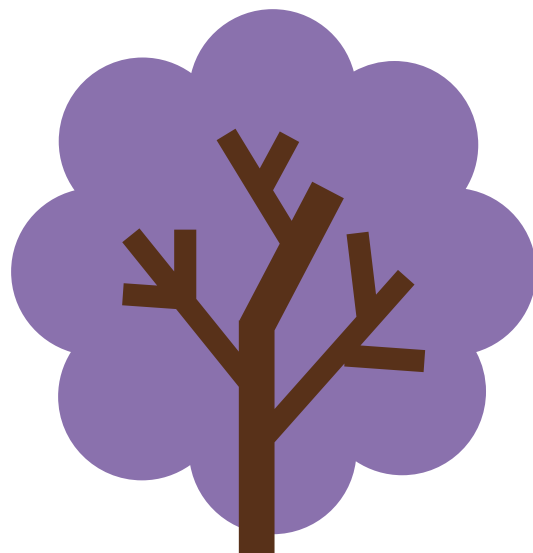


Instructivo de

MANEJO DE DESECHOS RESIDUOS QUÍMICOS



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

Vicerrectoría de Administración
CIMADES
Sistema Gestión Ambiental Integral

Elaborado por:

Ariel Alfaro Vargas

CIMADES

Diseño gráfico:

Ana María Sibaja Quirós

Unidad de Diseño, Oficina de Divulgación e Información

1. PROPÓSITO

El propósito de este Instructivo es establecer un sistema de manejo de residuos químicos generados, en la Universidad de Costa Rica, que garantice la recolección, separación, transporte, reutilización, reciclaje y disposición final adecuada de los mismos.

2. ALCANCE

Aplica a los residuos químicos que se producen en todas las Unidades Académicas (Centros de Investigación, Escuelas y Facultades) de la Universidad de Costa Rica, en las cuales se trabaja con sustancias químicas.

3. PROCEDIMIENTOS RELACIONADOS Y OTROS TIPOS DE DOCUMENTACIÓN

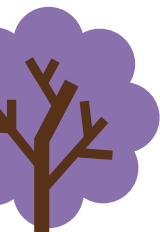
ANEXO 1	Fichas técnicas de tratamiento de residuos
SIGAI-P001	Procedimiento para la gestión de residuos

4. RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad de las diferentes Unidades Académicas, de la Universidad de Costa Rica, respetar este Instructivo de Gestión de Residuos Químicos y asegurarse que se cumpla en las áreas que les corresponda, con el fin de mantener las condiciones ambientales de la Institución según las Políticas Ambientales del país y las internas existentes.

RESPONSABILIDAD DE CADA PRODUCTOR DE RESIDUOS

Las distintas Unidades Académicas de la Universidad de Costa Rica, que produzcan residuos químicos, tienen la responsabilidad de separar estos residuos, envasarlos en recipientes adecuados, almacenarlos y etiquetarlos adecuadamente. Además deben darle el adecuado tratamiento de desactivación (ver fichas técnicas correspondientes), hasta que la Institución no cuente



con un laboratorio de tratamiento para este tipo de residuos.

Comisión Institucional de Manejo de residuos y sustancias peligrosas

1. Coordinar la gestión de residuos de la Universidad.
2. Actualizar, o modificar, el instructivo de gestión de residuos químicos.
3. Realizar inspecciones para verificar la correcta implementación del presente instructivo
4. Coordinar cursos de capacitación sobre gestión de residuos, para asistentes, profesores y jefes de laboratorios.

Decanos y Directores de Unidades Académicas

1. Coordinar la correcta implementación de la gestión de residuos en la Unidad correspondiente.
2. Ver que se aplique de forma correcta el Instructivo de Gestión de Residuos Químicos.

3. Nombrar un responsable para la Unidad, que se encargue de la correcta implementación del presente instructivo.
4. Verificar que los jefes de laboratorios y asistentes asistan a los cursos de capacitación sobre residuos

Jefes de Departamentos

1. Coordinar la correcta implementación de la gestión de residuos en la Unidad correspondiente.
2. Organizar el reciclado de envases en el Departamento. Para esto se debe verificar que se le haya dado una correcta desactivación de los mismos.
3. Ver que se aplique de forma correcta el Instructivo de Gestión de Residuos Químicos en el Departamento.
4. Verificar que las personas a su cargo asistan a los cursos de capacitación sobre residuos.

Profesores o investigadores responsables de laboratorios

(prácticas docentes o investigación)

1. Informar a los alumnos o colaboradores a su cargo sobre la correcta gestión de los residuos químicos.
2. Clasificar, envasar y etiquetar correctamente los residuos que se generen en las prácticas de los alumnos a su cargo, o los derivados de sus proyectos de investigación. Para ello contará con los Técnicos especialistas de laboratorio.
3. Verificar que las personas a su cargo asistan a los cursos de capacitación sobre residuos.

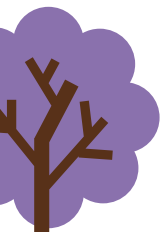
Técnicos de Laboratorio

1. Clasificar, envasar y etiquetar correctamente los residuos generados en los laboratorios, siguiendo las indicaciones o instrucciones de los profesores responsables de laboratorios de prácticas, o de los investigadores responsables de las tareas de investigación en que se generen dichos residuos.

2. Mantener las etiquetas y envases en correcto estado de conservación.
3. Mantener una correcta ubicación de los residuos dentro de los laboratorios.
4. Colaborar con el profesor responsable del laboratorio.
5. Trasladar y almacenar correctamente los residuos en el almacén temporal con las etiquetas correspondientes.
6. Asistir a los cursos de capacitación sobre gestión de residuos.

Asistentes de laboratorio

1. Asistir a los cursos sobre gestión de residuos químicos.
2. Organizar, al inicio de cada semestre, una sesión de laboratorio sobre seguridad y gestión de residuos para los estudiantes a su cargo.
3. Verificar la correcta separación y almacenamiento de los residuos producidos en las prácticas a su cargo, por parte de los estudiantes.



Estudiantes

1. Seguir las instrucciones de los asistentes en materia de gestión de residuos.
2. Separar y almacenar correctamente los residuos del laboratorio.

Responsable de la Unidad en materia de residuos (esta persona debe ser un Químico u otro profesional afin)

1. Servir de enlace entre la Unidad Académica y la Comisión Institucional de residuos y sustancias peligrosas.
2. Verificar que el etiquetado se realice de una manera adecuada.
3. Verificar que el almacenamiento de los residuos se esté llevando a cabo de forma correcta.
4. Implementar las fichas técnicas de tratamiento, a las realidades de la respectiva Unidad Académica.
5. Coordinar el grupo de tratamiento químico de la Unidad, hasta que la Universidad de Costa Rica no cuente con un laboratorio para realizar estas operaciones.

6. Coordinar los cursos sobre gestión de residuos con CIMADES, de acuerdo a la realidad de cada Unidad.

Grupo de tratamiento químico (esta persona o personas debe tener conocimientos químicos)

1. Realizar los respectivos tratamientos químicos recomendados en las fichas técnicas de tratamiento. Este grupo deberá existir hasta que la Universidad de Costa Rica cuente con un laboratorio que realice esta labor.

5. DEFINICIONES

Laboratorio: se conoce como aquella edificación o área de un edificio utilizada por científicos, estudiantes y técnicos para investigar las propiedades de diferentes sustancias, el desarrollo de nuevos procesos químicos y de productos, el análisis, las pruebas o el control de calidad, la enseñanza teórica y práctica de las ciencias naturales.

