;
    - Medir las alturas de cada capa en muestras de múltiples capas;
    - Pesar los materiales en la medida necesaria utilizando una báscula portátil;
- Tomar muestras de los líquidos en los contenedores con tubos de ensayo desechables o bombas de bidones;

- Cuando tome muestras de los líquidos siempre tome una porción de la parte superior, otra del medio y otra de la parte inferior del contenedor a fin de lograr una muestra representativa:
  - Utilizar un frasco de cristal de 20 o 40 ml con una tapa revestida de teflón para las muestras. Por ejemplo, I-chem o Wheaton;
  - El frasco debe ser clasificado para contener líquidos corrosivos o volátiles sin derrames;
  - Volver a envasar en una botella Nalgene de boca amplia;
- Muestra de fotos con prueba instrumental e información del caso:
  - Incluir referencia del tamaño;
  - Fotografía del frasco de muestra con envase original;
- Separar los productos químicos según su peligrosidad:
  - Ácidos;
  - Bases;
  - Inflamables;
  - Oxidantes;
- Pruebas *in situ*:
  - Tubos Draegger;
  - Papel pH;
  - Kits de prueba en el terreno;
  - Papeles reactivos;
- Instrumentos en el terreno:
  - IR;
  - IMS;
  - Raman;
  - Rayos X.

## Apertura de contenedores

Los contenedores deben abrirse con cuidado. Es mejor abrirlos en un área aislada, especialmente si contienen líquidos inflamables. Debido al calor extremo en la mayoría de las regiones, de ser posible, realizar la muestra por la noche a fin de reducir al mínimo posibles problemas de expansión de calor. Sin embargo, es esencial contar con la luz adecuada para este proceso. Si es necesario abrir bidones o bombonas, utilizar una llave para bidones o llave inglesa.

## Horarios de trabajo generales

Según las condiciones climáticas, los horarios de trabajo deben ajustarse para lograr la máxima comodidad. A efectos de reducir al mínimo el estrés, los turnos de trabajo deberán programarse durante las horas más frescas. Cuando se cuenta con la luz adecuada, lo más práctico es trabajar de noche.

## Consideraciones de transporte

Si es necesario transportar los productos químicos a otro lugar para su eliminación, deberá considerarse lo siguiente:

- Utilizar un camión cerrado siempre que sea posible:
  - Es necesario que el área cerrada cuente con la ventilación adecuada a fin de prevenir la acumulación de gas inflamable que podría causar una explosión;
- Nadie debe viajar en el área cerrada;
- Los envases de productos químicos que se vean dañados o comprometidos en cualquier forma deben volverse a empaquetar antes de su transporte;
- Si debe utilizarse un camión de remolque, la carga debe estar adecuadamente atada con una correa para evitar su desplazamiento.

