

**COLEGIO PARROQUIAL SAN JOSÉ**

**MATERÍA:**

**LABORATORIO DE QUÍMICA**



## **ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTO DE REACTIVOS EN EL LABORATORIO**

**Nivel:** Educación Secundaria – Segundo Ciclo

**Modalidad:** Química

**Curso:** 4°- Formación Técnica Específica

**Profesor:** Esteban Estrada

**Año:** 2019

## ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS

Siendo uno de los problemas más frecuentes de los laboratorios, el almacenamiento de reactivos suele ser muy complejo debido a la gran variedad de productos químicos utilizados.

Para lograr un almacenamiento exitoso, es necesario partir de un buen manejo de inventarios, lo cual supone eliminar todo aquello que no sea útil. Una vez se haya separado lo que se eliminará de lo que se utilizará, se puede proceder a organizar los reactivos de acuerdo con el sistema de identificación y clasificación elegido.

Aunque existen varios métodos, se sugiere elegir el que se considere más fácil y que identifiquen todas las personas que laboran en el área con el fin de evitar confusiones. Asignando una codificación de seguridad se pueden identificar con claridad los riesgos reales que ofrecen los reactivos para tomar las decisiones correspondientes.



[www.labsafety.com](http://www.labsafety.com)

El primer paso a seguir, es identificar los riesgos de cada una de las sustancias, para lo cual se sugiere seguir las directrices del sistema de Naciones Unidas.

Parte de la identificación de los riesgos constituye la revisión de ciertos aspectos, que se describen a continuación:

### 1. ETIQUETAS

Las etiquetas de los productos químicos deben estar siempre en buen estado, ser legibles, ellas contienen información necesaria sobre el manejo seguro y almacenamiento, símbolos de peligrosidad, indicaciones sobre riesgos y consejos de seguridad.

Siempre lea la etiqueta antes de mover, manejar, o abrir un envase de cualquier producto químico, pues lleva mucha información e instrucciones valiosas.

La etiqueta siempre debe decir:

- ⇒ La *identidad* del producto, el nombre común, el nombre químico, o ambos. Si la sustancia contiene más de un componente químico, todos figurarán en la lista.
- ⇒ El *nombre y la dirección* de la empresa fabricante o importadora del producto.
- ⇒ Los *peligros físicos* del producto. Esto se refiere a lo que puede pasar si no lo maneja de forma correcta: Si puede incendiarse, explotar, si es reactivo, etc.
- ⇒ Los *peligros contra la salud*. Estos son los posibles problemas contra la salud que podrían resultar de la exposición prolongada. Si es tóxico por ingestión o inhalación, si provoca quemaduras, qué hacer en caso de contacto con piel ojos, etc.
- ⇒ La *Concentración de la sustancia* es fundamental, ya que la peligrosidad puede relacionarse directamente con este parámetro.

En la etiqueta pueden también figurar:

- ⇒ Instrucciones importantes sobre el *almacenaje y manejo*. Estas podrían incluir información como “utilícese solamente en zonas bien ventiladas” o “almacénese en envases bien cerrados”.
- ⇒ También pueden figurar *ropa protectora, equipos, y procedimientos* básicos que se deben emplear para utilizar el producto con seguridad. Aquí le puede indicar que “evite el contacto con la piel” o que se use protección para los ojos, etc.

## 2. ENVASES

La observación rutinaria del estado de los envases junto con sus etiquetas, ayuda a prevenir accidentes. Los envases deben mantenerse en perfecto estado. Los productos envasados en plástico deben trasvasarse al cabo de cinco años, porque el frasco puede presentar alteración, aunque lo más aconsejable es mantener un buen control de inventarios con el fin de no guardar los productos químicos por mucho tiempo. Para transportar los frascos de un lugar a otro no se deben tomar del cuello, sino que éstos deben colocarse en una caja o recipiente de seguridad.

**Materiales:** En general, el vidrio transparente o de color ámbar, se prefiere por su alta resistencia al ataque de la mayoría de productos químicos, pero su fragilidad representa un riesgo. Las medidas de seguridad con este tipo de envases, deben enfocarse a protegerlos de la ruptura.

Un aspecto importante a tener en cuenta es que los productos corrosivos (como ácidos, bases y otros) y en general las sustancias más peligrosas deben mantenerse almacenadas en las partes más bajas de los estantes, especialmente si aquellas son líquidas. Para una gran cantidad de sustancias, es muy apropiado el almacenamiento en recipientes plásticos. Actualmente la mayoría de los fabricantes o distribuidores proporcionan sus productos en envases plásticos y recomiendan mantenerlos en sus recipientes originales.

Si se desea sustituir el vidrio por su fragilidad, o si es imperioso trasvasar los productos de su recipiente original, por ejemplo para darles una mayor protección contra la luz o

alta seguridad contra posibles golpes, movimiento, etc., existen unos recipientes de seguridad (SAFETY CANS) en acero inoxidable o en polietileno resistente, especiales para almacenar sustancias en laboratorios y en especial los desechos.

### **3. SITIO DE ALMACENAMIENTO**

El sitio escogido para almacenar los productos químicos debe llenar un mínimo de requisitos para que sea óptimo. El área de almacenamiento y especialmente sus paredes deben ser secas, el sitio debe ser de acceso restringido, con aireación y luz natural pero protegido de la luz directa del sol. En éstas áreas es indispensable la señalización, los elementos de protección, estructuras incombustibles, elementos para la extinción de incendios (extintores, satélites y gabinetes o hidrantes), los cuales deben ser elegidos de acuerdo con las características de los productos que se almacenan, por ejemplo, no utilizar agua como medio para combatir el fuego de un producto que reaccione violentamente con ella, y un espacio prudente entre varios estantes, si los hay. Se debe contar con una salida de emergencia, un teléfono y un sistema de alarmas además de un kit de absorbentes, ducha lavaojos, entre otros.

Teniendo en cuenta el volumen de productos inflamables que se almacenen, en un laboratorio puede ser ideal instalar gabinetes de seguridad ya que ellos brindan todas las medidas de protección contra el fuego tanto internas como externas, contra posibles derrames, etc.