Estas operaciones se caracterizan por la utilización de cantidades relativamente pequeñas y diversas de reactivos, comparadas con las utilizadas en la industria (1).

Residuo químico: producto de una reacción que aparentemente no tiene interés para el experimentador. También se refiere a un compuesto que se encuentra contaminado, o que por su fecha de fabricación sus propiedades ya no son de interés o utilidad (2).

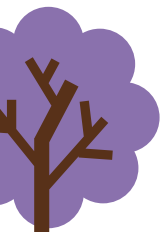
Residuo peligroso: un residuo se considera peligroso cuando debido a su cantidad, concentración y características físico-químicas puede provocar o contribuir a aumentar la mortalidad o causar un daño o incapacidad irreversible a personas, animales y plantas. También puede poseer sustancias dañinas para el ambiente cuando es manejado, tratado o dispuesto inadecuadamente (2).

Productor de residuos: cualquier persona, física o jurídica, cuya actividad produzca residuos como producto inicial o que efectúe operaciones de tratamiento previo de mezclas o de otro tipo que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos generados (1).

Clasificación: ordenamiento, distribución, y agrupamiento de las sustancias, productos o residuos por clases, grupos o subgrupos (3).

Acumulación de residuos: proceso por el cual se van ubicando los residuos químicos temporalmente, en recipientes individuales o de otro tipo. Esto se lleva a cabo en su lugar de generación y hasta trasladarlos al lugar de almacenamiento final (4).

Almacenamiento de residuos: el almacenamiento es la fase posterior a la acumulación y es donde se mantienen los residuos debidamente empacados y embalados para su posterior tratamiento o disposición final (4).



Gestión: Conjunto de actividades realizadas para dar a los residuos el destino final más adecuado, abarca desde la compra de los reactivos hasta su disposición final (3).

Tratamiento: método, técnica o proceso designado para cambiar las características físicas, químicas o biológicas de una sustancia, de manera que se produzca un desecho no peligroso, o menos peligroso, para su almacenaje, transporte o disposición final de forma segura (4).

Peligro físico: un residuo químico presenta peligros físicos si hay evidencia científica de que este es un líquido combustible, un gas comprimido, un explosivo, un peróxido orgánico, un oxidante pirofórico, inflamable o reactivo (5).

Peligro para la salud: una sustancia tiene peligro para la salud humana si hay evidencia estadística significativa, basada en estudios realizados de acuerdo con

principios científicos establecidos, sobre efectos agudos o crónicos que le pueden ocurrir a personas expuestas (5).

Todos los datos de toxicidad y límites de exposición a sustancias químicas (límites de valores umbral, listas de cancerígenos, etc.) se deben revisar cada seis meses, ya que estos datos están cambiando constantemente por las nuevas y mejores investigaciones que se realizan en este campo. Para realizar esta tarea se pueden ver las hojas de seguridad de cada sustancia, pues estas requieren constante revisión.

CLASIFICACIÓN SEGÚN CARACTERÍSTICAS DE PELIGROSIDAD

Todos los residuos químicos presentan diferentes tipos de peligros para las personas o el medio. Por ello es importante poder clasificar las sustancias de acuerdo a los riesgos que presentan estas, para así poder manipularlas y almacenarlas de la manera más adecuada.

Si el residuo no es un compuesto químico común, con características conocidas, se debe de proveer la mayor información posible para su adecuado tratamiento. Al clasificar y trabajar las sustancias desconocidas, se deben tener las mismas precauciones como si estas fueran tóxicas. Además de los datos mencionados, es conveniente utilizar una etiqueta de color diferente para cada grupo, con el fin de poder realizar una identificación visual más rápida. Los posibles grupos para realizar una clasificación y almacenamiento adecuados son:

Sustancias corrosivas (C): son aquellas sustancias sólidas, líquidas o en disolución acuosa con pH menor o igual que 2, o mayor o igual que 12,5. Además, se incluyen en este grupo agentes desecantes o deshidratantes y los oxidantes. Por ejemplo: ácido clorhídrico, hidróxido de potasio y cloruro de calcio anhidro (6).

Un posible subgrupo de estas sustancias son las clasificadas como irritantes (Xi), que tienen las mismas características que las corrosivas, pero en menor grado; además, de la sensibilización de la piel. Por ejemplo: bisulfito de sodio (7).

Sustancias tóxicas (T): son sustancias que pueden causar la muerte o que generan efectos adversos para los seres humanos, tales como provocar enfermedades serias o irreversibles, de acuerdo con el grado de exposición. Por ejemplo: benceno (6).

La combinación de los efectos tóxicos de dos sustancias o más puede ser significativamente mayor que el efecto de cualquiera de las sustancias solas. Es prudente suponer que mezclas de diferentes sustancias pueden ser más tóxicas que el más tóxico ingrediente contenido en la mezcla (8).

Un posible subgrupo de estos compuestos es el de las sustancias nocivas (Xn), de las



cuales se tiene sospecha de que provocan los mismos daños que las sustancias tóxicas, pero no hay evidencia contundente; hay indicios de posibles daños para la salud y posiblemente sean irreversibles. Por ejemplo: sulfato de cobre (7).

Sustancias explosivas (E): estos compuestos químicos o mezclas se descomponen bajo condiciones de choque mecánico, elevada temperatura o acciones químicas, liberando grandes volúmenes de gases, calor, vapores tóxicos o combinaciones de ellos. Por ejemplo: perclorato de potasio (6).

Sustancias comburentes (O): son peróxidos orgánicos combustibles y compuestos que en contacto con materiales combustibles aumentan el peligro de incendio y sus efectos, además dificultan su extinción. Por ejemplo: dicromato de amonio (7).

Sustancias extremadamente flamables (F+): son sustancias que realizan ignición

muy fácilmente por la acción de una fuente de energía, incluso por debajo de 0 °C. Por ejemplo: éter etílico (6).

Sustancias flamables (F): las sustancias flamables son aquellas que alcanzan fuego fácilmente (se queman en el aire). Un líquido flamable no se quema por sí mismo, son sus vapores los que se queman. La velocidad a la cual estos líquidos producen vapores depende de su presión de vapor, estos aumentan con la temperatura. Por ejemplo: etanol y hexano (7).

Sustancias peligrosas para el ambiente (N): estos compuestos en caso de ser liberados producen daños en el ambiente, tales daños se producen por los cambios que se dan en el equilibrio de la naturaleza de los ecosistemas. Ciertas sustancias o sus productos de transformación pueden alterar simultáneamente diversos compartimentos del ecosistema. Por ejemplo: tetracloruro de carbono (6).

Disruptores endocrinos: es el conjunto de compuestos químicos que interactúan con el sistema endocrino, sobre el que inducen efectos debidos a su capacidad para (6):

1. Mimetizar la acción de las hormonas endógenas.
2. Antagonizar la acción de las hormonas.
3. Alterar su patrón de síntesis y metabolismo.
4. Modular los niveles de los receptores correspondientes.

6. PROCEDIMIENTO

6.1. Sistema de manejo de residuos químicos

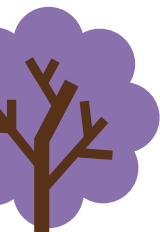
Es importante que todo el personal del laboratorio tenga conocimiento del sistema de manejo de residuos para que le dé apoyo continuo. La cantidad de residuos generados en un laboratorio depende del tamaño de este y de las operaciones que allí se realicen. El sistema de manejo de residuos de

laboratorio deberá estar acondicionado para: a) el volumen y el tipo de residuos generados, b) los cambios opcionales para la disposición de residuos, c) la disposición de espacio suficiente para el almacenamiento de residuos, antes de su desactivación, d) los procedimientos escogidos para la eliminación de dichas sustancias (ver las respectivas fichas técnicas de tratamientos específicos).