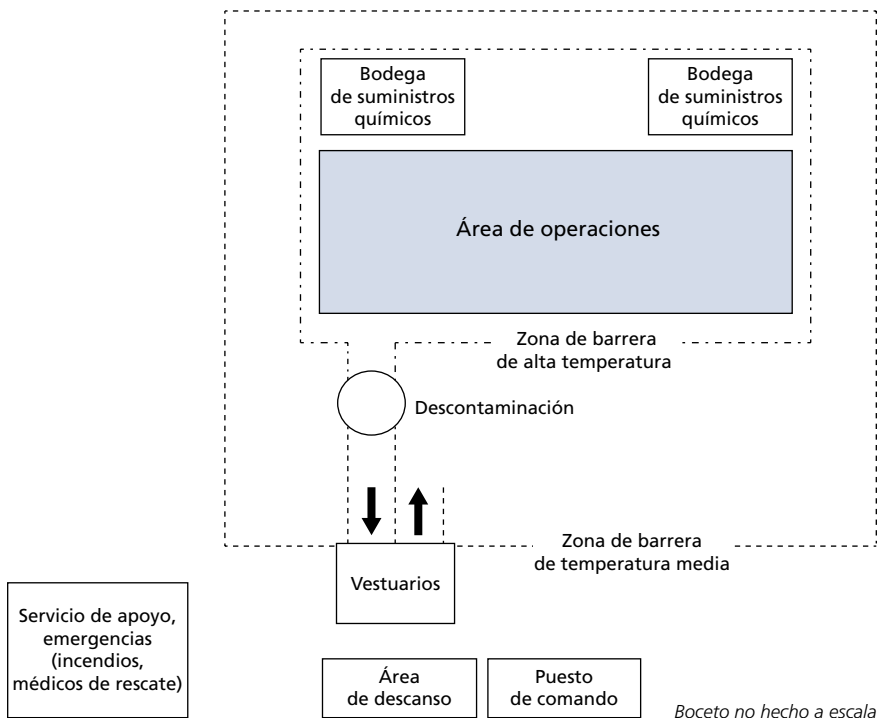
## Selección del lugar de eliminación

- *Seguridad*: Dado el valor inherente de los productos químicos y las drogas que se destruyen, la necesidad de un lugar seguro es bastante importante. Deben existir medidas de seguridad tanto cuando los productos químicos están presentes como cuando llega el equipo de eliminación (lo que ocurra primero), y tales medidas deben mantenerse hasta que haya concluido la operación;
- *Ubicación*: La ubicación del lugar que se propone en cuanto a la infraestructura local es una consideración importante. El lugar deberá estar lo suficientemente lejos del centro de una ciudad, de manera que los ciudadanos no puedan verse afectados por la operación y pueda mantenerse la seguridad. Sin embargo, la distancia extrema de los centros urbanos puede crear problemas logísticos para la vivienda, la alimentación y el mantenimiento del personal, así como para obtener partes de los equipos que dejen de funcionar en caso necesario;
- *Tamaño*: El tamaño del lugar que se propone es una consideración importante a fin de garantizar que las actividades puedan llevarse a cabo con

comodidad y seguridad. Por el contrario, un lugar demasiado grande puede causar problemas de seguridad, sin ningún beneficio adicional de carácter operativo. Es importante contar con un lugar que sea lo suficientemente grande para incorporar elementos de las normas internacionales sobre materiales peligrosos (HAZMAT), como el sistema de zona caliente, zona tibia y zona fría;

- *Idoneidad*: El lugar que se propone deberá reflejar, siempre que sea posible, los requisitos operacionales previstos. Los lugares que son excesivamente montañosos están cubiertos con una densa vegetación o pueden tener excesivas aguas subterráneas, una plataforma menos que ideal para una operación de destrucción;
- *Impacto ambiental a largo plazo*: El uso futuro del lugar deberá ser un factor a tener en cuenta, en aquellos casos en que se lo conoce. Los lugares que está previsto utilizar para viviendas, fosas o fuentes de agua, o que pueden ser utilizados en la producción/cultivo de alimentos, por lo general, no se considerarán adecuados.

**Figura 2. Esquema de una zona de trabajo típica para la eliminación de productos químicos**



Fuente: Dibujo esquemático de Nathan Green, Químico Forense, Ciencias Forenses, Escena del Crimen, Policía Federal Australiana.

## **Propuesta de contenidos para un curso de capacitación**

Es de conocimiento generalizado que la eliminación de los productos químicos incautados utilizados en la fabricación ilícita de drogas es una labor altamente técnica y compleja, que exige la presencia de un químico forense preparado (con experiencia en eliminación de productos químicos), o un funcionario de seguridad con la debida capacitación en materia de eliminación de productos químicos.

A continuación se presentan las líneas generales del contenido de un curso de capacitación para personas que participan en la incautación, el manejo y la eliminación de productos químicos. El curso se basa en la necesidad de encontrar procedimientos de eliminación dirigidos a fomentar la seguridad del personal y la seguridad pública, procurando a la vez reducir al mínimo los daños ambientales.

