



***PLANTA PILOTO DE INGENIERIA QUIMICA***

***PLAPIQUI***

**MANUAL DE SEGURIDAD**

*Comisión de Seguridad*

*Abril de 2016*

**TELEFONO PARA EMERGENCIAS: 911**  
 Para utilizar en caso de incendio; accidente; emergencia policial,  
 ambiental o médica.

<b>HOSPITALES</b>	
<b>MUNICIPAL DR. LEONIDAS LUCERO</b> Estomba 968	<b>459-8484 Urgencias</b>
<b>INTERZONAL DR. JOSE PENNA</b> Lainez 2403	<b>459-3620 Urgencias</b>
<b>PRIVADO DEL SUR</b> Las Heras 164	<b>455-0270</b>
<b>REGIONAL ESPAÑOL</b> Estomba 571	<b>456-5555</b>
<b>ITALIANO REGIONAL DEL SUR</b> Necochea 675	<b>550-6700</b>
<b>DE LA ASOCIACION MEDICA</b> Patricios 347	<b>455-7877</b>

<b>SERVICIOS DE EMERGENCIAS MEDICAS</b>	
<b>DIGA</b>	<b>455-6886</b>
<b>ALERTA</b>	<b>456-0000 455-3388</b>
<b>SEM</b>	<b>452-1919</b>
<b>ITALSUR</b>	<b>481-1114</b>

<b>ASEGURADORAS DE RIESGOS DE TRABAJO</b>	
<b>PREVENCION (CONICET)</b>	<b>0800 4444 278</b>
<b>PREVENCION (FUNDASUR)</b>	<b>0800 4444 278</b>
<b>ASOCIART (U.N.S.)</b>	<b>0800 888 0093</b>

El CCT-BB ha contratado la cobertura de área protegida con el servicio de emergencias médicas ALERTA S.A., por medio de la cual se brinda asistencia frente a cualquier emergencia que sufran las personas (sean pertenecientes o no al Centro y sus Institutos) en todo el ámbito del predio.

## CONTENIDO

<b>PRACTICAS GENERALES DE SEGURIDAD</b>	<b>Página</b>
1. Responsabilidades	4
2. Introducción	4
3. Recomendaciones Generales	4
4. Recomendaciones Generales Referidas al Laboratorio	5
5. Intervención de la ART	7
<b>ANEXOS</b>	
<b>ANEXO 1: OPERACIONES ESPECIALES DE LABORATORIO</b>	
1. Con Elementos Volátiles e Inflamables	9
2. Con Productos Químicos Especiales	10
3. Con Equipos de Presión	11
4. Con Gases Comprimidos	12
5. Con Hornos de Secado y Muflas	14
6. Con Equipos Eléctricos	15
7. Con Equipos Emisores de Láser; Rayos X; U.V.; I.R.	17
8. Trabajo con Material de Vidrio	18
<b>ANEXO 2: MANIPULACION, ALMACENAJE Y ELIMINACION DE PRODUCTOS</b>	
1. Manipulación	21
2. Almacenaje	21
3. Sistema de Almacenaje y Etiquetado: J.T. Baker	22
4. Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado	23
5. Incompatibilidad entre Productos Químicos	23
6. Derrame de Productos	24
7. Eliminación de Productos	27
<b>ANEXO 3: ELEMENTOS DE PROTECCION</b>	
1. Aspectos Generales	28
2. Protecciones de la Cabeza; Auditiva; Ocular y Facial; Respiratoria; de Manos y Pies	28
3. Vestimenta de Trabajo	30
<b>ANEXO 4: PROTECCION CONTRA INCENDIOS</b>	
1. Introducción	31
2. Algunas Definiciones	31
3. Parámetros que Rigen la Ignición y la Combustión	32
4. Anatomía del Fuego	32
5. Clasificación de las Sustancias Según el Riesgo de Incendio	33
6. Clases de Fuego	33
7. Control de los Fuegos	34

**ANEXO 5: RESIDUOS PELIGROSOS**

1. Introducción	36
2. Definiciones	36
3. Gestión de Residuos	37
4. Clasificación de los Residuos	37
5. Envases	40
6. Etiquetado y Almacenado	41

**ANEXO 6: MATERIAL SAFETY DATA SHEET – FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD**

1. Secciones o Partes de un MSDS	44
2. Cómo Obtener un MSDS	46
3. Cómo Proceder con los Compuestos Nuevos	47

**ANEXO 7: CONTAMINACION AMBIENTAL**

1. Generalidades	48
2. Concentraciones Máximas Permisibles	48
3. Mezclas	49

Integrantes de la Comisión de Seguridad	50
---	----

## PRACTICAS GENERALES DE SEGURIDAD

### 1. Responsabilidades

La **Dirección** es responsable de definir los programas de seguridad y salubridad laboral del Instituto, en concordancia con las disposiciones legales vigentes.

Los **Supervisores** son responsables de implementar todas las medidas necesarias que garanticen un ambiente de trabajo seguro y de instruir a las personas en las normas y recomendaciones para que su actividad se desarrolle sin riesgos.

La **Comisión de Seguridad** es responsable de definir los procedimientos y establecer las normas de trabajo descritas en este manual y velar por su cumplimiento.

Cada **Individuo** es responsable de desarrollar las actividades respetando las normas y procedimientos establecidos, de forma tal de no poner en peligro a su persona ni a los demás.

### 2. Introducción

- Es imperativo que cada miembro de PLAPIQUI comprenda su responsabilidad en efectuar el trabajo en los laboratorios con la máxima seguridad personal, la de sus compañeros y los equipos.
- No se contente con leer este manual, procure poner en práctica siempre lo que aquí se indica.
- La existencia de la Comisión de Seguridad no exime la responsabilidad de cada supervisor en mantener y mejorar las prácticas de trabajo en forma segura. El hecho de que no exista una regla escrita en un caso específico dado, no significa que el personal esté eximido de conocer qué es lo que debe hacer.
- Tómese el hábito de planear el trabajo que va a realizar de manera de ejecutarlo con la máxima seguridad. Ningún trabajo es tan importante y urgente que no pueda ser planeado y ejecutado según las normas de seguridad establecidas.
- Verifique el correcto armado y funcionamiento de los equipos a ser usados, así como las principales características de los productos que va a manipular.
- Cualquier duda con respecto a seguridad debe aclararse con el supervisor antes de comenzar a efectuar un trabajo específico. No deje de hacer las preguntas que estime necesarias.
- La concentración es la mejor aliada del laboratorista; no se distraiga ni distraiga a otros mientras está trabajando.
- Al menos una vez por semana verifique el estado de:
  - matafuegos;
  - botiquines;
  - campanas y sistemas de extracción;
  - líneas de agua, gas, vacío;
  - dispositivos de emergencia (duchas, lavajos, mantas ignífugas, etc.);
  - compartimentos de almacenaje de productos químicos.
- Tenga siempre presente la ubicación de los elementos y dispositivos de seguridad en su sector (matafuegos, duchas y lavajos, mantas ignífugas, salidas de emergencia).

### 3. Recomendaciones Generales

- Los trabajos de montaje, mantenimiento y reparación de equipos e instalaciones eléctricas deben ser efectuados por personas capacitadas y autorizadas para ello.
- Las herramientas de mano punzantes, cortantes o lacerantes deberán ser transportadas en cajas o fundas adecuadas.

- Las herramientas manuales deberán estar colocadas en portaherramientas, estantes u otros lugares adecuados. Bajo ningún concepto se dejarán en pasillos, escaleras o otros sitios elevados desde donde puedan caer.
- La operación de herramientas de mano accionadas por fuerza motriz deberá ser efectuada por personal capacitado y autorizado para ello, empleando los elementos de protección personal adecuados.
- Es obligación el uso de **protectores auditivos** en los lugares de trabajo en los cuales el nivel de ruido y vibraciones supere el valor permitido.
- Es obligatorio el uso de elementos de protección de la vista (**pantallas y anteojos de seguridad**) para todos aquellos trabajos que impliquen algún riesgo de proyección de partículas y/o sustancias peligrosas. Deberán ser de material transparente e inastillable, de fácil limpieza y estar libre de estrías, rajaduras, rayas o deformaciones. Sus armaduras deberán ser livianas, indeformables al calor, no inflamables, no deben poseer elementos metálicos y ser de diseño anatómico.
- Es obligatorio el uso de **casco de seguridad** para cualquier persona que tenga que realizar tareas o circular por sectores o dependencias en las que existan riesgos específicos de accidentes tales como golpes, caídas, proyección de objetos, etc. Deberán estar fabricados con materiales resistentes, incombustibles o de combustión muy lenta y además deberán proteger contra radiaciones térmicas y descargas eléctricas.
- Es obligación el uso de elementos de protección de brazos y manos (**guantes, manoplas, mitones**) cuando las tareas a realizar impliquen un riesgo específico. Estos elementos deberán estar siempre en buen estado y permitir la movilidad adecuada de las extremidades.
- Es obligatorio el uso de protecciones de piernas y pies (**calzado de seguridad, botas**) cuando las tareas a realizar lo justifiquen.
- Es obligatorio el uso de **arnés de seguridad** provisto con anillas para la cuerda salvavidas en todo trabajo de altura con riesgo de caída. Los arneses deberán ser revisados antes de su utilización y desechados si presentan cortes, grietas u otras deficiencias que puedan afectar su resistencia.
- Los elementos y equipos de protección personal serán de uso individual y no intercambiables cuando razones de higiene así lo aconsejen.

#### 4. Recomendaciones Generales Referidas al Laboratorio

- Trabajar solo en el laboratorio es una práctica desaconsejable. Si, por la naturaleza de la tarea debe hacerlo, es necesario asegurarse que al menos otra persona tenga conocimiento de ello y que cada tanto verifique, personalmente o por teléfono su actividad.
- No pipetee ningún tipo de producto con la boca.
- Trabaje siempre con ropa (camisa o guardapolvo) abotonada.
- Siempre utilice los elementos de protección personal adecuados donde su uso es obligatorio.
- No lleve las manos a la boca u ojos cuando haya estado manipulando productos químicos.
- El personal femenino no debe usar calzado de taco alto pues constituye un riesgo potencial.
- Antes de buscar cualquier alimento lávese cuidadosamente las manos con agua y jabón.
- No guarde alimentos en los armarios o heladeras del laboratorio.
- No utilice material de laboratorio en la preparación o consumo doméstico de alimentos.
- No se alimente en su sector de trabajo, hágalo solamente en los lugares permitidos.
- Mantenga mesadas y escritorios siempre limpios y libres de materiales extraños al trabajo.
- Haga una limpieza previa antes de dejar un material para su posterior lavado.
- Rotule inmediatamente cualquier reactivo, solución o muestra para el análisis.

- Retire de las mesadas y vuelva a su sitio materiales, reactivos y muestras una vez terminado un trabajo.
- No deseche **ningún** producto químico por las piletas, inclusive aquellos que en la bibliografía están indicados como permitidos con dilución o neutralización.
- Limpie inmediatamente cualquier derrame de productos o reactivos. Protéjase si es necesario para hacer esta tarea.
- En caso de derrame de líquidos inflamables, productos tóxicos o corrosivos:
  - interrumpa el trabajo;
  - advierta a las personas próximas sobre lo ocurrido;
  - haga o solicite ayuda para una limpieza inmediata;
  - alerte a su supervisor;
  - verifique que se haya corregido el problema.
- Use guantes para alta temperatura al manipular materiales calientes.
- No use recipientes para muestreo si no están perfectamente limpios.
- Mantenga despejadas las zonas de circulación, entrada y salida de los laboratorios.
- Antes de encender una llama, verifique los siguientes puntos:
  - asegúrese que lo hace en lugar permitido;
  - verifique que no existen materiales y/o productos inflamables alrededor;
  - compruebe el ajuste entre tuberías, mecheros y robinetes y que no haya pérdidas;
  - encienda el mechero con muy poca abertura del robinete, luego regule la intensidad;
  - siempre apague los mecheros y cierre las llaves de paso de gas antes de abandonar el Laboratorio.
- Al trabajar con ácidos y bases fuertes:
  - abra siempre las botellas bajo campana;
  - antes de tomar una botella, verifique que no esté húmeda y siempre utilice guantes;
  - nunca tome las botellas por su cuello, emplee ambas manos para asirla por el cuerpo;
  - no apoye la pipeta usada sobre la mesada, hágalo sobre un vidrio de reloj;
  - evite exponer al calor los recipientes que contengan ácidos o bases.
- Al utilizar la campana:
  - recuerde que no se deben usar como lugar de almacenaje de reactivos y productos;
  - verifique que el sistema de extracción esté en funcionamiento, que la mesada esté limpia y que el cierre funcione perfectamente;
  - nunca coloque productos inflamables dentro de la campana;
  - mantenga la puerta de cierre con el mínimo de abertura y trabaje con sus manos lo más hacia adentro que le sea posible;
  - si se colocan equipos dentro de la campana, deben ubicarse sobre soportes para asegurarse que haya circulación de aire por debajo de los mismos;
  - si se interrumpe el sistema de extracción, suspenda inmediatamente el trabajo, cierre al máximo la puerta, avise a su supervisor y al resto del personal del Laboratorio. Sólo reinicie la actividad luego de cinco minutos de haberse normalizado el sistema de extracción;
  - la puerta de la campana debe permanecer siempre cerrada cuando ésta no se use.

- Cuando se emplean productos criogénicos (aire líquido, nitrógeno líquido, hielo seco), se deben tomar las siguientes precauciones:
  - emplee solamente recipientes Dewar de vidrio y/o acero inoxidable para su transporte;
  - utilice guantes y protectores faciales en toda operación de manipulación, trasvasamiento o fraccionamiento de estos productos y compruebe que posea absoluto control de los movimientos;
  - si necesita trasladar un recipiente conteniendo un fluido criogénico en un vehículo, deberá utilizar la camioneta acondicionada para tal fin, disponible en el predio del CCT;
  - no debe enfriar ningún producto orgánico en recipientes abiertos, sumergiéndolo en nitrógeno líquido ni emplear aire líquido;
  - no utilice mangueras de "goma" para conexiones donde circulen productos criogénicos;
  - para almacenar muestras que requieren mantenerse a bajas temperaturas, se puede utilizar una heladera común, modificada de forma tal que no posea luces interiores, ni llaves, ni reguladores que puedan transformarse en una fuente de ignición.
- Cuando utilice bombas de vacío:
  - su escape debe siempre estar conectado a una línea de venteo;
  - para prevenir cualquier daño en la bomba y en especial, a algún usuario posterior, el aceite de la bomba de vacío deberá cambiarse luego de haberla utilizado con alguna sustancia corrosiva y/o tóxica. Esta operación debe ejecutarla personal capacitado y autorizado;
  - la mayor parte de las bombas de vacío sólo puede manipular volúmenes muy pequeños, por lo tanto, deben emplearse siempre en sistemas cerrados.

## 5. Procedimiento para dar Intervención a la ART

El personal del CONICET que trabaja en PLAPIQUI tiene como Aseguradora de Riesgos de Trabajo a **Prevención ART**.

En el caso de un accidente o incidente en el lugar de trabajo es necesario informarlo a la ART, para lo cual existen las siguientes alternativas:

### 5.1. Por Vía Telefónica

- Llamar al número **0800 4444 278**. La información que se solicitará al denunciante es:
  - número de contrato: **245908**;
  - número de CUIT de CONICET: **30-54666038-5**;
  - datos del accidentado: **apellido y nombre; número de cuil; domicilio; teléfono, función**;
  - detalles del incidente (**sinistro** en la terminología de la ART);
  - datos del denunciante.

Esta comunicación genera un **número de siniestro** que es informado al denunciante.

- Confeccionar la **planilla de denuncia de accidente** que debe solicitarse al responsable de la Comisión de Seguridad de cada sector. Esta planilla debe ser firmada por una autoridad del Instituto.
- La persona accidentada debe concurrir a un centro de asistencia médica con esta planilla para recibir la atención correspondiente. La copia de la planilla queda en poder del centro y el original sellado debe entregarse en la Secretaría Técnica (Nora Pascual) quien la envía a la ART.
- Si fuera necesario trasladar al accidentado antes de confeccionar la planilla de denuncia, hacerlo informando por teléfono al centro asistencial del traslado y comunicando el número de siniestro. La planilla se puede llevar una vez completada.
- En el caso de lesiones graves, llamar inmediatamente al Servicio de Emergencias Médicas correspondiente y seguir las instrucciones que este servicio indique.



### 5.2. Por Vía Electrónica

- Informar a CONICET a la siguiente casilla de correo institucional: [art@conicet.gov.ar](mailto:art@conicet.gov.ar).
- Ingresar a la página de Prevención ART [www.prevencionart.com.ar](http://www.prevencionart.com.ar). En el submenú Gestión Virtual cliquear en la solapa Prevenet (izquierda abajo en la pantalla). Ingresar al link: "Para acceder a los beneficios Prevenet haga clic aquí".

**USUARIO: CONICET245908**

**CONTRASEÑA: 9780I756**

- Cargar la denuncia de accidente laboral. En la solapa Accidentes, cliquear en Denuncia de Accidentes y completar los datos que se solicitan. Se genera un número de siniestro que se debe presentar en el centro asistencial al que es trasladado el accidentado. La denuncia es enviada a la ART de manera virtual. No olvide guardar una copia de dicho informe.

Asimismo en este sitio se podrán imprimir el certificado de cobertura en caso de necesitarlo y la credencial de la ART, con sólo cargar los datos personales.

El personal de FUNDASUR (CUIT **30-58000397-0**) posee como ART a **Prevención ART**, cuyo teléfono para realizar la denuncia es: **0800 4444 278**.

Aquellas personas que pertenecen a la Universidad Nacional del Sur (CUIT **30-54666878-5**) están cubiertas por **Asociart ART** y el teléfono es: **0800 888 0093**.

En el Servidor de PLAPIQUI (**Fs1\Pool\Publico\Seguridad**) están disponibles los procedimientos a seguir en caso de un accidente laboral y los formularios que es necesario completar para cada una de las ART.

**CADA UNO ES RESPONSABLE DE SU SEGURIDAD,  
Y DE LA DE LOS DEMAS**

## **ANEXO 1: OPERACIONES ESPECIALES DE LABORATORIO**

### **1. Con Elementos Volátiles e Inflamables**

#### **1.1. Generalidades**

Un líquido inflamable es aquel que emite suficiente cantidad de vapores como para formar mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente. Las propiedades físicas de un inflamable juegan un papel importante en la determinación de las condiciones factibles de generar una mezcla inflamable.

Por experiencia, se acepta que los líquidos con punto de inflamación inferiores a 37 °C requieren medidas especiales para evitar la vaporización y para aislar los vapores de posibles fuentes de ignición. Los líquidos con puntos de inflamación mayores de 37 °C, son peligrosos en condiciones que provoquen su evaporación, como por ejemplo, temperaturas elevadas.

Los vapores de hidrocarburos, ya sean éstos líquidos o gaseosos a temperatura ambiente, tienen comparativamente amplios límites de inflamabilidad cuando se mezclan con aire, y deben manipularse con cuidado.

En los laboratorios, se usan normalmente otros líquidos inflamables, aún más peligrosos que los hidrocarburos, como el éter etílico y el sulfuro de carbono.

Los vapores de nafta forman mezclas explosivas con el aire. El punto de inflamación de este derivado, por otra parte, es sumamente bajo, por lo tanto, cualquier fuente de ignición cercana a un sector donde haya una fuga de gasolina *puede causar un incendio*. Cualquier operación que signifique calentar o evaporar una nafta, se debe efectuar bajo campana.

Normalmente se utilizan dos gases en los laboratorios cuyos rangos de inflamación los hace muy peligrosos: el acetileno y el hidrógeno, por lo que debe extremarse el cuidado en su uso, a fin de evitar explosiones.

#### **1.2. Manipulación**

En los laboratorios no deben manipularse inflamables con punto de inflamación menores de 37 °C en cantidades mayores de 1/2 litro, a menos que se usen latas seguras. Aunque en los laboratorios pueden guardarse combustibles con puntos de inflamación mayores de 37 °C en recipientes de vidrio de hasta un litro, esta práctica debe desaprobarse. No deben guardarse líquidos inflamables en recipientes abiertos a menos que se estén usando. Cuando sea necesario calentarlos en recipientes abiertos, el calor debe aplicarse bajo campana por medio de vapor o un baño de agua, y *nunca* por llama directa o electricidad. Antes de manipular inflamables, conviene apagar todas las llamas cerrando la llave principal. Los calentadores eléctricos u otras superficies calentadas a más de 290 °C también son posibles fuentes de ignición.

En los sectores donde estén expuestos productos inflamables volátiles, debe eliminarse o aislarse toda fuente de ignición. Lógicamente siempre habrá solventes y otros productos de bajo punto de inflamación en los laboratorios, pero el período de permanencia de estas muestras debe limitarse al tiempo de su uso efectivo. Nunca se debe emplear inflamables de bajo punto de inflamación (como nafta) para la limpieza de manos, ropas, material de vidrio, motores o equipos mecánicos.

Debe conectarse a tierra todo equipo que contenga productos de petróleo inflamables, a fin de controlar el peligro de la electricidad estática. Antes de comenzar cualquier operación de carga o descarga, debe conectarse a tierra todo tambor o cañería que intervenga en la operación. Del mismo modo, y a fin de prevenir descargas estáticas cuando se escurre gasolina u otro líquido inflamable de un recipiente a otro, el borde de uno debe descansar en el del segundo, y éste debe encontrarse en contacto con una superficie conectada a tierra. En estos casos no deben usarse embudos de vidrio o plástico, sino metálicos.

La destilación de líquidos inflamables sólo debe hacerse en sectores que por lo menos tengan dos salidas. Cuando se destilen inflamables de punto de inflamación menores de 37 °C, el receptor debe ser un sistema cerrado, con salida ya sea a una línea de vacío o al exterior del edificio. Además, y cuando sea posible, la destilación y manipuleo deberá efectuarse en una campana con succión positiva, empleando calentamiento con vapor. Cuando sea necesario, pueden usarse calentadores eléctricos de distinto tipo, previendo que no exceda de 290 °C la temperatura del elemento calentador.

## 2. Con Productos Químicos Especiales

### 2.1. Productos Químicos Inestables (Peróxidos)

Muchos productos químicos son susceptibles de descomponerse y transformarse en explosivos. Los éteres, las parafinas líquidas y las olefinas forman peróxidos cuando son expuestos a la luz o al aire. Aún sin que los envases hayan sido abiertos, se pueden formar peróxidos.

Los envases conteniendo éteres deben ser desechados luego de un año aunque no hayan sido abiertos, a menos que el fabricante le agregue inhibidores. Si fueron abiertos, deben desecharse dentro de los seis meses. Nunca debe manipularse ningún éter cuya fecha de vencimiento haya expirado.

Los siguientes son ejemplos comunes de productos químicos que pueden formar peróxidos:

ciclohexano	diciclopentadieno
dietileter (eter)	dimetileter
dioxano	éter isopropílico
tetrahidrofurano (THF)	acetato de vinilo
decalina	cumeno

La inestabilidad de un producto químico está indicada en la etiqueta del envase.

### 2.2. Manipulación

- No use espátula metálica para manipular peróxidos.
- No retorne al frasco original peróxidos o compuestos formadores de peróxidos no utilizados.
- No enfríe soluciones de peróxidos por debajo de la temperatura de congelamiento. En la forma cristalina son más sensibles al choque.
- Absorba inmediatamente con vermiculita soluciones de peróxidos derramadas.
- Evite cualquier contacto de estos compuestos altamente oxidantes con materia orgánica.

### 2.3. Productos Químicos Explosivos

Muchos productos químicos son susceptibles de una descomposición rápida o de explotar si son sometidos a golpes, vibraciones, agitación, calefacción, etc. Algunos se tornan altamente sensibles a las sacudidas cuando envejecen.

Algunas recomendaciones a tener en cuenta cuando se trabaja con estos productos son:

- Verificar en el rótulo del envase si el producto es explosivo.
- Anotar las fechas de recepción y de apertura del envase de estos productos.
- Desechar envases abiertos luego de seis meses y cerrados luego de un año (a menos que los productos tengan inhibidores).
- Usar siempre ropa y elementos adecuados para manipular estos productos.

Los grupos químicos señalados en la tabla siguiente están asociados con la posibilidad de explosión cuando son manipulados en forma brusca:

nitrato	clorato	amino óxido	nitro
nitrito	díaz	acetilato	nitroso
perclorato	peróxido	hipohaluro	fulminato
picrato	hidroperóxido	n-haloamino	

Los productos indicados a continuación son sensibles a las sacudidas y explosivos:

perclorato de amonio	nitrato de amonio	azida de plomo
acetilato de cobre	dinitrotolueno	ácido pírlico (seco)
fulminato de mercurio	nitroglicerina	trinitrotolueno

#### **2.4. Acido Perclórico**

Es un poderoso agente oxidante que puede reaccionar explosivamente con agentes reductores y con materia orgánica.

- Los vapores del ácido perclórico tienden a condensar en el interior de las campanas y de los conductos formando, eventualmente, cristales de percloratos que son explosivos si se los sacude.
- El ácido perclórico debe manipularse solamente en campanas con arrastre de agua, construidas de material no combustible.
- No deben realizarse digestiones con ácido perclórico en campanas convencionales.
- No debe almacenarse material orgánico en campanas donde se trabaja con ácido perclórico.
- Al realizar digestiones húmedas con ácido perclórico, la materia orgánica debe ser tratada primero con ácido nítrico para destruir la materia oxidable.
- Evitar que el ácido perclórico entre en contacto con agentes fuertemente deshidratantes, tal como ácido sulfúrico concentrado, pentóxido de fósforo, etc.
- El ácido perclórico anhidro (mayor de 85%) debe ser manipulado solamente por trabajadores experimentados que conozcan perfectamente sus propiedades.

### **3. Con Equipos a Presión**

Se considera "equipo a presión" todo artefacto o instalación que supere los 0,5 kg/cm<sup>2</sup> de presión interna, calculada o medida a 15 °C. En los laboratorios se utilizan pocos recipientes a presión, sin embargo, cualquier diseño de los mismos debe ser revisado por una persona idónea, antes de ser construido.

#### **3.1. Ensayos a Presión**

Todo equipo del laboratorio diseñado para trabajar a más de 0,5 kg/cm<sup>2</sup>, debe cumplir un ensayo de presión hidrostática que asegure su capacidad para soportar la temperatura y presión a la cual puede normal o accidentalmente estar sometido.

Se recomiendan ensayos periódicos para un mejor control de los mismos, siendo los períodos entre ensayos más cortos cuanto mayor sea la presión interna. Los plazos entre ensayos deben ser fijados por el supervisor del trabajo, o en su defecto por una persona idónea.

Cada equipo a presión debe contar con una ficha donde conste, por lo menos, presión de ensayo, fecha del mismo, persona que lo realizó y/o supervisó.

#### **3.2. Medidas de Seguridad**

Todo equipo bajo presión debe estar provisto de un manómetro que indique la presión de trabajo aproximadamente en la mitad de la escala y debe poseer una válvula de seguridad calibrada adecuadamente.

Debe evitarse el uso de aparatos de vidrio en trabajos a presión. Este es un material muy inseguro para esta clase de trabajos y puede fallar en cualquier momento. Se exceptúan ciertos equipos construidos especialmente. En caso de existir vidrios de nivel sujetos a presión, deben ser a prueba de roturas, o protegidos adecuadamente.

Las personas que trabajen con equipos de vidrio en ensayos a presión deben usar *obligatoriamente* protectores faciales, antiparras, y guantes de cuero.

Ante cualquier duda en el empleo de un equipo, o sobre el ensayo a llevarse a cabo, debe consultarse con el supervisor, o en su defecto con una persona idónea.

### **3.3. Medidores de Presión**

Se deben quitar las cubiertas de vidrio de todos los manómetros del tipo Bourdon, o bien reemplazarlas por vidrio de seguridad o plástico. La parte posterior de la caja debe poseer un número de pequeños agujeros de forma tal que en caso de una falla en el tubo, no se rompa la parte anterior del aparato.

Los manómetros por diferencia de nivel de líquidos deberán poseer las dos ampollas de tamaño adecuado para contener la totalidad del fluido de medida. Cuando no estén en uso, sus entradas estarán tapadas.

### **3.4. Otras Recomendaciones**

- Los aparatos en los cuales se puede desarrollar presión interna por cualquier causa ajena a su función específica, poseerán dispositivos del alivio de presión que permita evacuar como mínimo, el máximo caudal del fluido que origine la sobrepresión.
- Los aparatos sometidos a presión interna capaces de producir frío, con posibilidad de desprendimiento de contaminantes, deberán estar aislados y ventilados convenientemente.

## **4. Con Gases Comprimidos**

A fin de establecer un método para el manipuleo y uso de los gases comprimidos, se deben seguir las siguientes reglas generales:

### **4.1. Tubos o Cilindros**

- Cada empleado debe familiarizarse con el uso correcto de los tubos y sus accesorios.
- Los recipientes para gases comprimidos son seguros para los usos a los que se han destinado. Sin embargo, pueden ocurrir serios accidentes por el mal manipuleo o abuso de los mismos.
- Todos los tubos de gases comprimidos aceptados para usarse en PLAPIQUI deben tener (además del color que corresponde según norma IRAM) el nombre genérico del gas claramente indicado con letras impresas o estampadas bien visibles, y el número de tubo.
- Debe tenerse cuidado de no cometer errores al identificar el contenido de un tubo antes de colocarlo en uso.
- Es necesario confeccionar una ficha para cada tubo en la que se indique número de tubo, fecha de recarga y observaciones pertinentes (sólo en caso de propiedad del tubo).
- Debe establecerse un sector central de almacenaje a fin de asegurar un control efectivo de los mismos. Se almacenarán separados según el gas que contengan.
- Todos los tubos comprados y/o alquilados deben poseer las conexiones de salida aprobadas.
- No deben almacenarse juntos tubos vacíos y llenos.
- Su número se limitará a las necesidades y previsiones de su consumo, evitándose un almacenamiento excesivo.
- Deben quedar protegidos de los rayos del sol y de la humedad intensa y continua.
- Los locales de almacenaje se marcarán con carteles de "*PELIGRO EXPLOSION*" claramente visibles.
- Nunca se deben ubicar en lugares de tránsito de personal.
- Siempre que no estén en uso deben tener el capuchón puesto (aún los vacíos). Nunca dejar un regulador puesto en un tubo que no se esté usando.
- Los tubos no se deben tratar en forma brusca.
- Debe disponerse de carritos adecuados para su transporte. La tapa o capuchón del tubo debe estar colocada durante toda la operación de transporte.
- No deben colocarse tubos a la acción directa del sol, ni cerca de un radiador, ni en ningún otro sitio cuya temperatura sea superior a los 50 °C.

- Los tubos que contengan gases inflamables no deben colocarse cerca de ninguna fuente de ignición.
- Los tubos de oxígeno se deben aislar de otros tubos con gases inflamables; o cualquier otro material fácilmente oxidable.
- Los tubos siempre se deben colocar en posición vertical y deben estar sujetos en forma adecuada para evitar la posibilidad de una caída que pueda dañar o destruir la válvula.
- Las válvulas se deben abrir lentamente usando sólo herramientas aprobadas. Antes de hacerlo, asegurarse que las conexiones sean las correctas y estén convenientemente ajustadas.
- Cuando no se use el gas, la válvula del tubo debe estar siempre cerrada. En estos casos, conviene también soltar la presión del regulador.
- Los tubos vacíos deben marcarse *VACIOS*, deben tener la válvula cerrada y la tapa colocada.
- Nunca debe vaciarse completamente un tubo, siempre debe dejarse una presión residual en el mismo.
- Aún cuando estén vacíos los tubos deben manejarse con cuidado. Normalmente un tubo nominalmente vacío mantiene una presión que puede llegar a las 600 psi.
- No se deben usar sustancias grasas o aceites en los orificios de salida y en los accesorios de los cilindros que contengan oxígeno o gases oxidantes.
- En los cilindros de acetileno no se debe usar cobre y sus aleaciones en los elementos que puedan estar en contacto con el mismo; asimismo, se deben mantener en posición vertical al menos 12 horas antes de utilizar su contenido.
- Los tubos que contengan productos corrosivos o tóxicos no deben retenerse por más de seis meses, aún cuando contengan la mayor parte de su carga. Los mismos deben devolverse al proveedor para ser recargados.

#### **4.2. Reguladores y Reductores de Gases Comprimidos**

Los reguladores se usan para mantener un suministro de presión baja y constante del gas contenido en el tubo. Estos reguladores tienen rosca a derecha o izquierda de diferentes medidas, por lo cual sólo se deben usar en los tubos para los que se han diseñado. Los reguladores que tienen un surco en el hexágono son *ROSCA IZQUIERDA*. En caso que no exista marca visible del tipo de rosca, se recomienda la verificación de la misma antes de su colocación. *Nunca se deben usar adaptadores para conectar un regulador a un cilindro para el cual no fue diseñado.*

Al usar un regulador, lo primero que debe recordarse es que el movimiento del tornillo de ajuste produce un efecto contrario al de una válvula común. La rotación del tornillo en sentido de las agujas del reloj, ajustándolo, aumenta la presión de salida. Es esencial que los reguladores no contengan suciedad ni aceite, ni que estén sujetos a variaciones bruscas de presión; la contrapresión debe ser inferior a la presión de salida del lado de baja presión. Un burbujeador en la línea permite observar el flujo y ayuda a prevenir contaminaciones al tubo.

- No se deben aceitar las válvulas y reguladores.
- Para ajustar un regulador se debe usar una llave fija, no una ajustable.
- Antes de abrir la válvula de un tubo, llevar el regulador a cero, girando el tornillo de ajuste.
- Al manipular una válvula, el empleado debe pararse a un costado: el quedarse enfrente o detrás de un regulador expone al empleado en caso de ocurrir una explosión.
- Sólo los talleres autorizados pueden efectuar reparaciones en los reguladores de tubos.
- Se debe asegurar que las roscas de los reguladores u otras uniones correspondan a la de la salida de los tubos. No se debe forzar una unión que no ajuste fácilmente.
- Todo equipo regulador para gases comprimidos debe venir provisto con las conexiones aprobadas por las normas existentes al efecto.
- Todos los reguladores de gases comprimidos deben inspeccionarse periódicamente para asegurar su buen funcionamiento. Esta tarea debe ser realizada por personal idóneo. Es recomendable la existencia de una ficha por regulador en la que se anotarán las novedades del caso.

- Todos los reguladores de gases comprimidos deben llevar perfectamente ajustados a los mismos un rótulo metálico que tenga estampado el nombre del gas o gases con los que puede usarse.
- No deben emplearse códigos de colores para identificar los reguladores.
- Los reguladores para oxígeno o acetileno no se deben utilizar para otro servicio. Del mismo modo, aquellos empleados para otros gases no deben emplearse con tubos de oxígeno o acetileno.

#### **4.3. Procedimientos de Emergencia**

- En caso de producirse una emergencia o escape de gas en un cilindro de oxígeno o acetileno, debe actuarse como se indica a continuación:
- Si se produce en la válvula del cilindro:
  - debe cerrarse la válvula, marcar el cilindro y colocarlo al aire libre, alejado de focos de fuego, chispas, grasas o aceites. En caso de que el escape se hubiera producido en el asiento de la válvula se puede usar temporalmente, un regulador de presión para cerrarlo.
- Si se produce en algún dispositivo de seguridad del cilindro:
  - debe marcarse el cilindro, colocarlo al aire libre, alejado de focos de fuego, chispas, grasas o aceites y abrir ligeramente la válvula para que el gas salga lentamente.
- En ambos casos se debe advertir al personal sobre el incidente.
- Si se declara fuego en la válvula de los cilindros de acetileno:
  - se combatirá lo más rápidamente posible, procurando cerrar la válvula si se puede; si no se utilizará un matafuego de anhídrido carbónico, niebla o chorro de agua. Es aconsejable utilizar preferentemente niebla de agua en lugar de chorro de agua, evitándose con ello la contracción brusca del cilindro.
- Si por cualquier motivo un cilindro se calentase anormalmente, es imprescindible combatir inmediatamente este calentamiento durante todo el tiempo que sea necesario hasta hacer bajar la temperatura.

#### **4.4. Recipientes de Muestras a Presión**

Estos recipientes se usan con fines de muestreo, transporte y almacenaje de muestras de gases o líquidos con alta tensión de vapor. Si no se los trata en forma adecuada, estos recipientes pueden ser peligrosos. Todos deben cumplir las especificaciones de diseño para el servicio al cual se los destina. Se debe comprobar su estado al menos una vez por año.

Una vez lleno el recipiente, debe colocarse una tarjeta indicando el nombre completo del producto. No debe colocarse la tarjeta hasta haberse asegurado que no haya pérdidas.

La persona que tome una muestra debe estar completamente segura de que tanto el recipiente como las válvulas se encuentran en perfecto estado. Los recipientes de acero dulce pueden reventar al enfriarlos, pues este material se torna quebradizo a bajas temperaturas.

El personal que llene o use estos recipientes es responsable de comprobar que los mismos hayan sido inspeccionados y probados, y debe informar a su supervisor del uso al que se lo va a destinar antes de ponerlo en servicio.

## **5. Con Hornos de Secado y Muflas**

### **5.1. Equipos de Secado**

No deben colocarse productos volátiles de punto de inflamación inferiores a 75 °C en hornos eléctricos de secado. Hay un alto riesgo cuando el horno se calienta con resistencias que alcanzan una temperatura mayor que la de ignición de los inflamables, y también cuando el controlador de temperatura del horno no es a prueba de chispas.

Como la mayoría de los equipos de secado de laboratorio funcionan de esta forma, el calentamiento y secado de materiales inflamables debe hacerse con hornos o planchas de vapor, o con baños de agua.

Los calentadores eléctricos que se utilicen en presencia de vapores inflamables deben estar equipados con llaves antiexplosión.

Como una precaución más, deben equiparse los hornos con cerrojos a resorte, y quitarse toda llave. Esto hace mínimo el peligro de daño al horno y de posibles heridas al personal, de ocurrir una explosión dentro del mismo. Al abrir el horno, el empleado debe colocarse a un lado.

## 5.2. Muflas

Antes de iniciar una tarea con la mufla, asegúrese de que esté en óptimas condiciones de funcionamiento (que el pirómetro indique la temperatura correcta y que funcione el sistema de corte automático).

Es recomendable conectar la salida de gases de la mufla al exterior para evitar la contaminación del ambiente de trabajo.

Nunca coloque en ella productos húmedos. Si se trata de material orgánico o combustible, carbonícelo previamente con calentadores eléctricos debidamente protegidos dentro de la campana.

Emplee solamente las cápsulas y crisoles resistentes a altas temperaturas. Cuando la mufla está encendida, abra la puerta suavemente, utilice las pinzas del material y tamaño adecuados y proteja sus manos con guantes para alta temperatura. Es aconsejable colocar estos elementos de seguridad en cercanías de la mufla.

## 5.3. Estufas

Las estufas destinadas al secado de material de vidrio o plástico, crisoles y cápsulas de porcelana, deben utilizarse sólo para ello, manteniendo su temperatura inferior a 50 °C, para evitar el deterioro del material volumétrico.

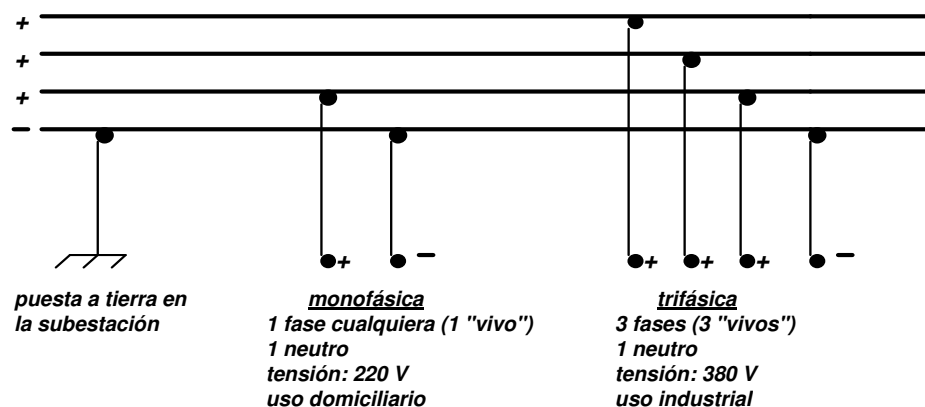
No se deben secar en estas estufas muestras que contengan compuestos inflamables, tóxicos o corrosivos.

## 6. Con Equipos Eléctricos

### 6.1. Aspectos a Tener en Cuenta

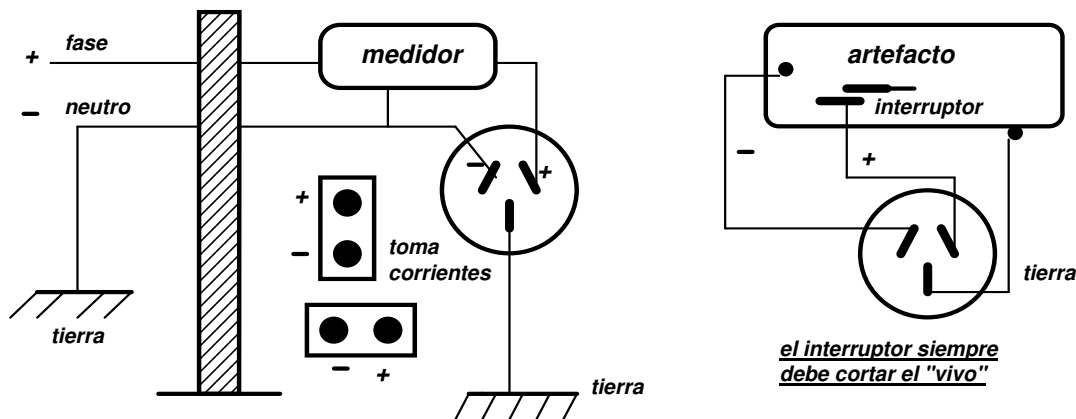
Debe tenerse presente que nuestra red de distribución de energía eléctrica es de 220 volt y 380 volt eficaces en monofásica y trifásica respectivamente. Sin embargo, ninguna tensión es suficientemente baja como para ser considerada inofensiva, ya que es posible electrocutarse con sólo unos pocos voltios (en condiciones muy especiales). El daño biológico se genera por el pasaje de la corriente eléctrica a través de los tejidos, lo que hace que el parámetro a tener en cuenta sea la resistividad del cuerpo humano, ampliamente desfavorecida por las características de humedad de la piel.

La distribución de energía para uso industrial es trifásica, en tanto que para uso domiciliario e iluminación, es monofásica. Las diferencias entre ambas se pueden apreciar en el esquema siguiente.



Las figuras a continuación presentan con mayor detalle una conexión correcta entre la línea de distribución y el usuario; así como muestran la forma adecuada de conectar un interruptor de cualquier artefacto que emplee corriente eléctrica para su funcionamiento.





La disposición de las conexiones + y - al tomacorriente responde a la norma IRAM correspondiente y es la que se ha adoptado en PLAPIQUI.

## 6.2. Riesgos y Formas de Evitarlos

El riesgo más común se presenta cuando un individuo, vinculado a tierra por algún punto de su cuerpo (pies descalzos, pies calzados con zapatos no aislados o húmedos, apoyado en una pared, etc.), toma contacto con el "cable vivo".

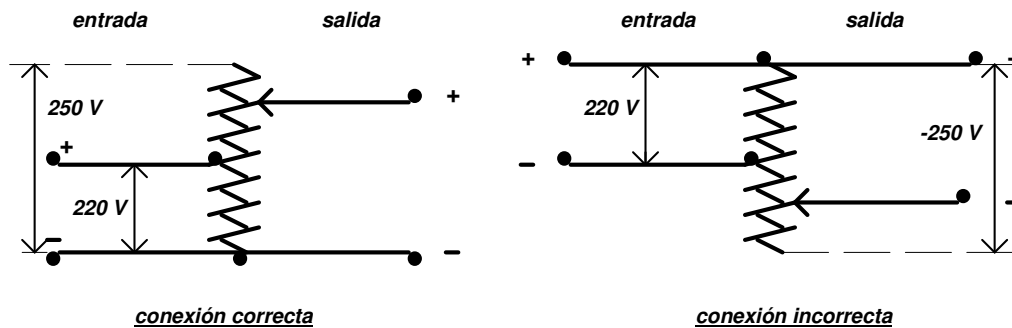
**Protector diferencial:** el riesgo anterior es el único que es cubierto por el protector diferencial, ya que su funcionamiento se basa en un balance entre las corrientes que circulan por el "vivo" y por el "neutro". Si el resultado del mismo indica una diferencia superior a los 15 a 30 mA, el disyuntor acciona un interruptor y abre el circuito.

Debe recordarse que si la persona se encuentra aislada de la tierra y establece contacto con el "vivo" y el "neutro" en forma simultánea, la corriente circulará por el individuo **sin que actúe** el protector diferencial. Tampoco funcionará el disyuntor en los casos en que el equipo o artefacto eléctrico manipulado se encuentre conectado a un transformador, ya que en estos casos, éste cerrará el balance entre ambas corrientes sobre el primario.

**Transformador separador o aislador:** también se los conoce como Transformador de Relación 1 a 1. Este sistema independiza al "vivo" y al "neutro" de la tierra, protegiendo al individuo que, vinculado a la tierra, toca cualquiera de los otros dos terminales. Al igual que el protector diferencial, no protege ante contacto simultáneo de los dos terminales.

**Protectores electromagnético y térmico:** constituyen sistemas de protección de equipos y **NO** de personas. Los **electromagnéticos** protegen la instalación contra aumentos notables de la corriente (cortocircuito total o parcial). Los **térmicos** poseen inercia, característica que les permite soportar corrientes fuertes durante un cierto tiempo; se utilizan fundamentalmente como protección de motores eléctricos en los cuales la corriente de arranque es muy elevada, en comparación con la de operación. Estas llaves abren el circuito ante consumos superiores a los preestablecidos, tal el caso de conexiones excesivas sobre la línea protegida.

**Autotransformadores:** también denominados Variac; Varitrons; Varivolts; etc., consisten en sistemas en los cuales los circuitos primario y secundario **NO** están separados. Por tal razón, su conexión a la línea debe realizarse en forma correcta a fin de evitar riesgos. Las formas correcta e incorrecta de conectarlos, se presentan en el esquema siguiente:



Como se aprecia, en la forma incorrecta, hay un borne que siempre tiene 220 volts, inclusive cuando la perilla de control esté colocada en la posición de 0 volt.

Ante funcionamiento anormal (calentamiento, aparición de humo u olor) y desperfectos, se recomienda desconectar el aparato y consultar con personal idóneo.

Todos los tableros eléctricos monofásicos de los laboratorios y el sector de plantas piloto están equipados con disyuntores diferenciales y protectores termomagnéticos.

### 6.3. Recomendaciones de Carácter General

- Todos los equipos eléctricos, sea portátiles como instalados en forma permanente, deben estar conectados a tierra.
- Los aparatos y equipos eléctricos deben desconectarse completamente de la fuente de energía cuando no se trabaje con ellos.
- Antes de manipular elementos eléctricos, tales como reóstatos, llaves, etc., debe asegurarse que las manos estén completamente secas, que se empuñe el equipo por el lugar adecuado y que se esté aislado respecto de tierra.
- Minimizar la utilización de extensiones. En caso de necesitar una prolongación, evitar colocarla en zonas donde transita el personal. En los Laboratorios es aconsejable conectarla en el tablero eléctrico.
- Debe informarse inmediatamente cualquier chispa, sobrecalentamiento o cualquier otro defecto aparente en los circuitos, conductores o equipos eléctricos.
- Si una persona recibe una descarga eléctrica, debe retirárselo inmediatamente (si no lo ha hecho por sí mismo) del equipo o aparato, con las precauciones del caso para evitar sufrir también la descarga en esta acción: cortar la corriente en el sector y emplear elementos no conductores para retirarlo.
- Toda persona expuesta a una descarga eléctrica, **debe recibir de inmediato atención médica**, y en el interín, se le debe aplicar respiración artificial si no respira por sus propios medios.

## 7. Con Equipos Emisores de Láser; Rayos X; U.V.; I.R.

### 7.1. Radiaciones no Ionizantes

Corresponden a este grupo las emisiones de radiación infrarroja (I.R.); ultravioleta (U.V.); láser; etc.

La luz infrarroja puede dañar la vista; actúa como una fuente puntual de calor y puede aumentar los efectos dañinos de otras radiaciones. Deben emplearse lentes apropiados que filtren la radiación infrarroja.

La luz ultravioleta provoca irritaciones en la piel o quemaduras similares a las producidas por los rayos solares y es muy dañina para la vista. Aún exposiciones cortas pueden generar una ceguera temporal por daño en la córnea. También deberán utilizarse lentes que filtren esta radiación, si bien lo más aconsejable es cubrir totalmente la fuente de emisión.

Se recomienda la lectura de la norma IRAM 3630 y la Resolución 295/2003 del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social.

En ciertos equipos (fundamentalmente espectroscopías U.V.; I.R. y Light Scattering) se emplea radiación láser, ya sea como "rayo directriz" o bien como fuente de emisión de radiación. En todos estos casos, deberá evitarse que accidentalmente el láser incida en la vista, extremando las precauciones en el empleo de espejos y otros tipos de accesorios que pudieran desviar el rayo de su trayectoria original.

### **7.2. Radiaciones Ionizantes**

Corresponden a este grupo las radiaciones X; alfa; beta; gamma; de elementos radioactivos o de equipos aceleradores. El equipamiento actual de PLAPIQUI posee sólo fuentes muy débiles de este tipo de radiación (tales como el ESCA/AUGER; equipo de rayos X y pastillas de elementos radioactivos de muy poca actividad, que actúan como agentes ionizantes de bajo poder).

En todos los casos, el personal que esté a cargo de tales equipos será el responsable de la manipulación, control y seguimiento de la operación de los mismos; así como de la autorización para que sean operados por terceros, previa indicación de los riesgos.

Se recomienda leer el Anexo II de la Resolución 295/2003 del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social.

## **8. Trabajo con Material de Vidrio**

### **8.1. Generalidades**

La causa más común de heridas en el laboratorio se debe a accidentes provocados por una manipulación incorrecta del material de vidrio. A menudo se lastiman dedos y manos, por no tomar las debidas precauciones al ajustar tubos de vidrio, varillas o termómetros en corchos, tapones de goma o tubos de goma.

El material de vidrio del laboratorio no se debe usar para preparar o servir comida o bebida. Teniendo en cuenta la experiencia real, esta práctica es muy peligrosa.

Nunca se debe usar material de vidrio roto. Los bordes rotos o mellados son un serio peligro. Si este material se puede recuperar, debe enviarse a reparar a una persona preparada. Si no es reparable la rotura, el material de vidrio se debe descartar inmediatamente, colocándolo en recipientes al efecto debidamente rotulados y no mezclándolo con otros residuos.

### **8.2. Tubos y Varillas de Vidrio:**

- Antes de usar un tubo o varilla de vidrio se debe redondear a fuego el extremo. Al insertar un tubo o varilla de vidrio en un tapón o tubo de goma, se deben proteger las manos usando guantes o una tela doblada; mantener el tapón entre el pulgar y el índice, nunca en la palma de la mano.
- Deben lubricarse todas las partes de vidrio con agua o glicerina antes de insertarlas en tubos de goma o tapones. No se debe intentar sacar tubos de vidrio que estén pegados en un tapón o tubo de goma. En esta caso se debe cortar la goma, o tirar el conjunto. El uso de uniones esféricas de vidrio hace mínimos los peligros de heridas.
- Para cortar tubos o varillas de vidrio, debe hacerse una raya transversal con una lima triangular afilada en el lugar deseado. Las limas deben poseer mangos de madera. Para proteger las manos, se deben usar guantes de cuero o una tela doblada. El tubo o varilla se debe mantener en posición horizontal frente al cuerpo, con la raya en el vidrio alejada del mismo. Si no se obtiene un corte limpio, deben quitarse las astillas con una esponja de acero en forma suave, y luego redondear a fuego. Se deben proteger los ojos al ejecutar estas tareas.
- El perforador de tapones (sacabocado) debe estar siempre afilado y limpio; debe manipularse en forma tal que una zafadura no provoque heridas. Bajo ninguna circunstancia se debe sostener con la palma de la mano el lado opuesto del tapón que se está perforando. Este se debe mantener firmemente entre el pulgar y el índice, apoyándolo sobre un bloque de madera. Para tapones de goma, debe humedecerse el borde cortante del perforador con agua o glicerina.
- Siempre debe perforarse de ambos lados hasta el centro, rotando el tapón ocasionalmente durante la perforación para ayudar a efectuar un agujero perpendicular.

### **8.3. Manipulación de Elementos de Vidrio:**

- Las uniones de balones a columnas, normalmente se pueden aflojar haciendo circular vapor por la parte externa de la unión.
- No debe intentarse forzar una unión de vidrio que esté endurecida. Las tapas de las botellas o similares, generalmente se pueden aflojar con pinzas especiales; de no aflojarse, se debe considerar la eliminación de la botella, siempre que esto sea posible.
- Para levantar un vaso de precipitado, los dedos deben rodear la parte externa, por debajo del borde. Se deben usar agarraderas cuando el vaso sea tan grande que una mano no pueda abarcar más de la mitad del mismo. Cuando se transportan recipientes grandes llenos de líquido deben tomarse precauciones adicionales. Hay una gran variedad de pinzas y agarraderas en el mercado, cuyo uso se recomienda.
- Las probetas no se deben usar para líquidos calientes, pues en la mayor parte de los casos se rompen.
- Las buretas en sus soportes sólo deben subirse o bajarse luego de aflojar las agarraderas. No se debe intentar subirlas o bajarlas mientras las agarraderas estén ajustadas.
- Los balones y similares deben instalarse en forma que no se ejerza una tensión apreciable sobre el vidrio. Los balones siempre se deben soportar por debajo, y con una agarradera alrededor del cuello.
- El calor debe aplicarse a través de una placa o camisa calefactora y/o sobre un baño de arena. Debe evitarse la aplicación directa de la llama.
- Los recipientes con camisa de vacío, las botellas termo y los frascos Dewar deben colocarse en recipientes de metal, madera o fibra, para confinar los fragmentos de vidrio en el caso de roturas. No debe usarse una cinta negra para proteger estos recipientes, pues la misma elimina el valor aislante del espejado.
- El aire comprimido usado en forma incorrecta, puede romper fácilmente los recipientes de vidrio. Debe asegurarse que el aire no fluya a un régimen demasiado alto, y que haya un venteo adecuado para su escape a fin de evitar la elevación de presión dentro de todo recipiente de vidrio.
- Cuando un recipiente se carga con líquido a temperatura inferior a la ambiente, debe quedar suficiente espacio vacío para la expansión térmica del líquido.
- Cuando se llene un recipiente con agua para congelar, no se lo debe cerrar y además deberá preverse dejar espacio para el aumento de volumen que se produce en el congelamiento.
- Cuando un recipiente se llena con un líquido caliente, no se debe cerrar en forma ajustada hasta que el líquido no se haya enfriado hasta temperatura ambiente.
- El material de vidrio que se ha usado con productos corrosivos o tóxicos, se debe lavar perfectamente antes de volverlo a usar.
- Toda botella que contenga ácidos o líquidos corrosivos o inflamables, debe transportarse en cestos o recipientes protegidos. Los recipientes de vidrio llenos, de más de tres litros de capacidad, cualquiera sea el contenido, deben transportarse en cajas de madera, bolsas de lona o equivalentes.

### **8.4. Manipulación de Termómetros**

- Es conocida por todos la fragilidad de los termómetros; toda rotura de uno de ellos implica la contaminación con el fluido de medición (que en algunos casos es mercurio).
- Frente a la rotura de un termómetro, se recomienda suspender la tarea y proceder a la descontaminación, eliminando todo vestigio de mercurio. De ser necesario, deberá desarmarse el aparato donde estuviera instalado el termómetro y limpiar el mercurio que pudiera haber penetrado entre sus componentes.
- Antes de decidir el uso de un termómetro verifique que su graduación sea acorde con la temperatura a medir. Si ésta se desconoce, proceda a emplear un termómetro de mayor rango de escala a fin de seleccionar posteriormente el más adecuado.

- Si debe ajustar un termómetro a corchos o tapones, tenga presente las indicaciones desarrolladas para el trabajo con tubos y varillas de vidrio.

### **8.5. Limpieza del Material de Vidrio**

El material de vidrio se usa para muchos propósitos en el Laboratorio y se contamina con una amplia gama de productos y sustancias químicas. Por ello no hay un sólo método de limpieza que pueda ser usado en todas las circunstancias. Durante el trabajo en el laboratorio el material puede ensuciarse con depósitos que se adhieren al vidrio, y para eliminarlos puede ser necesario un procedimiento de limpieza que involucre el uso de productos tóxicos y corrosivos, cuyo uso requiere la implementación de las medidas de seguridad correspondientes. El uso de calor y agitación ultrasónica puede ayudar en los procedimientos de limpieza del material, fundamentalmente para remover depósitos inorgánicos y cristalinos.

Cuando se conoce la composición del material que ensucia o se deposita en el vidrio, es más fácil seleccionar el procedimiento de limpieza adecuado y más seguro. Existen en el comercio varias soluciones acuosas de limpieza seguras que pueden ser usadas rutinariamente. Siempre es aconsejable enjuagar primero el material con el solvente adecuado. Se puede usar una piletta o recipiente con agua para este primer enjuague. El líquido de enjuague debe envasarse y tratarse como residuo especial.

Las soluciones de limpieza que se pueden adquirir en el comercio, contienen álcalis, quelantes y/o surfactantes y pueden ser usadas a temperatura ambiente o calentando hasta ebullición con ventilación adecuada porque desprenden vapores cáusticos que pueden ser nocivos. Las principales ventajas de estas soluciones incluyen su baja toxicidad y fácil disposición final.

La abrasión física es otro procedimiento a considerar para la limpieza de productos adheridos a vidrio. Esta abrasión se puede llevar a cabo con cepillos y arena, polvo limpiador, esferas de vidrio, etc. Si se usa arena debe tenerse cuidado para que no contenga piedras o elementos filosos que podrían raspar y romper el vidrio. Se sugiere también el uso de cloruro de sodio en éter de petróleo, cloruro de metileno o acetona, que no raya el vidrio y puede ser removido fácilmente con agua, teniendo mínimos problemas para su disposición final.

La solución o mezcla sulfocrómica (ácido crómico) es una solución para limpieza profunda de vidrio sobre todo cuando tiene incrustaciones de grasas y productos orgánicos. Esta solución se prepara con ácido sulfúrico concentrado y dicromato de potasio y contiene Cr (VI), un metal altamente tóxico (carcinogénico y mutagénico) y de disposición muy costosa. La mezcla sulfocrómica tiene color pardo que le imparten los iones de Cr (VI) y a medida que se va agotando estos iones se reducen a Cr (III) de color verde. En general se sumerge el material en esta mezcla a temperatura ambiente durante una noche y luego se enjuaga repetidamente. La mezcla puede usarse hasta 80 °C.

Soluciones conteniendo persulfato de amonio  $[(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8]$  y ácido sulfúrico puede utilizarse en reemplazo de las soluciones sulfocrómicas. A estas soluciones puede agregarse periódicamente más persulfato y ácido, a medida que se van agotando.

Para la limpieza de productos orgánicos se usan soluciones alcohólicas de hidróxido de potasio. Se aconseja usar estas soluciones a aproximadamente 65 °C sumergiendo el material de vidrio hasta 10 min. Inmersiones por períodos más prolongados pueden atacar el vidrio (se pone opaco). Estas soluciones se preparan con alcohol etílico, agua e hidróxido de potasio o sodio.

Para casos especiales de depósitos metálicos o carbonados se pueden usar soluciones con ácido fluorhídrico (1-5%). Estas soluciones son corrosivas y peligrosas para el contacto con humanos. Actúan en unos minutos y atacan fácilmente al vidrio. Otras soluciones de limpieza que requieren medidas de seguridad especiales son mezclas de ácido sulfúrico concentrado y ácido nítrico fumante.

En todos los casos después de la acción de la solución de limpieza elegida se deben realizar varios enjuagues del material con agua corriente y un último enjuague con agua destilada.

El material de vidrio se puede secar en estufa teniendo precaución de usar temperaturas por debajo de 50 °C para proteger el material volumétrico. Resulta conveniente destinar una estufa del Laboratorio sólo para secar este material.

## ANEXO 2: MANIPULACION, ALMACENAJE Y ELIMINACION DE PRODUCTOS

### 1. Manipulación

Una correcta manipulación es uno de los factores clave para la prevención de accidentes, especialmente cuando se usan productos peligrosos. Con frecuencia, la industria en general informa de casos de operarios o empleados heridos; la mayoría de tales accidentes se pueden atribuir a descuidos y a errores en la manipulación de equipos y/o productos por parte del accidentado o de sus compañeros.

Mantener el Laboratorio en condición de **limpieza** elimina muchos de los factores peligrosos; el **orden** es otro factor fundamental. Para ello, los pisos, estantes y mesas de trabajo deben mantenerse sin materiales extraños, libres de productos químicos o equipos que no se usen.

### 2. Almacenaje

Un almacenaje apropiado de productos químicos deberá tender a maximizar la seguridad en el uso de dichos productos, teniendo en cuenta las compatibilidades entre los compuestos a almacenar, el control de pérdidas y derrames que pudieran ocurrir, el control de probables eventos de fuego y explosión, etc. Un buen sistema de almacenaje deberá proveer además de seguridad, una buena identificación del producto y deberá ser “amigable” para los usuarios.

Muchos de los productos químicos que se utilizan en el laboratorio, además de presentar riesgos por sí mismos, en contacto con otros productos pueden producir reacciones muy peligrosas. El almacenaje incorrecto de determinadas sustancias puede dar origen a accidentes que afecten a la salud de las personas y también al medio ambiente. Para evitar estos problemas, es necesario tener en cuenta determinadas precauciones y medidas de seguridad:

- Tener adecuados sistemas de drenaje tales como rejillas en el piso, canalizaciones, etc., para controlar los eventuales derrames que pudieran ocurrir.
- Delimitar las áreas de almacenaje y no mantener próximas sustancias peligrosas o reactivas. Los productos químicos incompatibles deben estar separados físicamente, para evitar derrames y prevenir reacciones químicas entre ellos. Se pueden emplear gabinetes separados o áreas aisladas dentro de un espacio general para el almacenaje de productos incompatibles.
- Almacenar las sustancias peligrosas, agrupadas por el tipo de riesgo que pueden generar (toxicidad, incendio, etc.) y respetando las incompatibilidades que existen entre ellas: por ejemplo, las sustancias combustibles y reductoras deben estar separadas de las oxidantes y tóxicas.
- Cada área de almacenaje se debe identificar claramente, indicando los riesgos potenciales de los productos allí almacenados. Esta identificación debería colocarse en la parte media o baja de los gabinetes para que sea visible, aún en casos en que exista humo en el ambiente del Laboratorio por algún accidente.
- No se deberían comprar o aceptar donaciones de productos químicos que no se van a utilizar en lo inmediato. En el caso de productos vencidos o deteriorados, que no se usarán, se deben tratar como “desechos” quitándolos inmediatamente del área de almacenaje.
- Guardar en los lugares de trabajo las cantidades de productos químicos que sean estrictamente necesarias. De este modo, es más fácil aislar y disminuir los peligros que se derivan de su manipulación y dotar a las instalaciones y locales de los medios de seguridad adecuados.
- Sólo pequeñas cantidades de algunos productos químicos que se usarán en un tiempo corto, se pueden almacenar en las áreas individuales de trabajo, evitando la generación de vapores tóxicos y disminuyendo los riesgos de derrames, fuego, etc. Estos productos deben estar convenientemente rotulados.
- Controlar periódicamente el estado de seguridad de los envases, verificando que los recipientes de los productos almacenados no hayan sufrido derrames o daños. Todos los recipientes deben almacenarse bien cerrados para evitar el contacto con el aire y humedad.
- Conocer la peligrosidad de las sustancias almacenadas y las medidas de protección y prevención.

- No colocar cajas u objetos obstruyendo las entradas o salidas de los lugares de almacenamiento. Dividir las superficies de los locales en secciones distanciadas unas de otras, que agrupen los distintos productos, identificando claramente qué sustancias son y su cantidad. En el caso de una fuga, derrame o incendio, podrá conocerse con precisión la naturaleza de los productos almacenados y actuar con los medios adecuados. También se deben despejar los accesos a las puertas y señalar las vías de tránsito.
- Proteger de las radiaciones solares y de la lluvia los envases almacenados en el exterior. Tener en cuenta que el frío y el calor deterioran el plástico, por lo que este tipo de envases deben ser revisados con frecuencia y mantenerse protegidos del sol y de las bajas temperaturas.
- No dejar abierto un envase que contiene una sustancia peligrosa ni realizar operaciones de trasvase dentro del área de almacenaje. Evitar realizar trabajos que produzcan chispas o que generen calor (esmerilar, soldar, amolar, etc.) cerca de las zonas de almacenamiento.
- No almacenar productos a nivel del piso. Se aconseja usar estantes o gabinetes bajos, con un borde externo para evitar que se vuelquen las botellas o recipientes. Estos estantes no deben sobrecargarse y deberían sujetarse firmemente a la pared o al piso.
- Almacenar ácidos y bases separados entre sí y sobre bandejas que permitan contener eventuales derrames en caso de rotura del recipiente.
- Elegir el recipiente adecuado para guardar cada tipo de sustancia química y tener en cuenta el posible efecto corrosivo que pueda tener sobre el material de construcción del envase.
- Guardar sólo pequeñas cantidades de productos en recipientes de vidrio, ya que este material es muy frágil. Esta clase de envases deben transportarse protegidos y las botellas de más dos litros tienen que disponer de un asa que facilite su manejo.
- En los casos que se compren productos nuevos o poco conocidos, debe solicitarse al proveedor la información adecuada y necesaria sobre los mismos.
- Todas las botellas y recipientes deben estar perfectamente identificados. En caso de duda sobre la composición de un producto, debe descartarse.
- Utilizar bandejas para contención de derrames cuando se almacenan productos corrosivos.
- Los hidrocarburos u otros líquidos inflamables se deben guardar en latas seguras y en gabinetes adecuados. Se debe evitar guardar líquidos de bajo punto de inflamación en recipientes de vidrio mayores de un litro.

### 3. Sistema de Almacenaje y Etiquetado: J.T. Baker

Un sistema utilizado para el etiquetado de productos químicos es el "J.T. Baker SAF-T-DATA Labeling System" que hace uso de números, dibujos y colores para identificar riesgos potenciales, describir medidas precautorias y brindar recomendaciones para el almacenamiento.

Los colores indican los riesgos potenciales	Los números indican los grados de riesgo	
<b>Rojo: riesgo de incendio (inflamabilidad)</b>	<b>4</b>	<b>Riesgo extremo</b>
<b>Azul: riesgo para la salud (toxicidad)</b>	<b>3</b>	<b>Riesgo serio</b>
<b>Amarillo: riesgo de reacción (reactividad)</b>	<b>2</b>	<b>Riesgo moderado</b>
<b>Blanco: riesgo de contacto (corrosividad)</b>	<b>1</b>	<b>Riesgo leve</b>
	<b>0</b>	<b>Riesgo mínimo o inocuo</b>

Si el producto no se encuentra en dicho Catálogo, se puede consultar el Material Safety Data Sheet (MSDS) o Ficha de Datos de Seguridad (FDS) y en base al riesgo principal que presenta, asignarle el

color de almacenaje. En el capítulo correspondiente a MSDS de este manual se indican sitios de Internet para obtener dichos MSDS.

La recomendación del sistema Baker para almacenar productos químicos se basa en la clasificación de los materiales en diferentes categorías **según el riesgo principal** que presentan. Se establecen las siguientes áreas de almacenaje, identificadas con los colores correspondientes:

**Area Roja (Inflamables):** no utilizar estantes o gabinetes de madera. El lugar debe ser fresco y estar alejado de fuentes de calor, chispa o llama. Esta área debe estar ventilada, es aconsejable el uso de extractores. Los materiales altamente inflamables **no se deben almacenar** en heladeras domésticas cuyos circuitos eléctricos no están preparados para ello.

**Area Blanca (Corrosivos):** no utilizar estantes o gabinetes metálicos.

**Area Amarilla (Reactivos):** no utilizar estantes o gabinetes metálicos.

**Area Azul (Peligrosos para la Salud):** utilizar estantes o gabinetes con extractores y las medidas de protección personal necesarias.

**Area Verde (Bajo Riesgo):** se pueden utilizar estantes o gabinetes de madera o metal cerrados. Colocarlos en lugares frescos y lejos de la luz solar directa.

**Rayas Diagonales:** incompatibles con otros materiales del mismo color, deben separarse de los mismos.

Cuando un material presenta varios riesgos importantes se le da **prioridad para el almacenaje al riesgo de incendio** y se clasifica el producto como **inflamable**.

#### 4. Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA)

Este sistema, que responde al acrónimo en inglés **GHS** (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals), está diseñado para estandarizar y armonizar la clasificación y etiquetado de productos químicos a nivel mundial. Sus objetivos son:

- Definir los peligros de los compuestos químicos para la salud, el medio ambiente y físicos.
- Crear procesos de clasificación que utilicen datos disponibles sobre los compuestos químicos y los comparen con criterios de peligros definidos.
- Comunicar la información sobre los peligros de los productos químicos en carteles y fichas de seguridad.

Diferentes países y organismos a nivel mundial utilizan muchos sistemas para clasificar y etiquetar productos químicos, en algunos casos estos sistemas pueden confundir y un mismo producto puede ser clasificado en diferentes categorías. Para soslayar estos inconvenientes las Naciones Unidas en 1992 implementaron este SGA, tomando como mayores contribuyentes cuatro de los sistemas existentes en NU, USA, UE y Canadá y considerando también aportes de otros sistemas.

Las principales características del SGA son: no reducirá los niveles de protección; se basará en las propiedades de peligro intrínsecas de los compuestos químicos, cubriendo todos los tipos y reemplazará a todos los sistemas actualmente vigentes.

El SGA también considera el diseño de etiquetas con pictogramas y frases y de los MSDS con sus diferentes secciones, comparándolos con los de otros sistemas e indicando el contenido obligatorio de información que debe tener un MSDS.

Para ampliar esta información consultar la siguiente página web:

<http://www.osha.gov/dsg/hazcom/ghs.html>

#### 5. Incompatibilidad entre Productos Químicos

Se define como incompatibilidad entre productos químicos a la condición por la cual determinados productos se tornan peligrosos cuando se manipulan o almacenan próximos a otros, con los cuales pueden reaccionar. Los agentes oxidantes son considerados los más peligrosos en este sentido, pues durante una reacción química entregan oxígeno. Algunas veces ese desprendimiento de oxígeno



puede ser muy elevado, con fuerte generación de calor, lo que puede provocar incendio o explosión. Cuando un agente oxidante es almacenado próximo a un producto combustible y, por una razón cualquiera (daño en el embalaje o volatilización) entran en contacto, existe una alta probabilidad de que se inicie un incendio o se produzca una explosión.

Los materiales incompatibles deben separarse, teniendo en consideración otras propiedades del mismo. Para ello, el sistema Baker establece que cuando dos materiales tienen algún riesgo severo, por ejemplo son altamente inflamables, se les asigna el color rojo correspondiente a productos inflamables. Si alguno de ellos es también altamente reactivo, por ejemplo con el agua, llevará el color "rojo rayado" que indica que es inflamable pero incompatible en cuanto a su almacenaje con otros inflamables. Así se evita que estos materiales estén en el mismo área si se desencadena un evento de incendio en cuya extinción se usará agua. Los ácidos fuertes tienen color de almacenaje blanco, igual que las bases fuertes porque ambos son altamente corrosivos. Sin embargo las bases tienen color de almacenaje "blanco rayado" porque no pueden almacenarse junto con los ácidos por ser altamente reactivos entre sí.

## 6. Derrame de Productos Químicos

Ante la situación de un derrame de un producto químico, deben considerarse las siguientes reglas generales:

- Determine el método de limpieza apropiado, consultando la información provista por el fabricante del producto o mediante los MSDS obtenidos por Internet.
- No intente ninguna acción si no se está seguro del procedimiento a seguir. Solicite ayuda de inmediato.
- No intente la limpieza si no se dispone de los elementos protectores adecuados.
- Si el derrame es menor, y sus efectos conocidos, límpielo inmediatamente.
- Si el derrame es de composición desconocida o con un alto riesgo potencial (vapores tóxicos y/o explosivos, alta corrosividad, etc.), alerte a todas las personas presentes y evacue el lugar. Solicite ayuda y asesoramiento de inmediato.

### 6.1. Neutralización de Derrames de Ácidos y Bases Fuertes en Solución

Si en el Laboratorio ocurre un **derrame de algún ácido inorgánico fuerte** (sulfúrico, clorhídrico, nítrico, etc.), los pasos a seguir para neutralizar dicho derrame son los siguientes:

- Use ropa apropiada, antiparras, guantes y máscara respiratoria.
- Detenga el derrame si es posible hacerlo sin riesgo, rodee la zona del derrame con material absorbente (arena) para contenerlo.
- No use agua especialmente si se trata de ácidos concentrados.
- Neutralice el derrame y/o lave con carbonato de sodio o cal y arena. Agregue neutralizante verificando con papel indicador de pH hasta que esté neutro. Son recomendables una serie de **neutralizantes comerciales de ácidos** que pueden ser adquiridos, de los proveedores de productos químicos más reconocidos y pueden consultarse en diferentes catálogos de productos, dentro de la sección "Seguridad".
- Absorba con un material inerte (vermiculita, arena seca, tierra). Coloque el material en un recipiente limpio y seco, tape y rotule claramente. No lo mezcle con otros residuos.

En el caso especial del **ácido perclórico** se aconseja contener los derrames, lavando primero con abundante agua, neutralizando con un agente reductor débil (hipobisulfito o alguna sal ferrosa) y ácido sulfúrico (actúa como catalizador), y finalmente, aplicando carbonato de sodio o cal como se indicó anteriormente. Estas medidas deben tenerse en cuenta porque el ácido perclórico además de ser corrosivo es un oxidante fuerte.

Los **neutralizantes comerciales** ofrecen una serie de ventajas:

- Permiten una neutralización rápida y controlada.

- Sufren un cambio de color visible que indica la neutralización completa.
- Los residuos que quedan después de la neutralización, contienen sales no peligrosas para la salud y el medio ambiente.

La reacción de **neutralización con carbonato de sodio**, es relativamente violenta y puede causar explosión y excesivo calor, lo cual representa un peligro para el operador y para las instalaciones. Además la aplicación de una cantidad excesiva de carbonato de sodio, puede generar una solución fuertemente alcalina, potencialmente peligrosa.

Si se produce un evento de **derrame de una solución de una base fuerte**, hidróxidos de sodio, potasio o amonio, el procedimiento a seguir para neutralizarlo es el siguiente:

- Use ropa adecuada y evite que escurra por las piletas o mesadas conteniéndolo con un absorbente (arena).
- Diluya con agua fría y neutralice con una solución diluida (5 %) de un ácido (clorhídrico, sulfúrico, acético) verificando con papel indicador de pH.
- Absorba los residuos neutralizados con arena, arcilla, vermiculita u otra sustancia inerte. Al igual que para los ácidos se pueden adquirir **neutralizantes de bases de origen comercial**, cuyas ventajas ya han sido mencionadas.
- Coloque los residuos en un recipiente apropiado y no los mezcle con otros residuos.

### **6.2. Control de Derrames de Líquidos Inflamables**

- Ventile el área de derrame y remueva inmediatamente toda posible fuente de ignición.
- Use ropa apropiada, antiparras, guantes y máscara respiratoria.
- Cuando sea posible, contenga y recupere el líquido, usando equipos y herramientas que no produzcan chispas (no metálicos).
- En caso de haber vapores en el ambiente, se puede nebulizar agua para contenerlos.
- Colecte el líquido en un contenedor apropiado, o absórbalo y conténgalo con un material inerte, tal como: vermiculita, arena seca, tierra, etc. Es recomendable una mezcla carbonato de sodio o calcio/bentonita/arena (1:1:1). Se pueden usar también absorbentes de origen comercial, que reducen los vapores tóxicos o explosivos, aumentando el punto de encendido. **No use aserrín, papel, u otro elemento combustible.**
- Coloque los residuos en un recipiente apropiado y rotulado, no los mezcle con otro tipo de residuos. Si el líquido colectado es altamente volátil y la cantidad colectada es pequeña, se puede eliminar dejándolo evaporar completamente bajo campana.

### **6.3. Control de Derrames de Materiales Oxidantes**

Los pasos a seguir si ocurre un derrame accidental de un producto oxidante son los siguientes:

- Use ropa adecuada para protegerse, guantes, máscara respiratoria y antiparras.
- Detenga el derrame si no implica riesgo.
- Mantenga elementos combustibles (madera, papel, aceite, etc.) lejos del material derramado.
- Lave el área con abundantes cantidades de agua.

En el caso de derrame de hipoclorito de sodio (**NaClO**), se puede absorber con material inerte (arena seca, vermiculita, tierra) y colocar en un recipiente adecuado. No use aserrín (combustible).

El nitrato de sodio sólido (**NaNO<sub>3</sub>**), cuando se derrama, se debe contener evitando que se disperse polvo en el aire, nebulizando agua, por ejemplo.

### **6.4. Control de Derrames de Líquidos No Inflamables (CCl<sub>4</sub>):**

Para absorber derrames de este tipo de líquidos, utilice carbón activado o algún agente neutralizante comercial como absorbente. Puede usarse también una mezcla carbonato de sodio o calcio/bentonita/arena (1:1:1) como absorbente.

### 6.5. Contención de Derrames de Sólidos

Si el producto no puede mojarse con agua, para recuperarlo se puede utilizar aspiración o vacío, evitando que se disperse polvo en el ambiente. Cuando se trata de un producto que puede mojarse con agua, se puede evitar la dispersión del sólido espolvoreando con agua fría en el propio lugar de derrame, o absorbiéndolo y luego espolvoreando con agua bajo campana. Consulte los MSDS de cada producto para encontrar el absorbente y neutralizante más conveniente en cada caso.

### 6.6. Contención de Derrames de Mercurio Metálico

Si bien se trata de evitar en lo posible el uso de elementos y equipos que contengan mercurio, si ocurre un **derrame accidental** se debe proceder como se indica a continuación:

- Protéjase con la ropa adecuada: guantes y anteojos de seguridad (si el derrame es pequeño) y máscara respiratoria (si el derrame involucra cantidades más grandes con riesgo de inhalar vapores).
- Colecte la mayor parte del mercurio con gotero o con vacío. Considere la posibilidad de reuso o reciclado.
- Espolvoree el área de derrame con azufre en polvo.
- Colecte el derrame en un recipiente de plástico o vidrio, colóquelo dentro de otro recipiente de plástico para evitar roturas o derrames y rotulelo claramente.
- Coloque todos los elementos contaminados (guantes, goteros, papel, etc.) en una bolsa de plástico y dispóngala como material contaminado convenientemente rotulada.

Otro procedimiento de contención de derrames de mercurio involucra la **formación de una amalgama con polvo de Zn u otros productos comerciales**:

- Use la ropa adecuada (ver inertizado con azufre).
- Colecte la mayor parte del mercurio (ver inertizado con azufre).
- Espolvoree toda el área del derrame con Zn en polvo y luego nebulice una solución diluida (5-10 %) de  $H_2SO_4$ . Esto puede reemplazarse por un amalgamante comercial siguiendo las indicaciones de uso del fabricante. Se pueden adquirir también productos para limpieza que proveen el agente amalgamante, esponja, etc.
- Trabaje la mezcla con una esponja hasta que se forme una pasta consistente. Limpie con una esponja toda el área de derrame incluyendo grietas o hendiduras.
- Minimice el uso de herramientas que se contaminarán. Puede usar papel para ayudar en el procedimiento de limpieza.
- Después que la pasta se ha secado, colóquela en un recipiente de plástico. Coloque también en una bolsa plástica todos los instrumentos usados para la limpieza (guantes, papel, esponja, etc.). Rotule la bolsa y dispóngala como material contaminado.

Los equipos que utilizan mercurio deben colocarse sobre bandejas o recipientes contenedores de plástico por si ocurre algún derrame. Si se va a transferir mercurio desde un recipiente a otro hacerlo también sobre bandeja de plástico y bajo campana.

Para derrames pequeños usar anteojos de seguridad y guantes apropiados (consultar los correspondientes MSDSs).

En lo que respecta a la **rotura de termómetros con mercurio**, debe recogerse todo el mercurio y limpiar el equipo en el que se estaba utilizando dicho termómetro, en la forma ya indicada, si el termómetro se ha roto dentro del mismo. El vidrio debe almacenarse convenientemente rotulado como vidrio contaminado con mercurio.

Considere la posibilidad de reemplazar los termómetros de mercurio por termómetros con otro tipo de fluidos, o utilizar termómetros de mercurio con protección de teflon contra roturas.

### 6.7. Consultas en Internet

<http://www.insht.es/portal/site/Insht/>

Enlace de la página WEB del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España. Ingresar en Accesos rápidos NTP y buscar NTP 399 (Seguridad en el Laboratorio: Actuación en Caso de Fugas o Vertidos). Se dan ejemplos de procedimientos de neutralización y absorción de productos químicos.

<http://www.ehs.okstate.edu/hazmat/LABMAN.htm>

Manual de Seguridad de la Oklahoma State University, USA. Consultar en: "Chapter 1: Emergency Response / Chemical Spills".

## 7. Eliminación de Productos

- **Vidrios rotos:** a fin de proteger a todos los empleados, los vidrios rotos se deben desechar en los recipientes destinados para ello. Estos no deben usarse para eliminar otras cosas, a fin de evitar accidentes.
- **Trapos y papeles sucios:** Estos materiales deben tirarse en recipientes metálicos con tapa. Estos residuos nunca deben tirarse en los cestos de papeles.
- **Solventes y gasolinas:** Los solventes y naftas, una vez que no se usan más deben guardarse en latas seguras que serán provistas para este fin y que estarán convenientemente rotuladas. Debe verificarse la compatibilidad química entre los solventes a eliminar por este medio. Una vez llenas las latas, se informará al supervisor, quien dispondrá las medidas necesarias.
- **Productos químicos explosivos y peligrosos:** Los productos químicos que sean peligrosos o explosivos, deben transformarse en otros derivados sin peligro, una vez que se dejen de usar. Esto deberá ser ejecutado por personal calificado.
- **Ácidos y álcalis fuertes:** Se deben desechar como residuos acuosos.
- **Aceite y grasas:** Los aceites y grasas que deben eliminarse se colocarán en recipientes dispuestos para ese fin.
- **Sodio y potasio metálicos:** Para eliminar el sodio o potasio metálicos se deben disolver previamente en forma total en alcohol de la mayor pureza; la solución se puede almacenar luego como residuo no peligroso. Debe prestarse gran cuidado en estas operaciones a fin de evitar contacto con la materia orgánica.
- **Mercurio:** El mercurio **no debe** considerarse un producto a eliminar. Toda muestra sucia u oxidada se debe colocar en un recipiente de vidrio y recuperar por medio de técnicas especiales. Se debe evitar que vayan residuos de mercurio a piletas o cañerías de plomo, pues este material es rápidamente atacado. El mercurio derramado debe limpiarse de inmediato y completamente, pues sus vapores son tóxicos. Todo residuo de mercurio metálico debe inertizarse espolvoreándolo con azufre en polvo para luego recogerlo en recipientes que serán enviados a recuperación.
- **Recipientes vacíos:** No se deben colocar las botellas o cualquier otro recipiente vacío en los cestos de papeles, pues al eliminar el contenido de este último se puede crear un peligro para el personal. Los recipientes que no se puedan volver a usar, se deben desechar en los lugares indicados para ese fin.

## ANEXO 3: ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL

### 1. Aspectos Generales

Equipos y elementos de protección personal son **todos los dispositivos, accesorios y vestimentas de distintos diseños que emplea el individuo para protegerse de posibles lesiones.**

De la definición se desprende que el elemento de protección **no elimina el riesgo.**

Las acciones a seguir antes de tener que optar por el uso de un elemento de protección son:

- Eliminar o minimizar el riesgo.
- Alejar al individuo del riesgo.
- Aislar el riesgo.

En caso que ninguna de estas posibilidades sea factible **-y no se considera solución factible aquella que sea parcial-** se debe **proteger** al individuo.

La normativa vigente, tanto a nivel nacional como provincial, establece que:

- Es obligación del empleador proveer el equipo de protección.
- Es obligación del empleado usarlo, conservarlo en buen estado y denunciar cualquier anomalía en el mismo.

La determinación de la necesidad del uso de equipos y elementos de protección personal, condiciones de utilización y vida útil, estará a cargo de personal responsable. Una vez establecida la necesidad del uso, su empleo será **obligatorio.**

Los equipos y elementos de protección personal que tengan contacto con la epidermis, serán de uso individual y no intercambiables, por razones de practicidad e higiene.

### 2. Protecciones

#### 2.1. De la Cabeza

Se debe ser consciente que la cabeza es para absorber conocimientos y no golpes, por lo tanto, toda persona que pueda estar sometida durante su jornada laboral (total o parcialmente) a un riesgo de golpes en la cabeza, debe usar **en forma obligatoria** un casco seleccionado por personal idóneo.

#### 2.2. Auditiva

Todo ambiente de trabajo cuyo *nivel sonoro continuo equivalente* supere los 90 dBA requiere, para permanecer en el mismo, el uso de un protector auditivo adecuado, seleccionado por personal idóneo. La medición de ese nivel sonoro debe ser realizada por personal capacitado.

Normalmente el nivel de ruido de un laboratorio no se aproxima al nivel indicado anteriormente (que está fijado por la Ley). Ante cualquier duda sobre el tema, se debe consultar con el supervisor.

#### 2.3. Oculares y Faciales

Se proveerá de anteojos protectores, antiparras y cubrecaras. Deben utilizarse cuando haya la mínima posibilidad de heridas por causa de objetos o salpicaduras de productos químicos. El uso de anteojos recetados no exime de la responsabilidad de emplear protectores oculares o faciales. Además de las protecciones, es necesario colocar una cubierta protectora alrededor de aparatos de vidrio que operen bajo vacío o que estén sometidos a presiones mayores que la atmosférica.

Las protecciones oculares y faciales deben reunir las siguientes condiciones:

- Sus armaduras serán livianas, indeformables al calor, no inflamables, cómodas, de diseño anatómico y de probada resistencia y eficacia.
- Cuando se trabaje con vapores, gases o aerosoles, las protecciones deberán ser completamente cerradas y ajustar perfectamente al rostro, con materiales de bordes elásticos.
- Para partículas no pulverulentas serán como las anteriores, permitiendo la ventilación indirecta.
- Cuando no exista riesgo de impacto de partículas duras, podrán utilizarse protectores de tipo panorámico con armazones y visores adecuados.

- Deberán ser de fácil limpieza y reducir lo menos posible el campo visual. Deben ser perfectamente transparentes, ópticamente neutras, estar libres de burbujas, estrías, rayaduras, ondulaciones u otro tipo de defectos y ser de tamaño adecuado.
- Si la persona necesitase cristales correctores, es aconsejable el uso de anteojos de seguridad con la graduación adecuada.
- Las lentes de contacto no deben utilizarse en el laboratorio. Los vapores de productos químicos pueden entrar en el espacio entre la lente y el globo ocular por acción capilar. Una vez que esto sucede, es muy difícil quitarlos. Si no se irriga el ojo dentro de los 15 segundos de haber estado en contacto con ciertos materiales corrosivos, se producirán lesiones permanentes.
- Ninguna clase de vidrio brinda protección para todas las longitudes de onda de las radiaciones láser. El protector tiene una atenuación máxima para una radiación de una longitud de onda específica, por lo tanto, no son de uso generalizado. Para la selección, uso y mantenimiento de esta clase de protectores se recomienda el asesoramiento de personal capacitado en el tema.
- En caso de alto riesgo de salpicaduras de ácidos o álcalis, se deberá usar una capucha de material resistente, con visor.

Si tuviera que utilizar una fuente lavaojos, recuerde que es aconsejable aplicar agua durante un tiempo no inferior a 15 minutos, abriendo y cerrando periódicamente los párpados.

#### **2.4. Respiratorias**

La presencia de humos, gases o vapores confinados constituye a menudo un riesgo en los laboratorios. Allí donde sea necesario trabajar bajo condiciones que supongan la presencia de los mismos, debe usarse protección respiratoria adecuada.

Todos los gases son peligrosos si se los inhala en concentraciones elevadas. Los gases *asfixiantes* pueden provocar la muerte al reemplazar el aire de los pulmones o al reaccionar en la corriente sanguínea. Los gases *irritantes* provocan la muerte por los dos mecanismos anteriores y también por quemaduras internas o externas; las quemaduras internas, a su vez, pueden provocar asfixia por hinchazón del sistema respiratorio.

Cualquier trabajo en el laboratorio que implique la formación de gases peligrosos debe realizarse **bajo campana**. En ciertos casos los sistemas de ventilación no pueden manejar adecuadamente los gases o vapores formados en una reacción química; si los mismos no funcionan correctamente, **se deberá suspender la operación** hasta que se disponga de mecanismos de ventilación adicional.

De existir dudas sobre el carácter tóxico de ciertos humos o sobre la disponibilidad de oxígeno, se deberá evacuar el área de inmediato. Cualquier persona que vuelva al lugar deberá hacerlo protegida con una máscara con suministro de oxígeno y no se permitirá el ingreso del personal hasta que se hayan eliminado las condiciones de riesgo.

Si se sospecha la presencia de una concentración peligrosa de gases inflamables deberá informarse de inmediato al supervisor y evacuar el área, desconectando todas las fuentes de ignición para eliminar el riesgo de incendio y/o explosión.

Las siguientes son algunas recomendaciones que es necesario tener presente con relación al uso de protectores respiratorios:

- El personal debe estar capacitado para seleccionar el tipo de máscara y/o filtro adecuado al riesgo; en caso de duda debe consultar al supervisor.
- El mantenimiento de las máscaras es responsabilidad de todos; para ello debe tenerse en cuenta:
  - no usar filtros vencidos;
  - no usar máscaras que no ajusten bien.
- Hacer todas las pruebas necesarias para cada tipo de máscara antes de entrar en una atmósfera contaminada. Asegurarse que haya un segundo hombre con máscara como reserva.
- Cada vez que se use una máscara con generador de oxígeno debe informarse, ya que el recipiente generador debe reemplazarse cada vez que se ha roto su sello. El cambio del recipiente lo hará solamente personal capacitado.
- El personal que trabaje con gases o líquidos que produzcan vapores de cualquier tipo debe conocer perfectamente las acciones asfixiantes o tóxicas de los mismos. Para ello se recomienda

leer las secciones correspondientes de este manual, así como la información suministrada por el proveedor de los productos (*Material Safety Data Sheet*, por ejemplo).

- Para el personal masculino que por su actividad deba usar máscaras (cualquiera sea su tipo), se recomienda evitar el uso de barba, ya que la misma impide un ajuste adecuado del elemento de protección, inutilizándolo.

Básicamente, las máscaras son de los siguientes tipos:

- Contra polvos o partículas tóxicas.
- Contra gases y vapores ácidos o tóxicos.
- Que combinan los dos tipos anteriores.
- Con suministro de oxígeno.

Las tres primeras utilizan filtros para filtrar el aire que ingresa a la máscara.

Página WEB para selección de máscaras y filtros: <http://3m.com/product/> (index: respirators).

### **2.5. De Manos y Pies**

La protección de los miembros superiores se efectuará por medio de guantes, mitones y mangas adaptadas a los riesgos a prevenir, y que permitan adecuada movilidad de las extremidades.

Los guantes pueden ser resistentes al calor o frío, resistentes al mojado (aluminizados), de trabajo para uso general o de "goma". Se pueden utilizar de látex (goma natural) o de gomas sintéticas (nitrilo) y no son de uso general para cualquier producto químico; se debe seleccionar aquél que sea apropiado al producto a manipular. Los guantes de látex no se deben utilizar para solventes o sustancias corrosivas. A menudo es aconsejable usar guantes antialérgicos y en algunos casos el "doble guante". Ante cualquier duda, consultar con su supervisor y en los correspondientes MSDS de los productos que está manipulando.

Es necesario verificar siempre que los guantes no tengan perforaciones antes de usarlos; pueden probarse inflándolos y sumergiéndolos en agua. Antes de quitarlos deberán lavarse para evitar contaminación de la parte interna, y luego deberán lavarse nuevamente por dentro y por fuera.

Deberán usarse botas de goma cuando se trabaje en lugares húmedos o con productos ácidos o cáusticos en grandes cantidades. Cuando la naturaleza del trabajo lo requiera, se deberán utilizar zapatos de seguridad.

La siguiente página WEB se puede consultar para selección de guantes:

<http://www.ehs.cornell.edu/lrs/manual/appendixf.cfm>.

## **3. Vestimenta de Trabajo**

La ropa de trabajo debe cumplir los siguientes requisitos:

- Ser de tela flexible, de fácil limpieza y desinfección y adecuada a las condiciones del trabajo y a las tareas a realizar.
- Ajustar bien al cuerpo, sin perjuicio de la comodidad y facilidad de movimientos.
- Siempre que las circunstancias lo permitan, las mangas serán cortas. Las mangas largas deberán ajustarse adecuadamente.
- Se eliminarán o reducirán en lo posible partes adicionales tales como bolsillos, botones, partes vueltas hacia arriba, etc., por razones de higiene y para evitar enganches.
- Se debe evitar el uso de elementos ajenos a la ropa de trabajo, tales como corbatas, bufandas, tirantes, cadenas, pulseras, anillos, etc. que puedan generar un riesgo adicional de accidentes.
- En casos especiales la ropa de trabajo será de tela impermeable, incombustible, de abrigo o resistente a sustancias agresivas.
- Siempre que sea necesario, se deberá disponer de delantales, chalecos y otros elementos de protección apropiados. Los delantales deberán ser de *goma* y nunca de plástico, debido a su potencialidad de generación de cargas estáticas.

## ANEXO 4: PROTECCION CONTRA INCENDIOS

### 1. Introducción

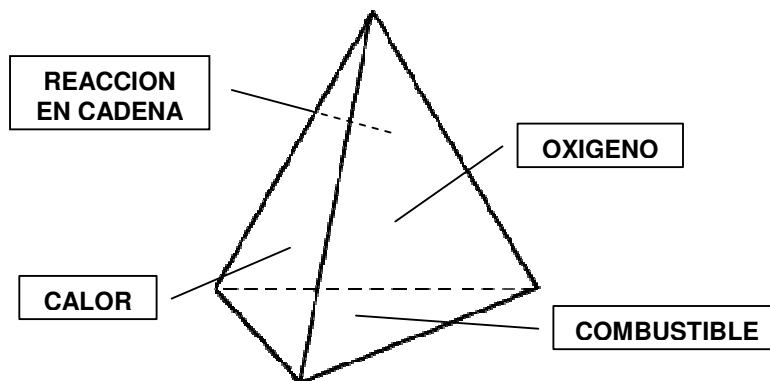
Los objetivos a cumplimentar son:

- Dificultar la iniciación de incendios.
- Evitar la propagación del fuego y los efectos de los gases tóxicos.
- Asegurar la evacuación segura de las personas.
- Facilitar el acceso y las tareas de extinción del personal de bomberos.
- Proveer los mecanismos y dispositivos de detección y extinción.

Si bien estos objetivos son claros, se debe tener presente que lo que se pretende es **evitar, mediante el diseño de las actividades y la disminución del riesgo, que se produzca un incendio**. Como obviamente la prevención absoluta es imposible de alcanzar, hay siempre probabilidades que el fuego pueda comenzar. Ante esta situación se deberá asegurar la sectorización del mismo para evitar su propagación, permitiendo al mismo tiempo la evacuación de las personas.

Podemos definir el fuego como un proceso de combustión caracterizado por una reacción química de oxidación (desde el punto de vista del combustible) de suficiente intensidad para producir luz, calor y en muchos casos llamas. Se debe tener en cuenta que muchos plásticos combustionan sin cumplir con la totalidad de las características mencionadas. La combustión genera suficiente cantidad de calor para mantener la temperatura necesaria para que la reacción prosiga.

El fuego se puede representar como un **tetraedro** en el que cada lado simboliza cada uno de los factores esenciales para su existencia: **combustible**, **comburente** (generalmente el oxígeno del aire); **calor** (para alcanzar la temperatura de ignición) y **reacción en cadena** (que contempla la naturaleza química del fuego). De esta manera cada uno de los factores está directamente adyacente y en conexión con los restantes tres. Retirar una o más de las caras del tetraedro hará que el fuego se extinga. El calor puede ser eliminado por enfriamiento, el oxígeno por exclusión del aire y el combustible por su remoción. En todos estos casos la extinción es un proceso **físico**.



### 2. Algunas Definiciones

- Temperatura de inflamación: es la menor temperatura a la que hay que elevar un líquido combustible para que los vapores que se desprendan formen, con el aire que los rodea, una mezcla que se inflame al acercar una fuente de ignición. Una vez retirada la fuente, la combustión no prosigue.
- Temperatura de ignición: se define como la mínima temperatura que debe alcanzar la mezcla de combustible y comburente para que se produzca la reacción de combustión. Una vez alcanzada dicha temperatura, el calor producido por la combustión será suficiente para que la reacción prosiga hasta que se agoten el combustible o el comburente.
- Temperatura de autoignición: es la mínima temperatura a la cual debe elevarse una mezcla de vapores y/o gases y aire para que encienda espontáneamente, sin necesidad de una fuente de ignición externa.



### 3. Parámetros que Rigen la Ignición y la Combustión

Hemos definido un modelo geométrico para el fuego, donde los cuatro factores descriptos tienen concurrencia simultánea, debiéndose verificar además que los mismos deben estar presentes en proporciones determinadas. Así como el calor debe ser suficiente para alcanzar la temperatura de ignición, la relación combustible - comburente debe estar dentro de los límites de inflamabilidad o explosividad. En caso de los materiales inflamables, estas proporciones se determinan como porcentajes en volumen de gas o vapor en aire, en condiciones normales de presión y temperatura.

Los porcentajes mínimos y máximos de gas o vapor combustible necesarios para formar mezclas explosivas se definen como **límite explosivo inferior** y **límite explosivo superior** respectivamente. El intervalo entre ambos límites se define como **rango inflamable o explosivo**. En el capítulo correspondiente a Material Safety Data Sheet (MSDS) de este manual se mencionan los límites explosivos en aire de los solventes más comúnmente usados en nuestros Laboratorios.

### 4. Anatomía del Fuego

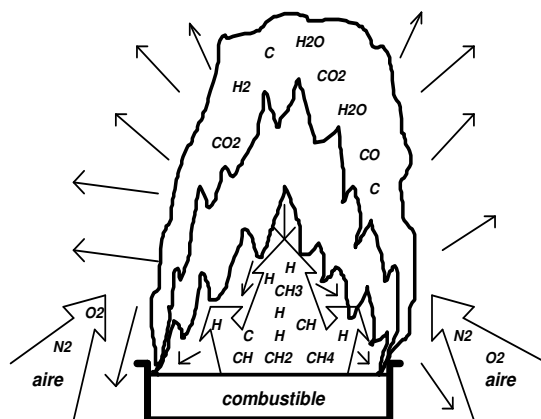
Los fuegos pueden ser clasificados en dos categorías:

- Llamas, ya sean luminosas o no luminosas, las que son evidencia directa de la combustión de gases o vapores.
- Superficie que arde, que tal como lo indica su nombre, no es una combustión en el espacio sino estrictamente una oxidación en la superficie del material, y que tiene los mismos niveles de temperatura que las llamas. Esta clase de fuego también recibe el nombre de superficie al rojo, brasa, incandescencia, etc..

Las llamas a su vez pueden clasificarse en:

- Llamas de gases premezclados como las que se encuentran en los quemadores, cocinas, estufas de gas, etc., que no se ajustan a las características generales del fuego que hemos enumerado.
- Llamas de difusión, que se obtienen de gases que no han sido previamente mezclados pero que se queman simultáneamente al mezclarse con el aire. Esta llama es la que nos interesa ya que caracteriza a los incendios.

La figura ha sido denominada "*La Anatomía del Fuego*" y muestra el mecanismo de la llama de difusión. Si bien el ejemplo se refiere a líquidos inflamables, es también válido para combustibles sólidos en los que sus vapores son destilados y bajo las condiciones de radiación de calor se disocian en moléculas simples, hidrógeno libre, radicales libres (que son moléculas fragmentadas) y carbón libre. Estos vapores se desprenden y empiezan a arder a sus límites superiores de inflamabilidad sólo cuando suficiente aire ha penetrado por difusión a través de la zona de la llama.



A medida que atraviesan esta zona van encontrando más aire y, por consiguiente, continúan quemando hasta que finalmente alcanzan su límite inferior de inflamabilidad (en los bordes exteriores de la zona de llama). Las moléculas más fácilmente oxidables son las que se queman primero y a medida que se prolonga la combustión le toca el turno a las más resistentes. Las partículas de carbón libres, que son las que dan luminosidad a la llama, son las más lentas en quemar; como generalmente

no hay presente suficiente cantidad de aire para quemar completamente el carbón, se produce la emisión de humo negro.

Nótese que la radiación de calor constituye un instrumento para:

- La alimentación de las llamas con vapores de combustible, en una forma de descomposición parcial.
- Conservar los niveles de temperatura que suministren la fuerza impulsora para el proceso de combustión.

En el caso de los combustibles sólidos el mecanismo es el mismo, pero con el agregado del tipo de combustión llamado "superficie que arde", que coexiste con el descripto. En este proceso se produce una carbonización seguida de volatilización, y la reacción con el oxígeno tiene lugar por difusión de éste, formándose como consecuencia un compuesto absorbido con el carbón. La descomposición de este compuesto, a temperaturas inferiores a los 890 °C, produce una mezcla de óxidos. A temperaturas más elevadas predomina el monóxido de carbono, el que se quema para formar dióxido en una reacción en cadena en estado gaseoso.

Respecto a la combustión de metales se conoce muy poco, fuera que la misma parece tener lugar en la superficie. Las llamas abiertas se producirán sólo cuando haya presentes combustibles volátiles.

También se formarán óxidos intermedios, pero a temperaturas extremadamente altas.

## 5. Clasificación de las Sustancias Según el Riesgo de Incendio

- **R1 - Explosivos:** sustancias o mezcla de sustancias susceptibles de producir en forma súbita una reacción exotérmica con generación de gran cantidad de gases. Ejemplos: ciertos nitroderivados orgánicos, pólvora, determinados ésteres nítricos, etc..
- **R2 - Inflamables:** líquidos que pueden emitir vapores que mezclados en proporciones adecuadas con el aire originan mezclas combustibles. Se los agrupa en dos categorías:
  - Inflamables de primera: aquellos cuyo punto de encendido es inferior a 40 °C. Ejemplos: nafta, benzol, acetona, etc.;
  - Inflamables de segunda: cuando su punto de encendido está comprendido entre 41 °C y 120 °C. Ejemplos: kerosene, gas oil, aguarrás, ácido acético, etc..
- **R3 - Muy combustibles:** materiales que expuestos al aire pueden ser encendidos y continúan ardiendo una vez retirada la fuente de ignición, tal como los hidrocarburos pesados, madera, papel, tejidos de algodón y otros.
- **R4 - Combustibles:** materiales que pueden mantener la combustión aún después de suprimida la fuente externa de calor, pero que por lo general necesitan un abundante flujo de aire. Se aplica a los materiales que están integrados por hasta un 30 % de su peso por materias muy combustibles; por ejemplo: cierto tipo de plásticos, cueros, lanas, madera, etc.
- **R5 - Poco combustibles:** materiales que se encienden al ser sometidos a altas temperaturas, pero cuya combustión invariablemente cesa al ser apartada la fuente de calor. Ejemplo: celulosas artificiales.
- **R6 - Incombustibles:** materiales que al ser sometidos al calor o la llama directa pueden sufrir cambios en su estado físico acompañados o no de reacciones químicas endotérmicas, sin formación de productos de combustión. Ejemplo: la mayoría de los metales.
- **R7 - Refractarios:** materiales que al ser sometidos a altas temperaturas (hasta 1.500 °C), aun durante períodos muy prolongados, no alteran ninguna de sus características físicas o químicas; por ejemplo el amianto y los ladrillos refractarios.

## 6. Clases de Fuegos

- **Clase A:** fuegos que se desarrollan sobre combustibles sólidos (madera, tela, papel, goma, plásticos termoendurecibles, etc.).

- **Clase B:** fuegos sobre líquidos inflamables, grasas, pinturas, ceras, asfalto, aceites, plásticos termofusibles, etc.
- **Clase C:** fuegos sobre materiales, instalaciones y/o equipos sometidos a la acción de la corriente eléctrica (motores, transformadores, cables, tableros, interruptores, computadoras, equipos de laboratorio).
- **Clase D:** fuegos sobre metales combustibles, tales como el magnesio, titanio, potasio, sodio, circonio, uranio, etc.
- **Clase K:** fuegos sobre aceites y grasas de origen vegetal y animal. Generan temperaturas mucho más altas que otros líquidos inflamables y requieren de agentes de extinción específicos (solución acuosa a base de acetato de potasio).

Esta es la llamada *Clasificación Universal* y es la que se emplea en nuestro país. Algunos países europeos utilizan otra en la que se separa los líquidos inflamables de los gases. Los matafuegos tienen en su etiqueta la identificación correspondiente al tipo de fuego al que están destinados.

## 7. Control de los Fuegos

La protección adecuada contra incendios se basa en cinco factores esenciales, los que bien aplicados proporcionan protección en todas las circunstancias, instalaciones y situaciones:

1. Determinación de los puntos que ofrecen peligro de incendio.
2. Determinación del número de extinguidores requeridos.
3. Determinación del tipo de extinguidor necesario.
4. Identificación adecuada del equipo.
5. Inspección y atención del equipo.

Todos los empleados deben conocer la posición de los extinguidores, salidas de emergencia y alarmas del sector donde habitualmente trabajan; deben leer y comprender las instrucciones estampadas en los extinguidores y conocer la ubicación de los equipos de protección y emergencias.

Es obligatorio controlar regularmente el estado de los extinguidores e informar al responsable de su reposición cuando alguno haya sido utilizado o esté próxima la fecha de vencimiento. Siempre deben estar libres los accesos a los equipos de emergencias

Para los casos donde pueda ser aplicado, se prefiere, en general, el extinguidor de dióxido de carbono, el cual es muy efectivo en incendios eléctricos y de aceites y solventes, aunque no es bueno para papel o madera y no debe usarse para metales combustibles.

Los extinguidores de polvo químico son los más efectivos para incendios prolongados de líquidos inflamables, pero no deben emplearse para compuestos auto-oxidantes.

El agua es lo mejor para enfriar paredes y equipos recalentados y es muy efectiva en incendios de papel, madera, trapos, etc. No debe emplearse para combatir fuegos de ninguna otra clase.

La espuma química es efectiva contra incendios prolongados de derivados líquidos del petróleo, pero para incendios dentro de un laboratorio no es mejor que el dióxido de carbono y además genera un serio problema de limpieza después de su empleo. No se recomienda contra solventes de alta presión de vapor, solventes clorados o solubles en agua.

PLAPIQUI dispone también de *mantas ignífugas* ubicadas en los sectores de los laboratorios y en el área de plantas piloto. Constate su ubicación y téngala presente.

Todo equipo para combatir incendios debe inspeccionarse anualmente. En PLAPIQUI esta tarea está a cargo de una empresa local.

En la tabla siguiente se resumen los distintos tipos de extinguidores y sus aplicaciones:

<b>Producto Extinguidor</b>						
<b>Clases de Fuego</b>	<b>Agua</b>	<b>Polvo ABC Polivalente</b>	<b>Dióxido de Carbono</b>	<b>Polvos Especiales</b>	<b>Agentes Halogenados</b>	<b>Acetato de Potasio</b>
<b>Combustibles Sólidos</b>	Muy Eficiente	Eficiente	No Es Eficiente	No Es Indicado	Eficiente	No Es Indicado
<b>Líquidos Inflamables</b>	No Debe Usarse	Muy Eficiente	Eficiente	No Es Indicado	Eficiente	No Es Indicado
<b>Materiales y Equipos Eléctricos</b>	No Debe Usarse	Eficiente	Muy Eficiente	No Es Indicado	Muy Eficiente	No Es Indicado
<b>Metales Combustibles</b>	No Debe Usarse	No Debe Usarse	No Debe Usarse	Eficiente	No Debe Usarse	No Es Indicado
<b>Aceites y Grasas Vegetales</b>	No Debe Usarse	No Es Indicado	No Es Indicado	No Debe Usarse	No Es Indicado	Eficiente

Referencia: Policía Federal Argentina – Superintendencia de Bomberos

## ANEXO 5: RESIDUOS PELIGROSOS

### 1. Introducción

Durante las últimas décadas ha surgido una gran preocupación ambiental y de salud por los problemas que originan los residuos, principalmente los denominados peligrosos. Esta preocupación que nació en los países con mayor desarrollo económico, obligó a encarar problemas de contaminación del medio ambiente y sus consecuentes efectos adversos en la salud pública.

La experiencia ha demostrado que para lograr un manejo adecuado de los residuos peligrosos, es necesaria una infraestructura que facilite tomar las acciones necesarias.

Se entiende que una adecuada gestión es aquella que contempla los procesos de generación, manipulación, acondicionamiento, almacenamiento, transporte, nuevo almacenamiento y destino o tratamiento final, todo ello sin causar impactos negativos ni al medio ambiente ni a los seres vivos, y de ser posible, con un costo reducido.

Los daños que se pueden ocasionar al medio ambiente y a la salud de la humanidad, y por tanto a los trabajadores por la incorrecta gestión de los residuos peligrosos, son de una enorme importancia.

En Argentina, las **Leyes Nacionales 24.051, 25.612** y sus decretos reglamentarios constituyen la legislación vigente. Estas Leyes se pueden consultar en:

<http://www.ambiente.gov.ar/>. Ingresar en: Marco Legal/Leyes/Ley nacional 24.051: Residuos Peligrosos.

<http://www.ambiente.gov.ar/>. Ingresar en: Marco Legal/Leyes/Ley 25.612: Gestión Integral de Residuos Industriales y de Actividades de Servicios.

En el ámbito de la Provincia de Buenos Aires se aplica la **Ley 11.720** y su reglamentación.

Es responsabilidad de PLAPIQUI cumplir con la legislación vigente en materia de residuos. Para ello, es conveniente elaborar normas internas que indiquen el protocolo a seguir por todo el personal.

Tanto en actividades de investigación como transferencia, se manejan gran variedad de productos y se efectúan diversas operaciones que conllevan la generación de residuos, en muchos casos peligrosos para la salud o el medio ambiente, además de los envases que los han contenido. Aunque el volumen de los residuos que se generan en los laboratorios normalmente es pequeño, sí se produce una gran variedad, algunos de los cuales son compuestos nuevos, de los que no se conocen exactamente sus características de peligrosidad, incluyendo los posibles efectos sobre el medio ambiente.

Para poder mantener buenas condiciones de trabajo en el laboratorio, debe incluirse en la organización del mismo, un programa o plan de gestión de residuos que permita una adecuada protección de la salud y del medio ambiente. No debe olvidarse que un residuo de un laboratorio suele ser una sustancia que muchas veces presenta peligrosidad y cuya identificación o almacenamiento inadecuados, constituye un riesgo añadido a los propios de la actividad del laboratorio.

### 2. Definiciones

**Residuos peligrosos** (ley 24.051): aquellos que puedan causar daño directa o indirectamente a seres vivos o contaminar el suelo, el agua, la atmósfera o el ambiente en general, así como los recipientes y envases que los hayan contenido. En particular son considerados peligrosos aquellos que se detallan en el anexo I, o que posean alguna de las características del anexo II de la ley 24.051.

**Generador:** cualquier persona física o jurídica cuya actividad, excluida la derivada del consumo doméstico, produzca residuos o que efectúe operaciones de tratamiento previo, de mezcla, o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de esos residuos.

**Poseedor:** el productor de los residuos o la persona física o jurídica que los tenga en su poder y que no tenga la condición de gestor de residuos.

**Gestor:** la persona o entidad, pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el generador de los mismos.

### 3. Gestión de Residuos

Se entiende por gestión, el conjunto de actividades encaminadas a dar a los residuos el destino final más adecuado.

**Gestión interna:** operaciones de manipulación, clasificación, envasado, etiquetado, recolección, traslado y almacenamiento dentro del lugar de trabajo.

**Gestión externa:** operaciones de recolección, transporte, tratamiento y eliminación de los residuos una vez que han sido retirados del centro generador de los mismos.

Son obligaciones de los generadores de residuos peligrosos:

- a) Separar adecuadamente y no mezclar los residuos peligrosos, evitando particularmente aquellas mezclas que supongan un aumento de su peligrosidad o que dificulten su gestión.
- b) Envasar y etiquetar los recipientes que contengan residuos peligrosos en la forma que reglamentariamente se determine.
- c) Llevar un registro de los residuos peligrosos producidos o importados y del destino de los mismos.
- d) Suministrar a las empresas autorizadas para llevar a cabo la gestión de residuos la información necesaria para su adecuado tratamiento y eliminación.

Los poseedores de residuos estarán obligados, siempre que no procedan a gestionarlos por sí mismos, a entregarlos a un gestor de residuos para su valorización o eliminación, o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración que comprenda estas operaciones. En todo caso, el poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad.

El CONICET Bahía Blanca utiliza los servicios de una empresa privada para la gestión externa de todos los residuos peligrosos, sólidos y líquidos generados en los Institutos.

*Tener presente que no se debe abandonar, verter o eliminar de forma incontrolada residuos y toda mezcla o dilución de residuos que dificulte su gestión.*

**Minimización de los residuos:** lo primero a tener en cuenta para una correcta gestión es **reducir** la cantidad (peso, volumen) y la toxicidad de los residuos que se generan. Se deberá **reutilizar** y/o **reciclar** estos productos y materiales siempre que sea posible. Es importante comprar según las necesidades, evitando el deterioro o caducidad de los productos o materiales y llevar un riguroso control de todo lo que se adquiere, ya que a la larga se convertirá en residuo. Una buena práctica es emplear en los laboratorios las cantidades mínimas de reactivos necesarias.

Todo esto, además de disminuir la cantidad de residuos generados, es económicamente más rentable, ya que disminuye (o evita) el gasto que supone el desperdicio de reactivos, productos y materiales en un laboratorio, así como el gasto asociado a la gestión de tales residuos.

### 4. Clasificación de los Residuos

Los residuos generados en PLAPIQUI pueden separarse en dos grupos:

- Asimilables a urbanos.
- Químicos.

#### 4.1. Residuos Asimilables a Urbanos

En este grupo se incluyen residuos de cocinas, cafeterías y comedores, residuos generados por actividades administrativas, residuos voluminosos, muebles, escombros, residuos inertes. Se los puede recolectar selectivamente para favorecer su separación: vidrio, papel-cartón, pilas, metales para chatarra, etc.

Los residuos inertes son aquellos residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas. No son solubles ni combustibles, no reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no son biodegradables, no afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. En particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales y/o subterráneas.

#### 4.2. Residuos Químicos

Los residuos químicos exigen el cumplimiento de especiales medidas de prevención por representar riesgos para la salud o el medio ambiente. Por este motivo se debe tener una atención especial a la hora de manipularlos, identificarlos y envasarlos para su posterior eliminación. Es fundamental su correcta identificación para evitar riesgos adicionales a los ya propios de su utilización en el laboratorio.

Se clasifican en los siguientes grupos atendiendo a las propiedades químicas y físicas:

Grupo I	Disolventes halogenados
Grupo II	Disolventes no halogenados
Grupo III	Disoluciones acuosas
Grupo IV	Acidos
Grupo V	Aceites
Grupo VI	Sólidos
Grupo VII	Especiales

##### **Grupo I: Disolventes halogenados**

Pertenecen a este grupo los productos líquidos orgánicos que contienen más del 2% de algún halógeno. Ejemplos: diclorometano, cloroformo, tetracloruro de carbono, tetracloroetilo, bromoformo. Se trata de productos con características toxicológicas diversas y efectos específicos sobre la salud. Se incluyen también las mezclas de disolventes halogenados y no halogenados, siempre que el contenido en halógenos de la mezcla sea superior al 2%.

Se deben separar de otros solventes porque pueden originar productos peligrosos por descomposición cuando son incinerados. Se tienen que quemar en hornos especialmente diseñados.

##### **Grupo II: Disolventes no halogenados**

Se clasifican aquí los líquidos orgánicos que contengan menos de un 2% en halógenos. Estos productos son inflamables y tóxicos. Ejemplos:

- Alcoholes: metanol, etanol, isopropanol.
- Aldehídos: formaldehído, acetaldehído.
- Amidas: dimetilformamida.
- Aminas: dimetilamina, anilina, piridina.
- Cetonas: acetona, ciclohexanona.
- Esteres: acetato de etilo, formiato de etilo.
- Glicoles: etilenglicol, monoetilenglicol.
- Hidrocarburos alifáticos: pentano, hexano, ciclohexano.
- Hidrocarburos aromáticos: tolueno, o-xileno.

Evitar mezclas de disolventes que sean inmiscibles, ya que la aparición de fases diferentes dificulta el tratamiento posterior y, por supuesto, evitar mezclar los que reaccionen entre sí.

##### **Grupo III: Disoluciones acuosas**

Este grupo corresponde a las soluciones acuosas de productos orgánicos e inorgánicos. Se trata de un grupo muy amplio, y por eso, es necesario establecer divisiones y subdivisiones, que son necesarias, ya sea para evitar reacciones de incompatibilidad o por requisitos de su tratamiento posterior:

a) Soluciones acuosas inorgánicas:

- Soluciones acuosas básicas: hidróxido sódico, hidróxido potásico.
  - Soluciones acuosas ácidas de metales pesados: níquel, plata, cadmio, selenio, fijadores.
  - Soluciones acuosas ácidas sin metales pesados (menos del 10% en volumen de ácido).
  - Soluciones acuosas de cromo (VI).
  - Otras soluciones acuosas inorgánicas: reveladores, sulfatos, fosfatos, cloruros.
- b) Soluciones acuosas orgánicas o de alta DQO (demanda química de oxígeno):
- Soluciones acuosas de colorantes: naranja de metilo, fenolftaleína.
  - Soluciones de fijadores orgánicos: formol, fenol, glutaraldehído.
  - Mezclas agua/disolvente: eluyentes de cromatografía, metanol/agua.

#### **Grupo IV: Ácidos**

Corresponden a este grupo los ácidos inorgánicos y sus soluciones acuosas concentradas (más del 10% en volumen). Debe tenerse en cuenta que su mezcla, en función de la composición y la concentración, puede producir alguna reacción química peligrosa con desprendimiento de gases tóxicos e incremento de temperatura. Para evitar este riesgo, antes de hacer mezclas de ácidos concentrados en un mismo envase, debe realizarse una prueba con pequeñas cantidades y, si no se observa reacción alguna, llevar a cabo la mezcla. En caso contrario, los ácidos se recogerán por separado.

#### **Grupo V: Aceites**

Este grupo corresponde a los aceites minerales derivados de operaciones de mantenimiento y también provenientes de baños calefactores.

#### **Grupo VI: Sólidos**

Se clasifican en este grupo los productos químicos en estado sólido de naturaleza orgánica e inorgánica. No pertenecen a este grupo los reactivos puros obsoletos en estado sólido (grupo VII). Se establecen los siguientes subgrupos de clasificación:

- Sólidos orgánicos: productos químicos de naturaleza orgánica o contaminados con productos químicos orgánicos, como por ejemplo carbón activado o gel de sílice impregnados con disolventes orgánicos.
- Sólidos inorgánicos: productos químicos de naturaleza inorgánica. Por ejemplo, sales de metales pesados.
- Material desechable contaminado: a este grupo pertenece el material contaminado con productos químicos. Se pueden establecer subgrupos de clasificación, por la naturaleza del material y la naturaleza del contaminante, teniendo en cuenta los requisitos marcados por el gestor autorizado: vidrio, guantes, papel de filtro, trapos, etc.

El vidrio roto contaminado con productos químicos (pipetas, probetas, vasos y otro material de laboratorio tal como agujas y jeringas), presenta riesgos intrínsecos a los productos químicos que lo contaminan y además, el riesgo de daños por vía parenteral, debidos a cortes o pinchazos.

Cada Laboratorio de PLAPIQUI cuenta con recipientes para eliminación de material de vidrio contaminado y con recipientes rotulados para depositar papel, guantes y trapos contaminados, materiales que también son tratados por la empresa encargada de la gestión externa de residuos. Es recomendable evaporar bajo campana los solventes de papeles y trapos contaminados antes de desecharlos.



### Grupo VII: Especiales

A este grupo pertenecen los productos químicos sólidos o líquidos que, por su elevada peligrosidad, no deben ser incluidos en ninguno de los otros grupos, e incluye los reactivos puros obsoletos o caducados. Estos productos no deben mezclarse entre sí ni con residuos de los otros grupos. Ejemplos:

- Oxidantes fuertes - comburentes (peróxidos).
- Compuestos pirofóricos (magnesio metálico en polvo).
- Compuestos muy reactivos [ácidos fumantes, cloruros de ácido (cloruro de acetilo), metales alcalinos (sodio, potasio), hidruros (borohidruro sódico, hidruro de litio), compuestos con halógenos activos (bromuro de bencilo), compuestos polimerizables (isocianatos, epóxidos), compuestos peroxidables (éteres), restos de reacción desconocidos].
- Compuestos muy tóxicos (benceno, tetraóxido de osmio, mezcla crómica, cianuros, sulfuros, mercurio, amianto, etc.).
- Compuestos no identificados o no etiquetados.

### 5. Envases

Los envases destinados a contener los residuos están fabricados principalmente de materiales termoplásticos. Los productos utilizados más corrientemente son: el polietileno, el policloruro de vinilo (PVC) y el polipropileno, ya sea en forma de polímeros puros o copolímeros con otras resinas. A estos productos se les adiciona plastificantes, estabilizantes, antioxidantes, colorantes o reforzadores para mejorar sus propiedades físico-químicas.

En el siguiente cuadro se mencionan los envases más adecuados según la naturaleza y características del residuo:

<b>Residuos químicos líquidos (ácidos, bases, disolventes, etc.).</b>	Envases de polietileno de alta densidad y alto peso molecular.
<b>Residuos químicos sólidos.</b>	Bidones con apertura total de polietileno de alta densidad y alto peso molecular. Tapa de polietileno de alta densidad. Cierre de acero galvanizado.

En la elección del tipo de envase se tendrá en cuenta el volumen de residuos producido y el espacio disponible para almacenarlos temporalmente en el laboratorio.

En la utilización de envases de polietileno, debe tenerse en cuenta la posible incompatibilidad entre el envase y el residuo. Es preciso tener en cuenta algunas recomendaciones, las más importantes de las cuales se resumen en la siguiente tabla:

<b>Recomendaciones referentes al uso de envases de polietileno para el almacenamiento de residuos.</b>	
<b>Bromoformo; cloroformo; sulfuro de carbono; dietiléter.</b>	No utilizar. Reusar los envases originales.
<b>Acido butírico; ácido benzoico; bromobenceno; bromo; diclorobencenos.</b>	No utilizar en períodos de almacenaje superior a un mes.
<b>Cloruro de amilo; éteres; haluros de ácido; nitrobenceno; percloroetileno; tricloroetano; tricloroetileno.</b>	No utilizar con el producto a temperaturas superiores a 40° C.

## 6. Etiquetado y Almacenamiento

### 6.1. Etiquetado

El **Sistema Baker** (descrito en el Anexo 2) de almacenamiento y etiquetado usado para identificación de productos químicos será igualmente utilizado para los residuos químicos. En este último caso, dado que el almacenaje corresponderá a una "mezcla de productos químicos", el código para indicar el potencial riesgo de la mezcla siempre priorizará al producto de mayor peligrosidad.

Los recipientes o envases que contengan residuos peligrosos deberán estar etiquetados de forma clara, legible e indeleble. La **etiqueta** es la fuente de información básica y obligatoria que identifica a un producto químico o residuo, así como sus riesgos. Como fuente de información complementaria, que amplía el contenido de la etiqueta, existen los MSDS o FDS.

En la etiqueta también deberá constar el nombre, dirección y teléfono del titular del residuo y las fechas de inicio y final de envasado.

Algunas recomendaciones para un correcto etiquetado son:

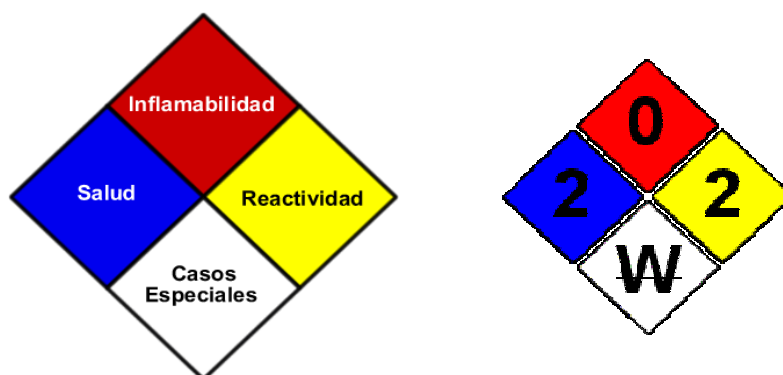
- No usar fórmulas, símbolos químicos, ecuaciones o abreviaturas.
- No contribuir a generar sustancias "desconocidas" por un rotulado que no sea seguro y legible.
- La etiqueta debe estar firmemente fijada sobre el envase. Si hubieran etiquetas anteriores, deben ser removidas de forma que no induzcan a error sobre el origen y contenido del envase.
- El tamaño de la etiqueta debe tener como mínimo las dimensiones de 10x10 cm, dependiendo del tamaño del envase.
- Los envases deben etiquetarse dando la información necesaria sobre su contenido y peligrosidad, usando el código de identificación Baker de los residuos que contiene.

En PLAPIQUI disponemos de una etiqueta que utiliza el sistema Baker de colores para colocar en aquellos recipientes que contienen residuos peligrosos. En ella se debe marcar con una **X** el color correspondiente al riesgo más importante, dando prioridad a la *inflamabilidad* en caso de que el producto presente además otros riesgos. La etiqueta se debe solicitar al representante de la Comisión de Seguridad de cada sector.

Un sistema de etiquetado para residuos peligrosos es la **Norma 704 M de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (National Fire Protection Association, NFPA, USA)**.

Esta norma es obligatoria en USA y se utiliza para etiquetar productos químicos o materiales, indicando el riesgo que presentan cuando se queman. Conviene tenerla presente ya que en Argentina, numerosos productos importados se encuentran rotulados siguiendo esta normativa.

La norma 704 M identifica las características de peligrosidad de las sustancias utilizando colores y números. En los rombos azul, rojo y amarillo se colocan números que indican el grado de peligrosidad de las sustancias. En el rombo blanco se indican en letras negras los símbolos correspondientes a los riesgos específicos.



- **Sector Azul (riesgo para la salud):** el grado del riesgo para la salud de un material o producto químico, está basado en la forma en que se encuentra y en sus propiedades inherentes, e indica el equipo de protección personal (EPP) y controles de ingeniería necesarios para trabajar en forma segura:

GRADO DE RIESGO		
0	<b>Sin riesgo tóxico</b>	No requieren EPP.
1	<b>Poco tóxico</b>	Requieren mínimo EPP (guantes, anteojos de seguridad y guardapolvo).
2	<b>Moderadamente tóxico</b>	Requieren EPP específicos (antiparras, guantes especiales, máscara con filtro).
3	<b>Altamente tóxico</b>	Requieren EPP más especializados (máscara de cara completa, campanas extractoras, vestimenta especial, respiradores con provisión de oxígeno).
4	<b>Extremadamente tóxico (Mortal)</b>	

**En todos los casos se deben consultar los MSDS o FDS para informarse sobre los EPP a utilizar.**

- **Sector Rojo (riesgo de inflamabilidad):** la inflamabilidad mide la susceptibilidad de los materiales a encenderse o quemarse. La forma o condición en que se encuentra un producto químico, así como sus propiedades, determinan el grado de este peligro. El grado de inflamabilidad comienza con 0 para los productos que no arden y termina en 4 para aquéllos con punto de inflamación menor que 25 °C.

GRADO DE RIESGO	
0	Normalmente estable – No reactivo con el agua. No inflamable.
1	Normalmente estable. Inestable a alta temperatura y presión. Reacciona con el agua. Inflamable por encima de los 93°C.
2	Normalmente inestable pero no detona. Inflamable por debajo de los 93°C.
3	Puede detonar o explotar pero requiere una fuerte fuerza de iniciación o calentamiento bajo confinamiento. Inflamable por debajo de los 37°C.
4	Detona o explota fácilmente. Inflamable por debajo de los 25°C.

- **Sector Amarillo (riesgo de reactividad):** la reactividad indica la potencialidad de un producto químico para liberar energía. Algunos materiales son capaces de liberar energía rápidamente sin la presencia de catalizadores, mientras que otros pueden producir reacciones eruptivas o explosivas violentas, cuando entran en contacto con agua u otros materiales. En general el grado de reactividad mide la potencialidad para reaccionar cuando el material es calentado, agitado o golpeado.

GRADO DE RIESGO	
0	Normalmente estable aún en presencia de fuego. No reacciona con el agua.
1	Normalmente estable. Inestable a alta temperatura y presión. Reacciona con el agua.
2	Normalmente inestable y con cambios químicos violentos, sin detonar.
3	Puede detonar o explotar pero requiere una fuente de iniciación o calentamiento bajo confinamiento.
4	Detona y/o explota por sí solo en condiciones normales de temperatura y presión.

- Sector Blanco (riesgos específicos):

SÍMBOLO	
<b>W</b>	Reactivo con agua (Water Reactive).
<b>OX</b>	Oxidante (Oxidizer).
<b>COR</b>	Corrosivo (Corrosive).
<b>ALK</b>	Alcali (Alkali).
<b>ACID</b>	Acido (Acid).

## 6.2. Almacenamiento

- Los residuos hasta ser trasladados al sector de almacenaje, permanecerán en los laboratorios, preferentemente en el suelo sobre recipientes apropiados (cubetas, bandejas, etc.) en lugares que no sean de circulación y alejados de cualquier fuente de calor.
- Una vez en el sector de almacenaje, no podrán ubicarse en la misma estantería productos que presenten posibles reacciones peligrosas.
- Los líquidos combustibles no se almacenarán conjuntamente con productos comburentes ni con sustancias tóxicas o muy tóxicas que no sean combustibles, debiendo estar lo más alejadas posible entre sí.
- El tiempo de almacenamiento de los residuos peligrosos no podrá exceder de seis meses.
- En el sector de almacenaje deberá existir una cantidad de envases y etiquetas que aseguren la reposición al dejar envases llenos.
- Los productos no inflamables ni combustibles pueden actuar como elementos separadores entre estanterías, siempre que estos productos no sean incompatibles con los productos inflamables almacenados. El siguiente cuadro informa acerca de las incompatibilidades existentes entre diferentes tipos de sustancias:

	Acidos inorgánicos	Acidos oxidantes	Acidos orgánicos	Alcalis	Oxidantes	Tóxicos inorgánicos	Reactivos con agua	Solventes orgánicos
Acidos inorgánicos			X	X		X	X	X
Acidos oxidantes	X		X	X		X	X	X
Acidos orgánicos	X	X		X	X	X	X	
Alcalis	X	X	X				X	X
Oxidantes			X				X	X
Tóxicos inorgánicos	X	X	X				X	X
Reactivos con agua	X	X	X	X	X	X		
Solventes orgánicos	X	X		X	X	X		

## ANEXO 6: MATERIAL SAFETY DATA SHEET (MSDS) O FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD (FDS)

El MSDS o FDS es un formulario que describe los riesgos químicos potenciales para el trabajo con productos químicos y la forma de minimizar estos riesgos. Estas fichas deben estar disponibles en los Laboratorios para las personas que utilizan tales productos.

Parte de la información contenida en los MSDSs está referida al uso industrial de productos químicos y no es directamente aplicable al uso en un Laboratorio, donde el ambiente se encuentra más controlado y las cantidades que se utilizan, en general son mucho más pequeñas. Sin embargo la mayor parte de la información contenida en los MSDSs resulta de gran ayuda para el trabajo en un Laboratorio.

### 1. Secciones o Partes de un MSDS

Un MSDS generalmente contiene las siguientes partes o secciones, las que no necesariamente se encuentran en el orden aquí indicado:

#### 1.1. Identificación del Producto e Información Básica sobre el Fabricante o Distribuidor

Nombre del Producto ("Trade Name"): nombre comercial dado por el fabricante.

Nombre del Producto ("Chemical Name"): nombre estándar o genérico.

Sinónimos ("Synonyms"): otros nombres asociados con el producto químico.

Familia de Productos Químicos ("Chemical Family"): esta clasificación agrupa un conjunto de sustancias similares a las que pertenece el producto en cuestión, tales como sales minerales, ácidos, productos cáusticos, etc. Los riesgos potenciales de los productos de una misma familia son comparables.

Nombre "CAS" ("CAS Name"): nombre asignado para el producto por el "Chemical Abstracts Substance Index".

Número de Registro "CAS" ("CAS Registry Number"): número asignado para el producto por el "Chemical Abstracts Substance Index".

Datos del Fabricante: esta sección presenta el nombre y dirección del fabricante del producto. Aparece además un número telefónico de emergencia, donde puede consultarse acerca de la toxicidad y los riesgos químicos del producto. Las Compañías más importantes tienen números telefónicos que pueden responder durante las 24 hs del día sobre derrames, exposición, riesgo de fuego, etc.

#### 1.2. Composición del Producto

Esta sección describe los componentes y la composición porcentual cuando se trata de mezclas de productos. Ej.: ácido clorhídrico concentrado (cloruro de hidrógeno, 33-35 % y agua, 67-65 %).

Cuando se trata de un producto regulado por la "Occupational Safety and Health Administration" (OSHA), se indica el grado de toxicidad y el "Permissible Exposure Level" (PEL) o el "Threshold Limit Value" (TLV).

Los **TLVs** son valores para toxicidad de materiales en aire y son usados como guía para controlar los riesgos sobre la salud humana. Normalmente se expresan en ppm (partes de gas o vapor en cada millón de partes de aire) o en mg/m<sup>3</sup> (miligramos de polvo o vapor por metro cúbico de aire).

Los TLVs representan las concentraciones por debajo de las cuales los trabajadores sin sensibilidad especial, pueden ser expuestos por largos períodos de tiempo sin evidenciar efectos nocivos.

#### 1.3. Datos Físicos y Químicos

Incluyen propiedades físicas y químicas del producto o componentes si se trata de una mezcla, tales como: punto de ebullición (*boiling point*), densidad específica (*specific gravity*), presión de vapor (*vapor pressure*), densidad del vapor (*vapor density*), volatilidad (*volatility*), apariencia general, pH, punto de fusión (*melting point*), solubilidad en agua, velocidad de evaporación (*evaporation rate*), porcentaje en volumen de volátiles (*percent volatile by volume*), color y olor.

Presión de Vapor (Vapor Pressure): se puede utilizar como una medida de lo volátil que resulta una sustancia o la velocidad con que se evapora. Se expresa en mmHg. La presión del vapor de agua a 20 °C es 17.5 mmHg, una sustancia no volátil como la vaselina tiene una presión de vapor de 0 mmHg a la misma temperatura y una sustancia muy volátil como el éter etílico 440 mmHg.

Densidad del Vapor (Vapor Density): expresa la densidad del vapor relativa a la del aire. La densidad de vapor para aire es 1. Si un vapor es más denso que el aire (por ej. nafta) su densidad es mayor que 1 y si un vapor es menos denso que el aire su densidad es menor que 1. Los vapores más densos que el aire pueden circular y acumularse cerca del piso y en lugares deprimidos presentando riesgos importantes de fuego y explosión.

Densidad Específica (Specific Gravity): densidad de un líquido relativa a la del agua. Es 1 para el agua, mayor que 1 para líquidos más densos que el agua y menor que 1 para líquidos menos densos que el agua.

Velocidad de Evaporación (Evaporation Rate): relativa al acetato de butilo. Es 1 para el acetato de butilo, mayor que uno para los líquidos que se evaporan más rápidamente y menor que 1 para líquidos que se evaporan más lentamente.

Porcentaje en Volumen de Volátiles (Percent Volatile by Volume): indica la cantidad de sustancia que se evapora.

#### **1.4. Datos sobre Explosión y Fuego**

Esta sección informa sobre cómo prevenir y extinguir fuegos y explosiones originadas por el producto en cuestión. Debe estar a disposición de Bomberos en casos de emergencia.

Contiene datos tales como: punto de encendido (*flash point*), temperatura de autoignición (*auto-ignition temperature*), límite de explosión o inflamabilidad (*explosion/flammable limit*), medios para la extinción y otras instrucciones especiales.

Punto de Encendido de un Líquido (Flash Point): es la temperatura más baja, a la cual el líquido libera vapor, de una manera tal que la mezcla vapor-aire se enciende ante una fuente de ignición, aunque en forma no permanente (flash). Por encima de esta temperatura hay riesgo de explosión o fuego, cuando la sustancia es usada en presencia de llama o chispa.

Hay muchos solventes de uso común en el laboratorio que tienen puntos de encendido inferiores a la temperatura ambiente, por ejemplo: etanol (13°C), metanol (11°C) y acetona (-17.8°C).

Rango de Inflamabilidad o Explosión (Explosion/Flammable Limits): es el rango de concentraciones en que una mezcla combustible-aire es capaz de encenderse en forma permanente. Una mezcla que tiene muy poco combustible o producto químico o muy poco aire nunca combustiónará. El límite explosivo inferior (Lower Explosive Limit, LEL) y el límite explosivo superior (Upper Explosive Limit, UEL) definen este rango de inflamabilidad.

Rango de inflamabilidad de algunos solventes: etanol: 3.3-19% en volumen; metanol: 6.0-36% en volumen, acetona: 2.5-12.8% en volumen.

Algunos líquidos o solventes inflamables tienen rangos de inflamabilidad muy amplios, lo que hace que prácticamente cualquier combinación combustible-aire pueda resultar una mezcla explosiva capaz de encenderse en forma permanente.

#### **1.5. Riesgos para la Salud**

Se incluyen en esta sección las dosis o concentraciones letales (*lethal concentration doses*) y los problemas potenciales que puede ocasionar el contacto del producto con los ojos, la piel, por inhalación, ingestión y otras vías de ingreso. Se detallan además medidas a tomar en casos de emergencias y primeros auxilios.

La información sobre toxicidad dada en esta sección proviene de estudios realizados con animales. A menudo suele indicarse la Dosis Letal 50 (Lethal Dose Fifty, LD50) que representa la cantidad de sustancia que causa la muerte de la mitad de los animales de experimentación. En general LD50 se expresa en mg/kg, indicando los miligramos de sustancia por kilogramo de peso de animal, necesarios para matar a la mitad de la población experimental. Ej.: LD50 (mouse) = 250 mg/kg.

También se utiliza la Concentración Letal 50 (Lethal Concentration Fifty, LC50) que es la concentración de sustancia en aire, capaz de ocasionar la muerte de la mitad de la población experimental.

**En general los productos con LD50s menores que 50 mg/kg, se consideran altamente tóxicos y cuando las LD50s se encuentran entre 50 y 500 mg/kg, el producto tiene una toxicidad moderada.**

En esta sección al mencionar los efectos que los productos químicos tienen sobre la salud se habla de exposición aguda y crónica. Exposición aguda (*acute exposure*) es una exposición de corta duración que tiene lugar una única vez. Exposición crónica (*chronic exposure*) implica una exposición continua a pequeñas cantidades de sustancia durante largos períodos de tiempo.

### **1.6. Reactividad**

En esta sección se incluye información sobre inestabilidad e incompatibilidad, potenciales productos de descomposición y/o polimerización. Muchas sustancias químicas pueden no ser peligrosas por sí mismas, sin embargo implican un riesgo cuando se descomponen, generando otras sustancias, o cuando reaccionan con otros compuestos químicos.

Estabilidad: se definen como sustancias químicas inestables a aquéllas que se descomponen espontáneamente, bajo condiciones normales de temperatura, presión o impacto mecánico. La descomposición rápida de una sustancia puede ser peligrosa porque genera calor y puede causar explosión y fuego. Compuestos químicos estables son los que no se descomponen o reaccionan en condiciones normales.

Incompatibilidad: se indican los productos químicos que no deben ser mezclados con el compuesto en cuestión porque crean condiciones peligrosas. Los productos químicos incompatibles no deberían almacenarse juntos, pues su mezcla podría ocasionar un accidente. Se aconseja ver el capítulo correspondiente a almacenaje de productos químicos de este Manual.

Productos de Descomposición Peligrosos: indica las sustancias químicas que pueden originarse cuando el producto en cuestión se quema o descompone.

Productos de Polimerización Peligrosos: algunos productos químicos pueden experimentar un tipo de reacción de polimerización rápida que puede generar suficiente calor y la explosión de los recipientes contenedores.

### **1.7. Medidas de Protección**

Esta sección indica cuándo es necesario el uso de campana y el tipo de protección personal requerida (máscaras, antiparras, guantes, botas, etc.) para el manejo seguro del producto en cuestión. Se aconseja ver el capítulo correspondiente a Protección Personal de este Manual.

### **1.8. Derrames y Procedimientos de Disposición**

Se incluyen aquí las medidas a tomar para evitar y contener derrames del producto, como así también las formas de disposición de los residuos. Para más información ver los capítulos correspondientes a estos temas en este Manual.

En lo que respecta a la forma de disponer los residuos, debe tenerse en cuenta que éstas son indicaciones de orden general, debiendo considerarse además las reglamentaciones municipales, provinciales y nacionales.

### **1.9. Información Adicional**

Se indican precauciones especiales para el manejo y almacenaje del producto químico. Se puede incluir información sobre transporte, ambiental, ecológica, etc.

## **2. Cómo Obtener un MSDS**

Antes de comenzar a trabajar con productos químicos es aconsejable obtener los MSDSs (actualizados) de todos los compuestos que se utilizarán y tenerlos en un lugar del Laboratorio accesible para todo el personal.

Los MSDSs se pueden solicitar al fabricante cuando se adquiere un producto. Pueden obtenerse también en diferentes páginas WEB en Internet. Una página muy completa es <http://hazard.com/msds>. En esta página se ingresa una marca y el nombre de un producto y puede obtenerse el MSDS. Para un mismo producto pueden obtenerse MSDSs de diferentes marcas: Baker, Sigma, Aldrich, Mallinckrodt, etc.

En la página <http://www.ilpi.com/msds/> se pueden encontrar accesos a diferentes sitios de Internet para obtener MSDSs.

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) de España cuenta con una página en Internet donde también puede obtenerse información. En esta página se presenta el Proyecto de las "**International Chemical Safety Cards**" (ICSC) o **Fichas Internacionales de Seguridad Química** (FISQ) que es una iniciativa del "International Programme on Chemical Safety" (IPCS), proyecto en el que colaboran la Organización Internacional del Trabajo, la Organización Mundial de la Salud y el Programa de las Naciones Unidas para el Medioambiente. Se puede acceder a estas fichas en: <http://www.insht.es/>. Ingresar en: Documentación – Fichas Técnicas y Métodos - Fichas Internacionales de Seguridad Química (FISQ).

Las International Chemical Safety Cards recopilan de forma clara la información esencial de higiene y seguridad de sustancias químicas y no sólo están destinadas a un uso directo por los trabajadores en planta, sino también por otros posibles interesados en fábricas, en agricultura, en la construcción y otros lugares de trabajo.

Varias instituciones científicas, entre las que se encuentra el INSHT, preparan una primera versión de las fichas a partir de la información disponible en cuanto a higiene y seguridad. Su misión es recoger y validar toda la información significativa. Posteriormente, las fichas se revisan por un Comité formado por expertos internacionales, que tiene en cuenta los comentarios recibidos por los fabricantes, los representantes de los trabajadores y los centros de primeros auxilios.

Las fichas no tienen validez legal, sino que pretenden ser una herramienta informativa, tanto para el propio trabajador, como para el empresario en su deber de dar información e instrucción a sus trabajadores. En este sentido, las fichas pueden desempeñar un papel especial en pequeñas y medianas empresas.

El proceso de elaboración de las fichas se basa en una actividad científica; el usuario debe ser consciente de que las fichas y la "Guía de Criterios" utilizada contienen los puntos de vista colectivos del Comité Revisor (IPCS-Peer-Review Committee). Pueden no reflejar en todos los casos los requerimientos incluidos en la legislación nacional. El usuario debe, por tanto, verificar la concordancia de las fichas con los requisitos legales en el país de su uso.

La "Guía de Criterios" para la preparación de las FISQ enumera las "frases fijas" empleadas, así como los criterios para su selección. Este documento fue desarrollado, en un principio, en los Países Bajos por el Instituto Holandés del Medio Laboral. Su forma actual se debe a la experiencia adquirida en la preparación de fichas por parte de las instituciones implicadas en esta tarea y cuya contribución merece especial reconocimiento.

El INSHT pone a disposición de los usuarios 1.500 fichas en soporte electrónico en castellano y enlaza con el NIOSH norteamericano para que pueda acceder del mismo modo a las fichas correspondientes en inglés, francés y alemán.

### **3. Cómo Proceder con los Compuestos Nuevos**

Para los compuestos químicos nuevos, sintetizados o generados en nuestros Laboratorios, deberá crearse un MSDS.

La Universidad de Cornell cuenta con un Plan de Higiene Química (Chemical Hygiene Plan - Cornell University) al que se puede acceder vía Internet donde hay una reproducción de un Formulario de MSDS en blanco (OSHA Form 174) que se puede completar e imprimir:

<http://www.ehs.cornell.edu/lrs/chp/16a.osha.form174.htm>.

En esta página se dan además algunas indicaciones y sugerencias para completar dicho formulario: <http://www.ehs.cornell.edu/lrs/manual/appendixh.cfm>. (Appendix H: How to Understand MSDSs).



## ANEXO 7: CONTAMINACION AMBIENTAL

### 1. Generalidades

Todo lugar de trabajo en el que se realicen procedimientos que generen la contaminación del ambiente con gases, vapores, humos, nieblas, polvos, fibras, aerosoles o emanaciones de cualquier tipo, deberá disponer de dispositivos destinados a evitar que tales contaminantes alcancen niveles que puedan afectar la salud del personal.

Se deberán efectuar análisis periódicos de aire, a intervalos tan frecuentes como las circunstancias lo aconsejan. Estos análisis también se realizarán en los lugares donde se almacenan productos agresivos.

Las concentraciones máximas permisibles para los ambientes de trabajo están establecidas en la Ley Nacional 19.587, Resolución 295/2003 del Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social. Dicha Ley se puede consultar en: <http://www.trabajo.gov.ar/legislacion/index.html>.

### 2. Concentraciones Máximas Permisibles

Expresan las cantidades en el aire de diversas sustancias, por debajo de las cuales la mayoría de los empleados pueden exponerse a la acción de las mismas repetidamente, día por día, sin sufrir efectos adversos.

De acuerdo con la Ley Nacional 19.587, se definen tres diferentes tipos de concentraciones máximas:

- **CMP** - Concentración Máxima Permitida Ponderada en el Tiempo: es la concentración para una jornada laboral normal de 8 horas/día y 40 horas semanales a la cual la mayoría de los trabajadores puede estar expuesta repetidamente, día tras día, sin sufrir efectos adversos. También se la puede encontrar como:
  - VLU**: Valor límite umbral;
  - CAL**: Concentración admisible para la jornada laboral;
  - CAP**: Concentración admisible promedio para la jornada laboral;
  - TLV y TWA**: Threshold limit value y threshold work value (menos comunes).
- **CMP-CPT** - Concentración Máxima Permisible para Cortos Períodos de Tiempo: es la concentración máxima a la que pueden estar expuestos los trabajadores durante un período continuo y hasta 15 minutos sin sufrir efectos adversos, siempre que no se produzcan más de cuatro de estas situaciones por día, estando separadas como mínimo 60 minutos y sin exceder la CMP. También se la puede encontrar como:
  - CAB**: Concentración admisible para períodos breves;
  - STEL**: Short time exposure level.
- **C** - Concentración Máxima Permisible - Valor Techo: es la concentración **no** sobrepasable en ningún momento. También puede figurar como **CAM** (Concentración admisible máxima).

Otras definiciones no consideradas en la Ley son:

- **DL50** - Dosis Letal 50: cuando el contaminante ingresa por absorción o ingestión y produce la muerte en el 50 % de los casos.
- **CL50** - Concentración Letal 50: es la concentración para el aire que ingresa por inhalación que produce la muerte en el 50 % de los casos.
- **IDLH** - Immediate Danger to Life or Health: es la concentración definida para exposiciones de 30 minutos, con efectos irreversibles para la salud.
- **STLC** - Short Term Lethal Concentration: es la concentración definida para exposiciones de 10 minutos, que puede ocasionar la muerte.

En la tabla siguiente se presentan los valores de las CMP y CMP-CPT para diferentes compuestos, según la Resolución 295/2003:

Compuesto	CMP	CMP-CPT
Acetona	500 ppm	750 ppm
Alcohol etílico	1000 ppm	----
Alcohol isopropílico	400 ppm	500 ppm
Alcohol metílico	200 ppm	250 ppm
Amoníaco	25 ppm	35 ppm
Benceno	0.5 ppm	2.5 ppm
Cloroformo	10 ppm	----
Compuestos de cromo (IV) solubles en agua	0.05 ppm	----
Dióxido de carbono	5000 ppm	30000 ppm
Dióxido de nitrógeno	3 ppm	5 ppm
Eter etílico	400 ppm	5800 ppm
Metil etil cetona	200 ppm	300 ppm
Monóxido de Carbono	25 ppm	----
N-Hexano	30 ppm	----

### 3. Mezclas

Deben tenerse en cuenta los casos de mezclas de contaminantes, ya que las concentraciones admisibles **no** son las de las sustancias en forma individual, sino que hay que considerar sus efectos combinados.

<b>Integrantes de la Comisión de Seguridad de PLAPIQUI</b>		
<b>NOMBRE</b>	<b>SECTOR</b>	<b>INTERNO</b>
Liliana Ceci	Coordinadora	240
Clarisa Cicchelli	Alimentos	235
Magalí Paccioni	Catálisis	270/263
Cristina Frova	Polímeros	279
Javier Vitale	Polímeros	207
Mónica Díaz	Procesos	256
Fernanda Cabrera	Reactores / Partículas	265/290
Pablo Hegel	Termodinámica	289
Paula Cantera	Termodinámica	235
Jorge Miguel	Plantas Piloto	284
Andrés Ciolino	Plantas Piloto-Lab. Síntesis	288/290
Adriana Giosué	Plantas Piloto-Qca. Analítica	290
Gustavo Sánchez	Taller	286
Guillermo Sisul	Administración y Oficinas	217