6.2. Plan de manejo de residuos

El presente plan describe los lineamientos del sistema en cuanto a la asignación de responsabilidades, procedimientos y obligaciones que deben cumplir los generadores de los residuos.

Este plan se debe revisar a intervalos no máximos de un año, para asegurarse de que está de acuerdo con todas las regulaciones legales pertinentes y actualizarse según los cambios que



puedan ocurrir en las operaciones del laboratorio. Como consecuencia del análisis, se pueden producir mejoras en los rendimientos, en la seguridad de las personas, en los niveles de calidad; también puede haber una disminución de los costos de operación, así como una disminución del volumen y de la peligrosidad de los residuos generados.

6.2.1 Modelo reducción y tratamiento de residuos (9)

Este modelo constituye una estrategia que implica cinco niveles de acciones sucesivas: evitar, reducir, reciclar, tratar y eliminar.

Evitar: en este nivel se pretende eliminar el mayor volumen de residuos, se pretende evitar la circulación o almacenamiento innecesario de diferentes reactivos que llegan a transformarse posteriormente en residuos. En este nivel cada laboratorio docente o de investigación

debe rechazar la compra de productos sin utilidad o innecesarios; además de no realizar experimentos sin provecho.

Se pueden eliminar algunos reactivos peligrosos y sustituirlos por otros menos tóxicos. Para realizar esto se deben formular algunas preguntas, como: ¿La opción creará otros problemas ambientales?, ¿La opción minimiza la presente y futura amenaza a la salud?, ¿Es la opción segura para las personas que laboran en el laboratorio?

Reducir: este nivel se logra utilizando esquemas preventivos. Se pueden aplicar procesos de producción más limpia (P+L), aquí cada Unidad académica debe evitar trabajar con excesos y se pretende eliminar los residuos desde el inicio. Además, en este punto se pueden disminuir las cantidades con las que se trabaja en los laboratorios.

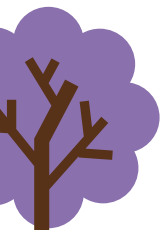
Reciclar: en este nivel debe haber un volumen menor de residuos que en los niveles anteriores. Se debe separar, para su posterior recuperación disolventes, sólidos impuros, en fin, todo lo que se pueda reutilizar. El concepto de costo-beneficio de los materiales reciclados resulta relevante para determinar si la pureza a la cual se quieren utilizar los reactivos se compensa con ese proceso. Se deben buscar acciones donde el material se aproveche más cerca de su uso original, lo que implica una ventaja desde el punto de vista ambiental y económico.

Tratar: el tratamiento de los residuos se vuelve una necesidad con el fin de controlar sus efectos perjudiciales al medio y a los seres humanos. En este punto no debe haber mucha cantidad de residuos para tratar. Si se reducen los volúmenes antes del tratamiento, como se ha venido planificando, se

logra además bajar los costos asociados para esa desactivación química. En este nivel se debe trabajar con las fichas técnicas de tratamiento.

Eliminar: si se considera la secuencia que se ha sugerido, cada nivel va sumando contribuciones, de forma que el nivel inferior deberá tener un volumen menor con el cual trabajar, siempre y cuando la labor en los niveles anteriores haya sido eficiente. Aquí las Unidades Académicas deben disponer sus residuos en el alcantarillado, en el basurero o mezclándolos con diatomita (ver las respectivas fichas técnicas).

Es importante que se resalte la importancia de no obviar etapas, ya que esto llevaría a recargar la parte de la eliminación, con lo que se dependería únicamente de la capacidad del manejo tradicional (botar como basura normal) (9).



6.2.2 Identificación de residuos

Existen diversas causas consideradas como fundamentales para que ciertos materiales sean clasificados como residuos por eliminar, sin impedir que puedan ser objeto de operaciones que lleven a recuperarlos, reutilizarlos o bien utilizarlos para usos alternativos. Estas son:

1. Productos vencidos, que se rechazan sin haber analizado si conservan sus propiedades originales.
2. Materiales o productos que se han deteriorado accidentalmente (vertidos, etc.).
3. Sustancias que han perdido parte de sus características requeridas.
4. Residuos procedentes de las actividades habituales del laboratorio.
5. Productos sin uso, que ahora ya no se usan porque se consideran inadecuados.

Una vez que una sustancia es declarada como residuo, esta debe ser rotulada y se le etiquetará según su grado de peligrosidad (ver apéndice 1), además se debe colocar suficiente información acerca de sus características para su correcta disposición. Si la sustancia es desconocida será necesario programar los experimentos y las pruebas adecuadas para su identificación, estas pruebas deberán realizarse en los laboratorios donde se encuentren las sustancias hasta que la Universidad de Costa Rica cuente con un laboratorio para realizar esta labor; estas pueden ser determinadas mediante ensayos simples de laboratorio o por procedimientos más elaborados, haciendo uso de aparatos especializados

6.2.3 Tratamiento de residuos químicos

La finalidad de los métodos de tratamiento o desactivación de residuos es

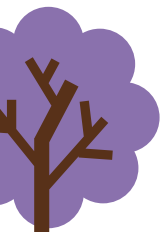
transformar pequeñas cantidades de productos químicos reactivos o peligrosos, en productos derivados inocuos, o de menor peligro, para permitir una eliminación o poder recoger un derrame de estos sin problema. En cuanto a los residuos de los laboratorios, su gestión presenta una problemática diferenciada de los residuos industriales porque se generan en pequeñas cantidades comparados con estos últimos, presentan una gran variedad y una elevada peligrosidad para los trabajadores y el ambiente, tanto desde el punto de vista físicoquímico como toxicológico. Se recomienda con insistencia probar el método de desactivación, primeramente en escala muy reducida, para adaptarse a problemas que no estén previstos.

Para la eliminación sin riesgo de productos químicos hay que cumplir con los reglamentos legales e industriales

de cada país, en Costa Rica en la actualidad no se cuenta con un reglamento que regule el tratamiento de residuos químicos, es por esto que el presente instructivo es de suma importancia en la regulación interna de la Universidad de Costa Rica. En muchos casos hay que realizar tratamientos previos especiales antes de disponer de estos residuos.

Los productos químicos que se presentan como residuos, como restos no utilizables o los recipientes vacíos son, por regla general, residuos especiales; por lo tanto, la eliminación de estos debe estar reglamentada. Es por esto que las Unidades Académicas deberán darles el tratamiento específico siguiendo los lineamientos de los fichas técnicas respectivas.

La selección de la mejor forma de tratamiento de residuos depende de varios factores, entre ellos la disponibilidad y



conveniencia de la disposición, la facilidad de tratamiento, la infraestructura y los costos. Las mezclas de residuos no se tratarán por métodos de destrucción química, ya que es posible que se presenten reacciones secundarias peligrosas o inhibidoras para el proceso (7).

Entre los sistemas de disposición de residuos más comunes están el reciclaje de materiales, la incineración, la disposición en rellenos sanitarios (ya sea como residuos normales o una vez tratados) y la disposición a través del alcantarillado.