### *Propuesta de programa*

1. Introducción y contexto (incluyendo los aspectos reglamentarios, de aplicación de la ley, la salud y la industria pertinentes).
2. Productos químicos que se encuentran frecuentemente.
3. Propiedades y peligros de cada uno de los productos químicos.
4. Lugares donde se encuentran los laboratorios clandestinos (laboratorios situados en la selva vs. laboratorios en zonas urbanas).
5. Evaluación de los peligros en la zona, posibles trampas explosivas.
6. Peligros de productos químicos específicos con la fabricación de drogas específicas.
7. Procedimientos de seguridad que se utilizan en la incautación de productos químicos y laboratorios de drogas químicas.
8. Equipo de seguridad que se utiliza en la incautación y el procesamiento de los productos químicos incautados.
9. Recopilación de pruebas y muestreo.
10. Manejo y almacenamiento sin riesgos de productos químicos peligrosos.
11. Transporte de materiales peligrosos.
12. Procedimientos de descontaminación.
13. Pruebas y neutralización química/tratamiento de productos químicos (ejercicios prácticos):

- a) Ácidos;
  - b) Bases;
  - c) Disolventes;
  - d) Productos químicos específicos:
    - i) Disolventes orgánicos con un índice de inflamabilidad de 4 (por ejemplo, éter etílico);
    - ii) Permanganato de potasio;
    - iii) Anhídrido acético;
    - iv) Cianuros;
    - v) Cloruro de tionilo.
14. Diferentes métodos de eliminación.
15. Posibles recursos dentro del país.
16. La función del especialista.
17. Cuestiones legales.

Para que sean rentables, los cursos de este tipo deberán organizarse como cursos de capacitación de instructores. Las personas que participen en el curso de capacitación deberán trabajar con un equipo especializado en laboratorios clandestinos durante un período de por lo menos tres años después de finalizar su capacitación.

Es fundamental que, además de la capacitación formalizada, se establezca un programa de tutoría. Este tipo de “capacitación” garantiza una formación permanente y mayores conocimientos del personal local. Ello minimiza la necesidad de recibir constantemente asistencia internacional.





# Escenarios modelo

## Escenario modelo 1

### *Incautación de 85 bidones de 200 litros etiquetados como safrol en el puerto de una gran ciudad*

Preparado por los señores Wayne Jeffery y Jorge Acevedo-Gierbolini

1. La incautación estaba legalmente justificada, de acuerdo con las leyes locales.
2. Los 85 bidones fueron trasladados a un almacén de productos químicos seguro, de acuerdo con las disposiciones locales para el transporte de materiales peligrosos.
3. La instalación aduanera es una instalación para almacenar productos químicos.
4. Se llamó a químicos forenses para tomar muestras y verificar el contenido de los bidones.
5. Se identificó el contenido como safrol.
6. Se contactó a la compañía que transportó el material para averiguar acerca de la posibilidad de devolver los productos químicos, pero su respuesta fue negativa.
7. De acuerdo con las leyes y los reglamentos locales, se obtuvo una orden judicial autorizando la eliminación del material.
8. Opciones para la eliminación:
  - A. En este caso se llamó a una compañía local de productos químicos y se hicieron los arreglos necesarios para mezclar los productos químicos con combustible.
  - B. Si esto no hubiera sido posible, otras opciones de eliminación hubieran sido las siguientes:
    - Ponerse en contacto con las compañías de fabricación locales para intentar reciclar la sustancia; o
    - Contratar a una compañía local de eliminación de desechos.