### **4. ALMACENAMIENTO EN ESTANTERÍAS**

El material más recomendado para las estanterías es el metal o el plástico, dependiendo de la clase de productos a almacenar. Así por ejemplo, para almacenar sustancias corrosivas se puede sobre plástico o sobre metal con recubrimiento plástico especial como el teflón; el estante debe levantarse lo más cerca posible del suelo, pero nunca directamente sobre él. Actualmente se consiguen estanterías con bandejas colectoras corredizas. El estante debe mantenerse asegurado a la pared para evitar que se mueva y preferiblemente las bandejas deben ser contenedoras. El estante debe llenarse de tal manera que los recipientes que contienen líquidos y son de mayor capacidad vayan abajo, los frascos altos hacia atrás y los pequeños adelante; los productos más peligrosos abajo y los más inofensivos arriba. El producto almacenado debe ser únicamente el necesario, no se recomienda tener grandes existencias de un producto.



www.labsafety.com

Se debe tener un sistema de aseguramiento, bien sea mediante cadenas o barras metálicas que eviten el movimiento o mediante enmallados como lo muestra la fotografía:

## 5. ORGANIZACIÓN DE LOS PRODUCTOS

El proceso de clasificación por peligrosidad de los productos químicos puede hacerse siguiendo la técnica del sistema de Naciones Unidas, la cual consiste en asignar a cada producto químico una clasificación que determina su peligrosidad.

### CLASIFICACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS

La señalización establecida por esta clasificación es la adoptada oficialmente en Colombia para el transporte de productos, mediante el decreto 1609, mientras que los de la CEE y NFPA son creados para cumplir con normas específicas de Europa y Estados Unidos respectivamente. La clasificación de ONU es usada también en el almacenamiento, mientras se adopta el sistema universal denominado Sistema Global Armonizado, también de Naciones Unidas.

La clasificación ONU para el transporte cuenta con nueve grandes grupos los cuales se subdividen, para ser más específicos. A su vez cada clasificación numérica se complementa con un pictograma que ilustra la clase de riesgo, así:

### Clase 1- EXPLOSIVOS. (fondo naranja)



- División 1.1 Peligro de explosión en masa
- División 1.2 Peligro de proyección
- División 1.3 Peligro predominante de incendio
- División 1.4 Bajo peligro de detonación
- División 1.5 Insensibles, detonantes
- División 1.6 Muy insensibles

### **Clase 2- GASES (fondo rojo y fondo verde respectivamente)**

- División 2.1 Gases inflamables
- División 2.2 Gases no inflamables, no tóxicos, gases comprimidos
- División 2.3 Gases Tóxicos



### **Clase 3- LÍQUIDOS INFLAMABLES (fondo rojo)**



### **Clase 4- SÓLIDO INFLAMABLE (rayado rojo y blanco); ESPONTÁNEAMENTE COMBUSTIBLE (blanco y rojo) Y PELIGROSO CON LA HUMEDAD (azul)**

- División 4.1 Sólidos inflamables
- División 4.2 Sustancias que pueden experimentar combustión espontánea
- División 4.3 Sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables.



### **Clase 5- OXIDANTES (fondo amarillo) Y PERÓXIDOS ORGÁNICOS (fondo amarillo y rojo)**

- División 5.1 Sustancias comburentes
- División 5.2 Peróxidos orgánicos



### **Clase 6- MATERIAL TOXICO Y SUSTANCIAS INFECCIOSAS (fondo blanco)**

- División 6.1 Sustancias tóxicas
- División 6.2 Sustancias infecciosas



### Clase 7- MATERIAL RADIATIVO (amarillo y blanco)



### Clase 8- SUSTANCIAS CORROSIVAS (blanco y negro)



### Clase 9- SUSTANCIAS Y OBJETOS PELIGROSOS VARIOS (blanco y rayas negras)



## SUSTANCIAS PELIGROSAS PARA EL MEDIO AMBIENTE



Este rótulo es adoptado para todas las sustancias, mezclas o soluciones, sólidas o líquidas, de cualquier clase, que contaminan el medio acuático.




























Aquellas sustancias contaminantes ambientales que no puedan ser clasificadas en otras clases, pertenecen a la Clase 9.

Nótese la simbología y los colores de cada pictograma, los cuales permiten asociar rápidamente la amenaza que representan.

La simbología y los colores de cada pictograma, permiten asociar rápidamente la amenaza que representan.

La siguiente matriz es una guía para almacenar reactivos en lugares muy estrechos, aunque también puede ser de utilidad para un almacenamiento seguro. Lo más aconsejable es asignar espacios suficientes para separar adecuadamente los riesgos:

### Matriz Guía de Almacenamiento Químico Mixto

Clase UN														
	1													
														
														
														
													4	2
								3						
								3					3	3
						3	3						3	3
														
														
														2
														
					4		3	3						
					2		3	3			2			

### Convenciones:

<b>Pueden almacenarse juntos. Verificar reactividad individual utilizando la MSDS.</b>
<b>Precaución, posibles restricciones. Revisar incompatibilidades individuales, pueden ser incompatibles o pueden requerirse condiciones específicas.</b>
<b>Se requiere almacenar por separado. Son incompatibles.</b>
En todos los casos deben seguirse las normas, leyes, regulaciones nacionales sobre rotulado, etiquetado y segregación aplicables.
* El grupo de los gases (Clase UN 2.1, 2.2 y 2.3) deben almacenarse en compartimiento separado de las demás sustancias independiente de compatibilidad química ya que exigen condiciones especiales.
Los recipientes presurizados pequeños pueden tener menores restricciones con los líquidos inflamables, las sustancias tóxicas y la clase 9.
Las sustancias de la clase 6.2 (Infecciosas) requieren condiciones especiales y su almacenamiento obedece a una reglamentación particular. Sólo pueden almacenarse entre la misma clase.
<b>1.</b> El almacenamiento mixto de EXPLOSIVOS depende de las incompatibilidades específicas
<b>2.</b> Las sustancias de la clase 9 que inicien, propaguen o difundan el fuego con rapidez no deben almacenarse al lado de sustancias tóxicas o líquidos inflamables.
<b>3.</b> Se permite almacenamiento Mixto sólo si no reaccionan entre sí en caso de incidente. Pueden utilizarse gabinetes de seguridad o cualquier separación física que evite el contacto.
<b>4.</b> Líquidos corrosivos en envases quebradizos no deben almacenarse junto con líquidos inflamables, excepto que se encuentren separados por gabinetes de seguridad o cualquier medio efectivo para evitar el contacto en caso de incidente.

## 6. OTRAS RECOMENDACIONES

- Para realizar un almacenamiento adecuado con las mayores precauciones, es necesario contar con la información que contienen las hojas de seguridad de cada uno de los productos. Así, es posible tener en cuenta las incompatibilidades particulares o casos especiales por considerar.
- Mantener el papel y otros materiales combustibles, alejados de sustancias químicas.
- Es importante contar con una serie de elementos que permitan atender la eventualidad de un accidente químico. Por ejemplo, se hace recomendable mantener suficientes materiales absorbentes apropiados tales como diques de contención, paños, calcetines, almohadas, solidificantes, etc., los cuales se eligen de acuerdo con la clase de productos y la cantidad que se maneja. Estos garantizan un tratamiento adecuado ante cualquier vertimiento accidental, protegiendo la salud de las personas y al medio ambiente.