6.2.3.1 Incineración

Algunos residuos orgánicos tales como disolventes, ácidos y bases orgánicas, compuestos aromáticos, entre otros, se pueden destruir por este método. Sin embargo, el operador del incinerador requiere de cierta información de las sustancias a incinerar, entre ellas están: identificación del

tipo de sustancia, peligros y compatibilidad química con otros residuos. En este sentido, las sustancias deben estar rotuladas adecuadamente (ver apéndice 1). Cada empresa incineradora o de coprocesamiento solicita información diferente, por lo que se debe contactar a la misma para cumplir con los requisitos de la misma.

6.2.3.2 Eliminación a través del sistema de alcantarillado

Como el hecho de agregar algunas sustancias químicas al alcantarillado resulta en algunos casos perjudicial, tanto para la población como para el ambiente se requiere prestar especial atención a este tipo de eliminación, (ver la respectiva ficha técnica).

6.2.3.3 Reciclado y recuperación de los materiales

El reciclado es un término genérico para definir el proceso de conversión

de algún residuo en un material que puede ser reutilizado. Estos materiales serán desechados cuando no se puedan separar de una mezcla compleja (azeótropos o puntos de ebullición muy cercanos) o que se hayan descompuesto. Las técnicas principales que se pueden utilizar son:

- **Destilación:** Se realizarán todas las destilaciones hasta aproximadamente dos terceras partes del volumen del recipiente, con el fin de evitar la concentración de residuos que pueden incluir sustancias formadoras de peróxidos, sustancias sedimentables tóxicas, explosivas o peligrosas en general (10).
- **Precipitación y purificación:** La precipitación es un proceso por el cual una sustancia soluble es convertida a una forma insoluble, por medio de una reacción química o por el cambio en la composición

del disolvente, para disminuir la solubilidad de la sustancia en el mismo. Los sólidos precipitados se removerán por filtración; luego de ser recuperados, es posible recristalizarlos para poder reutilizarlos (11) (12).

- **Disposición de los residuos en rellenos sanitarios:** Otra de las formas más comunes de eliminar los residuos es mediante rellenos sanitarios. Existen varias técnicas de disposición, entre ellas se encuentran:
 1. **Método Lab Pack:** consiste en un tambor de acero, el cual se llena con pequeños recipientes con los residuos. Estos no pueden ser incompatibles entre sí; además los recipientes deben ser separados por un medio absorbente (no se usa para sustancias muy tóxicas, volátiles o mal olientes).
 2. **Solidificación de líquidos**



por absorción: en este tipo de disposición se usa un tambor, el cual se llena con la mezcla del líquido por eliminar y un material absorbente. Se debe formar un sólido, que no contenga líquido libre, antes de introducirlo al tambor (no se usa con materiales corrosivos, ni prohibidos para la disposición en tierra).

- 3. Aislamiento por encapsulación:** algunos residuos son tratados de mejor manera si se aíslan del ambiente; una manera de realizar tal aislamiento es mezclándolos con cemento y agua para formar un tipo de concreto que puede ser enterrado o se colocan los recipientes que contienen los residuos y se introducen dentro del cemento para formar el bloque (no se usa con sustancias que reaccionen con el cemento).

Los residuos químicos que se dispongan de estas tres formas anteriores, deben ser dispuestos en rellenos sanitarios, para lo cual se debe solicitar el respectivo permiso al Ministerio de Salud y al relleno en el que se vaya realizar dicha operación.

- 4. Disposición como basura normal y mezclas con diatomita:** este método es el más común en países tercermundistas; sin embargo, se debe realizar de una manera adecuada y no en forma indiscriminada como se ha venido haciendo. Los residuos que se pueden disponer como basura normal en rellenos sanitarios sin tratamiento previo, son aquellos que no tengan ningún tipo de peligro, reactividad o toxicidad, tanto para seres humanos como para el ambiente. En cuanto a las mezclas con diatomita, se colo-

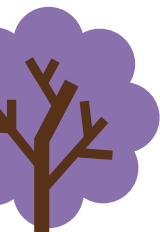
carán los residuos hasta hacer una pasta sin líquido libre, en el caso de disoluciones o sustancias líquidas y si se trata de sólidos no se harán combinaciones, en las cuales haya residuos sólidos sin mezclarse. Con estos se asegura que todo el residuo está aislado con el material adsorbente y no va a provocar reacciones futuras. Después de realizar esto, se pueden colocar estos residuos como basura normal. Si hay varias sustancias combinadas con la diatomita, se debe respetar las incompatibilidades químicas o usar diferentes recipientes para su disposición final.

- **Destrucción química:** Es posible destruir o reducir la naturaleza peligrosa de muchos residuos en el laboratorio, por reacciones químicas. Se insiste en que los residuos químicos

peligrosos se tratarán en los lugares en donde se generaron, en este sentido se deben seguir las fichas técnicas específicas de tratamiento.

Una técnica o procedimiento de destrucción química ideal contará con propiedades ideales, algunas de ellas son:

1. La destrucción del residuo químico peligroso se dará en forma completa.
2. Los materiales serán accesibles para verificar que los productos detectables son materiales inocuos.
3. La efectividad de la técnica será verificable analíticamente con facilidad.
4. El equipo y los reactivos para la desactivación serán baratos, seguros, fáciles de usar y deben estar disponibles fácilmente.
5. Las técnicas y procedimientos de destrucción no requerirán operaciones elaboradas (extracciones,



destilaciones, etc.).

6. Serán aplicables a las realidades económicas y del lugar al que se van a aplicar.

6.2.4 Normas básicas de seguridad

Se debe seguir una serie de recomendaciones generales para la manipulación segura de residuos y productos químicos en general, a continuación se dan los más relevantes:

1. Se evitará cualquier contacto directo con los productos químicos, para esto se utilizará los equipos de protección individual adecuados para cada caso (guantes, gafas).
2. Todos los productos se deberán considerar como peligrosos, asumiendo el máximo nivel de protección en caso de desconocer exactamente las propiedades y características del producto a manipular.
3. Nunca se manipularán productos químicos o se realizarán los procedimientos de desactivación si no hay otras personas en el laboratorio.
4. El trasvase de los residuos en los recipientes correspondientes se debe efectuar de forma lenta y controlada. Se deberá interrumpir si se observa cualquier cambio anormal como la evolución de gas y/o el incremento de temperatura.
5. Siempre se etiquetarán todos los recipientes para identificar su contenido y evitar posibles reacciones indeseables, debidas a incompatibilidades químicas (ver apéndice 1).
6. Todo procedimiento de neutralización o desactivación química debe ser llevado a cabo por personal con cono-

cimientos químicos y, además, no se aplicarán estos procedimientos a mezclas de residuos (ver responsabilidades del grupo de tratamiento de la Unidad Académica).

7. Siempre se seguirá el procedimiento tal y como está escrito, no se harán cambios no autorizados en estos.

En el laboratorio y en especial en la desactivación de residuos se realizan operaciones muy diversas, en las que se manipulan una gran variedad de productos con diferentes características de peligrosidad siendo, a menudo, difícil adoptar medidas de protección colectiva eficaces y resultando, en muchos casos, riesgos residuales. Es en estas circunstancias cuando debe recurrirse a los equipos de protección individual, que han de ser adecuados frente a los riesgos

que presenten las operaciones.

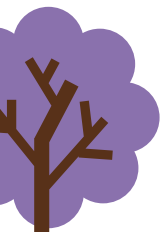
6.2.5 Equipos de protección individual

Los equipos de protección individual se pueden clasificar, considerando la parte del cuerpo que protejan:

- Protectores de los ojos y la cara
- Protectores de la piel
- Protectores de las manos y los brazos
- Protectores de las vías respiratorias
- Protectores del tronco y del abdomen
- Protectores de la totalidad del cuerpo.