## Escenario modelo 2

### *Incautación de 140 envases de plástico, de 15 litros cada uno, etiquetados como anhídrido acético en una zona fronteriza remota e insegura*

Preparado por los señores Wayne Jeffery y Jorge Acevedo-Gierbolini

1. La incautación estaba legalmente justificada, de acuerdo con las leyes locales.
2. Los 140 envases plásticos fueron transportados a una zona segura en la frontera.
3. Funcionarios de aduanas capacitados para realizar pruebas de sustancias químicas identificaron la sustancia como posible anhídrido acético.
4. Se tomaron muestras que se enviaron al laboratorio de aduanas para ser analizadas y confirmar su naturaleza.
5. El contenido se identificó como anhídrido acético.
6. Se contactó a la compañía que transportó el material para averiguar acerca de la posibilidad de devolver los productos químicos, pero su respuesta fue negativa.
7. De acuerdo con las leyes y los reglamentos locales, se obtuvo una orden judicial autorizando la eliminación del material.
8. Opciones para la eliminación:
  - A. En este caso, no se disponía de ninguna compañía de transporte de desechos, ni de eliminación de desechos (es decir, una opción que incluyera ambos servicios). Por lo tanto se utilizó el siguiente método:
    - Se hicieron arreglos para traer al lugar un disolvente orgánico (índice de inflamabilidad 2 o 3, por ejemplo, acetona);
    - El anhídrido acético se disolvió en el disolvente orgánico y se quemó en un lugar alejado.
  - B. En el caso de que la compañía de transporte de desechos hubiera estado disponible, otra opción de eliminación hubiera sido la siguiente:
    - Ponerse en contacto con las compañías químicas locales, o fabricantes locales, para reciclar el químico;
    - Mezclarlo con un disolvente orgánico (índice de inflamabilidad 2 o 3) y entregarlo a la industria (como una planta de cemento) para la mezcla con combustible.

## Escenario modelo 3

### *Incautación de un laboratorio de MDMA, con grandes cantidades de sustancias químicas, gases comprimidos, mezclas reactivas sin terminar y desechos de disolvente orgánico*

Preparado por el Doctor Rainer Dahlenburg, Bundeskriminalamt, Alemania

1. La Unidad de Escena del Crimen aseguró el laboratorio y sus alrededores.
2. Se llamó a los químicos forenses para que verificaran el contenido de los distintos envases y bidones.
3. Un especialista (de una compañía productora de gas) inhabilitó y aseguró el equipo operativo del laboratorio, por ejemplo, el recipiente de reacción se desgasificó con nitrógeno.
4. Se tomaron muestras y se enviaron al laboratorio forense para realizar análisis comprobatorios.
5. Los contenidos de los recipientes de plástico se reconocieron como mezclas de acetona y metanol, con contenido de MDMA e impurezas de las síntesis.
6. De acuerdo con las leyes y los reglamentos locales, se obtuvo una orden judicial autorizando la incautación y eliminación del material.
7. Opciones para la eliminación:
  - A. En este caso, se hicieron los siguientes arreglos:
    - Se llamó a una compañía de fabricación local para reciclar los productos químicos originales;
    - Se contrató a una compañía local especializada en eliminación de desechos para eliminar, de manera controlada, el equipo, los desechos y los líquidos que contenían MDMA;
    - Se contrató a otra compañía especializada en gases comprimidos para transportar los cilindros de gas.
  - B. Si la opción A no hubiera sido posible y no se hubiera encontrado transporte disponible ni una compañía local de eliminación de desechos (que se encargara de todo, también del transporte), otra opción para la eliminación hubiera sido seguir el siguiente método:
    - Hacer los arreglos necesarios para traer al lugar un solvente orgánico (de índice de inflamabilidad 2 o 3, por ejemplo, acetona);
    - Disolver los desechos y la solución reactiva en el solvente orgánico y quemarlos en un lugar distante;
    - Trasladar los cilindros de gas a un lugar seguro, fuera del laboratorio y ventilar de manera controlada.

### Vista del laboratorio



Bidones con acetona y metanol

Tanque de desechos de agua



Se encontraron 30 cilindros de diferentes colores sin etiquetas originales, siete bidones con acetona (200 litros), seis bidones con metanol (200 litros) y 12 envases plásticos (150 litros) con desechos (solventes orgánicos).



Una autoclave de laboratorio (aparato de alta presión) de 240 litros de capacidad. En el momento de la incautación el recipiente se encontraba bajo presión de 3 barras, temperatura de 80°C, conectado a dos cilindros de gas (hidrógeno, metilamina) y contenía una mezcla reactiva de MDMA (base), metanol, y 3,4-MDP-2-P.

## Escenario modelo 4

### *Se descubren 1.000 kg de cloruro de tionilo en un lugar remoto*

Preparado por Pamela Smith, ex Administración de Control de Drogas de los Estados Unidos.

1. La incautación estaba legalmente justificada, de acuerdo con las leyes locales.
2. Los 40 contenedores de plástico (de 25 kg cada uno) fueron transportados a una zona segura en la frontera.
3. Funcionarios de aduanas capacitados para realizar pruebas de sustancias químicas identificaron la sustancia como posible anhídrido acético.
4. Se tomaron muestras que se enviaron al laboratorio de aduanas para ser analizadas y confirmar su naturaleza.
5. El contenido se identificó como cloruro de tionilo.
6. Se contactó a la compañía que transportó el material para averiguar acerca de la posibilidad de devolver los productos químicos, pero su respuesta fue negativa.
7. De acuerdo con las leyes y los reglamentos locales, se obtuvo una orden judicial autorizando la eliminación del material.
8. Opciones para la eliminación:
  - Neutralizar mediante reacción con un exceso de mezcla de bicarbonato de sodio/óxido de calcio en un recipiente. Para 1.000 kg de cloruro de tionilo se precisaban los siguientes productos químicos:
    - Bicarbonato de sodio —3.000 kg;
    - Óxido de sodio —1.000 kg;
    - Peróxido de hidrogeno al 50%;
    - Este proceso se hizo en 10 lotes;Por lote:

Se mezclaron 300 kg de bicarbonato de sodio y 100 kg de óxido de calcio en un recipiente. Se agregaron lentamente 100 kg de cloruro de tionilo a la mezcla mientras se iba removiendo. Todos los operadores llevaban equipo de protección de nivel B. Una vez neutralizado, se agregaron 33 kg de peróxido de hidrogeno al 50% a fin de oxidar el sulfito de calcio a sulfato de calcio;

    - Una vez tratado, este sulfato de calcio fue transferido a una planta de tratamiento de aguas y fue utilizado para el tratamiento de agua;
  - Neutralizar con material alcalino (ceniza de soda, cal), absorber con un material inerte (por ejemplo, vermiculita, arena seca, tierra) y colocar en un contenedor para desechos químicos. No utilizar materiales combustibles, como polvo de madera. No descargar con agua.

## Escenario modelo 5

### *Procesamiento de cocaína en laboratorios “selváticos”*

Preparado por Héctor Hernando Bernal Contreras, Dirección Nacional de Estupeficientes, Colombia, e Isaac Urrutia Bermúdez, Unidad de Investigaciones Técnicas, Procuraduría General

#### *Clasificación de laboratorios que producen derivados de la cocaína*

No existe una definición establecida o criterio técnico para clasificar los establecimientos donde se extraen o refinan los alcaloides de cocaína. A continuación, por lo tanto, se presenta una clasificación con el propósito de establecer una metodología de interdicción y desmantelamiento, basándose en los productos intermedios y finales. Se considera de suma importancia la salud y seguridad física del personal involucrado, y que los resultados afecten al medio ambiente en la menor medida posible.

##### *A. Laboratorios de pasta de coca*

Desde el punto de vista técnico éstos no son laboratorios, sino más bien instalaciones rudimentarias no industriales, establecidas por productores de hojas de cocaína con el objetivo de extraer pasta de cocaína básica. Estas instalaciones cuentan, por lo general, con un “picadero” o área en la que se pican las hojas de coca y una zona de extracción, formada por varias plataformas para sostener barriles en los que se completa la extracción de alcaloides.

Las sustancias químicas que frecuentemente se encuentran en estos establecimientos son: gasolina y otros combustibles (fuel-oil de motor, kerosén o petróleo), bases alcalinas (por lo general, cemento blanco o gris, cal, hidróxido o carbonato de sodio o potasio), ácido sulfúrico y amoníaco.

Por lo general, estas sustancias no se encuentran en sus envases originales y deben manejarse con mucho cuidado.

##### *B. Complejos de producción de clorhidrato de cocaína*

Se trata de instalaciones complejas con procedimientos especializados, que contienen grandes cantidades de productos químicos y el equipo necesario para el procesamiento de cocaína.

###### *a) Laboratorio de cristalización*

Ésta es la zona donde se procesa la pasta de coca para formar la base de cocaína que luego será convertida en clorhidrato de cocaína (HCl). Es la estructura más

grande dentro del complejo. La mayoría del equipo que se usa en una verdadera planta industrial se encuentra en esta área.

*Equipo de filtración a presión:* Este equipo está diseñado para extraer las impurezas de color mediante carbón activo y por lo general consta de compresores de aire. El personal de seguridad debe desconectar estos equipos, junto con los tubos que los conectan al equipo de filtración.

*Sistemas de calefacción.* Los más conocidos son los de baño María y los calefactores de reflujo. Se debe desconectar también la fuente principal de calor, que en la mayor parte de los casos son calderas fabricadas localmente y se encuentran fuera del laboratorio de cristalización.

*Sistemas de compresión hidráulica.* Al igual que los sistemas de calefacción, éstos no son de tipo industrial; son aparatos fabricados localmente a los que se les adaptaron especialmente sistemas hidráulicos.

*Productos químicos.* Éstos se necesitan principalmente para convertir la pasta de coca en cocaína base y luego en clorhidrato de cocaína, para secar solventes como parte del proceso de reciclaje y como combustible para el compresor hidráulico, filtración al vacío o sistemas de calefacción.

Las sustancias que se encuentran frecuentemente son ácidos (por ejemplo, ácido sulfúrico y clorhídrico), sales (por ejemplo, permanganato de potasio, cloruro de calcio, sulfato de sodio), disolventes (por ejemplo, éter etílico, cloroformo, acetona, metilisobutilcetona (MIBK), metiletilcetona (MEK), metanol, isopropanol, acetato etílico, acetato butílico) y otros combustibles.

#### *b) Zona de secado*

Este lugar contiene hornos de microondas, o estructuras de madera con bombillos de luz, comúnmente conocidos como incubadoras. Es importante desconectar estos equipos del suministro eléctrico antes de su eliminación. En esta zona se suelen encontrar máquinas especialmente diseñadas para medir bloques de cocaína de un kilo.

#### *c) Zona de reciclaje de disolventes*

En esta zona pueden encontrarse aparatos para destilar, fabricados localmente, que utilizan agua calentada en calderas. La separación de las mezclas de solventes se lleva a cabo utilizando las diferencias en puntos de ebullición.

Durante el desmantelamiento de un complejo de producción, el aparato de destilación debe apagarse y desconectarse.

d) *Zona de almacenamiento de productos químicos*

Éste es el lugar que plantea más peligro en un complejo de producción. Si se sospecha que hay explosivos, no deben moverse los envases de productos químicos. El personal especializado debe llevar a cabo una evaluación para decidir cómo eliminar las sustancias, especialmente si las circunstancias no permiten la neutralización *in situ* o el transporte del material.

Las sustancias químicas necesarias para la producción de drogas se almacenan generalmente cerca del laboratorio (zona de cristalización) y están escondidas, para evitar que sean detectadas fácilmente. Los productos químicos también pueden almacenarse en zonas subterráneas.

El desmantelamiento y la eliminación se determinan de acuerdo a la metodología local.







# UNODC

Oficina de las Naciones Unidas  
contra la Droga y el Delito

Centro Internacional de Viena, Apartado postal 500, 1400 Viena, Austria  
Tel.: +(43-1) 26060-0, Fax: +(43-1) 26060-5866, [www.unodc.org](http://www.unodc.org)

Publicación de las Naciones Unidas  
Impreso en Austria

ST/NAR/36/Rev.1



V.11-88059—Febrero de 2012—300