Una vez identificada la clase de riesgo que le corresponde a cada reactivo, se pueden tomar determinaciones con base en lo siguiente:

- ★ Todos los reactivos se agrupan según su clase y cada grupo debe mantenerse físicamente separado de los demás, bien por compartimentos o bien cambiando de estantería. Los riesgos identificados para cada grupo de reactivos pueden reforzarse utilizando colores que afirmen la información de los pictogramas (este procedimiento de refuerzo no es indispensable).
- ★ Los reactivos que tengan bajo riesgo, pueden dejarse almacenados en una estantería fija a la pared, que se encuentre en buen estado y colocando cadenas o barras que aseguren los frascos. Igualmente, se organizan los recipientes grandes en la parte de atrás o abajo y ya se puede elegir si es más fácil ubicarlos por orden alfabético, por usos, etc. Estos reactivos menos peligrosos, pueden servir como separadores para aquellos que posean una clase de riesgo superior como por ejemplo separar los ácidos de las bases. Puede sugerirse pintar la estantería que contiene reactivos o colocar a los frascos un distintivo de color VERDE.
- ★ Los reactivos nocivos y tóxicos representan un peligro para la salud de las personas, muchos son venenos como el mercurio, los compuestos de Talio, etc. Por eso deben manejarse con extremo cuidado y evitar todo contacto. Sin embargo, se pueden almacenar en estantería como los compuestos de bajo riesgo y también ordenarlos a conveniencia. Para mayor protección, se sugiere pintar esta sección de la estantería o colocar distintivos de color AZUL. También se sugiere ubicarlos en un estante separado.
- ★ Si existen reactivos Inflamables y Oxidantes, estos deben separarse muy bien entre sí. Pero adicional a ello, si la cantidad o el riesgo lo justifican, deberán almacenarse en gabinetes especiales de seguridad (principalmente para inflamables) por cuanto aumenta el riesgo que ofrece la carga combustible; el color que identifica este riesgo es el ROJO. Los reactivos oxidantes pueden almacenarse en estantería aparte y pueden identificarse con el color AMARILLO.
- ★ Si existen reactivos corrosivos como soda cáustica, cloruro férrico, ácidos sólidos, etc., dependiendo de la cantidad hay dos opciones para su ubicación en forma segura: un gabinete de seguridad para corrosivos o estantería resistente a la corrosión, ojalá de naturaleza polimérica (plástica). El color identificador es el BLANCO.
- ★ Una vez se han separado los grupos se deben consultar las hojas de datos de seguridad de los productos químicos (MSDS) a fin de realizar una verificación final muy importante, pues muchas veces se presentan incompatibilidades especiales dentro del mismo grupo o clase de riesgo. Por ejemplo: La soda cáustica y el ácido clorhídrico son corrosivos y pertenecen a la clase 8, el color que identifica a ambos

reactivos sería blanco, pero entre sí son incompatibles y por ello se debe separar, lo cual se detecta y confirma cuando se revisa la información de la hoja de seguridad (sección 10 estabilidad y reactividad).

- ★ Por último, se ubican los grupos de reactivos finales en las estanterías y estas también pueden llevar el color del riesgo para ayudar a mantener siempre este almacenamiento. A fin de poder ubicar rápidamente un reactivo se sugiere tener un listado general por orden alfabético donde indique la clase de riesgo y listados por grupos para encontrar la ubicación exacta, bien sea por niveles o por filas.
- ★ Es absolutamente importante conservar la ubicación segura de los reactivos. Por ello, se debe trabajar el tema con todos los colaboradores del lugar a fin de evitar crear condiciones inseguras o restringir el acceso a las estanterías.
- Para los reactivos líquidos, si se sugiere estudiar la posibilidad de adquirir gabinetes de seguridad, independientes para sustancias inflamables y para ácidos. Antes de tomar la decisión se sugiere:
  - ★ 1. Aplicar el sistema de identificación y separación para formar los grupos según la clase de riesgo.
  - ★ 2. Calcular la capacidad del gabinete con base en la cantidad de frascos que se mantienen normalmente en uso y según la cantidad de ellos que se pueden almacenar en el mismo compartimiento sin ser incompatibles.
  - ★ 4. El material de vidrio y todo aquello que no sean reactivos, se deberá almacenar en un solo lugar aparte de los frascos de sustancias químicas.

A continuación se complementan las directrices anteriores con medidas generales de manejo de sustancias según su clase de riesgo:

Una guía efectiva para el manejo seguro de una sustancia química es la Hoja de Datos de Seguridad del Material (MSDS). Cada hoja contiene información valiosa acerca del producto, esta información se debe utilizar para aplicar las normas de manejo según la peligrosidad.

En ocasiones, en una hoja de seguridad se encuentran medidas especiales de manipulación, pero estas son adicionales a las normas generales que se deben seguir para manipular cualquier producto químico.

## 1. NORMAS GENERALES

- ↪ No manipule las sustancias químicas sin informarse previamente de su naturaleza, propiedades físico-químicas, peligros y precauciones.
- ↪ Establezca el grupo de peligrosidad al que pertenece cada sustancia: Explosivos, inflamables, oxidantes, tóxicos o corrosivos.
- ↪ Evite manipular sustancias químicas si no ha sido entrenado para hacerlo.

- ↪ Evite manipular reactivos que se encuentren en recipientes destapados o dañados.
  - ↪ Verifique que en el lugar de trabajo no existan recipientes sin rotular.
  - ↪ No coma dentro del laboratorio, área de producción o almacén.
  - ↪ No fume mientras manipula sustancias químicas, ni en áreas cercanas al almacenamiento de ellas.
  - ↪ Mantenga estrictos orden y aseo en el área de trabajo.
  - ↪ Evite la entrada de personas no autorizadas al lugar de trabajo.
  - ↪ No trabaje en lugares carentes de ventilación adecuada.
  - ↪ Si maneja gránulos o polvos, tome las precauciones para evitar la formación de nubes de polvo.
  - ↪ Nunca limpie sustancias químicas derramadas con trapos o aserrín. No agregue agua, deje que el personal entrenado proceda o solicite información.
  - ↪ Evite el uso de disolventes orgánicos o combustibles para lavarse o limpiar sustancias químicas que le han salpicado.
  - ↪ No deje prendida la luz, ni aparatos eléctricos al finalizar su labor.
  - ↪ Lávese perfectamente los brazos, manos y uñas con agua y jabón después de trabajar con cualquier sustancia.
  - ↪ No archive la información de seguridad (MSDS), manténgala a mano.
  - ↪ Use únicamente la cantidad de producto que necesita.
  - ↪ Evite la emanación de vapores o gases al ambiente tapando muy bien los recipientes.
  - ↪ **Instalaciones generales** : Es necesario que las áreas de almacenamiento y de trabajo estén dotadas de: Ducha de emergencia, lavaojos, cabinas de extracción,
    - ↪ protección contra incendios (Sistemas manuales, sistemas automáticos), botiquín completo de primeros auxilios; todo acorde con los productos manipulados.
  - ↪ **Manejo de envases y embalajes**: Utilice implementos adecuados como: montacargas, bandejas, carritos, etc, para mover las cajas, contenedores, tambores o frascos que contengan sustancias químicas.
  - ↪ Cerciórese de que los envases se encuentran en buen estado y con la señalización correspondiente (nombre del producto y pictogramas de peligrosidad).
  - ↪ Observe las incompatibilidades de cada producto.
  - ↪ Apile según las instrucciones y deje espacio suficiente entre las filas del almacén.
- A continuación se hace una breve síntesis de algunas recomendaciones específicas para algunas clases de sustancias:

### 1.1 SUSTANCIAS CORROSIVAS (Clase 8. Color blanco)

- Mantenga en recipientes adecuados como porcelana, vidrio o loza vidriada (excepto ácido fluorhídrico). También puede usar recipientes de plástico como cloruro de polivinilo y polietileno.

- Mantenga los recipientes bien cerrados en un lugar bien ventilado. Asegúrese de que los recipientes no estén más de 95% llenos.
- No deje nunca recipientes abiertos en el lugar de trabajo, ya que al penetrar otras sustancias pueden ocasionar reacciones violentas e inesperadas. Los vapores son altamente corrosivos y más pesados que el aire. Cables eléctricos e instalaciones eléctricas pueden ser afectadas por la corrosión.
- Utilice los aparatos resistentes a los ácidos. Tome en cuenta que no todos los plásticos son resistentes a los ácidos.
- Antes de reparar recipientes, conductos y dispositivos de transporte, deben estar vacíos y limpios.
- Evite durante el llenado y trasiego evaporaciones y derrames innecesarios. Mantenga una distancia mínima con el recipiente a llenar. No aspire nunca la pipeta con la boca.
- Los ácidos concentrados pueden liberar mucho calor cuando se diluyen. Por lo tanto, agregue el ácido concentrado siempre en pequeñas cantidades al líquido diluyente y nunca al contrario. Realice esto con una buena agitación de la mezcla.
- Para evitar reacciones térmicas indeseables al mezclar estas sustancias observe cuidadosamente la dosis y el orden de sucesión de las sustancias al mezclar. Equivocaciones pueden ser peligrosas.
- Los ácidos pueden desprender vapores tóxicos al entrar en contacto con otras sustancias o liberar hidrógeno (peligro de explosión) en contacto con metales ligeros.
- Evite cualquier contacto directo de gases, líquidos o sólidos corrosivos con la piel, los ojos y prendas de vestir.
- Evite inhalar los vapores.
- Almacene lejos de gases, líquidos y sólidos inflamables; materiales espontáneamente combustibles, materiales peligrosos al contacto con humedad.
- Almacene separado por un compartimiento intermedio grande o bodega aparte de materiales explosivos.
- Almacene separado de sustancias oxidantes, peróxidos orgánicos y sustancias radiactivas.

## **1.2 SUSTANCIAS EXPLOSIVAS (Casi nunca existen en un laboratorio estándar. Corresponden a la Clase de riesgo 1)**

- Evite cargas electrostáticas.
- Evite toda fuente de ignición como aparatos eléctricos, llamas directas, fuentes de calor y chispas.
- Fíjese bien donde se encuentran los dispositivos y medios de protección como extintor de incendios, duchas de emergencias, etc.
- Mantenga los líquidos con peligro de explosión únicamente en recipientes a prueba de rotura. Trate los recipientes con cuidado, evite golpes y empujones.
- Evite almacenar estas sustancias por mucho tiempo.
- Si necesita almacenar grandes cantidades del producto, manténgalos bien cerrados en lugar fresco, bien ventilado, bajo llave y alejados del lugar de trabajo.

- ☠ No guarde en el mismo sitio materiales fácilmente inflamables ni sustancias auto inflamables y de fácil combustión, ni sustancias tóxicas. Observe estrictamente las señales de prohibición de fumar y soldar.
- ☠ Utilice aparatos cerrados y puestos a tierra, trabaje en caso dado bajo un sistema de succión eficiente.

### **1.3 SUSTANCIAS OXIDANTES (Clase 5. Color Amarillo)**

- Evite rigurosamente cualquier contacto con materiales inflamables. No mantenga papel, ni otras sustancias combustibles cerca.
- Guarde los recipientes, con excepción de aquellos que contienen gases, bien cerrados en un lugar bien ventilado pero no en estantes de madera. Proteja la válvula reguladora de presión.
- Los vapores pueden ser corrosivos y son casi siempre más pesados que el aire.
- Evite las cargas electrostáticas.
- Para evitar el peligro de incendio y explosión en las tuberías, no vierta nunca estas sustancias concentradas en el desagüe.
- Mantenga en un lugar de fácil acceso extintores con un agente acorde al producto que se maneja.
- Varias de estas sustancias expiden al quemarse gases corrosivos o tóxicos. No inhale los vapores.

### **1.4 SUSTANCIAS INFLAMABLES (Clase 2.1, 3, 4.1 y 4.2 – Color ROJO)**

- ⚠ Evite cargas electrostáticas.
- ⚠ Evite toda fuente de ignición como aparatos eléctricos, llamas directas, fuentes de calor y chispas.
- ⚠ Fíjese bien donde se encuentran los dispositivos y medios de protección como extintor de incendios, alarmas, duchas de emergencias, rutas de evacuación, etc.
- ⚠ Es aconsejable guardar en envases de metal conectados eléctricamente a tierra. Los recipientes de plástico constituyen en caso de incendio un peligro adicional.
- ⚠ No deje nunca recipientes destapados en el lugar de trabajo, ya que los vapores casi siempre son volátiles y más pesados que el aire.
- ⚠ Utilice de ser posible, aparatos cerrados y puestos a tierra y trabaje siempre bajo un sistema de succión que no permita escapar los vapores inflamables.
- ⚠ No caliente nunca estas sustancias en recipientes destapados o con tapaderas convencionales a llama directa.
- ⚠ Almacene lejos de sustancias corrosivas y de sustancias oxidantes.
- ⚠ Almacene separado por un compartimiento de peróxidos orgánicos y separados por un compartimiento intermedio o bodega aparte de materiales explosivos.

### **1.5 SUSTANCIAS TÓXICAS (Clase 6 - Color AZUL)**

- ☠ Mantenga las sustancias venenosas únicamente en los recipientes previstos y claramente rotulados.