Protectores de los ojos y la cara

Los equipos destinados a la protección de los ojos y la cara permiten protegerse frente a los riesgos causados por proyecciones de partículas sólidas, proyecciones de líquidos (corrosivos, irritantes). Se pueden clasificar en dos grandes grupos: pantallas y gafas.



Pantallas: Las pantallas cubren la cara del usuario, no solamente los ojos, son especialmente útiles si se trabaja con sustancias que puedan salpicar o explotar; pueden ser con visores de plástico, con tejidos aluminizantes o reflectantes o de malla metálica.

Gafas: Las gafas tienen el objetivo de proteger los ojos del trabajador. Para que resulten eficaces, se requiere combinar, junto con unos oculares de resistencia adecuada, algún diseño o elementos adicionales adaptables a ella, con el fin de proteger el ojo en cualquier dirección.

Protección de la piel en general

El objetivo de estos equipos es impedir el contacto y penetración de sustancias tóxicas, corrosivas o irritantes, a través de la piel especialmente a través de las manos que es la parte del cuerpo que más probablemente puede entrar en contacto con los

productos químicos. Sin embargo, no debe despreciarse el riesgo de impregnación de la ropa, que se puede prevenir empleando delantales, en general, ropa de trabajo o protección adecuada a las características de peligrosidad del agente químico manipulado. En caso de contacto con el producto debe procederse al lavado inmediato de la protección y si se ha impregnado la ropa de trabajo, quitársela inmediatamente y proceder asimismo a su lavado.

Los guantes de seguridad se fabrican en diferentes materiales (PVC, PVA, nitrilo, látex, neopreno, etc.) en función del riesgo que se pretende proteger. Por estos motivos a la hora de elegir un guante de seguridad se debe conocer su idoneidad, en función de los productos químicos que se van a utilizar (anexo 2).

Protección de las vías respiratorias

Los equipos de protección individual de las vías respiratorias son aquellos que

tratan de impedir que el contaminante penetre en el organismo a través de esta vía. Estos se pueden clasificar en equipos dependientes e independientes del medio ambiente.

Los más usados en el laboratorio son los dependientes del medio, estos son equipos que utilizan el aire del ambiente y lo purifican, es decir retienen o transforman los contaminantes presentes en él para que sea respirable. Estos equipos no pueden utilizarse cuando el aire es deficiente en oxígeno, cuando las concentraciones de contaminante son muy elevadas o si se trata de sustancias altamente tóxicas. Existen tres tipos: la máscara, la mascarilla y la boquilla.

Máscara: Cubre la boca, la nariz y los ojos. Debe utilizarse cuando el contaminante es un irritante, para evitar su efecto sobre la mucosa ocular o en cualquier caso cuando pueda penetrar a través de ella.

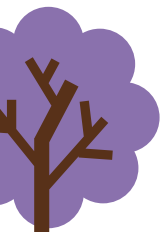
Mascarilla: Cubre la nariz y la boca exclusivamente.

Boquilla: Ofrece una conexión entre la boca y el filtro y dispone de un sistema que impide la entrada de aire no filtrado por la nariz (pinza). Su utilización se limita exclusivamente a situaciones de emergencia.

Almacenamiento de residuos

El área de almacenamiento debe estar protegida ante las variaciones climáticas, lejos del área de trabajo cotidiano; además, debe evitarse la exposición de los contenedores a la luz solar (13).

Deberán colocarse extintores en lugares estratégicos del almacén y tener acceso a ellos en caso de fuego. Estas áreas también deben estar sujetas a una inspección semanal y revisar todas las condiciones de seguridad (14).



Los contenedores de residuos químicos recolectados de laboratorios, a menudo deben ser recogidos en lugares de almacenamiento temporales (dentro del mismo laboratorio), antes de ser tratados por el grupo de cada Unidad. Sin embargo, los residuos de los laboratorios individuales se podrán trasladar al almacén principal, en el caso de que la Universidad de Costa Rica implemente un laboratorio de tratamiento para toda la Sede Rodrigo Facio, en intervalos que no sean superiores a tres meses o dependiendo de la regularidad de producción.

En dicho laboratorio los residuos deberán ser tratados antes de un año. Cuando se trata de gestión de residuos el lugar de trabajo, corresponde tanto a los lugares o espacios de trabajo donde se generan los residuos, como el recorrido hasta el lugar de almacenaje principal y el espacio destinado en cada laboratorio como almacén temporal. Las entradas a los lugares donde se manipulen o almacenen estos residuos

deberán tener visibles las señales de peligro, que correspondan.

Se debe llevar un registro, el cual incluya las fechas de entrada y salida y no se puede aceptar ningún residuo que no esté etiquetado. En el caso de que se haya perdido la etiqueta original se tendrá que, o bien hacer una nueva identificación, o bien etiquetarlo y registrarlo como residuo muy peligroso.

Se deben seguir los mismos lineamientos dados para almacenamiento de sustancias en buen estado (ver Instructivo para el almacenamiento de sustancias químicas); esto implica juntar solo productos químicos compatibles, después se pueden ordenar alfabéticamente, por correlación creciente de ingreso al almacén o cualquier otro orden, pero respetando la compatibilidad (Anexo 3) (10). Si se van a colocar los residuos en estantes, los líquidos combustibles, materiales comburentes y productos tóxicos en envases que se destruyan con facilidad, tienen

que estar colocados de tal forma que no puedan caer más de 0,4 metros (7).

El almacenamiento de los recipientes utilizados para guardar las sustancias químicas debe ser tal que se cumpla con las siguientes disposiciones:

1. Los recipientes son inspeccionados periódicamente para determinar roturas, goteos, o corrosión.
2. Los recipientes dañados son removidos o reemplazados inmediatamente.
3. Se revisa el cierre de los recipientes, además la tapa del contenedor debe ser de rosca y no un tapón, para evitar que si hay generación de vapores estos tiren la tapa. Cada recipiente debe tener por lo menos tres centímetros de espacio entre el líquido o sólido contenido y la tapa, cuando se trata de frascos pequeños o de diez centímetros si se trata de estañones.
4. Los frascos plásticos deben ser reemplazados al cabo de cinco años, pues estos

pueden ser alterados por algunas sustancias químicas (15).

5. Siempre que sea posible se deben reutilizar los recipientes originales para el almacenamiento de los residuos (el residuo debe ser igual al producto que contenía originalmente el recipiente). Nunca se deben colocar sustancias corrosivas en recipientes metálicos, ni tampoco bromo, disulfuro de carbono, cloroformo y otros disolventes orgánicos halogenados en recipientes plásticos.

Hay dos tipos diferentes de almacenamiento, la forma que se seleccione dependerá del espacio del que se dispone, de la cantidad de residuos generados y del tipo de desactivación que se quiera aplicar, estos son:

Almacenamiento individual

Los residuos que tienen un alto grado de pureza y que presentan propiedades especialmente difíciles de manejar, como son de alta toxicidad, bajos puntos de



inflamación, bajos puntos de ebullición, entre otros y aquellos que se quieren recuperar, tales como metales preciosos (plata, oro, platino), disolventes (éter etílico, etanol, cloroformo), etc.; deberían de almacenarse aparte, con los cuidados especiales que requieren.

Almacenamiento combinado

En este tipo de almacenamiento la finalidad es excluir con seguridad una acumulación descontrolada de diferentes residuos, ahorrando espacio. Sin embargo, se tendrá las siguientes consideraciones:

1. Será posible almacenar en un mismo contenedor únicamente residuos compatibles (los que no presentan riesgos de interacción química).
2. La acumulación de grandes cantidades de residuos inflamables nunca se realizará en cuartos sin ventilación,

dado que se puede producir una explosión debido a los vapores.

3. Se mantendrá un registro de la rotación de residuos y de los contenidos de los residuos de cada contenedor.
4. Se tendrá en cuenta los efectos combinados de los residuos químicos, como son la formación de nuevos productos (que pueden ser peligrosos), o la mayor toxicidad al mezclarlos o más residuos.

El primer paso que se debe seguir una vez identificados y etiquetados los residuos es la separación por su estado físico. Para los efectos de almacenamiento se recomienda clasificar los productos en siete grupos, asignarles un color en la etiqueta y después separarlos de acuerdo con las posibles incompatibilidades dentro de cada grupo, los colores recomendados son (16):

Rojo	Inflamables
Amarillo	Reactivos (oxidantes, explosivo, peróxidos)
Azul	Tóxicos
Gris	Ácidos
Café	Bases
Violeta	Metales preciosos
Turquesa	Peligrosos para el medio
Verde	No peligroso

Actuación en caso de derrames

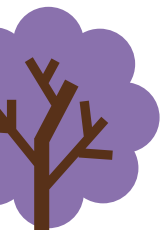
Al atender un derrame se debe actuar con rapidez pero sin precipitación, se debe evacuar al personal innecesario, evitar contaminaciones en la indumentaria y otras áreas del laboratorio, además se debe utilizar la información sobre residuos (16).

Líquidos inflamables: se deben adsorber con carbón activado, adsorbentes comerciales o una mezcla de carbonato de sodio, diatomita y arena (1:1:1 en peso).

Ácidos: para la neutralización de los ácidos lo mejor es emplear los adsorbentes-neutralizadores comerciales ya que realizan ambas funciones. Sin embargo se puede emplear bicarbonato de sodio al 5 %. Una vez que se realiza la neutralización se debe lavar la superficie con abundante agua y detergente.

Bases: al igual que en el caso de los ácidos es más seguro emplear los productos específicos comercializados. También se puede emplear para su neutralización ácido clorhídrico diluido (0.1 M). Una vez realizada la neutralización debe lavarse la superficie con abundante agua y detergente.

Mercurio: lo mejor para recoger los derrames de mercurio es utilizar polisulfuro de calcio, amalgamantes (productos comerciales) o azufre como último recurso. Si el derrame se da en lugares no accesibles se debe emplear aspiración con una pipeta Pasteur y luego se debe desactivar el mercurio.



Otros procedimientos (atención de derrames)

PROCEDIMIENTOS

Sustancia derramada	Procedimiento
Ácido fluorhídrico	Solución de hidróxido de calcio o de carbonato de calcio
Aldehídos	Solución de bisulfito de sodio en exceso
Aminas	Bisulfato de sodio, ácido sulfúrico diluido (pH=5-6) o ácido sulfámico
Derivados de ácidos orgánicos	Bicarbonato de sodio
Bromuro de etidio	Carbón activo, Amberlita XAD-16 o Azul algodón (colorante)
Cetonas	Solución de bisulfito de sodio en exceso.
Cianuros	Solución de hipoclorito de sodio, se deja en reposo por 24 horas. Se debe mantener siempre un pH básico
Compuestos orgánicos con azufre	Solución de hipoclorito de sodio en exceso y agua jabonosa con hipoclorito de sodio
Fluoruros	Solución de cloruro de calcio
Halogenuros orgánicos	Mezcla de carbonato de sodio, diatomita y arena (1:1:1 en peso) en exceso, lavar con agua y jabón el lugar
Metales alcalinos	Alcohol isopropílico en exceso
Disoluciones de Metales pesados	Formar derivados insolubles o recoger y precipitar a continuación
Oxidantes	Solución de algún reductor (bisulfitos, tiosulfatos) 6 mol/L y se neutraliza
Peróxidos	Mezcla de carbonato de sodio, diatomita y arena (1:1:1 en peso) en exceso
Reductores	Carbonato de sodio y agua hasta formar una suspensión, se deja reposar por 2 horas y se neutraliza
Sales inorgánicas	Carbonato de sodio, se deja reposar por 24 horas y se neutraliza con HCl 6 mol/L
Sulfuros	Solución de hipoclorito de sodio en exceso y agua jabonosa con hipoclorito de sodio

Implementación de las fichas técnicas de destrucción en el laboratorio

Antes de comenzar a trabajar, un principio extremadamente importante, de las buenas prácticas de laboratorio, es el que nadie tenga contacto con un producto químico sin antes conocer las propiedades y peligros potenciales de ese compuesto, elemento o mezcla. Si las propiedades tóxicas de los productos no son conocidas, estos se tratará con sumo cuidado y los métodos de eliminación tomarán en cuenta ciertos peligros.

Cada laboratorio deberá seguir los siguientes pasos una vez que una sustancia se haya indentificado como un residuos a eliminar:

1. Cada Escuela, Facultad o Centro de Investigación deberá acondicionar dentro de sus instalaciones un lugar para almacenar los residuos químicos que produce, este debe tener las condiciones adecuadas de seguridad antes mencionadas en el presente instructivo.
2. Los recipientes de almacenamiento deberán ser compatibles con los residuos que contengan, de ser posible solo se almacenarán sustancias en los envases originales.
3. Las etiquetas de los frascos se deberán confeccionar de acuerdo con el apéndice 1, si se van a etiquetar los frascos que contienen los residuos se deben eliminar las etiquetas originales, además estas deberán tener el código de color correspondiente.
4. Los recipientes de sustancias peligrosas se deben almacenar para su posterior tratamiento.
5. En el caso de que la Universidad de Costa Rica implemente un laboratorio de tratamiento para la Sede Rodrigo Facio, el camión recolector pasará una vez al mes para el traslado de los residuos al almacén general de la Universidad, para



su posterior tratamiento. Hasta que no se implemente este laboratorio, las diferentes Unidades Académicas deberán realizar este tratamiento en la respectiva Unidad antes de un año de haberse producido dicho residuo.

6. Los procedimientos que se utilizarán para realizar el tratamiento (fichas técnicas de tratamiento químico) serán revisados anualmente por la Comisión Institucional de desechos y sustancias peligrosas. Lo que se busca es introducir posibles mejoras.

En cada ficha técnica aparecen seis partes diferentes, en la primera se identifica las personas responsables de la aprobación, la revisión y la elaboración de cada metodología; en la segunda el nombre de la sustancia y los principales peligros que puede presentar; en la tercera los materiales necesarios para realizar el tratamiento; en la siguiente parte se dan los utensilios

básicos para trabajar en este procedimiento específico; luego se da la metodología propiamente dicha y por última las reacciones e identificación de los productos finales.

Apéndice 1. Información que debe contener una etiqueta

Los recipientes que contengan residuos se deben etiquetar con una cantidad mínima de información, esta debe estar en español, escrita a máquina o computadora; en caso que esté escrita a mano esta debe ser legible y ordenada.

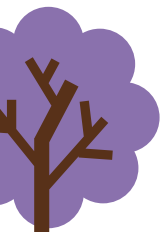
La etiqueta debe contener como mínimo la siguiente información:

- Nombre de la sustancia y sinónimos (si los tiene)
- Concentración si es una disolución
- Símbolos o pictogramas de peligro
- Frases de reactividad (Frases R)
- Frases de seguridad (Frases S)
- Nombre, dirección y teléfono del generador del residuo

- Fechas de inicio y final del envasado del residuo.