- 
- ☠ Constituye un peligro no mantener almacenados los recipientes ordenadamente. Entregue sustancias venenosas únicamente a personas autorizadas y debidamente entrenados. Evite el uso indebido.
  - ☠ No deje nunca recipientes abiertos en el lugar de trabajo, los vapores tóxicos son casi siempre más pesados que el aire y se pueden acumular en zonas bajas.
  - ☠ Absténgase de usar llamas directas cerca del lugar de trabajo.
  - ☠ Evite cualquier contacto con la piel, los ojos y las prendas de vestir. Para evitar una contaminación de las sustancias venenosas no guarde en el mismo sitio las prendas de vestir que usa en el trabajo y la ropa de calle.
  - ☠ Almacene lejos de sustancias oxidantes, peróxidos orgánicos y separadas de sustancias explosivas y otras de menor peligro.

#### **FUENTES CONSULTADAS:**

1. MERCK. El A B C de la Seguridad en el laboratorio. Varios autores. Bogotá 1996.
2. SPINEL, María Crisrina y otros. Seguridad con Merck.
3. CURRIE, John. Driver's Guide to Hazardous Materials. American Trucking Associations, Inc. USA. 1996.
4. J.T Baker, Método de identificación Safe-T-Data 2004
5. ORGANIZACIÓN DE NACIONES UNIDAS, "Recomendaciones para el Transporte de Mercancías peligrosas, 15ª edición, 2007
6. ORGANIZACIÓN DE NACIONES UNIDAS, "Sistema Globalmente Armonizado", 2004.
7. [www.labsafety.com](http://www.labsafety.com)
8. [www.spilfyter.com](http://www.spilfyter.com)

#### **ELABORADO POR:**

**CISTEMA – ARP SURA**

**COLEGIO PARROQUIAL SAN JOSÉ**

**PLANIFICACIÓN ANUAL**



## **INSTALACIONES EN EL LABORATORIO-NORMA PARA CAÑERÍAS**

**Nivel:** Educación Secundaria – Segundo Ciclo

**Modalidad:** Química

**Curso:** 4°- Formación Técnica Específica

**Profesor:** Esteban Estrada

**Año:** 2018

## IDENTIFICACIÓN DE CAÑERÍAS SEGUN NORMA IRAM 2507

Se entiende por cañería a todo el sistema formado por los caños, uniones, válvulas, tapones, todas las conexiones para el cambio de dirección de la cañería y la eventual aislamiento exterior de esta última, que se emplea para la conducción de gases, líquidos, semilíquidos, vapores, polvos, plásticos, cableados eléctricos, etc.

Las cañerías se clasifican de la siguiente forma:

- Cañerías destinadas a conducir productos de servicio (agua, vapor, combustible, etc.).
- Cañerías destinadas a conducir materias primas, productos en proceso y productos terminados.

### ► CAÑERÍAS DESTINADAS A PRODUCTOS DE SERVICIO

Las cañerías destinadas a conducir productos de servicio se identifican pintándolas en toda su longitud con los colores fundamentales establecidos en la siguiente tabla:

Producto	Color fundamental
Elementos para la lucha contra el fuego (sistemas de rociado, bocas de incendio, agua de incendio, ignífugos, etc.)	Rojo
Vapor de agua	Naranja
Combustibles (líquidos y gases)	Amarillo
Aire comprimido	Azul
Electricidad	Negro
Vacío	Castaño
Agua fría	Verde
Agua caliente	Verde con franjas naranja

En las cañerías de gran diámetro puede reemplazarse el pintado total por el pintado de franjas del color establecido en la tabla para el producto circundante.

### ► CAÑERÍAS DESTINADAS MATERIAS PRIMAS, PRODUCTOS TERMINADOS O EN PROCESO DE FABRICACIÓN

Las cañerías destinadas a conducir productos terminados o en proceso de fabricación que sean **inofensivos** para la seguridad personal se identifican pintándolos de color gris en toda su longitud, cualquiera sea el producto que conduzcan.

Las cañerías destinadas a conducir materias primas, productos terminados o en proceso de fabricación que sean **peligrosos** para la seguridad personal, se identifican en la forma siguiente:

- **Color fundamental:** Se pintan de color gris en toda su longitud.
- **Color secundario:** Se pintan sobre el color fundamental **franjas** de color naranja.

### ► **FRANJAS**

- Las franjas o grupos de franjas se pintan a una distancia máxima de 6 m. entre sí, en los tramos rectos, a cada lado de las válvulas, de las conexiones, de los cambios de dirección de la cañería y junto a los pisos, techos o paredes que atraviese la misma.
- Se debe dejar un espacio de aproximadamente 10 cm. entre la boca de las válvulas o conexiones y la franja correspondiente y también entre las franjas de un mismo grupo.
- El ancho de las franjas, con relación al diámetro exterior de la cañería, es establecido según la tabla siguiente:

<b>Diámetro exterior de la cañería D (mm)</b>	<b>Ancho de las franjas de color A (mm) mín.</b>
D ≤ 50	200
50 < D ≤ 150	300
150 < D ≤ 250	600
D > 250	800

### ► **LEYENDAS**

La identificación de los productos conducidos por las cañerías, se puede completar indicando con leyendas el nombre y/o el grado de peligrosidad de los mismos.

Las leyendas se puede pintar directamente sobre las franjas o se pueden adosar a las cañerías de pequeño diámetro por medio de carteles especiales y el color de las letras puede ser el negro o el blanco. La elección del color está condicionada al establecimiento de un buen contraste con el color de las franjas.

Cuando la cañería esté colocada contra una pared, las leyendas se pinta sobre el lado visible desde el lugar de trabajo; si está elevada se pintan las leyendas debajo del eje horizontal de la cañería y si esta se encuentra apartada de las paredes, se pintan las leyendas sobre sus lados visibles.

La altura de las letras con relación al diámetro exterior de la cañería, es la indicada en la tabla siguiente:

<b>Diámetro exterior de la cañería D (mm)</b>	<b>Altura de las letras B (mm) mín.</b>
<b>20 ≤ D ≤ 30</b>	<b>13</b>
<b>30 &lt; D ≤ 50</b>	<b>20</b>
<b>50 &lt; D ≤ 80</b>	<b>25</b>
<b>80 &lt; D ≤ 100</b>	<b>30</b>
<b>100 &lt; D ≤ 130</b>	<b>40</b>
<b>130 &lt; D ≤ 150</b>	<b>45</b>
<b>150 &lt; D ≤ 180</b>	<b>50</b>
<b>180 &lt; D ≤ 230</b>	<b>65</b>
<b>230 &lt; D ≤ 280</b>	<b>75</b>
<b>D &gt; 280</b>	<b>80</b>

### ► FLECHAS

El sentido de circulación del fluido dentro de las cañerías, se puede identificar cuando sea necesario por medio de flechas que se pintan a cada lado de las franjas o a 10 cm. de las bocas de las válvulas y conexiones.

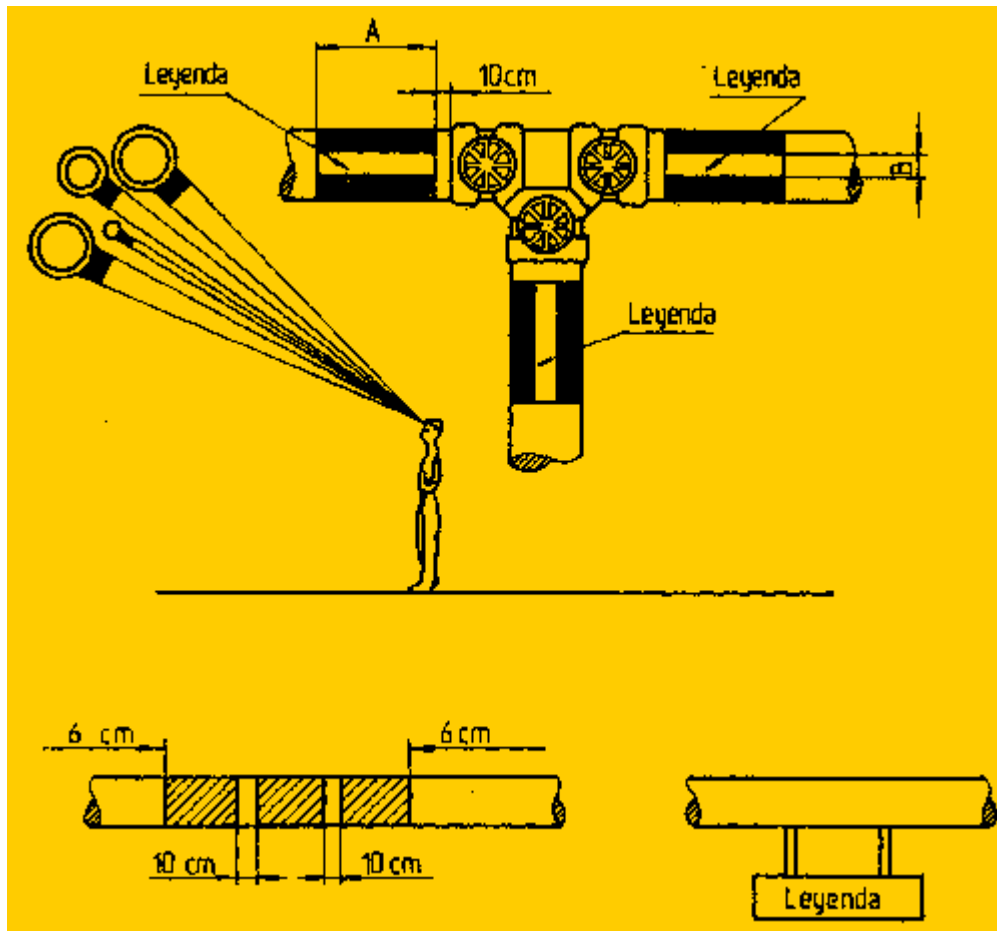
### ► IDENTIFICACIÓN ADICIONAL

Se puede efectuar una identificación adicional del producto conducido por las cañerías, por medio de franjas o signos que no interfieran en la identificación establecida.

### ► CÓDIGO DE COLORES

En todos los establecimientos se debe exhibir en un lugar fácilmente accesible, para uso de los operarios, un gráfico con el código de colores utilizado para la identificación de las cañerías.



**GRÁFICO EJEMPLIFICADO**

El presente informe es un resumen de la NORMA IRAM 2507 que establece el sistema de seguridad para la identificación, por medio de colores y leyendas, de los fluidos conducidos por las cañerías, en lugares terrestres de trabajo. Esta norma no considera los sistemas de identificación del contenido de los cilindros para gases licuados o permanentes.

**COLEGIO PARROQUIAL SAN JOSÉ**

**MATERÍA:**

**LABORATORIO DE QUÍMICA**



## **TRATAMIENTO DE RESIDUOS EN EL LABORATORIO**

**Nivel:** Educación Secundaria – Segundo Ciclo

**Modalidad:** Química

**Curso:** 4°- Formación Técnica Específica

**Profesor:** Esteban Estrada

**Año:** 2018

# **NTP 276: Eliminación de residuos en el laboratorio: procedimientos generales**

## **Redactores:**

Enrique Gadea Carrera Ldo. en Ciencias Químicas

Xavier Guardino Solá Dr. en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

## **Introducción**

En el laboratorio se manejan gran cantidad de productos y se efectúan diversas operaciones que conllevan la generación de residuos, en la mayoría de los casos peligrosos para la salud y el medio ambiente. Aunque el volumen de residuos que se generan en los laboratorios es generalmente pequeño en relación al proveniente del sector industrial, no por ello debe minusvalorarse el problema.

Unas adecuadas condiciones de trabajo en el laboratorio implican inevitablemente el control, tratamiento y eliminación de los residuos generados en el mismo, por lo que su gestión es un aspecto imprescindible en la organización de todo laboratorio.

Otra cuestión a considerar es la de los derrames, que si bien tienen algunos aspectos coincidentes con los métodos de tratamiento para la eliminación de residuos, la actuación frente a ellos exige la consideración de otros factores como la rapidez de acción, aplicación de métodos de descontaminación adecuados, etc.

Para una correcta realización de lo indicado anteriormente es aconsejable designar personas responsables, así como facilitar una completa información a todo el personal del laboratorio sobre estos temas.

## **Clasificación de los residuos**

El tipo de tratamiento y gestión de los residuos del laboratorio depende, entre otros factores, de las características y peligrosidad de los mismos, así como de la posibilidad de recuperación, de reutilización o de reciclado, que para ciertos productos resulta muy aconsejable.

Si consideramos su peligrosidad se podría establecer la siguiente clasificación.

## **Residuos no peligrosos**

Estos residuos, considerando sus propiedades, pueden eliminarse mediante vertidos, directamente a las aguas residuales o a un vertedero. Si aún no considerándose peligrosos, son combustibles, se pueden utilizar como combustibles suplementarios, como ocurre, por ejemplo, con los aceites, que, si son "limpios", se pueden eliminar mezclándolos con combustibles; los aceites fuertemente contaminados, en cambio, deberán ser procesados en función de los contaminantes que contengan (metales, clorados, etc.).

## **Residuos químicos peligrosos**

### **Combustibles**

Pueden utilizarse como combustible suplementario o incinerarse. Debe controlarse la posible peligrosidad de los productos de combustión.

### **No combustibles**

Pueden verterse a las aguas residuales o vertederos controlados siempre que previamente se haya reducido su peligrosidad mediante tratamientos adecuados.

### **Explosivos**

Son residuos con alto riesgo y normalmente deben ser manipulados fuera del laboratorio por personal especializado.

### **Gases**

Su eliminación está en función de sus características de peligrosidad (tóxicos, irritantes, inflamables). Para su eliminación, deberán tenerse en cuenta las normativas sobre emisión existentes.

### **Residuos biológicos**

Deben almacenarse en recipientes específicos convenientemente señalizados y retirarse siguiendo procesos preestablecidos. Normalmente se esterilizan y se incineran.

### **Residuos radiactivos**

Para su eliminación deben considerarse sus características fisico-químicas así como su actividad radiactiva y vida media (tiempo de semidesintegración). Su almacenamiento debe efectuarse en recipientes específicos debidamente señalizados y deben retirarse de acuerdo a los procedimientos establecidos. Su gestión es competencia del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN).

## **Factores a considerar para la eliminación de residuos**

Los residuos generados en el laboratorio pueden tener características muy diferentes y producirse en cantidades variables, aspectos que inciden directamente en la elección del procedimiento para su eliminación.

Entre otros, se pueden citar los siguientes factores:

- Volumen de residuos generados.
- Periodicidad de generación.
- Facilidad de neutralización.
- Posibilidad de recuperación, reciclado o reutilización.
- Coste del tratamiento y de otras alternativas.
- Valoración del tiempo disponible.

Todos estos factores combinados deberán ser convenientemente valorados con el objeto de optar por un modelo de gestión de residuos adecuado y concreto. Así por ejemplo, si se opta por elegir una empresa especializada en eliminación de residuos, se debe concertar de antemano la periodicidad de la recogida y conocer los procesos empleados por la empresa, así como su solvencia técnica. La elección de una empresa especializada es recomendable en aquellos casos en que los residuos son de elevada peligrosidad y no les son aplicables los tratamientos generales habitualmente utilizados en el laboratorio.

## **Procedimientos para eliminación-recuperación de residuos**

Los procedimientos para la eliminación de los residuos son varios y el que se apliquen unos u otros dependerá de los factores citados anteriormente, siendo generalmente los más utilizados, los siguientes:

### **Vertido**

Recomendable para residuos no peligrosos y para peligrosos, una vez reducida ésta mediante neutralización o tratamiento adecuado. El vertido se puede realizar directamente a las aguas residuales o bien a un vertedero. Los vertederos deben estar preparados convenientemente para prevenir contaminaciones en la zona y preservar el medio ambiente.

### **Incineración**

Los residuos son quemados en un horno y reducidos a cenizas. Es un método muy utilizado para eliminar residuos de tipo orgánico y material biológico. Debe controlarse la temperatura y la posible toxicidad de los humos producidos. La instalación de un incinerador sólo está justificada por un volumen importante de residuos a incinerar o por una especial peligrosidad de los mismos. En ciertos casos se pueden emplear las propias calderas disponibles en los edificios.

## Recuperación

Este procedimiento consiste en efectuar un tratamiento al residuo que permita recuperar algún o algunos elementos o sus compuestos que su elevado valor o toxicidad hace aconsejable no eliminar. Es un procedimiento especialmente indicado para los metales pesados y sus compuestos.

## Reutilización - Reciclado

Una vez recuperado un compuesto, la solución ideal es su reutilización o reciclado, ya que la acumulación de productos químicos sin uso previsible en el laboratorio no es recomendable. El mercurio es un ejemplo claro en este sentido. En algunos casos, el reciclado puede tener lugar fuera del laboratorio, ya que el producto recuperado (igual o diferente del contaminante originalmente considerado) puede ser útil para otras actividades distintas de las del laboratorio.

## Procedimientos generales de actuación

Seguidamente se describen los procedimientos generales de tratamiento y eliminación para sustancias y compuestos o grupos de ellos que por su volumen o por la facilidad del tratamiento pueden ser efectuados en el laboratorio, agrupados según el procedimiento de eliminación más adecuado.

### Tratamiento y vertido

**Haluros de ácidos orgánicos:** Añadir  $\text{NaHCO}_3$  y agua. Verter al desagüe.

**Clorhidrinas y nitroparafinas:** Añadir  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Neutralizar. Verter al desagüe.

**Ácidos orgánicos sustituidos (\*):** Añadir  $\text{NaHCO}_3$  y agua. Verter al desagüe.

**Aminas alifáticas (\*):** Añadir  $\text{NaHCO}_3$  y pulverizar agua. Neutralizar. Verter al desagüe.

**Sales inorgánicas:** Añadir un exceso de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  y agua. Dejar en reposo (24h). Neutralizar (HCl 6M). Verter al desagüe.

**Oxidantes:** Tratar con un reductor (disolución concentrada). Neutralizar. Verter al desagüe.

**Reductores:** Añadir  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  y agua (hasta suspensión). Dejar en reposo (2h). Neutralizar. Verter al desagüe.

**Cianuros:** Tratar con  $(\text{ClO})_2\text{Ca}$  (disolución alcalina). Dejar en reposo (24h). Verter al desagüe.

**Nitrilos:** Tratar con una disolución alcohólica de NaOH (conversión en cianato soluble), evaporar el alcohol y añadir hipoclorito cálcico. Dejar en reposo (24h). Verter al desagüe.

**Hidracinas (\*)**: Diluir hasta un 40% y neutralizar ( $H_2SO_4$ ). Verter al desagüe.

**Alcalis cáusticos y amoníaco:** Neutralizar. Verter al desagüe.

**Hidruros:** Mezclar con arena seca, pulverizar con alcohol butílico y añadir agua (hasta destrucción del hidruro). Neutralizar ( $HCl$  6M) y decantar. Verter al desagüe. Residuo de arena: enterrarlo.

**Amidas inorgánicas:** Verter sobre agua y agitar. Neutralizar ( $HCl$  3M ó  $NH_4OH$  6M). Verter al desagüe.

**Compuestos internometálicos (cloruro de sulfúrico, tricloruro de fósforo, etc.):** Rociar sobre una capa gruesa de una mezcla de  $Na_2CO_3$  y cal apagada. Mezclar y atomizar agua. Neutralizar. Verter al desagüe.

**Peróxidos inorgánicos:** Diluir. Verter al desagüe.

**Sulfuros inorgánicos:** Añadir una disolución de  $FeCl_3$  con agitación. Neutralizar ( $Na_2CO_3$ ). Verter al desagüe.

**Carburos:** Adicionar sobre agua en un recipiente grande, quemar el hidrocarburo que se desprende. Dejar en reposo (24h). Verter el líquido por el desagüe. Precipitado sólido: tirarlo a un vertedero.

(\*) Estas sustancias o sus residuos también pueden eliminarse por incineración (Ver apartado de "incineración").

## Incineración

**Aldehídos:** Absorber en vermiculita ó mezclar con un disolvente inflamable. Incinerar.

**Alcalinos, alcalinotérreos, alquilos, alcóxidos:** Mezclar con  $Na_2CO_3$ , cubrir con virutas. Incinerar.

**Clorhidrinas, nitroparafinas (\*\*):** Incinerar.

**Compuestos orgánicos halogenados:** Absorber sobre vermiculita, arena o bicarbonato. Incinerar.

**Ácidos orgánicos sustituidos (\*\*):** Absorber sobre vermiculita y añadir alcohol, o bien disolver directamente en alcohol. Incinerar.

**Aminas aromáticas:** Absorber sobre arena y  $Na_2CO_3$ . Mezclar con papel o con un disolvente inflamable. Incinerar.

**Aminas aromáticas halogenadas, nitrocompuestos:** Verter sobre  $\text{NaHCO}_3$ . Mezclar con un disolvente inflamable. Incinerar.

**Aminas alifáticas (\*\*):** Mezclar con un disolvente inflamable. Incinerar.

**Fosfatos orgánicos y compuestos:** Mezclar con papel, o arena y cal apagada. Incinerar.

**Disulfuro de carbono:** Absorber sobre vermiculita y cubrir con agua. Incinerar. (Quemar con virutas a distancia).

**Mercaptanos, sulfuros orgánicos:** Mezclar con un disolvente inflamable. Incinerar.

**Eteres:** Mezclar con un disolvente inflamable. Incinerar. Si hay peróxidos llevarlos a lugar seguro (canteras, etc.) y explosionarlos.

**Hidracinas (\*\*):** Mezclar con un disolvente inflamable. Incinerar.

**Hidruros (\*\*):** Quemar en paila de hierro.

**Hidrocarburos, alcoholes, cetonas, ésteres:** Mezclar con un disolvente inflamable. Incinerar.

**Amidas orgánicas:** Mezclar con un disolvente inflamable. Incinerar.

**Ácidos orgánicos:** Mezclar con papel o con un disolvente inflamable. Incinerar.

(\*\*) Estas sustancias o sus residuos también pueden eliminarse mediante un procedimiento de tratamiento y vertido. (Ver apartado sobre "tratamiento y vertido").

## Recuperación

**Desechos metálicos:** Recuperar y almacenar (según costes).

**Mercurio metal:** Aspirar, cubrir con polisulfuro cálcico y Recuperar.

**Mercurio compuestos:** Disolver y convertirlos en nitratos solubles. Precipitarlos como sulfuros. Recuperar.

**Arsénico, bismuto, antimonio:** Disolver en HCL y diluir hasta aparición de un precipitado blanco ( $\text{SbOCl}$  y  $\text{BiOCl}$ ). Añadir HCl 6M hasta redisolución. Saturar con sulfhídrico. Filtrar, lavar y secar.

**Selenio, telurio:** Disolver en HCl. Adicionar sulfito sódico para producir  $\text{SO}_2$  (reductor). Calentar. (se forma Se gris y Te negro). Dejar en reposo (12h). Filtrar y secar.

**Plomo, cadmio:** Añadir  $\text{HNO}_3$  (Se producen nitratos). Evaporar, añadir agua y saturar con  $\text{H}_2\text{S}$ . Filtrar y secar.

**Berilio:** Disolver en  $\text{HCl}$  6M, filtrar. Neutralizar ( $\text{NH}_4 \text{OH}$  6M). Filtrar y secar.

**Estroncio, bario:** Disolver en  $\text{HCl}$  6M, filtrar. Neutralizar ( $\text{NH}_4 \text{OH}$  6M). Precipitar ( $\text{Na}_2 \text{CO}_3$ ). Filtrar, lavar y secar.

**Vanadio:** Añadir a  $\text{Na}_2 \text{CO}_3$  (capa) en una placa de evaporación. Añadir  $\text{NH}_4 \text{OH}$  6M (pulverizar). Añadir hielo (agitar). Reposar (12h). Filtrar (vanadato amónico) y secar.

**Otros metales (talio, osmio, deuterio, erbio, etc.):** Recuperación

**Disolventes halogenados:** Destilar y almacenar.

### Devolver al suministrador

Todos los productos que no tengan un uso más o menos inmediato en el laboratorio, es recomendable devolverlos al suministrador o entregarlos a un laboratorio al que le puedan ser de utilidad.

Entre estos productos se pueden citar, los metales recuperados (Pb, Cd, Hg, Se, etc.), cantidades grandes de mercaptanos (especialmente metilmercaptano), disolventes halogenados destilados, etc.

## Recomendaciones generales

Seguidamente se resumen una serie de recomendaciones generales aplicables al tratamiento de residuos en el laboratorio:

- Deben considerarse las disposiciones legales vigentes, tanto a nivel general, como local.
- Consultar las instrucciones al objeto de elegir el procedimiento adecuado.
- Informarse de las indicaciones de peligro y condiciones de manejo de las sustancias (frases R y S).
- No se deben tirar al recipiente de basuras habitual (papeleras, etc.), trapos, papeles de filtro u otras materias impregnables o impregnadas.
- Previamente se debe efectuar una neutralización o destrucción de los mismos.
- Deben retirarse los productos inflamables.
- Debe evitarse guardar botellas destapadas.
- Deben recuperarse en lo posible, los metales pesados.
- Se deben neutralizar las sustancias antes de verterlas por los desagües y al efectuarlo, hacerlo con abundante agua.

Cuando se produzcan derrames debe actuarse con celeridad pero sin precipitación, evacuar al personal innecesario, evitar contaminaciones en la

indumentaria y en otras zonas del laboratorio y utilizar la información disponible sobre residuos.

## **Bibliografía**

(1) TURUGUET MAYOL D. Y GUARDINO SOLA X. **Procedimientos para la eliminación de residuos (Traducción del "Laboratory Waste Disposal Manual"** Editado por la M. C.A.). Documento Técnico 20, INSHT, Madrid, 1983

(2) COMMITTEE ON HAZARDOUS SUBSTANCES IN THE LABORATORY **Prudent practices for disposal of chemicals from laboratories** National Academy Press. Washington DC, USA, 1983

(3) PANREAC **Seguridad en los laboratorios químicos** Moniplet y Esteban S.A. Barcelona, 1988

(4) PICCOT; A. Y GRENOUILLET, PH. **La sécurité en laboratoire de chimie et de biochimie** Technique Documentation Lavoisier, Paris, 1989

---