Los pictogramas de peligro son los siguientes:





Apéndice 2. Resistencia de los guantes de uso personal (13)

COMPUESTO QUÍMICO	COMPOSICIÓN DE LOS GUANTES			
	Látex	Neopreno	Nitrilo	Butilo
Ácidos				
Ácido clorhídrico 38%	B	E	B	B
Ácido fluorhídrico 48%	B	E	B	B
Ácido fosfórico	B	E	B	B
Ácido nítrico 70%	M	B	I	B
Ácido sulfúrico 95%	E	E	R	B
Ácido acético	E	E	B	B
Aminas				
Anilina	R	R	B	B
Dietilamina	R	B	E	NC
Disolventes aromáticos				
Benceno	M	I	B	NC
Tolueno	M	M	E	M
Xileno	M	I	B	R
Acetona	E	B	I	B
Disolventes				
Cloroformo	M	B	B	R
Diclorometano	R	B	B	NC
Tetracloruro de carbono	M	R	B	M
Hexano	M	R	E	NC
Acetato de etilo	I	B	B	B
Disulfuro de carbono	M	R	B	M
Peróxido de hidrógeno	B	B	B	B

E = excelente B = bueno R = regular I = inferior M = malo NC = no comprobado

Apéndice 3. Incompatibilidades específicas de ciertas sustancias químicas

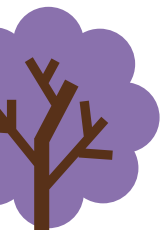
Además de las incompatibilidades específicas que se deben consultar en las Hojas de seguridad (MSDS), se han establecido las siguientes (23), (7), (12):

SUSTANCIA	INCOMPATIBLE CON
Acetileno	Halógenos, oxidantes, cobre (y aleaciones), sales de metales pesados.
Acetona	Hidrocarburos halogenados, oxidantes, plástico, aminas, mezclas de ácido nítrico o sulfúrico.
Ácido acético	Oxidantes, alcoholes, bases, etileno, aldehídos, sulfuros.
Ácido nítrico concentrado	Ácido acético, anilina, óxido de cromo (VI), ácido cianhídrico, sulfuro de hidrógeno, líquidos y gases inflamables, ácido sulfúrico, bases, metales en polvo, metales pesados, materiales orgánicos, halogenuros de hidrógeno, agua, nitrobenzono, permanganato de potasio, sulfuros.
Ácido oxálico	Plata, mercurio, oxidantes, bases, sulfuros.
Ácido perclórico	Anhídrido acético, bismuto y sus aleaciones, sustancias oxidables, sustancias orgánicas, ácido sulfúrico, ácido fosfórico, óxido de fósforo (V), bases, halogenuros de hidrógeno, agua, permanganato de potasio, sulfuros.
Ácido pícrico	Calor, acetileno, amoníaco, halógenos, metales, picratos alcalinos y alcalinotérreos, aluminio, ácido nítrico, peróxidos, oxidantes, bases, sulfuros.
Ácido fórmico	Metales en polvo, oxidantes, bases, sulfuros.
Ácido sulfúrico	Clorato de potasio, perclorato de potasio, permanganato de potasio, compuestos de metales livianos (sodio, litio, etc), acetona, ácido nítrico, ácido perclórico, bases, agua, permanganato de potasio, sulfuros.
Alquilos y cloruros de aluminio	Agua, alcoholes, aire, hidruros, nitrobenzono.
Amoníaco y aminas alquílicas cortas	Mercurio, halógenos, hipoclorito de calcio, ácidos, aldehídos, metales en polvo, oxidantes, fluoruro de hidrógeno, plata.



Anilina	Ácidos, aluminio, oxidantes, nitrometano.
Azidas	Calor, golpes, frotamiento, metales pesados y sus sales.
Azufre	Metales, oxidantes, fósforo, nitratos.
Carbón activado	Hipoclorito de calcio, oxidantes, disulfuro de carbono.
Carburo de calcio	Agua, ácidos, oxidantes.
Cianuros	Ácidos, halógenos, oxidantes (en especial nitritos y nitratos de mercurio).
Cloratos y percloratos	Salas de amonio, ácidos, metales en polvo, azufre, sulfuros, cianuros, materiales orgánicos o combustibles.
Cobre polvo	Acetileno, peróxido de hidrógeno, oxidantes.
Cromo (VI)	Sustancias orgánicas, reductores, líquidos inflamables, bases.
Dimetilsulfóxido	Cloruros de ácido, ácido perclórico y sus sales, metales alcalinos.
Fluoruro de hidrógeno	Amoniaco, metales alcalinos, vidrio (óxidos de silicio).
Fósforo	Azufre, alcoholes, combinaciones que contienen oxígeno, halógenos, bases, metales, sales de metales pesados; agentes reductores y aire para fósforo blanco.
Halógenos	Compuestos orgánicos no saturados, amoniaco y aminas, metales en polvo, metales alcalinos y alcalinotérreos, hidrocarburos más luz, hidruros metálicos, hidrógeno, benceno, acetileno.
Halogenuros de hidrógeno	Metales alcalinos y alcalinotérreos, bases fuertes, metales en polvo, ácido perclórico, ácido nítrico, envases de aluminio, hidrocarburos no saturados.
Hidracina	Calor, oxidantes, catalizadores metálicos, sales de metales pesados, metales alcalinos y alcalinotérreos, metales en polvo.
Hidrocarburos	Halógenos más luz, oxidantes.
Hidrocarburos no saturados	Halógenos, oxidantes, halogenuros de hidrógeno, cloruro de aluminio, cloruro de hierro (III), cloruro de antimonio (III), iniciadores de polimerización.
Hidróxidos alcalinos	Agua, ácidos, metales en polvo, hidrocarburos halogenados, halogenuros de hidrógeno, fósforo, cromo (VI), nitrobenceno.

Hipocloritos	Ácidos, carbón activado.
Líquidos inflamables	Nitrato de amonio, oxidantes, hidrógeno.
Mercurio	Acetileno, amoníaco, aminas, oxidantes.
Metales alcalinos y alcalinotérreos	Agua, ácidos, alcoholes, halógenos, halogenuros de hidrógeno, aire, oxidantes, dióxido de carbono, dimetilsulfóxido, hidracina, nitrobenceno.
Metales en polvo	Oxidantes, nitratos, nitritos, halógenos, hidracina, hidrocarburos halogenados, ácidos, bases, disulfuro de carbono, tetracloruro de carbono.
Nitratos	Ácidos, agentes reductores, metales en polvo, azufre.
Nitritos	Ácidos, sales de amonio.
Nitrobenceno	Metales alcalinos, cloruro de aluminio, bases, ácido nítrico.
Nitroparafinas	Calor, golpes, bases, ácidos, cloroformo, peróxido de hidrógeno.
Óxido de calcio	Agua, ácidos, etanol, flúor.
Pentóxido de fósforo	Agua, alcoholes, bases fuertes.
Permanganato de potasio	Sustancias reductoras, ácidos minerales concentrados, peróxido de hidrógeno, glicerina, etilenglicol, benzaldehído, azufre, piridina.
Peróxidos	Metales pesados y sus sales, polvo, reductores, carbón activado, amoníaco, aminas, hidracina, metales alcalinos, ácidos, fricción, calor.
Peróxido de hidrógeno	Cromo, metales y sus sales, alcoholes, acetona, anilina, nitrometano, sustancias orgánicas o comburentes.
Plata	Acetileno, amoníaco y sus derivados, ácido oxálico, ácido tartárico, peróxidos.
Sulfuros	Ácidos.
Disulfuro de carbono	Calor, metales, oxidantes, carbón activado.
Tetracloruro de carbono	Peróxido de benzoilo, metales en polvo, plástico.



Apéndice 4. Características importantes de algunas sustancias (7)

SUSTANCIA	FLASH POINT (°C)	T DE IGNICIÓN (°C)	MISCIBILIDAD AGUA
Acetato de etilo	-4	460	(1)
Acetato de metilo	-10	455	(1)
Acetona	-18	538	(1)
Acetonitrilo	5	524	(1)
Benceno	-11	526	(2)
t-butanol	11	490	(1)
Ciclohexano	-26	260	(2)
1,4-dioxano	12	180	(1)
Disulfuro de carbono	-30	90	(2)
Etanal	-38	185	(1)
Etanol	12	423	(1)
Éter t-butil-metilico	-28	*	(2)
Éter dietílico	-45	160	(2)
Éter de petróleo	-17	290	(2)
Etil-metil-cetona	-1	505	(1)
Formiato de etilo	-34	440	(1)
Hexano	-23	225	(2)
Isobutil-metil-cetona	16	*	(2)
Metanol	11	464	(1)
Pentano	-40	285	(2)
1-propanol	15	405	(1)
2-propanol	12	425	(1)
Tetrahidrofurano	-20	321	(1)
Tolueno	4	480	(2)
Xileno	17	463	(2)

- (1) Sustancias miscibles con agua.
(2) Sustancias no miscibles con agua.

Apéndice 5. Compuestos peroxidables y términos para realizar las pruebas (18)

(Se debe poner el tiempo de permanencia en las bodegas de los productos químicos peroxidables listados más abajo con la fecha en la que la botella fue abierta por primera vez)

Peligro severo (descartar después de tres meses si hay exposición al aire)

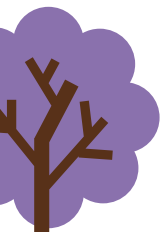
1. Éter isopropílico
2. Potasio metálico
3. Amida de potasio
4. Amida de sodio (sodamida)

Peligro moderado (descartar o hacer la prueba de peróxidos después de seis meses)


1. Cumeno
2. Ciclohexano
3. Ciclopentano
4. Éter etílico
5. Dioxano
6. Furano
7. Tetrahidrofurano

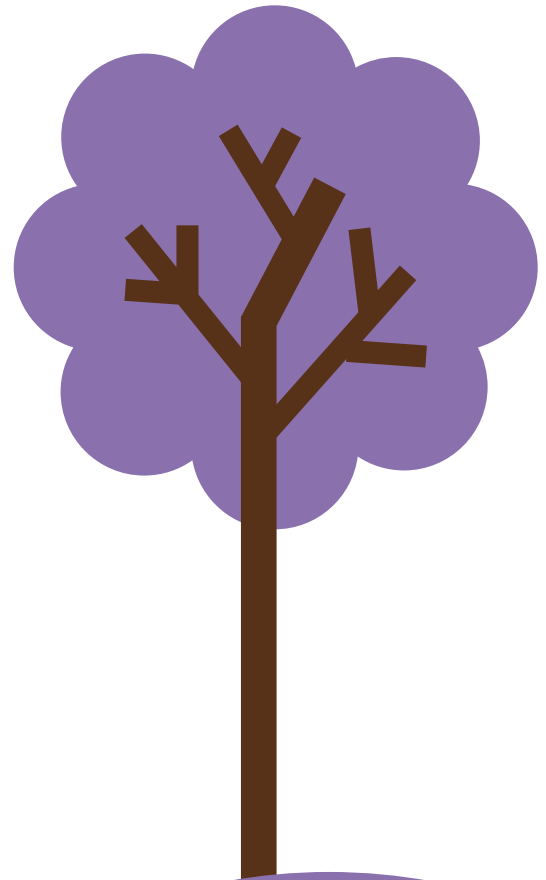
7. BIBLIOGRAFÍA

1. Universidad de Concepción. www.udec.cl/spirt/reglamento/reglresiduos.html
2. La Gaceta. Reglamento sobre las características y el listado de los residuos peligrosos industriales. No.124, San José, 1998.
3. Departamento de Química. Manual de Gestión de Residuos Peligrosos. Universidad de Salamanca, Salamanca, 2000.
4. La Gaceta. Reglamento para el manejo de los residuos peligrosos industriales. No. 101, San José, 1998.
5. Turner, M. F. Chemical Hygiene Plan. Yale University, Connecticut, 1991.
6. Méndez, S.M.; Arroyo, M.L.; Macaya, T.G. y Mora, R. P. Manual de manejo de reactivos, residuos y el tratamiento de aguas residuales en los laboratorios



- de la Universidad de Costa Rica. U.C.R., San Pedro de Montes de Oca, 1994.
7. Mercader, T. F. Sistema de manejo de residuos de laboratorio. CENAM, Querétaro, 1994.
 8. Committee on Hazardous Substances in the Laboratory. Prudent Practices for Handling Hazardous Chemicals in Laboratories. National Academic Press, Washington, D.C., 1983.
 9. Musmani, S. Cambiando el paradigma sobre el manejo de residuos. CNP + L, San José, 1998.
 10. Chacón, S.J. Manual de salud ocupacional. U.C.R., San Pedro, 1990.
 11. Arias, R. Principales sistemas de identificación de materiales peligrosos. Mimeografiado.
 12. Perrin, D.D. and Armarego, W.L.F. Purification of Laboratory Chemicals. Great Britain, 1986.
 13. Bernabei, D. Seguridad, Manual para el laboratorio. Merck, Darmstadt, 1994.
 14. OSHA. Occupational Exposures to Hazardous Chemicals in Laboratories. Department of Labor, Washington D.C., 1990, 29 CFR Part 1910.
 15. Freeman, H. Standard Handbook of Hazardous Waste Treatment and Disposal. Mc Graw Hill, New York, 1987.
 16. Díaz, N. P., Moyano, A. B. Manual de gestión de los residuos especiales de la Universidad de Barcelona. Publicaciones Universitat de Barcelona, Barcelona, 2000.
 17. Armour, M.A.; Browne, L.M.; Weir, G.L. Hazardous Chemicals Information and Disposal Guide. Ed. Alberta, Edmonton, 1984.
 18. Armour, M.A. Hazardous Laboratory Chemical Disposal Guide. Segunda Edición. Lewis Publisher, Alberta, 1996.

19. Tello, E. Gestión de residuos peligrosos en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Editorial U. L. P. G. C., Gran Canaria, 2000.
 20. Department of Chemical Safety. Chemical Waste Management, a Policy and Procedures Manual. Yale University, Yale, 1992.
 21. McKusick, Blaine. J. Chem. Educ. 1984, 61, A152.
 22. Lunn, G.; Sansone, E. Destruction of Hazardous Chemicals in the laboratory. Wiley Interscience, New York, 1994.
 23. Chacón, S.J. Manual de manejo de residuos. U.C.R., San Pedro, 1990.
 24. Glynn, H y Heinke, W. Ingeniería ambiental. Pearson Educación, México D. F., 1996
 25. Fuson, R., Morrill, T., Shriner, R., Curtin, D. The Systematic Identification of Organic Compounds. 6th edición, Wiley & Sons, New York, 1980
 26. Sorum, C.H. Introducción al análisis cualitativo semimicro. Prentice Hall, Madrid, 1974.
- 



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA