



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena

# Guía de seguridad en el **laboratorio**

- ✓ químico
- ✓ eléctrico y electrónico
- ✓ mecánico y de mecanizado

**Servicio de Prevención de Riesgos Laborales**

Vicerrectorado de Infraestructuras, Equipamiento y Sostenibilidad

*Juana Sáez Solano  
Sonsoles Calatayud Pérez  
Servicio de Prevención de Riesgos Laborales.  
Pza. del Cronista Isidoro Valverde, Edif. La Milagrosa, 2ª planta.  
Tlf: 968 327 068 / 968 321 284*

*Cartagena, julio de 2014*

## CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>2. NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD</b> .....	<b>6</b>
2.1. Organización en el laboratorio.....	6
2.2. Normas de buena conducta.....	7
2.3. Trabajos realizados sin vigilancia .....	9
<b>3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN</b> .....	<b>10</b>
3.1. Equipos de protección colectiva .....	10
3.2. Equipos de protección individual.....	13
<b>4. PRODUCTOS QUÍMICOS</b> .....	<b>18</b>
4.1. Clasificación .....	18
4.2. Identificación de sustancias y preparados.....	20
<b>5. AGENTES BIOLÓGICOS</b> .....	<b>22</b>
5.1. Clasificación .....	22
5.2. Trabajo con muestras biológicas .....	23
5.2.1. Precauciones universales.....	23
5.2.2. Recomendaciones para trabajos con agentes biológicos del grupo 1.....	25
5.2.3. Recomendaciones para trabajos con agentes biológicos del grupo 2.....	25
<b>6. OPERACIONES EN EL LABORATORIO</b>	
6.1. Operaciones en el laboratorio químico .....	28
6.2. Operaciones en el laboratorio electrónico .....	37
6.3. Operaciones en el laboratorio mecánico.....	41
<b>7. EQUIPOS DE TRABAJO</b>	
7.1. Instrumental de laboratorio químico.....	47
7.2. Equipos de trabajo del laboratorio eléctrico y electrónico.....	57
7.3. Equipos de trabajo del laboratorio mecánico y de mecanizado.....	60
<b>8. GESTIÓN DE RESIDUOS</b> .....	<b>66</b>
8.1. Minimización de residuos .....	67
8.2. Envasado y etiquetado.....	67
8.3. Almacenamiento temporal .....	69
<b>9. EMERGENCIAS</b> .....	<b>70</b>
<b>9.1. Elementos de protección</b> .....	<b>70</b>
9.1.1. Duchas de emergencia.....	70
9.1.2. Fuentes lavaojos .....	70
9.1.3. Mantas ignífugas.....	71
9.1.4. Extintores.....	71
9.1.5. Neutralizadores.....	72

<b>9.2. Actuación en caso de emergencia .....</b>	<b>73</b>
9.2.1. Vertidos.....	73
9.2.2. Fuga de gases.....	74
9.2.3. Atmósfera contaminada .....	74
9.2.4. Incendios.....	75
<b>9.3. Primeros auxilios .....</b>	<b>76</b>
9.3.1. Botiquín de primeros auxilios .....	76
9.3.2. Norma general en caso de accidente (P.A.S.) .....	76
9.3.3. Salpicaduras en los ojos y en la piel.....	77
9.3.4. Cuerpo extraño en los ojos .....	77
9.3.5. Quemaduras térmicas.....	77
9.3.6. Hemorragias externas.....	77
9.3.7. Amputaciones .....	78
9.3.8. Mareos o pérdida de conocimiento debido a una fuga tóxica que persista .....	79
9.3.9. Intoxicación digestiva.....	79
9.3.10. Electrocuación .....	79
<b>10. PLANIFICACIÓN DE PRÁCTICAS PARA ALUMNOS. ....</b>	<b>80</b>
10.1. Información y formación inicial. ....	80
10.2. Preparación de las prácticas. ....	80
10.3. Notificación y conformidad.....	82
<b>11. ANEXOS .....</b>	<b>84</b>
11.1. Teléfonos de emergencias.....	84
11.2. Reglamento (CE) 1272/2008 CLP (clasificación, etiquetado y envasado).....	85
<b>12. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>88</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

Esta guía de seguridad pretende ser una herramienta de ayuda para planificar y llevar a cabo un trabajo seguro en los laboratorios de la Universidad Politécnica de Cartagena.

En Prevención de Riesgos Laborales se entiende como 'riesgo' la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado de la exposición a agentes de distinta naturaleza. En esta guía se han considerado principalmente los riesgos de origen químico producidos en un laboratorio. El riesgo químico es aquel que se deriva del contacto (directo, por manipulación, inhalación, etc.) con productos químicos.

Existen otro tipo de riesgos (físicos, eléctricos, mecánicos...) derivados de la actividad que se desarrolla en los laboratorios y que también son objeto de atención por parte del Servicio de Prevención de la UPCT. Pueden consultarse los riesgos y sus medidas preventivas en la Evaluación de Riesgos de los diferentes laboratorios.

En esta guía se han incluido normas de conducta, recomendaciones para el uso seguro de instrumental, equipos de trabajo y productos químicos, así como protocolos de actuación en caso de accidente, todo ello teniendo en cuenta la normativa vigente aplicable.

También se ponen a disposición del profesorado unas nociones básicas para la preparación de prácticas para alumnos en los laboratorios de manera que se tengan en cuenta y se eliminen, o al menos se reduzcan, los riesgos intrínsecos del trabajo en el laboratorio.

Los destinatarios de esta guía son los docentes e investigadores (PDI), los becarios de investigación y los alumnos que inician sus primeras experiencias en laboratorio. También debe ser conocida por todo el personal técnico (PAS) relacionado con el trabajo en laboratorio.

## 2. NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD

### 2.1. Organización en el laboratorio

- La organización y distribución física del laboratorio (distribución de superficies, instalación de aparatos, procedimientos de trabajo, instalaciones generales, etc.) debe ser estudiada a fondo y procurar que sea adecuada para el mantenimiento de un buen nivel preventivo.
- El laboratorio debe disponer de los equipos de protección colectiva e individual y de las instalaciones de emergencia o elementos de actuación (duchas, lavajos, mantas ignífugas, extintores, etc.) adecuados a los riesgos existentes.
- El laboratorio debe mantenerse ordenado y en elevado estado de limpieza. Las superficies y el puesto de trabajo han de limpiarse al empezar y al acabar la tarea. Cada usuario del laboratorio es responsable de las herramientas y materiales que ha empleado y colaborará en el mantenimiento de la limpieza de los equipos. El trabajo no termina hasta que el material está limpio y colocado de nuevo en su sitio. Deben recogerse inmediatamente todos los vertidos que ocurran, por pequeños que sean.



Figura 1. Laboratorio del Servicio de Apoyo a la Investigación Tecnológica (SAIT) de la UPCT

- El personal de nueva incorporación debe ser inmediatamente informado sobre la ubicación de las salidas de emergencia, extintores, BIE, lavajos, duchas y botiquín de primeros auxilios, las normas de trabajo y características específicas de peligrosidad de los productos, instalaciones y operaciones de uso habitual en el laboratorio.
- La diversidad de agentes que pueden estar presentes en las actividades de un laboratorio químico, pueden producir riesgos importantes para la mujer embarazada. Si se encuentra en esa circunstancia, informe al responsable del laboratorio y al Servicio de PRL.
- No deben realizarse experiencias nuevas sin autorización expresa del responsable del laboratorio ni poner en marcha nuevos aparatos e instalaciones sin conocer previamente su funcionamiento, características y requerimientos, tanto generales como de seguridad.

- Aquellas operaciones no habituales, tanto propias del proceso productivo como de mantenimiento, que presenten un riesgo elevado, deben llevarse a cabo siempre de manera controlada, estando establecido un procedimiento de autorización para que el responsable del laboratorio esté informado en todo momento de su realización y quede constancia por escrito del procedimiento a seguir y las medidas de control y preventivas a emplear.
- No debe estar autorizado el trabajo en solitario en el laboratorio, especialmente cuando se efectúe fuera de horas habituales, por la noche, o si se trata de operaciones con riesgo. Cuando se realicen éstas, las personas que no intervengan en las mismas, pero puedan verse afectadas, deben estar informadas de las mismas.
- Deben revisarse periódicamente las instalaciones del laboratorio para comprobar que se hallan en buen estado. Deben evitarse, en la medida de lo posible, las conexiones múltiples y las alargaderas, tanto en la instalación eléctrica como en la de gases.
- Debe comprobarse la ventilación general del laboratorio: trabajo en depresión, velocidad de circulación del aire de las zonas con menor contaminación a las de mayor contaminación ambiental, renovación suficiente y adecuadas condiciones termo-higrométricas.
- Los productos químicos deben manipularse, siempre que sea posible y operativo, en las vitrinas. En éstas debe comprobarse periódicamente el funcionamiento del ventilador, el cumplimiento de los caudales mínimos de aspiración, la velocidad de captación en fachada, su estado general y que no se conviertan en un almacén improvisado de productos químicos.

## 2.2. Normas de buena conducta

- Debe entrarse a la zona de trabajo sólo con lo imprescindible. Depositar los objetos personales (abrigos, mochilas, bolsos, etc.) en el lugar destinado para ello.
- Circular por el laboratorio con precaución, sin interrumpir a los que están trabajando.
- No deben usarse los materiales o productos para fines distintos de los previstos en sus normas de uso.
- Si el experimento lo requiere, utilizar los equipos de protección individual determinados.
- Es obligatorio el uso de bata (preferentemente de algodón), para protegerse de las salpicaduras de todo tipo que se puedan producir.
- Como norma higiénica básica, el personal debe lavarse las manos al entrar y salir del laboratorio y siempre que haya habido contacto con algún producto químico.
- Nunca se debe trabajar solo. Asegúrese de que haya personas en el taller a quienes recurrir en caso de accidentes.
- Se debe evitar llevar lentes de contacto. Es preferible el uso de gafas de seguridad graduadas o gafas de seguridad que permitan llevar las gafas graduadas debajo de ellas.
- Procurar no recibir visitas o llamadas mientras trabaje en el laboratorio. Las pequeñas distracciones pueden tener consecuencias negativas.
- Utiliza las campanas extractoras de gases siempre que sea posible. Las campanas de gases son un medio de protección colectiva y no deben utilizarse para almacenar productos.
- Desconectar los equipos, agua y gas al terminar el trabajo.
- Dejar siempre el material limpio y ordenado. Recoger los reactivos, herramientas, equipos, residuos, etc., y limpiar el puesto de trabajo al terminar.

### **Laboratorio químico**

- No se utilizará la ropa de laboratorio fuera de éste (cafetería, biblioteca, etc.).
- Está prohibido fumar e ingerir alimentos en el laboratorio. Nunca se emplearán recipientes de laboratorio para contener bebidas o alimentos ni se colocarán productos químicos en recipientes de productos alimenticios. No deben guardarse alimentos ni bebidas en los frigoríficos del laboratorio.
- Deben utilizarse guantes de un solo uso en todos los trabajos que entrañen algún contacto con determinados productos químicos o con sangre, material infeccioso o animales infectados.
- Debe llevarse en todo momento la bata y ropa de trabajo abrochada y el cabello recogido, evitando colgantes o mangas anchas que pudieran engancharse en los montajes y material del laboratorio. No se debe trabajar separado de la mesa o la poyata, en la que nunca han de depositarse objetos personales.
- No se debe sustituir una sustancia o procedimiento por otro aparentemente similar durante un experimento, sin conocer adecuadamente su comportamiento y reacción violenta con agua o ácidos, incompatibilidades, etc.
- No se efectuarán pipeteos con la boca, emplear siempre un pipeteador.
- No inhalar, probar u oler productos químicos si no se está debidamente informado. No acercar la nariz a un tubo de ensayo.
- Cerrar los botes de reactivo inmediatamente después de utilizarlos.
- No debe utilizarse vidrio agrietado; el material de vidrio en mal estado aumenta el riesgo de accidente.
- Los tubos de ensayo no deben llenarse más de 2 ó 3 cm, han de tomarse con los dedos, nunca con la mano, siempre deben calentarse de lado utilizando pinzas, no deben llevarse en los bolsillos y deben emplearse gradillas para guardarlos. Para sujetar el material de laboratorio que lo requiera deben emplearse soportes adecuados.
- Emplear y almacenar sustancias inflamables en las cantidades imprescindibles.
- Antes de procederse a su utilización deben comprobarse siempre los productos y materiales, empleando solamente los que presenten garantías de hallarse en buen estado.
- Debe comprobarse el correcto etiquetado de los productos químicos que se reciben en el laboratorio, etiquetar adecuadamente las soluciones preparadas y no reutilizar los envases para otros productos sin retirar la etiqueta original.
- Reducir al máximo la utilización de llamas vivas en el laboratorio. Para el encendido de los mecheros Bunsen emplear preferentemente encendedores piezoeléctricos.

### **Laboratorio eléctrico-electrónico y mecánico-de mecanizado**

- Las herramientas eléctricas no deben ser manipuladas a menos que se tengan instrucciones de uso y formación en seguridad.
- Usar gafas de seguridad al utilizar herramientas eléctricas.
- Antes de manipular conductores desconéctese siempre la corriente.
- Limpiar y conservar correctamente las máquinas y equipos de trabajo, de acuerdo con los programas de mantenimiento establecidos.
- Reparar las herramientas averiadas o informar de la avería al supervisor correspondiente.
- Disponer los manuales de instrucciones en un lugar accesible.

### 2.3. Trabajos realizados sin vigilancia

Este tipo de operaciones se llevan a cabo cuando el proceso que se realiza no se puede concluir dentro del horario normal de trabajo y se deja en marcha sin vigilancia hasta el día siguiente o el próximo turno. El riesgo fundamental de aparatos e instalaciones complejas de laboratorio funcionando sin ningún tipo de supervisión es de explosión, incendio y contaminación por emisiones o vertidos. El responsable del laboratorio debe estar informado de las operaciones realizadas sin vigilancia y debe dar las instrucciones precisas concernientes al lugar y la regulación de los aparatos de control. Es desaconsejable confiar la vigilancia de una instalación del laboratorio a una persona no especialista como, por ejemplo, un guardia de noche.

Para la reducción del riesgo en este tipo de operaciones, deben estar previstos dispositivos de control automático de las fuentes de energía y de la circulación de fluidos que puedan detectar cualquier alteración de los parámetros que los regulan (temperatura, viscosidad, agitación, formación de espuma, etc.). Instalaciones de alarmas y equipos automáticos contra incendios son imprescindibles cuando este tipo de operaciones se realiza con regularidad, debiéndose disponer de salas especialmente acondicionadas para ello.

Las operaciones con compuestos inestables, muy inflamables, explosivos o altamente tóxicos son desaconsejables en estas condiciones, ya que la fiabilidad de los aparatos de control nunca es total.

### 3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN

Se entiende por protección colectiva aquella técnica de seguridad cuyo objetivo es la protección simultánea de varios trabajadores expuestos a un determinado riesgo.

El trabajo de laboratorio presenta unas características específicas que hace que la adopción de medidas de protección colectiva no sea siempre posible o que éstas resulten insuficientes, adquiriendo una gran importancia la utilización de equipos de protección individual.

Los equipos de protección individual deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

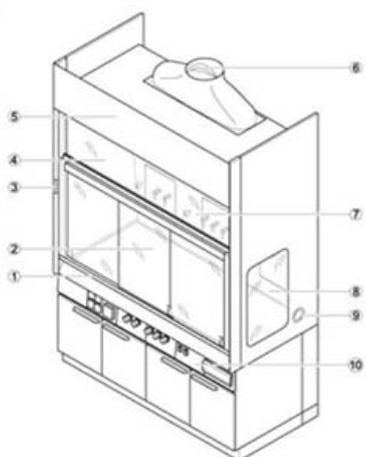
#### 3.1. Equipos de protección colectiva

Los equipos de protección colectiva más habituales en los laboratorios son los equipos de extracción localizada. Un sistema de extracción localizada tiene como objetivo captar el contaminante en el lugar más próximo posible del punto donde se ha generado evitando que se difunda al ambiente general del laboratorio.

En el laboratorio se encuentran distintos dispositivos de extracción localizada: las vitrinas extractoras de gases, las vitrinas de sobremesa, con o sin filtrado y conexión al exterior, las campanas para disipar calor de los instrumentos y eliminar humos y vapores desprendidos y los puntos de extracción móviles. Las vitrinas se distinguen de los demás dispositivos de extracción en que incluyen un encerramiento.

##### 3.1.1. Vitrinas de gases

Las vitrinas extractoras de gases están provistas de una superficie de trabajo en la que se disponen los materiales y aparatos necesarios en un proceso.



1. Guillotina con tirador y correderas deslizantes
2. Superficie de trabajo
3. Panel de control del indicador de funcionamiento o del Airflow-Controller
4. Vidrios de tragaluz
5. Panel frontal desmontable
6. Canal colector de aire de extracción
7. Panel deflector con estructuras técnicas de servicios
8. Vidrio lateral
9. SAS
10. Mueble autoportante con travesaño y paneles de servicios

Figura 2. Partes de una vitrina extractora de gases

La vitrina debe permitir la observación del desarrollo del proceso, no obstaculizar el trabajo en su interior, mantener la misma eficacia al trabajar tanto con el frente abierto como cerrado, ser fácil de limpiar, mantener y descontaminar, no provocar ruidos excesivos en su funcionamiento, tener prevista su descarga de modo que no afecte a áreas próximas y, cuando las características o concentración del contaminante extraído lo requieran, disponer de un sistema de depuración.

### Recomendaciones para el uso de las vitrinas de gases

- Comprobar que el sistema de extracción funciona correctamente (nunca operar sin la extracción en marcha).
- Comprobar que el indicador de flujo de la vitrina, si existe, funciona correctamente y no presenta situación de alarma.
- Comprobar que no haya puertas o ventanas abiertas, principalmente en el entorno que puedan distorsionar el correcto funcionamiento de la vitrina.
- No se debe utilizar la vitrina de gases como unidad de almacenamiento.
- Disponer en el interior de la vitrina el material indispensable para llevar a cabo trabajo que se vaya a realizar y evitar material innecesario que dificulte el buen funcionamiento de la vitrina.
- Evitar la obstrucción de paso de aire al deflector trasero.
- Manipular las mínimas cantidades necesarias de producto.
- Situar las operaciones que generan contaminación a una distancia mínima de 15 o 20 cm de la ventana.
- Limitar las fuentes de calor a las mínimas necesarias ya que perturban la aspiración del aire de la vitrina.
- Reducir la abertura de la vitrina al mínimo espacio compatible con el trabajo realizado y estar siempre por debajo de la altura operacional máxima. No introducir la cabeza en su interior.



Figura 3. Vitrina para extracción de gases o vapores contaminantes

- Realizar movimientos lentos para evitar turbulencias.
- Evitar la generación de contaminantes a velocidades altas.
- El operador no debería detectar olores fuertes procedentes del material ubicado en su interior. Si se detectan, cerrar la guillotina y dar a conocer la situación a quien corresponda (jefe del laboratorio, responsable de mantenimiento, responsable de seguridad, etc.). No utilizar la vitrina y señalizarla convenientemente como fuera de uso o averiada.
- No operar en la vitrina con las ventanas vertical y horizontal, en su caso, abiertas a la vez.
- Utilizar ropa y equipos de protección adecuados (gafas, bata, guantes).
- Después de su utilización, cerrar la guillotina y dejar la vitrina funcionando hasta que se haya eliminado la contaminación generada.
- Dejar la vitrina limpia y ordenada.

### Mantenimiento de las vitrinas de gases

- Operaciones que se aconsejan realizar semanalmente.
  - Control del funcionamiento del indicador de caudal y de su alarma, en su caso.
  - Repaso de limpieza al interior de la vitrina.
- Operaciones que se aconsejan realizar semestralmente.
  - Limpieza del deflector trasero.
  - Limpieza general del interior de la cámara del deflector con una solución de detergente diluida.
  - Inspeccionar los mecanismos de funcionamiento de la guillotina.
- Operaciones a realizar anualmente.
  - Inspección detallada de los mecanismos de maniobra de la guillotina.
  - Examen visual del conducto de extracción; revisión del equipo de aspiración.
  - Comprobación del estado de saturación de filtros (si dispone).
  - Revisión del estado de instalaciones de fluidos asociadas a la vitrina.
- Operaciones a realizar anualmente por el SPRL.
  - Visualización de las corrientes de aire.
  - Control de aspiración (medida de velocidad del aire)
  - Control del nivel de ruido.
  - Control del nivel de iluminación.

### 3.1.2. Campanas extractoras

En muchos casos es aconsejable instalar pequeñas campanas extractoras en lugar de utilizar vitrinas. Por ejemplo, en ensayos fisicoquímicos que pueden implicar emisión de humos, polvo, gases...

Los sistemas de extracción localizada **deben instalarse inmediatamente próximos a los focos de emisión** de contaminantes, como las campanas móviles conectadas a una red de extracción para llevar a cabo aspiraciones localizadas.

Entre el captador y el foco de emisión no deben realizarse manipulaciones ni encontrarse en ningún momento la zona respiratoria del personal.

Las ventajas que presentan estos sistemas frente a las vitrinas de gases son su bajo coste y la retirada eficaz de contaminantes moviendo caudales de aire relativamente bajos a mayor velocidad.



Figura 4. Campana de extracción localizada para sistema de soldadura

## 3.2. Equipos de protección individual

En el laboratorio se realizan operaciones muy diversas, de corta duración, en las que se manipulan gran variedad de productos con diferentes características de peligrosidad, siendo a menudo, difícil adoptar medidas de protección colectiva eficaces y resultando en muchos casos, riesgos residuales.

Es en estas circunstancias cuando debe recurrirse a los equipos de protección individual, que han de ser adecuados frente a los riesgos de los que se quiere obtener protección mediante su correspondiente certificación (marca “CE”).

Los EPI más utilizados en el laboratorio son los protectores de los ojos, de la piel y de las vías respiratorias.

### 3.2.1. Protección de la cara y los ojos

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

Las **gafas** protegen los ojos del trabajador. Se recomienda su uso permanente en los laboratorios.

Las **pantallas** cubren la cara del usuario, no solamente los ojos. Existen dos tipos de pantallas, faciales y de soldador.

Si el uso de pantallas o gafas está destinado a la protección frente a algún tipo de **radiaciones** deben estar equipadas con visores filtrantes a las mismas.



Gafas



Pantalla



Pantalla inactiva

Figura 5. EPI para la protección de cara y ojos.

#### Uso de lentes correctoras y lentes de contacto.

Las personas que utilicen lentes correctoras pueden llevar gafas de protección ocular sobre estas. Cuando vayan a ser utilizadas de forma continuada, se recomiendan gafas de seguridad graduadas.

Las personas que utilicen lentes de contacto en el laboratorio deben saber que no se recomienda su uso en el laboratorio porque:

- Será prácticamente imposible retirar las lentes de contacto de los ojos después de que se haya derramado una sustancia química en el ojo.
- Las lentes de contacto interferirán en el procedimiento de lavado de emergencia.
- Las lentes de contacto pueden atrapar y recoger humos y materiales sólidos en el ojo.
- Si se produce la entrada de sustancias químicas en el ojo y la persona se queda inconsciente, el personal de auxilio puede no darse cuenta de que lleva lentes de contacto.

### 3.2.2. Protección de la piel

#### A. Protección de las manos.

Los **guantes** son el sistema de protección de las manos y brazos más utilizado ante la posibilidad de riesgos de corte, golpes, contacto dérmico o contacto térmico.

Para su uso en el laboratorio químico, además de la necesaria resistencia mecánica a la tracción y a la perforación, es fundamental la impermeabilidad frente a los distintos productos químicos.

Usando guantes no impermeables frente a un producto, si hay inmersión o contacto directo importante, no solamente no protege sino que incrementa el riesgo.



Figura 6. Guantes de nitrilo para protección de manos

Elegiremos un guante de seguridad en función de la actividad realizada y de los productos químicos utilizados.

- Plástico: Protege frente a sustancias corrosivas suaves y sustancias irritantes.
- Látex: Proporciona una protección ligera frente a sustancias irritantes. Las personas alérgicas al látex pueden usar guantes de nitrilo.
- Caucho natural: Protege frente a sustancias corrosivas suaves y descargas eléctricas.
- Neopreno: Para trabajar con disolventes, aceites, o sustancias ligeramente corrosivas.
- Algodón: Absorbe la transpiración, mantiene limpios los objetos manejados, retarda el fuego.
- Zetex: Para la manipulación de objetos muy calientes.
- Guante con malla de metal y punto Kevlar: para proteger de los cortes con objetos afilados.
- Guante de piel o cuero: protege contra virutas, chispas de soldadura, quemaduras...



Figura 7. Guantes criogénicos para la manipulación de nitrógeno líquido.

### Precauciones en el uso de guantes.

- Antes de utilizar los guantes hay que asegurarse de que están en buenas condiciones y no tienen agujeros, pinchazos o rasgaduras.
- Se debe tener mucho cuidado al quitarse los guantes cuando se han manipulado productos químicos. La forma correcta de hacerlo es tirar desde la muñeca hacia los dedos, cuidando que la parte exterior del guante no toque la piel.
- Los guantes desechables deben tirarse en los contenedores designados al efecto.

## B. Protección del cuerpo

Para la protección del cuerpo frente a proyección de chispas o metal emplear mandiles de cuero.

El riesgo de impregnación de la ropa se puede prevenir empleando delantales, mandiles, batas, ropa de trabajo o protección adecuada a las características de peligrosidad del agente manipulado.

En caso de contacto con un producto químico debe procederse al lavado inmediato de la protección y si se ha impregnado la ropa de trabajo, quitársela inmediatamente y proceder a su lavado.



Figura 8. EPI para la protección del cuerpo

### 3.2.3. Protección de las vías respiratorias

Los equipos de protección individual de las vías respiratorias son aquellos que tratan de impedir que el contaminante penetre en el organismo a través de esta vía. Técnicamente se pueden clasificar en equipos dependientes e independientes del medio ambiente.

#### A. Equipos dependientes del medio ambiente

Son equipos que utilizan el aire del ambiente y lo purifican, es decir retienen o transforman los contaminantes presentes en él para que sea respirable.

Estos equipos no pueden utilizarse cuando el aire es deficiente en oxígeno, cuando las concentraciones de contaminante son muy elevadas o se trata de sustancias altamente tóxicas o cuando existe el peligro de no detectar su mal funcionamiento (por ejemplo, un gas sin olor como el monóxido de carbono).

Presentan dos partes: el adaptador facial y el filtro. El **adaptador facial** crea un espacio herméticamente cerrado alrededor de las vías respiratorias, de manera que el único acceso a ellas sea a través del filtro. Existen diferentes **filtros** según los productos químicos que se utilicen y se tienen diferentes tamaños de poro según el tamaño de partícula.



Máscara



Mascarilla



Mascarilla autofiltrante

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

**Mascarilla.** Cubre la nariz y la boca exclusivamente.

**Mascarilla autofiltrante.** Reúne en un solo cuerpo inseparable el adaptador facial y el filtro. No son adecuadas para la protección de gases o vapores sino que es más apta para la protección frente a partículas sólidas y aerosoles. Los filtros de las mascarillas tienen fecha de caducidad. Suelen caducar a los seis meses para uso continuado (cuando están saturados), pero a veces este periodo puede ampliarse. A veces la saturación puede detectarse por el olor.

#### B. Equipos independientes del medio ambiente

El aire que respira el usuario no es el del ambiente de trabajo. Se clasifican en:

**Equipos semiautónomos:** utilizan el aire de otro ambiente diferente al de trabajo, no contaminado y transportado a través de una canalización. Se utilizan en trabajos con muy altas concentraciones de contaminante o pobres en oxígeno.

**Equipos autónomos:** el sistema de aporte de aire es transportado por el usuario. Su uso está indicado cuando el aire es irrespirable y se requiere autonomía y libertad de movimientos.

El uso de estos equipos en el laboratorio no es habitual, excepto en casos muy especiales, como el trabajo en laboratorios con riesgo biológico nivel 4 o en ambientes con contaminación radioactiva importante.

### 3.2.4. Protección frente al riesgo biológico

Existe una marcada tendencia a confundir los equipos destinados a evitar la contaminación de material estéril (protección del producto) con los destinados a la protección del trabajador.

Cuando exista riesgo biológico deberá establecerse un protocolo de uso de EPI que proporcione una protección efectiva, combinado con el correspondiente a mantener la asepsia de la muestra.

Debe disponerse de protocolos de desinfección para casos de contaminación. Debe procederse con especial cuidado al utilizar los desinfectantes por ser, en general, productos peligrosos.

- Los **guantes impermeables** (existen 6 clases de índices de protección en cuanto a permeabilidad) lo serán también a los microorganismos; así mismo, también se realizan ensayos de comprobación de impermeabilidad de guantes frente a sangre sintética.
- Cuando exista riesgo de salpicaduras deberán usarse **pantallas faciales**.
- La **protección respiratoria** frente a la inhalación de bioaerosoles implicaría la utilización de equipos de protección respiratoria con filtros HEPA (High Efficiency Particulate Airborne) capaces de retener los microorganismos y que esterilizan el aire inhalado a través de ellos. En la UE no se comercializan y se pueden recomendar **filtros tipo P3**.

### 3.2.5. Gestión de los equipos de protección individual (EPI)

Los EPI deben seleccionarse según la evaluación de riesgos en el conjunto del laboratorio. El EPI ha de tener en cuenta el grado necesario de protección que precisan las diferentes situaciones de riesgo, las exigencias ergonómicas y de salud del usuario y contemplar la posible existencia de otros riesgos simultáneos. Los trabajadores deben ser consultados antes de proceder a la adquisición.

Todos los EPI que se adquieran deben tener marcado “CE” y un folleto informativo acerca de la correcta utilización y conservación del mismo.

#### Recomendaciones para la distribución de EPI:

- Los equipos de uso general, como los guantes de látex, se distribuirán por todas las unidades del laboratorio.
- Los guantes para cortes tendrán una asignación personalizada.
- Los guantes para el frío se ubicarán junto a los arcones congeladores y se utilizarán en todas aquellas operaciones que impliquen la utilización de baños fríos y nieve carbónica.
- Los guantes para calor se ubicarán junto a los hornos de calcinación, estufas o cromatógrafos de gases y en general junto a todo equipo que presente un riesgo de quemadura por calor.
- Para la gestión de gafas de seguridad se recomienda su asignación personalizada a todo el personal del laboratorio, disponiéndose siempre de un excedente para el personal eventual.
- Las viseras, delantales y ropa de protección específica suelen tener un uso esporádico y puntual. Deberá disponerse de un stock mínimo en un almacén centralizado.
- Los equipos de protección respiratoria tendrán siempre una asignación personalizada.

En los laboratorios de prácticas debe existir la obligación de uso permanente de estos equipos.

El personal del laboratorio debe distinguir claramente entre los equipos de protección individual y los equipos destinados a la protección del producto o agente manipulado, ya que su uso puede generar confusión como ocurre con el empleo de mascarillas de tipo quirúrgico para evitar contaminaciones de material estéril (protección del producto) con el uso de mascarillas autofiltrantes desechables (protección del trabajador).

## 4. PRODUCTOS QUÍMICOS

Cuando se trabaja con sustancias y preparados químicos, hay que conocer a qué tipo de riesgo nos estamos enfrentando, para ello hay que conocer la peligrosidad de los productos que estamos manejando.

La peligrosidad de los productos químicos se clasifica en función de:

- Sus propiedades físico-químicas.
- Sus propiedades ecotoxicológicas (efectos sobre el medio ambiente).
- Sus propiedades toxicológicas (efectos sobre la salud).

### 4.1. Clasificación

POR SUS PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS		
CATEGORIA	DESCRIPCION	PICTOGRAMA
<b>Explosivos</b>	Sustancias y preparados sólidos, líquidos, pastosos o gelatinosos que, incluso en ausencia de oxígeno del aire, puedan reaccionar de forma exotérmica con rápida formación de gases y que, en determinadas condiciones de ensayo, detonan, deflagran rápidamente o, bajo el efecto del calor, en caso de confinamiento parcial, explotan.	
<b>Comburentes</b>	Sustancias y preparados que, en contacto con otras sustancias, en especial con sustancias inflamables, produzcan una reacción fuertemente exotérmica.	
<b>Extremadamente inflamables</b>	Sustancias y preparados líquidos que tengan un punto de ignición extremadamente bajo y un punto de ebullición bajo, y las sustancias y preparados gaseosos que, a temperatura y presión normales, sean inflamables con el aire.	
<b>Fácilmente inflamables</b>	Sustancias y preparados que puedan calentarse e inflamarse en el aire a temperatura ambiente sin aporte de energía. Los sólidos que puedan inflamarse fácilmente tras un breve contacto con una fuente de inflamación y que sigan quemándose o consumiéndose una vez retirada dicha fuente. Los líquidos cuyo punto de ignición sea muy bajo o que, en contacto con agua o con aire húmedo, desprendan gases extremadamente inflamables en cantidades peligrosas.	
<b>Inflamables</b>	Sustancias y preparados líquidos cuyo punto de ignición sea bajo.	
POR SUS PROPIEDADES ECOTOXICOLÓGICAS (efectos sobre el medio ambiente)		
CATEGORIA	DESCRIPCION	PICTOGRAMA
<b>Peligrosos para el medio ambiente</b>	Sustancias y preparados que presenten o puedan presentar un peligro inmediato o futuro para uno o más componentes del medio ambiente.	

POR SUS PROPIEDADES TOXICOLÓGICAS		
CATEGORIA	DESCRIPCION	PICTOGRAMA
<b>Muy tóxicos</b>	Sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea en muy pequeña cantidad puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.	
<b>Tóxicos</b>	Sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea en pequeñas cantidades puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.	
<b>Nocivos</b>	Sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.	
<b>Corrosivos</b>	Sustancias y preparados que, en contacto con tejidos vivos puedan ejercer una acción destructiva de los mismos.	
<b>Irritantes</b>	Sustancias y preparados no corrosivos que, en contacto breve, prolongado o repetido con la piel o las mucosas puedan provocar una reacción inflamatoria.	
<b>Narcótico</b>	Sustancias y preparados que, por inhalación o penetración cutánea, puedan provocar sueño o estupor y, en la mayoría de los casos, inhibe la transmisión de señales nerviosas asociadas al dolor.	
<b>Sensibilizante cutáneo</b>	Sustancias y preparados que pueden inducir una sensibilización por contacto cutáneo	
<b>Sensibilizantes</b>	Sustancias y preparados que, por inhalación o penetración cutánea, puedan ocasionar una reacción de hipersensibilidad, de forma que una exposición posterior a esa sustancia o preparado dé lugar a efectos negativos característicos.	
<b>Carcinogénicos (se diferencia en categorías 1, 2 y 3)</b>	Sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan producir cáncer o aumentar su frecuencia.	
<b>Mutagénicos (se diferencia en categorías 1, 2y 3)</b>	Sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir alteraciones genéticas hereditarias o aumentar su frecuencia.	
<b>Tóxicos para la reproducción (se diferencia en categorías 1 ,2y 3)</b>	Sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir efectos negativos no hereditarios en la descendencia, o aumentar la frecuencia de éstos, o afectar de forma negativa a la función o a la capacidad reproductora	

Tabla 1. Clasificación de los agentes químicos

## 4.2. Identificación de sustancias y preparados

Cualquier producto químico presente en el lugar de trabajo debe contener información sobre el riesgo inherente de la sustancia o preparado. La obligación de identificar los productos químicos no es exclusiva de los productos comercializados sino que incluye cualquier producto presente en el lugar de trabajo, por lo que no es aceptable la presencia de productos sin etiquetar o identificar provenientes de un trasvase, generados en el proceso o como residuos.

**Para los productos químicos la información sobre su peligrosidad y el riesgo derivado de su utilización está recogida en la etiqueta y ampliada en la ficha de datos de seguridad (FDS).**

### 4.2.1. Etiquetas

Todo producto químico, sustancia o preparado, clasificado como peligroso debe incluir en su envase una etiqueta bien visible que es la primera información básica que recibe el usuario sobre los peligros inherentes al mismo y sobre las precauciones a tomar en su manipulación.

La etiqueta deberá venir al menos en la lengua oficial, de forma clara, legible e indeleble.

Esta etiqueta contendrá:

1. Identificación del producto (nombre químico de la sustancia o nombre comercial del preparado).
2. Composición (para los preparados, relación de sustancias peligrosas presentes, según concentración y toxicidad).
3. Responsable de la comercialización (Nombre, dirección y teléfono).
4. Símbolos e indicaciones de peligro normalizadas.
5. Descripción del riesgo (Frasas R).
6. Medidas preventivas (Frasas S).
7. Número de registro CE de la sustancia y, además, cuando se trate de sustancias incluidas en el anexo I del RD 363/1995, la mención "Etiqueta CE".

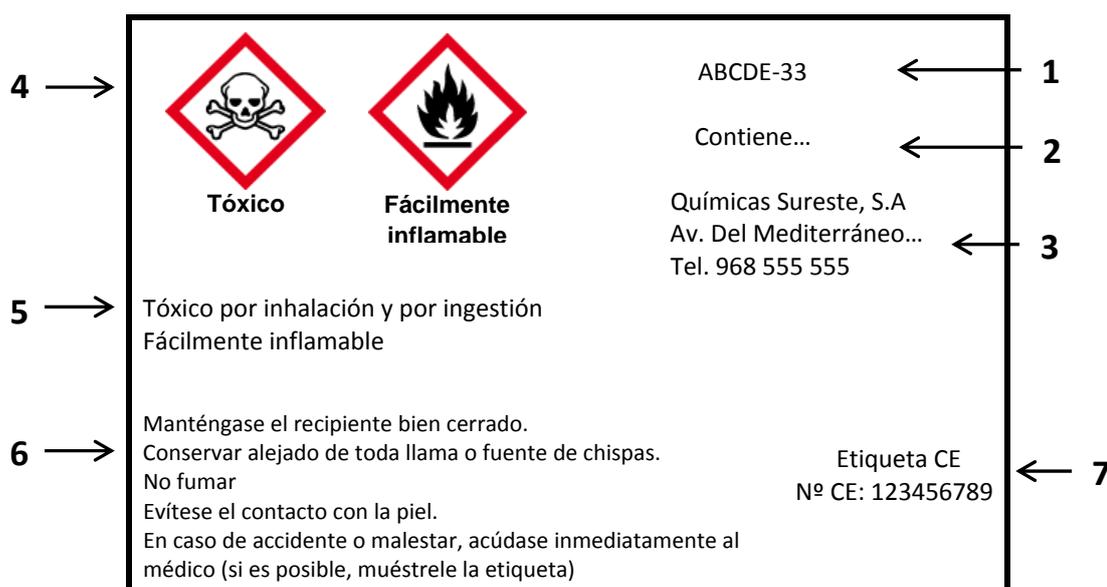


Figura 9. Etiqueta de identificación de productos químicos

#### 4.2.2. Ficha de datos de seguridad (FDS)

La FDS es una importante fuente de información complementaria de la contenida en la etiqueta y constituye una herramienta de trabajo imprescindible en el campo de la prevención de riesgos laborales y de la protección al medio ambiente ya que suministra información para tomar las medidas necesarias para la protección de la salud y de la seguridad en el lugar de trabajo.

El responsable de la comercialización debe suministrarla obligatoriamente a los usuarios profesionales proporcionando información sobre las propiedades de la sustancia y los peligros para la salud y el medio ambiente, así como sobre los riesgos derivados de sus propiedades físicas y químicas, controles de exposición, manipulación, almacenamiento y eliminación.

Estas fichas también informan sobre las medidas de lucha contra incendios, los medios de protección, precauciones a tomar en caso de vertido accidental y primeros auxilios.

La FDS deberá redactarse, al menos, en la lengua oficial del Estado e incluirá obligatoriamente la información que se indica a continuación:

1. Identificación de la sustancia o preparado y de la sociedad o empresa.
2. Composición / información sobre los componentes.
3. Identificación de los peligros.
4. Primeros auxilios.
5. Medidas de lucha contra incendios.
6. Medidas que deben tomarse en caso de vertido accidental.
7. Manipulación y almacenamiento.
8. Control de exposición/protección individual.
9. Propiedades físicas y químicas.
10. Estabilidad y reactividad.
11. Informaciones toxicológicas.
12. Informaciones ecológicas.
13. Consideraciones relativas a la eliminación.
14. Informaciones relativas al transporte.
15. Informaciones reglamentarias.
16. Otras informaciones.

## 5. AGENTES BIOLÓGICOS

Los agentes biológicos se definen como: “microorganismos, con inclusión de los genéticamente modificados, cultivos celulares y endoparásitos humanos, susceptibles de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad”.

Los agentes biológicos constituyen un factor de riesgo laboral por su capacidad de desencadenar enfermedades. Su manipulación comporta unos riesgos, cuya prevención debe responder a unas estrictas pautas de comportamiento. Desde la recepción de las muestras, hasta la eliminación de los residuos generados, todas las operaciones que se realizan en un laboratorio de estas características deben estar debidamente sistematizadas.

Ante el material biológico se debe tener un criterio claro de actuación y manejo ya que en muchas ocasiones se desconoce si es **potencialmente contaminante** o no: **hay que manejarlo siempre como si lo fuera.**

### 5.1. Clasificación

Los agentes biológicos se clasifican en distintos niveles que condicionan las medidas preventivas tanto individuales como colectivas.

Los agentes biológicos se clasifican, en función del riesgo de infección, en cuatro grupos:

Grupo de riesgo	Riesgo infeccioso	Riesgo de propagación	Profilaxis o tratamiento
Agente biológico del grupo 1	Poco probable que cause una enfermedad en el hombre.	No	Innecesario
Agente biológico del grupo 2	Puede causar enfermedad. Puede suponer un peligro para los trabajadores.	Poco probable	Sí
Agente biológico del grupo 3	Puede causar una enfermedad grave. Suponen un serio peligro para los trabajadores.	Probable	Sí
Agente biológico del grupo 4	Provocan una enfermedad grave. Suponen un serio peligro para los trabajadores.	Elevado	No conocido en la actualidad

Tabla 2. Clasificación de los agentes biológicos

## 5.2. Trabajo con muestras biológicas

Antes de comenzar cualquier actividad relacionada con la manipulación de agentes biológicos debe realizarse un inventario, a fin de identificar los agentes utilizados, clasificarlos de acuerdo con el criterio reseñado en la tabla anterior y establecer las medidas preventivas a tener en cuenta en función del nivel de contención requerido.

Uno de los principios fundamentales de protección frente al riesgo biológico es evitar siempre que el agente pueda salir del lugar de confinamiento primario: envase, cápsula, cabina de seguridad biológica, etc.

El peligro fundamental, en caso contrario, es el paso del agente al aire en forma de bioaerosol, lo que provoca automáticamente el riesgo de contagio, principalmente por inhalación. Se deberán establecer procedimientos de trabajo y medidas técnicas destinados a:

- Impedir la presencia de agentes biológicos fuera del lugar de confinamiento primario.
- Evitar la formación de bioaerosoles.
- Protegerse del contacto con los bioaerosoles, principalmente por inhalación.



Figura 10. Manipulado de muestras biológicas

### 5.2.1. Precauciones universales

Las denominadas “**precauciones universales**” constituyen la estrategia fundamental para la prevención del riesgo laboral para los trabajos con agentes biológicos:

#### **Vacunación (inmunización activa)**

- La comunidad trabajadora está sometida a numerosos riesgos biológicos, producidos por bacterias, hongos, virus, etc., frente a los cuales se dispone de vacunas que hacen posible su prevención y, a veces, su tratamiento. La inmunización activa frente a enfermedades infecciosas ha demostrado ser una de las principales formas de proteger a los trabajadores.

#### **Normas de higiene personal**

- Cubrir heridas y lesiones de las manos con apósito impermeable, al iniciar la actividad laboral.
- Cuando existan lesiones que no se puedan cubrir, debe evitarse el contacto directo.
- El lavado de manos debe realizarse al comenzar y terminar el trabajo y después de realizar cualquier operación que puede implicar el contacto con material infeccioso. Dicho lavado debe realizarse con agua y jabón líquido.
- En situaciones especiales deben emplearse sustancias antimicrobianas. Tras el lavado de las manos éstas deben secarse con toallas de papel desechables o corriente de aire.

- No comer, beber ni fumar.
- No realizar operaciones que pudieran presentar riesgo de entrada de fluidos contaminados por vía digestiva. Debe evitarse el pipeteo o aspiración de líquidos con la boca.

#### **Elementos de protección de barrera**

- Deben utilizarse rutinariamente los elementos de protección (barrera) apropiados. Los más característicos son guantes, mascarillas y batas.

#### **Objetos cortantes y punzantes.**

- Tomar precauciones en la utilización de material cortante y agujas durante y después de su utilización, así como en los procedimientos de limpieza y de eliminación.
- No encapsular agujas ni objetos cortantes ni punzantes ni someterlas a ninguna manipulación que no sea imprescindible.
- Los objetos punzantes y cortantes (agujas, jeringas y otros instrumentos afilados) deben ser depositados en contenedores apropiados con tapa de seguridad, para impedir su pérdida durante el transporte, estando estos contenedores cerca del lugar de trabajo y evitando su llenado excesivo.
- Evitar heridas y rasguños en la manipulación de partes y accesorios del instrumental que puedan ser cortantes y en el acceso a zonas difíciles. Proceder previamente a su desmontaje o emplear herramientas que faciliten el acceso. Tomar precauciones en la utilización del material cortante, de las agujas y de las jeringas durante y después de su utilización, así como en los procedimientos de limpieza y de eliminación.
- Los objetos punzantes y cortantes (agujas, jeringas y otros instrumentos afilados) deberán ser depositados en contenedores apropiados con tapa de seguridad, para impedir su pérdida durante el transporte, estando estos contenedores cerca del lugar de trabajo y evitando su llenado excesivo.

#### **Desinfección correcta de instrumentales y superficies.**

- El empleo de productos químicos permite desinfectar a temperatura ambiente los instrumentos y superficies que no resisten el calor seco o la temperatura elevada.
- El producto desinfectante debe tener un amplio espectro de actividad y una acción rápida e irreversible, presentando la máxima estabilidad posible frente a ciertos agentes físicos, no debiendo deteriorar los objetos que se han de desinfectar ni tener un umbral olfativo alto ni especialmente molesto.
- Una correcta aplicación de los desinfectantes será, en general, aquella que permita un mayor contacto entre el desinfectante y la superficie a desinfectar.
- Debe tenerse en cuenta que por su propia función, destrucción de microorganismos, muchos desinfectantes tienen características de toxicidad importantes para el hombre, por lo que se deberán adoptar las medidas de protección y prevención adecuadas y seguir siempre las instrucciones para su aplicación, contenidas en la etiqueta y en las fichas de seguridad.

#### **Esterilización correcta de instrumentales y superficies**

- Con la esterilización se produce la destrucción de todos los agentes biológicos, incluidos esporas bacterianas, que pueda contener un material.
- En ciertos casos, los instrumentos son sometidos a la acción de soluciones detergentes o antisépticas para diluir sustancias orgánicas o evitar que se sequen. Estos instrumentos no deberán ser manipulados ni re-utilizados hasta que se efectúe una esterilización.

### 5.2.2. Recomendaciones para trabajos con agentes biológicos del grupo 1

No necesita ningún equipo especial de contención. Se aplican las recomendaciones de un laboratorio básico:

- El acceso al laboratorio estará limitado, a juicio del responsable del mismo, cuando el trabajo esté en marcha.
- Las superficies donde se trabaja deberían ser descontaminadas una vez al día y después del derramamiento de cualquier material infeccioso.
- Está prohibido pipetear con la boca.
- No está permitido comer, beber, fumar o maquillarse en el laboratorio.
- La comida se almacenará en armarios o refrigeradores destinados a tal fin y situados fuera de la zona de trabajo.
- Antes de dejar el laboratorio, el personal que haya manejado materiales o animales contaminados debe lavarse las manos.
- Cualquier técnica o manipulación debe ser efectuada de manera que minimice la creación de aerosoles.
- Se recomienda el empleo de batas u otro tipo de equipamiento que prevenga la contaminación de la ropa de calle.
- Los materiales contaminados se irán depositando en contenedores apropiados, que se podrán cerrar para su traslado.
- Normalmente no es necesario equipo de seguridad.

### 5.2.3. Recomendaciones para trabajos con agentes biológicos del grupo 2

#### Instalación del laboratorio:

- Cada unidad debe tener un lavabo para el lavado de manos. Éste deberá funcionar preferentemente con el codo o con el pie.
- Las ventanas estarán herméticamente cerradas.
- El laboratorio donde se manipulen los agentes biológicos, estará separado del pasillo de circulación por un vestíbulo. Éste servirá a los usuarios para cambiarse la ropa de trabajo, ya que tiene que ser distinta a la habitual.
- Si el aire del laboratorio es renovado regularmente, el aporte de aire nuevo será como mínimo de 60 m<sup>3</sup> por persona y hora. Hay que vigilar que con los movimientos, no haya arrastre de aire del interior hacia el exterior y de esta forma no haya contaminación.
- Será necesario que haya una autoclave en el mismo laboratorio, para la descontaminación de desechos y de material biológico contaminado.
- Ha de haber una sala de reposo para el personal.
- Equipos de seguridad: cabinas de seguridad de clase I o II u otros sistemas de protección física del personal, que se emplearán cuando se lleven a cabo técnicas con un alto riesgo de formación de aerosoles o se utilicen grandes volúmenes o altas concentraciones de agentes infecciosos.

#### Técnicas de laboratorio específicas:

- Para la centrifugación de grandes concentraciones y volúmenes de agentes infecciosos, se utilizará una centrífuga herméticamente cerrada (sistema "aerosol free") y tubos de seguridad. El llenado, el cierre y la apertura de los tubos debe efectuarse en Cabinas de Seguridad Biológica.
- Todas las técnicas que puedan producir aerosoles tales como la centrifugación, la trituración, las mezclas, las agitaciones enérgicas, las disrupciones sónicas, la apertura de envases de materiales infecciosos, cuya presión interna pueda diferir de la presión ambiente, etc., se realizarán en cabinas de seguridad biológica. También se evitará manipulaciones tales como la inserción de asas o agujas calientes en un cultivo, y se utilizarán asas desechables; se evitará también la inyección violenta de fluidos a partir de pipetas o jeringas ya que todas estas técnicas pueden generar aerosoles.
- El modo de empleo y las limitaciones de las Cabinas de Seguridad Biológica se explicarán a todos los usuarios.



Figura 11. Manipulado de muestras biológicas en cabina de seguridad biológica

- Las puertas del laboratorio se mantendrán cerradas durante las manipulaciones.
- El personal se lavará las manos después de haber manipulado el material biológico y antes de dejar el laboratorio. Será obligatorio llevar guantes apropiados durante todas las técnicas que comporten un riesgo de contacto accidental directo con el material biológico infeccioso.
- El responsable del laboratorio deberá establecer las reglas o los procedimientos según las cuales se autorice el acceso al laboratorio. Sólo las personas prevenidas de la naturaleza de los riesgos pueden ser autorizadas a entrar en el local de trabajo. Las personas que sean de alto riesgo para la adquisición de una infección (inmunodeprimidas) o a las que la infección podría ser particularmente perjudicial, no se les autorizará la entrada al laboratorio.
- El empleo de jeringas y agujas hipodérmicas estará restringido a la inyección parenteral y a la aspiración de líquidos de los animales y de los viales con cápsula perforable, así como a la extracción de fluidos biológicos, debiendo extremar las precauciones en su manejo y eliminación. Por ello se utilizarán agujas y jeringas de un solo uso, no se deberá reencapsular las agujas y se eliminarán directamente en recipientes rígidos, aptos para la esterilización o para la incineración.
- Debe exigirse el uso de vestidos específicos, que no se llevarán fuera del laboratorio. Se recomienda el uso de gafas de seguridad, de máscaras o de otros dispositivos de protección.

- La señalización internacional de riesgo biológico se colocará en las puertas de acceso al laboratorio. También deben señalizarse los congeladores y refrigeradores utilizados para guardar microorganismos del tipo de riesgo 2.



Figura 12. Señalización de riesgo biológico

- Los accidentes que puedan llevar a una evidente exposición a los agentes infecciosos deben informarse inmediatamente al responsable del laboratorio.
- Se preparará y adoptará un manual de seguridad biológica para el laboratorio. Los miembros del personal deben estar prevenidos de los riesgos a los que están expuestos y deben leer las instrucciones sobre las prácticas de laboratorio. La conducta a seguir en caso de accidente estará en lugar bien visible y claramente expuesta en el laboratorio.

## 6. OPERACIONES EN EL LABORATORIO

### 6.1. Operaciones en el laboratorio químico

Los riesgos que generan los productos químicos provienen no solamente de la peligrosidad intrínseca que presentan, sino también de las operaciones a que se someten, ya que es durante su desarrollo cuando tienen lugar la mayor parte de exposiciones o accidentes.

Cualquier operación del laboratorio en la que se manipulen productos químicos presenta siempre unos riesgos. Para eliminarlos o reducirlos de manera importante es conveniente, antes de efectuar cualquier operación, hacer una lectura crítica del procedimiento a seguir, asegurarse de disponer del material adecuado, manipular siempre la cantidad mínima de producto químico, llevar las prendas y accesorios de protección adecuados y tener previsto un plan de actuación en caso de incidente o accidente. A continuación se citan las operaciones más habituales en el laboratorio en las que se manipulan productos químicos en el laboratorio:

#### 6.1.1. Limpieza de material de vidrio

El proceso de limpieza manual del material de vidrio del laboratorio es muy habitual. Los riesgos que presenta, pueden ser debidos a los productos de limpieza (intoxicación, dermatitis, quemaduras...) al material de vidrio (cortes y heridas debido a su rotura) y a los residuos de productos contenidos en el material.

##### Medidas preventivas:

- Formación e información del personal encargado de la limpieza.
- Ventilación del local destinado a la limpieza de material. La ventilación debe ser la suficiente para garantizar una atmósfera saludable.
- Con el fin de reducir al mínimo el riesgo de contacto o de inhalación de sustancias peligrosas es necesario vaciar completamente los recipientes antes de entregarlos para lavar.

#### Mezcla crómica

Mezcla de ácido sulfúrico y trióxido de cromo o dicromato potásico. Su utilización para destruir la materia orgánica, que es de gran eficacia, debe ser descartada excepto para aquellos casos en que no exista alternativa, empleándolo siempre en la mínima concentración necesaria.

Se trata de un preparado cancerígeno de categoría 2, tóxico, corrosivo y peligroso para el medio ambiente.

Es recomendable su sustitución por **permanganato potásico**, por ejemplo, que es una sustancia clasificada como nociva por ingestión y comburente (peligro de fuego con materias combustibles).

#### Metanol

El **metanol** es un alcohol tóxico por inhalación e ingestión y fácilmente inflamable. A corto plazo produce un efecto narcótico típico de todos los alcoholes. A largo plazo, provoca problemas visuales pudiendo entrañar la ceguera total.

Para el aclarado y secado del vidrio se puede reemplazar por **isopropanol** que es menos tóxico.

### 6.1.2. Transporte de recipientes conteniendo productos químicos

Durante el transporte de productos químicos puede tener lugar la rotura del recipiente, con la consiguiente contaminación, intoxicación y riesgo de explosión.

#### Medidas preventivas:

- Transportar los recipientes de vidrio en contenedores especiales. Si se transportan varios productos o mucha cantidad se deben emplear carros para evitar los choques y roturas.
- No utilizar el ascensor destinado a las personas.
- No transportar los recipientes que están bajo vacío.

### 6.1.3. Trasvase de productos químicos

La mayoría de accidentes de origen químico suceden en operaciones de trasvase. Es entonces cuando pueden tener lugar proyecciones, salpicaduras, contactos dérmicos, intoxicaciones, quemaduras por incendios, explosiones, etc.

#### Medidas preventivas:

- Tener información sobre los agentes químicos antes de iniciar cualquier operación con ellos. Se deben consultar las etiquetas de los envases y las Fichas de Datos de Seguridad.
- Establecer procedimientos de trabajo escritos que incluyan todas las etapas a seguir. Deben incluir la actuación a seguir en caso de emergencia (p. ej. derrame incontrolado).
- Ofrecer programas formativos para que el personal que trabaja con agentes químicos peligrosos adquiera conocimientos que le permitan un comportamiento cada vez más seguro.
- Evitar, en la medida de lo posible, el trasvase de agentes químicos peligrosos. Si no es posible, minimizar las cantidades a trasvasar, así como el número de trabajadores expuestos.
- Los agentes químicos peligrosos se deberán trasvasar en una zona bien ventilada, disponiendo de control de derrames y limitando las operaciones manuales a las mínimas posibles.
- Evitar el trasvase de sustancias por gravedad o vertido libre. Se debe potenciar el trasvase de agentes químicos peligrosos mediante sistemas de bombeo manuales o mecánicos.
- El lugar donde se vaya a efectuar el trasvase debe estar tan ordenado y limpio como la operación y el agente químico peligroso requieran.
- Las sustancias inflamables y tóxicas deben trasvasarse en lugares ventilados, preferentemente bajo sistemas de ventilación por extracción localizada. Dicha ventilación será obligatoria en aquellos trasvases en los que se generen gases, vapores o aerosoles.
- Trasvasar a velocidades lentas, evitando las salpicaduras y las proyecciones, especialmente cuando se trate de líquidos o polvos inflamables.
- Si se usa embudo, utilizar uno de dimensiones adecuadas a la de los recipientes.
- Emplear equipos de protección individual adecuados a los agentes a manipular.
- Antes de efectuar el trasvase, descargar la presión interna que pueda contener el recipiente, abriendo lentamente el tapón del bidón o recipiente contenedor.
- No absorber los derrames de agentes químicos peligrosos, aunque se lleven guantes, con trapos o papel, especialmente los corrosivos. Se debe prever el uso de sustancias o cubetos de neutralización para cada caso y abundante agua para la limpieza. En ningún caso debe emplearse serrín para absorber líquidos inflamables, recomendándose carbón activo, sepiolita u otros.

- Cerrar siempre los recipientes una vez extraída la cantidad de producto que se necesita, volviendo a dejar el envase en el mismo lugar donde estaba almacenado.
- El recipiente que contenga el producto químico a trasvasar debe estar correctamente etiquetado. Se deberá señalar con etiquetas que permitan a los trabajadores:
  - Identificar el producto.
  - Conocer los riesgos que entraña, mediante pictogramas o frases adecuadas.
  - Ser informados de las precauciones o consejos de prudencia a seguir.
- Limpiar los envases que se vayan a reutilizar, aunque vaya a contener el mismo producto.
- Prohibir pipetear con la boca. Emplear sistemas mecánicos de pipeteado y dosificación de pequeñas cantidades de líquidos (peras, émbolos o bombas). Para algunas aplicaciones y reactivos es recomendable utilizar un dispensador automático de manera permanente.
- Evitar comer, beber, aplicar cosméticos,... y cualquier otra pauta antihigiénica en el lugar donde se manipulan o almacenan los agentes químicos peligrosos.
- Es conveniente la instalación y correcto mantenimiento de medios auxiliares de protección, como duchas, lavajos,... en las proximidades de las zonas donde se manipulen agentes químicos peligrosos.

#### 6.1.4. Almacenamiento

El almacenamiento de sustancias químicas dentro de los laboratorios docentes y de investigación, presenta unas características particulares por:

- **El elevado nº de reactivos presentes**, de muy diversa naturaleza y de peligrosidad variada.
- **La pequeña cantidad de reactivos almacenados**. En la mayoría de los casos no se encuentran sometidos a una reglamentación específica, cuya aplicación es función generalmente de las cantidades almacenadas.
- **Incompatibilidad**. Dos sustancias son incompatibles cuando al entrar en contacto o mezclarse generan un efecto dañino o potencialmente dañino.
- **Tiempo de almacenamiento**. El almacenamiento prolongado representa un peligro, ya que dada la reactividad intrínseca de los productos químicos pueden ocurrir distintas transformaciones como formación de peróxidos inestables, polimerización de la sustancia, descomposición lenta con la producción de gases que incrementan la presión interior del recipiente, etc.

#### A. Incompatibilidad de sustancias según su reactividad.

<b>Oxidantes con:</b>	Materias inflamables, carburos, nitruros, hidruros, sulfuros, alquilmetales, aluminio, magnesio y circonio en polvo.
<b>Reductores con:</b>	Nitratos, halogenatos, óxidos, peróxidos, flúor.
<b>Ácidos fuertes con:</b>	Bases fuertes.
<b>Ácido sulfúrico con:</b>	Azúcar, celulosa, ácido perclórico, permanganato potásico, cloratos, sulfocianuros.

Tabla 3. Incompatibilidad de productos químicos

**B. Incompatibilidad de sustancias según sus propiedades físico-químicas.**

	 Inflamables	 Explosivos	 Tóxicos	 Comburente	 Nocivo/Irritante	 Corrosivo
 Inflamables	+	-	-	-	+	-
 Explosivos	-	+	-	-	-	-
 Tóxicos	-	-	+	-	+	-
 Comburente	-	-	-	+	O	-
 Nocivo/Irritante	+	-	+	O	+	-
 Corrosivo	-	-	-	-	-	+
+ Pueden almacenarse juntos - No pueden almacenarse juntos O Solo podrán almacenarse juntos adoptando medidas específicas de prevención						

Tabla 4. Incompatibilidad de sustancias según sus propiedades físico-químicas

**Medidas preventivas:**

- Comprobar que todos los productos están adecuadamente etiquetados, llevando un registro actualizado de productos almacenados. Se debe indicar la fecha de recepción o preparación, nombre del técnico responsable y de la última manipulación.
- Agrupar y clasificar los productos por su riesgo respetando las restricciones de almacenamientos conjuntos de productos incompatibles, así como las cantidades máximas recomendadas.
- Mantener el stock al mínimo operativo, lo que redundará en aumento de la seguridad y reducción de costes, y disponer de un lugar específico (almacén, preferiblemente externo al laboratorio) convenientemente señalizado, guardando en el laboratorio solo los productos de uso diario.
- Los materiales inertes pueden utilizarse como elementos de separación entre productos peligrosos.
- Aislar o confinar ciertos productos, como cancerígenos y sustancias de alta toxicidad, sustancias pestilentes y sustancias inflamables.
- Implantar procedimientos de orden y limpieza y comprobar que son seguidos por los trabajadores.
- Planificar las emergencias tales como la actuación en caso de una salpicadura, un derrame o rotura de un envase, un incendio y otras.
- Formar e informar a los trabajadores sobre los riesgos del almacenamiento de productos, como prevenirlos y como protegerse.
- No se deben almacenar productos químicos en pasillos ni lugares de paso de vehículos, en huecos de escaleras, en vestíbulos de acceso general, salas de visitas y lugares de descanso.
- No colocar en estantes elevados recipientes más grandes de medio litro.

- Los recipientes más grandes hay que colocarlos en las baldas más bajas de las estanterías.
- Emplear armarios de seguridad de RF-15 como mínimo, lo que reduce el riesgo del almacenamiento en el propio laboratorio y permite técnicamente guardar mayores cantidades de productos inflamables.



Figura 13. Armarios de seguridad para almacenamiento de productos inflamables

- Emplear armarios específicos para corrosivos, especialmente si existe la posibilidad de la generación de vapores.
- Todos los armarios de seguridad deben estar convenientemente señalizados.
- Emplear frigoríficos antideflagrantes o de seguridad aumentada para guardar productos inflamables muy volátiles.
- No deben emplearse frigoríficos de tipo doméstico para el almacenamiento de productos inflamables
- No deben guardarse alimentos bebidas en los frigoríficos destinados a productos químicos y muestras que pudieran contener agentes biológicos. Debe llevarse un control de temperaturas (máx/mín).

### 6.1.5. Mezcla de productos o adición de un producto.

En la mezcla o adición de productos puede tener lugar una reacción imprevista acompañada de un fenómeno peligroso (explosión, proyección...)

#### Medidas preventivas:

- Se recomienda disponer de un protocolo de actuación y de información sobre la identidad y peligrosidad de los productos que se manipulan.
- Cuando se trata de la adición de un reactivo, la velocidad debe de ser proporcionada a la reacción producida. Debe ser especialmente lenta si la reacción es exotérmica, provoca espuma, ocurre o puede ocurrir una polimerización rápida, etc.



Figura 14. Operación de mezclado de productos químicos

### 6.1.6. Reacciones químicas

De manera general, todas las reacciones exotérmicas están catalogadas como peligrosas ya que pueden ser incontrolables en ciertas condiciones y dar lugar a derrames, emisión brusca de vapores o gases tóxicos o inflamables o provocar la explosión de un recipiente. Otros tipos de reacciones consideradas peligrosas son las siguientes:

- Compuestos que reaccionan violentamente con el agua.
- Compuestos que reaccionan violentamente con el aire o el oxígeno (inflamación espontánea)
- Sustancias incompatibles de elevada afinidad.
- Reacciones peligrosas de los ácidos.
- Formación de peróxidos y sustancias fácilmente peroxidables
- Reacciones de polimerización.
- Reacciones de descomposición.



Figura 15. Operación de reacción de productos químicos

#### Medidas preventivas:

- Cuando se trabaja a una temperatura a la que las sustancias reaccionan inmediatamente, es recomendable controlar la reacción adicionando los reactivos en pequeñas cantidades.
- También es recomendable emplear un termostato para controlar y no sobrepasar la temperatura indicada. Si la reacción es muy peligrosa, se emplean en ella cantidades importantes de producto o bien requiere un control muy ajustado de la temperatura, los termostatos se colocan en cascada para reforzar la seguridad.
- Debe existir un protocolo de actuación para el caso de pérdida del control de la reacción.

### 6.1.7. Operaciones con vacío

Entre las diferentes operaciones en que se puede utilizar el vacío destacan la evaporación, la destilación, la filtración y el secado (en desecadores). Estas operaciones presentan riesgos de implosión del aparato y proyección de material, aspiración de un líquido y mezcla imprevista de productos que reaccionen violentamente.

#### Medidas preventivas:

- Utilizar recipientes de vidrio especiales capaces de soportar el vacío (paredes gruesas o formas esféricas) e instalar el aparato en un lugar sin riesgo de sufrir un choque mecánico.
- Recubrir con una cinta adhesiva o una red metálica el recipiente en depresión.
- El paso de vacío a presión atmosférica debe hacerse de manera gradual y lentamente.
- Tener en cuenta que cuando se utiliza para el vacío una trompa de agua y se cierra lentamente el grifo de alimentación, puede tener lugar un retorno de agua al recipiente donde se hace el vacío; si este recipiente contiene algún producto capaz de reaccionar con el agua, la reacción puede ser violenta. Para evitarlo hay que cerrar primero el grifo que debe colocarse entre el aparato sometido a vacío y la trompa. También es útil colocar entre ellos un recipiente de seguridad.

### 6.1.8. Extracción con disolventes volátiles

#### Extracción en caliente

La extracción líquido-sólido o líquido-líquido en caliente es una operación relativamente rutinaria en los laboratorios de química. El caso más habitual es la extracción con el sistema soxhlet. Dado que para ella se suelen emplear líquidos volátiles inflamables, cualquier sobrepresión en el montaje o una fuga de vapor puede provocar un incendio. Téngase en cuenta que siempre que se manipulen sustancias de estas características se presenta riesgo de incendio y explosión.

#### Medidas preventivas:

- Calentar el sistema de extracción empleando un baño maría o en un baño de aceite a una temperatura suficiente, pero no más alta, para asegurar la ebullición del disolvente.
- Realizar la operación en vitrina.
- Disponer de un extintor manual adecuado, manta ignífuga, etc. próximo al lugar de la operación.
- Cuando la extracción sea de larga duración es recomendable disponer de un sistema de control del agua de refrigeración frente a posibles cortes.

#### Extracción líquido-líquido

En la mayor parte de los procesos de extracción líquido-líquido a temperatura ambiente, una de las fases es un compuesto orgánico volátil, normalmente un disolvente inflamable, por lo que habrá que aplicarle las recomendaciones generales frente a la utilización de este tipo de compuestos que ya se han citado (sobrepresión, presencia de vapores inflamables).

Si se emplea un embudo de decantación con agitación manual, existe además el problema del contacto directo con los productos y la posibilidad de proyecciones de líquidos e inhalación de concentraciones elevadas de vapores al aliviar la presión del embudo (generada por la vaporización durante la agitación) a través de la válvula de la llave de paso.

#### Medidas preventivas:

- Usar guantes impermeables y ropa de protección.
- Si las sustancias que intervienen en el proceso tienen características de peligrosidad elevadas, realizar la operación en vitrina, aunque ello represente incomodidad

#### Extracción sólido-líquido

La extracción sólido-líquido (procedimiento en el que se retiene el producto a extraer de un líquido en un sólido adsorbente o impregnado por un absorbente) presenta un uso cada vez más extendido.

El procedimiento, por sus propias características (poca cantidad de muestra y, en consecuencia, de productos a manipular, posibilidad de automatización, etc.) presenta pocos problemas.

Los riesgos más característicos son los derivados del uso de presión y vacío en los sistemas semiautomatizados y de manipulación inadecuada en caso de obstrucción del cartucho o del disco de extracción.

### 6.1.9. Destilación.

Deben tenerse en cuenta los posibles riesgos de:

- Rotura del recipiente e inflamación.
- Paro de la refrigeración provocando la emisión de vapores y generación de una atmósfera inflamable.
- Ebullición irregular con posibilidad de desprendimiento de vapores y proyecciones y salpicaduras.

#### Medidas preventivas:

El aparato o el montaje de destilación debe estar adaptado a las cantidades y características de los productos a destilar.

- Utilizar pequeñas cantidades de productos en todas aquellas operaciones sobre las que no se tiene información previa del posible comportamiento de las sustancias presentes. Aumentar paulatinamente las cantidades en caso de que no se observen anomalías.
- El calentamiento debe hacerse preferentemente mediante mantas calefactoras o baños (aceite, arena) que deben colocarse encima de sistemas móviles (elevadores) con el fin de permitir un cese rápido del aporte de calor en caso de necesidad.
- Para los líquidos inflamables puede ser ventajoso utilizar un recipiente metálico que evita los riesgos de rotura.
- Examinar siempre el material y la estanqueidad del montaje de destilación, sobretodo en el caso de líquidos inflamables, antes de cada operación para evitar fallos eventuales o fugas.
- Regularizar la ebullición introduciendo antes de iniciar la aplicación de calor algunos trocitos de porcelana porosa o de vidrio en el líquido a destilar.
- Trabajar siempre que sea posible, en vitrinas.
- Disponer de equipos de protección personal (sobretodo, gafas de seguridad).
- Utilizar dispositivos de control de temperatura, de aporte de calor y de la refrigeración.
- Prestar atención a la temperatura de autoinflamación (autoignition point) de las sustancias presentes en la mezcla de destilación.
- La aplicación de vacío, que puede representar problemas añadidos, se ha comentado en el apartado de operaciones con vacío.

### Destilación de éteres

Los éteres, por envejecimiento a lo largo de su almacenamiento así como por acción de la luz, se oxidan a peróxidos explosivos. En el transcurso de una destilación de un éter peroxidado, el peróxido poco volátil se concentra y la explosión se produce cuando sólo queda el peróxido en el recipiente.

#### Medidas preventivas:

- Realizar una prueba para detectar la presencia de peróxido (con yoduro de potasio o tiocianato ferroso).
- Para eliminar el peróxido, se elegirá el método más apropiado. Después de la operación volver a realizar la prueba de peróxidos que verifique la desaparición del mismo.
- La adición de un inhibidor a un producto recientemente obtenido puede ralentizar su peroxidación.

### 6.1.10. Evaporación- secado.

Las operaciones de evaporación y secado, cuando se trata de disolventes, presentan el riesgo de desprendimiento de vapores tóxicos o inflamables.

#### Medidas preventivas:

- Efectuar la operación en el interior de una vitrina o emplear un evaporador rotatorio.
- Si el aporte de calor mediante estufa es indispensable se utilizará una que esté ventilada, disponga de un sistema de aspiración de vapores y se trabajará siempre a temperaturas moderadas, asegurándose que en ningún punto de la estufa se puede sobrepasar el punto de autoinflamación.
- La evaporación de un producto empapado de un líquido volátil se puede efectuar en frío.
- La evaporación y secado con aplicación de vacío se ha comentado en el apartado de operaciones con vacío.



Figura 16. Operación de secado

## 6.2. Operaciones en el laboratorio eléctrico y electrónico

Los riesgos que se generan en el laboratorio electrónico, además del riesgo eléctrico, intrínseco en las operaciones bajo tensión, provienen del uso de productos químicos, de herramientas manuales y de la soldadura eléctrica, elementos utilizados en reparaciones de equipos y en la elaboración de circuitos impresos.

Para eliminarlos o reducirlos de manera importante es conveniente conocer el procedimiento a seguir, disponer del material adecuado, manipular la cantidad mínima de productos químicos, llevar las prendas y accesorios de protección adecuados y tener previsto un plan de actuación en caso de incidente o accidente.

A continuación se analizan las operaciones más habituales realizadas en el laboratorio eléctrico-electrónico.



Figura 17. Laboratorio eléctrico-electrónico

### 6.2.1. Elaboración de circuitos

#### Revelado de placas

Para el revelado de placas se utilizan productos químicos peligrosos:

Hidróxido sódico, percloruro de hierro, ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, peróxido de hidrógeno.

#### Medidas preventivas:

- Para la manipulación de estos productos debe tenerse en cuenta las recomendaciones de los puntos *4.Productos químicos* y *7.Gestión de residuos*.

#### Soldadura eléctrica

En la electrónica se emplea soldadura eléctrica, que presenta el riesgo de contacto térmico y contacto eléctrico.



Figura 18. Laboratorio eléctrico-electrónico. Equipos de soldadura eléctrica.

#### Medidas preventivas:

- Comprobar antes de comenzar que los equipos eléctricos están en perfectas condiciones de uso.
- No dejar el soldador sobre la mesa mientras esté en uso y orientarlo a donde no se encuentre el operador.
- Disponer de un soporte para apoyar el soldador mientras se está trabajando.
- No guardar el soldador hasta que el electrodo esté a temperatura ambiente.
- Evitar la inhalación de los humos de soldadura.

#### Mecanizado de placas

Para el mecanizado de placas se utilizan herramientas manuales como sierras manuales, limas y taladros portátiles, que presentan el riesgo de cortes y golpes.

#### Medidas preventivas:

- Conservar las herramientas en buenas condiciones de uso.
- Utilizar la herramienta adecuada para el tipo de trabajo que se va a realizar.

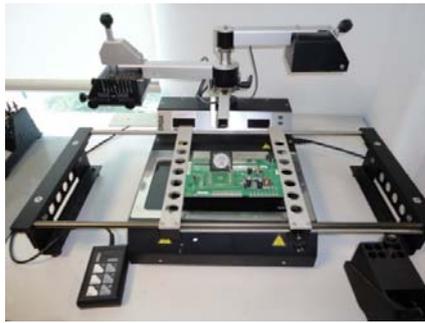


Figura 19. Laboratorio eléctrico-electrónico.  
Equipos de fabricación de placas para circuitos electrónicos

- Sujetar firmemente la pieza a cortar, de forma que no pueda moverse.
- Mantener bien tensada la hoja de la sierra y serrar suavemente, evitando que la hoja se doble o se rompa.
- Para comenzar el corte, la hoja de la sierra debe estar ligeramente inclinada y se arrastra hacia atrás para producir una muesca. Cuando se esté llegando al final se debe disminuir la presión sobre la hoja.

### 6.2.2. Reparación de equipos de instrumentación

El principal riesgo en las operaciones de reparación son golpes y cortes por el uso de herramientas manuales, contactos eléctricos y sobreesfuerzos en la manipulación de estos equipos.



Figura 20. Laboratorio eléctrico-electrónico. Instrumentación.

#### Medidas preventivas:

- Seguir las recomendaciones para el uso de herramientas manuales y herramientas eléctricas portátiles establecidas en el punto 7.2.1. y 7.2.2. de esta guía.
- Deben establecerse procedimientos operativos seguros para cada actividad.
- Desconectar de la corriente los equipos eléctricos antes de actuar sobre ellos.
- Evitar esfuerzos inútiles, usar medios mecánicos y solicitar ayuda cuando sea necesario.
- Para levantar cargas, flexionar las rodillas sin doblar la espalda y elevarlas estirando las rodillas.
- Sujetar las cargas con firmeza con ambas manos, procurando mantener los brazos estirados y lo más cerca posible del cuerpo.
- Mantener la espalda recta, evitar posturas forzadas y giros del tronco en el levantamiento y transporte del objeto.

### 6.2.3. Medida de parámetros eléctricos en equipos bajo tensión

En el laboratorio se practican medidas de parámetros eléctricos tales como tensión, intensidad y potencia en equipos eléctricos y motores bajo tensión con aparatos electrónicos digitales, electrodinámicos, de inducción... El riesgo principal de esta actividad es el contacto eléctrico.

#### Medidas preventivas:

- En ningún caso se debe desmontar la de caja conexiones eléctricas del equipo de trabajo.
- No use el medidor si la carcasa ésta dañada o retirada. Busque roturas o posibles faltas de plástico.
- Preste atención al aislamiento alrededor de los conectores.
- Inspeccione los cables de prueba por posibles daños en el aislante o partes metálicas expuestas. Verifique la continuidad de los cables de prueba. Reemplace los cables dañados por unos de idéntico número de modelo o especificaciones eléctricas antes del uso del medidor.
- Utilice los terminales, funciones y rangos apropiados para sus mediciones.
- No aplique más del ratio de tensión marcado en el medidor, entre los terminales o entre cualquier terminal y la toma de tierra.

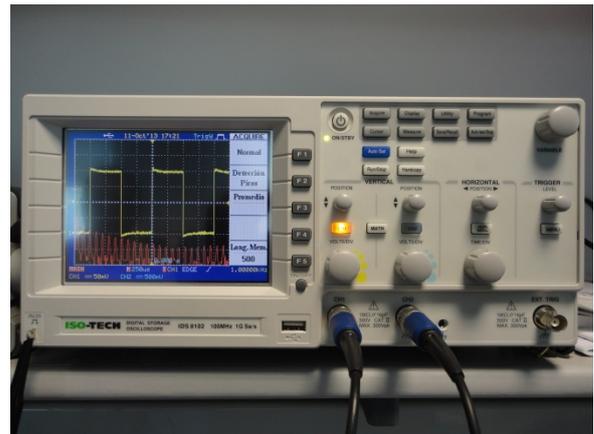


Figura 21. Laboratorio eléctrico-electrónico. Instrumentación y equipos de medida.

### 6.3. Operaciones en el laboratorio mecánico y de mecanizado

En el laboratorio mecánico se realizan trabajos de mantenimiento, reparación y ensayos con bombas y motores eléctricos y de combustión así como trabajos de mecanizado, en los que se cortan metales y materiales compuestos y se les da la forma de productos terminados utilizando herramientas manuales y máquinas tales como sierras, tornos, taladros y esmeriles.

La mayoría de los riesgos generados en las labores desempeñadas en trabajos de mecanización, provienen del uso de herramientas manuales, uso de máquinas-herramientas, en muchos casos el empleo de herramientas de corte y en trabajos de soldadura

En los talleres mecánicos se realizan operaciones de trabajo muy diversas: arreglar y sustituir toda clase de piezas, reconstruir componentes, hacer pruebas de ensayo... Estas labores ocultan una serie de riesgos, siendo los más frecuentes golpes y atrapamientos (en la manipulación manual de cargas, en herramientas manuales y máquinas portátiles), proyecciones de fragmentos y sustancias químicas, exposición a contaminantes químicos (gases de escape, combustibles...), incendios y explosiones (hidrocarburos).

A continuación se analizan las operaciones que se realizan en el laboratorio mecánico o de mecanizado.



Figura 22. Laboratorio mecánico de apoyo a la Investigación de la UPCT

### 6.3.1. Mecanizado

Los riesgos del taller de mecanizado tienen su origen en el uso de equipos y herramientas eléctricas y en la manipulación de los materiales trabajados.

Entre las lesiones frecuentes en estos laboratorios se encuentran proyecciones de partículas de material en los ojos, golpes, cortes y lesiones por atrapamiento y aplastamiento en máquinas.

#### Medidas preventivas:

- Use gafas de seguridad en todo momento en el taller.
- Use calzado de seguridad si trabaja con objetos pesados.
- Use guantes de cuero para manejar materiales con bordes afilados.
- Al operar con la maquinaria use ropa ajustada, quítese cadenas, anillos y recójase el pelo. No use guantes.
- Mantenga una buena iluminación en los bancos de trabajo.
- Sujete firmemente los materiales que serán taladrados o perforados para impedirles que se deslicen o giren en la máquina.
- Retire las llaves, mandriles, herramientas y virutas o recortes antes de encender las máquinas para que estos no salgan lanzados por el aire.
- Use empujadores, no sus manos, para alimentar el material a la máquina.
- Nunca introduzca las manos en una máquina en funcionamiento.
- Nunca deje desatendida una máquina funcionando.
- Opere las máquinas de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
- Cumpla las velocidades de alimentación de la máquina, no fuerce materiales hacia la máquina ni tire de ellos más rápido de lo que la máquina pueda procesarlos.
- Asegúrese de que todas las guardas y los dispositivos de enclavamiento de seguridad estén instalados y debidamente posicionados.
- Antes de realizar labores de mantenimiento o despejar un atasco, apague y desenchufe la máquina y espere hasta que los componentes se hayan detenido completamente.

### 6.3.2. Soldadura eléctrica

Los riesgos más específicos de la soldadura eléctrica son los de contacto eléctrico directo e indirecto, proyecciones en los ojos, explosión, incendio, radiaciones, exposición a humos, etc.

#### Medidas preventivas:

- El soldador deberá emplear pantalla facial certificada, guantes de cuero de manga larga, mandil de cuero, polainas y calzado de seguridad tipo bota.
- Deben utilizarse sistemas de extracción localizada por aspiración, lo más cerca posible del lugar de soldadura y evacuando el aire hacia zonas donde no hayan personas.
- La ropa del operario que esté manchada de grasa, disolventes o cualquier otra sustancia inflamable será desechada inmediatamente.
- El operario se asegurará de que la pantalla protectora no deje pasar la luz y que el cristal contra radiaciones es adecuado a la intensidad o diámetro del electrodo.

- Cuando se trabaje sobre elementos metálicos será necesario la utilización de botas de seguridad aislantes.
- El material de soldadura se inspeccionará semanalmente, prestando especial atención a los cables de alimentación del equipo que estén dañados o pelados, empalmes o bornes de conexión aflojados o corroídos, etc.
- Se emplearán mamparas metálicas de separación de puestos de trabajo para que las proyecciones no afecten a otras zonas u operarios.
- La pinza portaelectrodos debe ser la adecuada al tipo de electrodo que se va a utilizar y los electrodos deben quedar fuertemente sujetos.
- Los cables del circuito de acometida deben ser de la sección adecuada para no dar lugar a sobrecalentamientos.
- Los cables de soldadura se protegerán contra proyecciones incandescentes, grasas, aceites...
- El material de soldadura se inspeccionará semanalmente, prestando especial atención a los cables de alimentación del equipo que estén dañados o pelados, empalmes o bornes de conexión aflojados o corroídos, etc.
- Se alejarán los hilos de soldadura de los cables eléctricos principales para prevenir el contacto accidental con el de alta tensión.
- Se conectará la carcasa a una toma de tierra con interruptor diferencial que corte la corriente en caso de producirse una corriente de defecto.
- La toma de tierra no se deberá unir a cadenas, cables de montacargas o tornos.
- El interruptor principal se conectará cerca del puesto de trabajo para en caso necesario poder cortar la corriente rápidamente.
- Los porta-electrodos se almacenarán en lugares donde no entren en contacto con los operarios, combustibles o posibles fugas de gas comprimido.
- Cuando se paren los trabajos, se sacarán todos los electrodos de los portaelectrodos, desconectando el puesto de soldar de la fuente de alimentación.
- Asegurarse de que los electrodos y sus portaelectrodos estén bien secos, si no es así, deben secarse totalmente antes de utilizarlos.
- Queda prohibido sustituir los electrodos con las manos desnudas, con guantes mojados o en el caso de estar sobre una superficie mojada o puesta a tierra, tampoco se enfriarán los portaelectrodos sumergiéndolos en agua.
- Asegurarse de que la base de soldar sea sólida y esté apoyada sobre objetos estables.
- No se deben efectuar los trabajos en zonas húmedas y en cualquier caso se debe secar adecuadamente antes de iniciar los trabajos.
- No se realizarán los trabajos de soldadura mientras esté lloviendo, o en lugares conductores sin la protección eléctrica adecuada.

### 6.3.3. Soldadura acetilénica

Los riesgos más específicos de la soldadura oxiacetilénica son los de exposición a humos y gases de soldadura, incendios, explosiones, quemaduras por salpicaduras del metal, proyección de partículas...

#### Medidas preventivas:

- Prestar especial atención a que las mangueras estén siempre en perfectas condiciones de uso y sólidamente fijadas a las tuercas de empalme.
- Se evitará en todo momento que las mangueras entren en contacto con superficies calientes, bordes afilados, ángulos vivos, etc.
- Antes de comenzar los trabajos de soldadura se comprobará que las mangueras no tienen pérdidas en las conexiones, quedando prohibido utilizar una llama para su comprobación.
- El operario no debe trabajar con las mangueras sobre los hombros o entre las piernas.
- En ningún caso el operario doblará las mangueras para interrumpir el paso del gas.
- Los grifos de las botellas de oxígeno y acetileno se deberán colocar de forma que sus bocas de salida apunten en direcciones opuestas.
- El grifo se deberá abrir lentamente, en caso contrario el reductor de presión podría quemarse.
- Si se atasca el grifo de una botella, no se debe forzar, se devolverá al suministrador marcando la deficiencia detectada.
- El operario, antes de colocar el manorreductor, deberá purgar el grifo de la botella de oxígeno, abriéndolo un cuarto de vuelta y cerrándolo a la mayor brevedad.
- Se mantendrán los grifos y los manorreductores de las botellas limpios de grasas, aceites o combustible de cualquier tipo.
- El operario encargado de los trabajos de soldadura manejará el soplete con cuidado.
- Cuando el soplete tiene fugas dejará de utilizarse y se reparará de inmediato.
- Queda prohibido depositar el soplete en las botellas, ni siquiera apagado.
- Se evitará que las chispas producidas en los trabajos de soldadura caigan sobre las botellas, mangueras o líquidos inflamables.
- Quedan prohibidos los trabajos de soldadura en locales donde se almacenen materiales inflamables y donde existan riesgos de explosión e incendio.
- Se identificarán las botellas en todo momento, sino deben inutilizarse y devolverse al proveedor.
- Queda prohibido en el manejo de las botellas arrastrarlas, deslizarlas o hacerlas rodar en posición horizontal, éstas se desplazarán mediante carretillas diseñadas para ello.
- Si las botellas de acetileno se calientan se deberá cerrar el grifo y enfriar la botella con agua durante horas si es preciso.
- En caso de producirse un incendio se alejarán las botellas del lugar y si se hubieran calentado se enfriarán con abundante agua.
- En caso de incendiarse el grifo, se tratará de cerrarlo, y si no se consigue, se apagará con un extintor de nieve carbónica o de polvo.
- Los recintos de almacenamiento tendrán una ventilación suficiente y permanente, para lo que deberán disponer de aberturas y huecos en comunicación directa con el exterior.
- Siempre que sea posible se trabajará en zonas o recintos especialmente preparados para ello y dotados de sistemas de ventilación general y extracción localizada suficientes para eliminar la exposición de humos y gases.

#### 6.3.4. Montaje y desmontaje de bombas y motores

Los riesgos principales son golpes y atrapamientos con las piezas de la bomba o motor, los sobreesfuerzos al manipular las piezas, los golpes y cortes con las herramientas manuales y eléctricas utilizadas, así como el contacto con productos químicos nocivos, como aceite, líquido de frenos, líquido hidráulico...

##### Medidas preventivas:

- Conservar las herramientas y almacenarlas en buenas condiciones de uso.
- Utilizar las herramientas adecuadas a cada tipo de trabajo que se vaya a realizar.
- Transportar las herramientas de forma segura, protegiendo los filos y puntas y mantenerlas ordenadas, limpias y en buen estado en el lugar destinado a tal fin.
- Evitar forzar la postura en el uso de herramientas.
- Evitar realizar acciones de fuerza con las manos en flexión, extensión o rotación extrema.
- Desconectar las herramientas eléctricas antes de cambiarle discos, brocas, piedra, etc.
- Revisar que el cable de alimentación y la clavija de los equipos eléctricos estén en condiciones.
- Utilizar mesas de trabajo con tornillos de apriete y bandejas.
- Utilizar gafas y caretas faciales contra proyección de partículas.
- Instalar bloqueos automáticos en los sistemas hidráulicos.
- Cuando la carga sea pesada o su volumen dificulte su manejo, se pedirá ayuda a otras personas.
- Utilizar medios mecánicos, como polipastos, para mover las piezas más pesadas.
- No situarse bajo las cargas suspendidas.
- Los líquidos del motor se recogerán en envases acondicionados para ello, tales como bandejas y embudos, se evitará el contacto con los mismos y se almacenarán como residuos peligrosos.
- Utilizar equipos de protección individual tales como guantes de goma, calzado de protección, gafas y mascarillas para la manipulación de productos químicos.

#### 6.3.5. Ensayos con equipos rotativos

Los riesgos principales en las pruebas de ensayo de estos equipos, tales como bombas o ventiladores, son atrapamientos entre las partes móviles, proyección de partículas por rotura en el acoplamiento de los ejes, contactos térmicos que pueden ocasionar quemaduras y contactos eléctricos.

##### Medidas preventivas:

- Los dispositivos de protección de máquinas y equipos de trabajo, no deberán ser anulados ni puestos fuera de servicio, y se colocarán de nuevo en su sitio después de cada operación de mantenimiento, ajuste, limpieza, etc.
- Los equipos de trabajo deberán ser instalados y utilizados de forma que no puedan caer, volcar o desplazarse de forma incontrolada.
- La maquinaria permanecerá sujeta a puntos resistentes mediante anclajes u otros medios similares para evitar su vuelco accidental.
- Los órganos de accionamiento deberán ser claramente visibles e identificables y, cuando corresponda, estar indicados con señalización adecuada.
- Los controles de accionamiento deben estar diseñados y colocados de manera que su accionamiento sólo sea posible realizarlo intencionadamente.

- Al utilizar una máquina, debe asegurarse que se sabe apagar antes de usarla, que los materiales que se utilizan no entorpecen los movimientos de la máquina y que la zona de trabajo está libre, limpia y despejada de obstáculos.
- En todo trabajo con máquinas o equipos con partes en movimiento las manos y brazos del operario no llevarán objetos de adorno como por ejemplo: anillos, pulseras, reloj, etc. La ropa de trabajo no debe ser muy holgada para evitar atrapamientos en la máquina.
- Todas las máquinas susceptibles de provocar atrapamientos estarán convenientemente señalizadas para advertir de este riesgo.
- Cuando se realicen operaciones de mantenimiento en máquinas, es conveniente la señalización, el bloqueo y/o el enclavamiento de las mismas para evitar puestas en marcha inesperadas.
- Utilizar gafas de seguridad durante los ensayos con estos equipos.
- Esperar a que el motor se enfríe antes de proceder a la manipulación, mantenimiento o reparación de sus componentes.

### 6.3.6. Ensayos con equipos con motor de combustión interna

En los ensayos con los equipos con motor de combustión interna los riesgos principales son exposición a humos de combustión, exposición a contaminantes químicos, proyecciones, contactos térmicos e incendios.

- Los equipos de trabajo móviles provistos de un motor de combustión no se pueden utilizar en espacios de trabajo cerrados, excepto si se garantiza una renovación suficiente de aire.
- Reducir al mínimo la duración y la intensidad de las exposiciones a los humos de combustión.
- Los resguardos y dispositivos de protección de máquinas y equipos de trabajo, no deberán ser anulados ni puestos fuera de servicio.
- Las protecciones se colocarán de nuevo en su sitio después de cada operación de mantenimiento, ajuste, limpieza, etc.
- En todo trabajo con máquinas o equipos con partes en movimiento las manos y brazos del operario no llevarán objetos de adorno como por ejemplo: anillos, pulseras, reloj, etc. La ropa de trabajo no debe ser muy holgada para evitar atrapamientos en la máquina.
- Todas las máquinas susceptibles de provocar atrapamientos estarán convenientemente señalizadas para advertir de este riesgo.
- La maquinaria permanecerá sujeta a puntos resistentes mediante anclajes u otros medios similares para evitar su vuelco accidental.
- Los órganos de accionamiento deberán ser claramente visibles e identificables y, cuando corresponda, estar indicados con señalización adecuada.
- No utilizar productos inflamables para el lavado de piezas de motor.
- En el caso de que las piezas se limpien o desengrasen en baños, utilizar instalaciones provistas de extracción localizada y tapas articuladas.
- No fumar y evitar presencia de llamas abiertas, fuentes de ignición o chispas durante los ensayos.
- Cuando se realicen operaciones de mantenimiento en máquinas, es conveniente la señalización, el bloqueo y/o el enclavamiento de las mismas para evitar puestas en marcha inesperadas.
- Utilizar gafas de seguridad durante los ensayos y protecciones auditivas frente al ruido.
- Esperar a que el motor se enfríe antes de proceder a la manipulación, mantenimiento o reparación de sus componentes.

## 7. EQUIPOS DE TRABAJO

En los laboratorios, además de los riesgos generados por los productos químicos utilizados y por las operaciones que en ellos se realizan, deben considerarse también los que tienen su origen en los equipos de trabajo existentes en los mismos.

### 7.1. Instrumental de laboratorio químico

A continuación se citan los riesgos y las medidas preventivas para el instrumental y equipos de trabajo más usuales en el laboratorio químico.

#### 7.1.1. Material de vidrio

##### Riesgos:

- Cortes o heridas producidos por rotura del material de vidrio debido a su fragilidad mecánica, térmica, cambios bruscos de temperatura o presión interna.
- Cortes o heridas como consecuencia del proceso de apertura de ampollas selladas, frascos con tapón esmerilado, llaves de paso, conectores etc., que se hayan obturado.
- Explosión, implosión e incendio por rotura del material de vidrio en operaciones realizadas a presión o al vacío.



Figura 23. Material de vidrio en laboratorio químico

##### Medidas preventivas:

- Antes de utilizar cualquier material de vidrio se comprobará que esté en perfecto estado. En caso de cualquier fisura, grieta, etc., se desechará.
- Cuando el material sufra algún golpe violento, desecharlo, aunque no se vea ninguna anomalía.
- Cuando se realizan montajes de vidrio se deben seguir las siguientes recomendaciones:
  - Evitar que los materiales utilizados queden tensionados.
  - Utilizar soportes y abrazaderas adecuados.
  - Fijar las piezas según la función a realizar.

- No calentar directamente el vidrio a la llama. Interponer un material capaz de difundir el calor (rejilla difusora metálica) para prolongar la vida útil del recipiente de vidrio.
- Los balones de vidrio han de ser introducidos en los baños de forma lenta y progresiva y su secado debe ser mediante aire comprimido a bajas presiones.
- Evitar que las piezas queden atascadas colocando una capa fina de grasa de silicona entre las superficies de vidrio y utilizando siempre que sea posible tapón de plástico.
- Para el desatascado de piezas deben utilizarse guantes espesos y protección facial o bien realizar la operación bajo campana con pantalla protectora. Si el recipiente a manipular contiene líquido, debe llevarse a cabo la apertura sobre un contenedor de material compatible, y si se trata de líquidos de punto de ebullición inferior a la temperatura ambiente, debe enfriarse el recipiente antes de realizar la operación.
- El material de vidrio roto o en mal estado se dispondrá en un recipiente rígido para su gestión como residuo nunca en una papelera.
- Usar el tipo de material de vidrio más adecuado en función de las condiciones en las que se trabajará de presión y temperatura.
- Cuando se vayan a sacar recipientes de baños calientes o de otros sistemas para su calentamiento, dejar enfriar previamente o evitar el contacto directo con una superficie fría (mármol, baldosas, etc.) con el fin de evitar el choque térmico y rotura del material de vidrio. Basta con poner un soporte de madera o corcho.

### 7.1.2. Pipetas

#### Riesgos:

- Contacto o ingestión de un líquido tóxico o corrosivo.
- Las pipetas de cristal, cortes por rotura.

#### Medidas preventivas:

- No pipetear nunca con la boca. Utilizar sistemas automáticos adaptados a la pipeta, ya sea de aspiración manual o tipo cremallera.
- Utilizar siempre guantes impermeables al producto manipulado.
- Para algunas aplicaciones y reactivos es recomendable utilizar un dispensador automático de manera permanente.



Figura 24. Pipetas y equipamiento de llama en laboratorio químico.

### 7.1.3. Aparatos con llama

**Riesgos:**

- Incendio y explosión por la presencia de gases comburentes o combustibles, o de productos inflamables en el ambiente próximo donde se utilizan.
- Quemaduras.

**Medidas preventivas:**

- Suprimir la llama o la sustancia inflamable, aislándola, o garantizar una ventilación suficiente para que no se alcance jamás el límite inferior de inflamabilidad.
- Calentar los líquidos inflamables mediante sistemas que trabajen a una temperatura inferior a la de autoignición (p.ej. baño maría).
- Utilizar equipos con dispositivo de seguridad que permita interrumpir el suministro de gases en caso de anomalía.
- Mantenimiento adecuado de la instalación de gas.

### 7.1.4. Refrigerantes

**Riesgos:**

- Corte en el suministro de agua que puede provocar fuga de vapores.
- Rotura interna con entrada de agua a la mezcla de reacción con riesgo de incendio, explosión o fuga de vapores.
- Desconexión del tubo que suministra el refrigerante que provoca riesgo de inundación.

**Medidas preventivas:**

- Disponer de un sistema de seguridad que interrumpa el aporte de calor en caso de que se corte el suministro de agua.
- Asegurarse de que los tubos están bien sujetos, y renovarlos periódicamente.



Figura 25. Equipamiento para manejo de fluidos refrigerantes

### 7.1.5. Aparatos eléctricos

**Riesgos:**

- Electrocutación por contacto directo o indirecto, generado por todo aparato que tenga conexión eléctrica.
- Inflamación o explosión de vapores inflamables por chispas o calentamiento del aparato eléctrico.

**Medidas preventivas:**

- Disponer de un cuadro general, preferiblemente en cada unidad de laboratorio, con diferenciales y automáticos.
- Disponer de interruptor diferencial adecuado, toma de tierra eficaz e interruptor automático de tensión (magnetotérmico).
- Distribución con protección (automático omnipolar) en cabeza de derivación.
- Instalar la fuerza y la iluminación por separado, con interruptores.
- Emplear instalaciones entubadas, siendo las > 750 V, rígidas.
- Aplicación del código de colores y grosores.
- No emplear de modo permanente alargaderas y multiconectores (ladrones).
- Mantener las distancias al suelo según las características del local.
- Usar circuitos específicos para aparatos especiales.
- En áreas especiales (húmedas y laboratorios de prácticas) emplear bajo voltaje (24 V), estancos, tapas, etc. Emplear seguridad aumentada para el trabajo de manera permanente con inflamables.
- Efectuar el mantenimiento adecuado y realizar inspecciones y comprobaciones periódicas.

### 7.1.6. Baños calientes y otros dispositivos de calefacción

**Riesgos:**

- Quemaduras.
- Rotura de recipientes de vidrio ordinarios con desprendimiento de vapores.
- Vuelcos, vertidos y emisión incontrolada de humos en los baños de aceite.
- Generación de calor y humedad en los baños de agua.
- Contacto eléctricos por deterioro del material.

**Medidas preventivas:**

- No llenar completamente el baño hasta el borde.
- Asegurar su estabilidad con ayuda de soportes.
- No introducir recipientes de vidrio ordinario en el baño, utilizar vidrio tipo Pyrex.
- Disponer de un termostato de seguridad para limitar la temperatura.
- Utilizar dispositivos aislantes térmicos que no contengan amianto.
- Cuando su uso sea continuado, disponer de extracción localizada.
- Realizar mantenimiento preventivo con revisiones periódicas que deben aumentar de frecuencia con el uso y la antigüedad del dispositivo. Prestar especial atención a las conexiones eléctricas.

### 7.1.7. Baños fríos

#### Riesgos:

- Quemaduras por frío.
- Desprendimiento de vapores.
- Si se emplean para el control de reacciones exotérmicas, cualquier incidente que anule su función puede generar un incendio, explosión o la emisión de sustancias tóxicas al ambiente.

#### Medidas preventivas:

- No introducir las manos sin guantes protectores en el baño frío.
- Manipular la nieve carbónica con la ayuda de pinzas y guantes térmicos.
- Introducir los recipientes en el baño frío lentamente para evitar una ebullición brusca.
- Emplear los baños de acetona con nieve carbónica preferiblemente en la vitrina.



Figura 26. Baños termostáticos para calor y frío.

### 7.1.8. Frigorífico para el almacenamiento de inflamables

#### Riesgos:

- Incendio y explosión por acumulación de vapores en su interior si no son de seguridad aumentada.

#### Medidas preventivas:

- Emplear frigoríficos de seguridad aumentada sin instalación eléctrica interior y, preferiblemente, los preparados para guardar productos inflamables que estén homologados (EEX/d/2C/T6).
- No guardar recipientes abiertos o mal tapados en el frigorífico.
- Usar recipientes capaces de resistir la sobrepresión interna en caso de recalentamiento accidental.
- Controlar de modo permanente la temperatura interior del frigorífico.
- No almacenar con ellos bebida ni comida.



Figura 27. Almacenamiento de productos inflamables en laboratorio químico

### 7.1.9. Estufas

#### Riesgos:

- Incendio, explosión, intoxicación por vapores inflamables desprendidos debido a un sobrecalentamiento si se produce un fallo en el termostato.
- Quemaduras por contacto con las superficies calientes.
- Contacto eléctrico indirecto.

#### Medidas preventivas:

- Si se usa para evaporar líquidos volátiles, debe disponerse de un sistema de extracción y retención por filtrado o por condensación de los vapores producidos. Si los vapores son inflamables, es recomendable emplear estufas de seguridad aumentada o con instalación antideflagrante.
- Emplear estufas con sistemas de seguridad de control de temperaturas (bimetal, por ejemplo).
- Efectuar un mantenimiento adecuado, comprobando además la ausencia de corrientes de fuga por envejecimiento del material y correcto estado de la toma de tierra.



Figura 28. Estufas en laboratorio químico

### 7.1.10. Botellas e instalación de gases

#### Riesgos:

- Caída de la botella.
- Intoxicación en caso de fuga de un gas tóxico, irritante o corrosivo.
- Fuga de un gas explosivo o inerte.
- Incendio en la boca de una botella de un gas inflamable.



Figura 29. Instalación de gases técnicos

#### Medidas preventivas:

- Mantener las botellas fijas sujetándolas con una cadena a un soporte sólido.
- Disponer de un plan de actuación para casos de fugas e incendio en la boca de la botella.
- Observar las precauciones adecuadas a las características del gas manipulado.

### 7.1.11. Centrífuga

#### Riesgos:

- Rotura del rotor.
- Heridas en caso de contacto con la parte giratoria.
- Explosión por una atmósfera inflamable.
- Formación de bioaerosoles.

#### Medidas preventivas:

- Repartir la carga simétricamente.
- La centrífuga debe llevar un mecanismo de seguridad de tal manera que no pueda ponerse en marcha si la tapa no está bien cerrada e impidiendo su apertura si el rotor está en movimiento.
- Disponer de un procedimiento de actuación para el caso de roturas y/o formación de bioaerosoles.



Figura 30. Centrífuga en el laboratorio químico

### 7.1.12. Autoclave

#### Riesgo:

- Explosión del aparato con proyecciones violentas.

#### Medidas preventivas:

- Asegurarse documentalente (homologación, certificación) de que el autoclave resiste la presión a la que tiene que trabajar.
- Debe estar equipado con un manómetro. Las autoclaves que trabajan a presiones muy elevadas deben estar ubicados en locales preparados para el riesgo de explosión.
- El aumento de presión debe ser progresivo, así como la descompresión.



Figura 31. Autoclave en el laboratorio químico

### 7.1.13. Cromatógrafo de gases

**Riesgos:**

- Disconfort por el calor desprendido por el aparato.
- Quemaduras térmicas al realizar algunas operaciones en el detector, la columna o el inyector.
- Contaminación ambiental.
- Pinchazos en la manipulación de jeringas.
- Fugas de gases inflamables, especialmente hidrógeno.
- Contactos eléctricos indirectos en aparatos antiguos.

**Medidas preventivas:**

- Disponer de un sistema de ventilación adecuado para disipar el calor producido por los aparatos.
- Utilizar guantes resistentes al calor cuando se realicen manipulaciones en zonas calientes.
- Conectar la salida del divisor de flujo del inyector de capilares y de los detectores no destructivos al exterior.
- Adecuado mantenimiento preventivo.
- La mayor parte de estas instrucciones son extensivas a los espectrómetros de masas, tanto si utilizan la cromatografía de gases como fase previa o no.

### 7.1.14. Cromatógrafo de líquidos de alta resolución

**Riesgos:**

- Contacto con la piel durante la preparación de eluyentes o con vertidos.
- Contaminación ambiental si se emplean productos volátiles.

**Medidas preventivas:**

- Manipular los eluyentes adecuadamente, empleando guantes si existe posibilidad de contacto dérmico en las operaciones de trasvase.
- Emplear material de vidrio resistente en el tratamiento previo del eluyente, especialmente en las operaciones al vacío.



Figura 32. Cromatógrafos de gases y de líquidos para laboratorio químico

### 7.1.15. Espectrofotómetro de absorción atómica

#### Riesgos:

- Quemaduras químicas en la manipulación de ácidos concentrados empleados en el tratamiento previo (digestión) de las muestras a analizar.
- Desprendimiento de vapores irritantes y corrosivos.
- Quemaduras térmicas con la llama, horno de grafito y zonas calientes en general.
- Fugas de gases: acetileno y otros.
- Posible formación de hidrógeno cuando se utiliza el sistema de generación de hidruros.
- Radiaciones UV.

#### Medidas preventivas:

- Realizar las digestiones ácidas en vitrinas.
- Utilizar guantes, gafas y equipos de protección personal adecuados.
- Sistema de extracción sobre la llama u horno de grafito.
- Buena ventilación general cuando se trabaja con el generador de hidruros.
- Tomar las precauciones adecuadas para trabajar con acetileno.
- No mirar directamente a la llama ni a las fuentes de emisión (lámparas).

### 7.1.16. Equipos láser

Existen diferentes tipos de láseres debido a los amplios intervalos de longitud de onda, potencia y energía en los que se aplica este tipo de energía y a las características de emisión, ya sea continua o en impulsos.

**Según su nivel de peligrosidad se clasifican en cuatro clases y sus riesgos son:**

- Clase I: En principio, no suponen daño alguno.
- Clase II: Pueden causar daños oculares por observación directa del haz durante períodos superiores a 0,25 seg. Podría resultar en un daño crónico para exposiciones iguales o superiores a 1.000 seg (unos 15 minutos).
- Clase III a: Pueden causar daños oculares (concretamente, en la retina), siendo crónicos en caso de exposiciones iguales o superiores a 0,25 seg.
- Clase III b: Pueden causar daños oculares o cutáneos agudos si se entra en contacto directo con el haz láser.
- Clase IV: Pueden causar daños oculares o cutáneos agudos si se entra en contacto directo, indirecto, o por reflexión, con el haz láser. Pueden originar incendios.

#### Medidas preventivas:

- Señalizar el dispositivo láser mediante una etiqueta / señal, claramente visible y colocada en el mismo dispositivo láser, con las frases de advertencia para que el usuario conozca a que riesgo está expuesto.
- Toda puerta de acceso a locales donde se albergue dispositivos láser de CLASE III a; III b; y IV, deben ser señalizadas con el pictograma de peligro correspondiente, incluyendo además la CLASE del

láser, la longitud de onda, y la potencia del mismo. Cuando un local albergue más de un láser de diferentes CLASES de las especificadas, se incluirá los datos de todos ellos.

- Sobre toda puerta de acceso a un local donde se albergue dispositivos láser de CLASE III a; III b; y IV, se recomienda la instalación de una luz intermitente que se active cuando el dispositivo esté en operación.
- Señalizar “ACCESO RESTRINGIDO EXCLUSIVAMENTE A PERSONAL AUTORIZADO”.
- La utilización de prendas de las prendas de protección individual (E.P.I.) que se estime preceptivas para las operaciones a llevar a cabo, también debe estar señalizada.
- Toda persona que participe directamente en las operaciones, o que sin estar involucrada directamente en las mismas, pueda verse afectada por estos dispositivos, debe ser informada por los responsables de las actividades acerca de los riesgos a los que está expuesto, los medios con los que debe protegerse, cómo y cuándo utilizarlos, y especialmente, sobre el conjunto medidas preventivas y de normas internas.



Figura 33. Equipo láser en laboratorio químico

## 7.2. Instrumental de laboratorio eléctrico y electrónico

A continuación se enumeran los riesgos y las medidas preventivas para el instrumental y equipos de trabajo más usuales en el laboratorio eléctrico y electrónico.

### 7.2.1. Herramientas manuales

#### Riesgos:

- Golpes y cortes en manos ocasionados por las propias herramientas durante el trabajo normal con las mismas.
- Lesiones oculares por partículas provenientes de los objetos que se trabajan y/o de la propia herramienta.
- Golpes en diferentes partes del cuerpo por despido de la propia herramienta o del material trabajado.
- Esguinces por sobreesfuerzos o gestos violentos.

#### Medidas preventivas:

- Seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar.
- Mantener las herramientas en buen estado.
- No trabajar con herramientas estropeadas.
- Usar correctamente las herramientas.
- Utilizar la herramienta adecuada para cada tipo de operación.
- Evitar un entorno que dificulte su uso correcto.
- Guardar las herramientas en lugar seguro.
- No se deben utilizar las herramientas con otros fines que los suyos específicos, ni sobrepasar las prestaciones para las que técnicamente han sido concebidas.
- Utilizar los elementos auxiliares o accesorios que cada operación exija para realizarla en las mejores condiciones de seguridad.
- Almacenar las herramientas en estantes adecuados mediante la instalación de paneles u otros sistemas. Al inicio de la jornada laboral las herramientas necesarias serán recogidas por cada uno de los operarios debiendo retornarlas a su lugar de almacenamiento al final de la misma.
- Periódicamente se deben inspeccionar el estado de las herramientas y las que se encuentren deterioradas enviarlas al servicio de mantenimiento para su reparación o su eliminación definitiva.
- El transporte de herramientas se debe realizar en cajas, bolsas o cinturones especialmente diseñados para ello.
- Las herramientas no se deben llevar en los bolsillos sean punzantes, cortantes o no.
- Cuando se deban subir escaleras o realizar maniobras de ascenso o descenso, las herramientas se llevarán de forma que las manos queden libres.

## 7.2.2. Equipos eléctricos portátiles

### Riesgos:

- Contactos eléctricos.
- Golpes y cortes en manos u otras partes del cuerpo.
- Lesiones oculares por proyección de fragmentos o partículas.
- Esguinces por movimientos o esfuerzos violentos.

### Medidas preventivas:

- Usar herramientas de calidad acordes al tipo de trabajo a realizar y con marcado CE.
- Comprobar que las herramientas tienen en buen estado la carcasa exterior y disponen de los elementos de protección.
- Comprobar el estado del cable de alimentación, (no debe haber cables de cobre al descubierto, ni empalmes con cinta aislante) y la clavija de conexión (no conectar los cables directamente). No transportar las herramientas cogiéndolas por el cable de alimentación.
- Elegir el útil adecuado a la herramienta (disco, broca, etc.) y al trabajo a realizar. Dicho útil deberá estar en buen estado (disco no gastado, broca afilada, etc.)
- Utilizar la llave apropiada para cambiar el útil.
- Retire las herramientas de ajuste o llaves fijas antes de conectar la herramienta eléctrica.
- Desconectar la herramienta de la red en el cambio de útil y cuando no se vaya a utilizar.
- Asegurarse de que la herramienta eléctrica esté desconectada antes de conectarla a la toma de corriente y/o al montar el acumulador, al recogerla, y al transportarla.
- Utilizar herramientas que dispongan de doble aislamiento de protección y conectarlas a un cuadro protegido con interruptor diferencial.
- No utilice vestimenta amplia ni joyas. Mantenga su pelo, vestimenta y guantes alejados de las piezas móviles.
- Siempre que sea posible utilice unos equipos de aspiración o captación de polvo y asegúrese que éstos están montados y que son utilizados correctamente.
- Evitar los trabajos en las proximidades de materiales combustibles. En caso necesario, cubrir dichos materiales con algún elemento incombustible (pantallas, chapas, mantas ignífugas, lonas mojadas, etc.), teniendo también extintores cerca del puesto de trabajo.
- Fijar los materiales de pequeñas dimensiones por medio de mordazas adecuadas, antes de trabajar sobre ellos.
- Sujetar las herramientas con las dos manos. No adoptar posturas forzadas ni ejercer presión excesiva sobre la herramienta.
- Utilizar calzado de seguridad ante el riesgo de golpes en los pies por caída de las herramientas en su manipulación.
- Utilizar gafas protectoras o pantalla facial en todo caso y sobremanera cuando haya riesgo de proyección de partículas.
- Utilizar protectores auditivos, cuando el trabajo con las herramientas ocupe una parte importante de la jornada laboral y siempre que el nivel de ruido supere los 80 dB (A) legalmente exigibles.

### 7.2.3. Estación de soldadura

**Riesgos:**

- Quemaduras e incendios

**Medidas preventivas:**

- Soldar sobre una superficie resistente al fuego.
- Apoyar siempre el lápiz sobre el soporte.
- Sujetar los elementos de soldadura con los alicates.
- No toque las partes metálicas cercanas a la punta.
- No use el aparato cerca de objetos inflamables.
- Apague la unidad antes de sustituir algún componente, en las pausas y cuando termine de usarla.
- Trabaje en un área bien ventilada.
- Examinar regularmente cualquier daño o desgaste para los cables y el enchufe.



Figura 34. Equipos de soldadura en laboratorio eléctrico y electrónico

### 7.2.4. Decapador

**Riesgos:**

- Quemaduras e incendios

**Medidas preventivas:**

- Proceda con especial cautela al trabajar cerca de materiales combustibles. El aire o boquilla caliente pueden llegar a inflamar polvo o gases.
- No dirija prolongadamente el chorro de aire caliente a un mismo punto. Es probable que se produzcan gases inflamables al tratar, p.ej., plásticos, pinturas, barnices o materiales similares.
- Tenga en cuenta que el calor puede ser dirigido contra materiales combustibles ocultos y hacer que éstos se incendien.
- No trabaje con la herramienta eléctrica en un entorno con peligro de explosión.
- Después de su uso, cuide que la herramienta quede en una posición estable, y déjela que se enfríe totalmente antes de guardarla. Una boquilla caliente puede causar daños.
- No deje desatendida la herramienta eléctrica conectada.
- Ventile bien su puesto de trabajo. Frecuentemente, los gases y vapores producidos al trabajar son nocivos para la salud.
- Use guantes de protección y no toque la boquilla caliente. Existe el peligro de quemadura.
- Jamás dirija el chorro de aire caliente contra personas o animales.

### 7.3. Equipos de trabajo del laboratorio de mecanizado y mecánico

A continuación se enumeran los riesgos y las medidas preventivas para el instrumental y equipos de trabajo más usuales en el laboratorio mecánico o de mecanizado.

#### 7.3.1. Herramientas manuales

Ver punto 7.2.1.

#### 7.3.2. Equipos eléctricos portátiles

Ver punto 7.2.2.

#### 7.3.3. Amoladora manual

**Riesgos:**

- Golpes con el disco de la máquina y /o con el material a trabajar.
- Proyecciones de fragmentos o partículas: se desprende polvo, fragmentos y partículas del material.
- Atrapamiento por las partes móviles de la máquina.
- Contactos eléctricos.

**Medidas preventivas:**

- Antes de montar un disco se comprobará que es adecuado para la máquina.
- Todas las superficies de los discos, juntas y platos de sujeción que estén en contacto, deben estar limpias y libres de cualquier cuerpo extraño.
- La limpieza y mantenimiento se hará con el equipo parado.
- Utilizar las máquinas con los resguardos y dispositivos de seguridad en perfecto estado y funcionamiento.
- Deberá utilizarse con este equipo gafas o pantallas faciales homologadas CE.

#### 7.3.4. Cizalla

**Riesgos:**

- Golpes / cortes por contacto con las piezas de corte.
- Proyecciones de fragmentos o partículas: se desprenden partículas del material.
- Atrapamiento por y/o entre objetos: atrapamiento por las partes móviles de la máquina.

**Medidas preventivas:**

- No retire los resguardos y demás elementos de protección instalados.
- Será necesario la utilización de guantes de protección debido a que se pueden producir cortes durante la manipulación de las piezas cortadas.
- Deberán utilizarse gafas o pantallas faciales homologadas CE para trabajar con este equipo.

### 7.3.5. Curvadora

**Riesgos:**

- Aplastamiento de las manos por atrapamiento entre los rodillos.

**Medidas preventivas:**

- Debe impedirse el acceso al punto de peligro durante el funcionamiento de la máquina mediante:
  - Protector fijo.
  - Dispositivo de parada de emergencia por tracción sobre cable o barra.
  - Dispositivo de parada de emergencia por acción sobre pulsador.
- Utilizar las máquinas con los resguardos y dispositivos de seguridad en perfecto estado y funcionamiento.

### 7.3.6. Esmeriladora

**Riesgos:**

- Golpes o cortes por objetos o herramientas, atrapamientos: presencia de piedra esmeriladora en movimiento de revolución.
- Contactos térmicos: la herramienta se calienta con la fricción.
- Ruido.

**Medidas preventivas:**

- El apoya-herramientas se mantendrá ajustado a 2 mm de la muela. El ajuste se hará con la máquina parada.
- No quitar ni modificar las defensas. Utilizar gafas protectoras o pantalla facial. No se debe trabajar llevando anillos, relojes, pulseras, cadenas o cualquier prenda que cuelgue. Se debe llevar el pelo recogido.
- No se incline demasiado, su cabello o ropa pueden quedar atrapados en la máquina.
- No tocar nunca la zona que se está amolando y esperar a que se enfríe suficientemente.
- Utilizar protectores auditivos para trabajar con esta máquina.



Figura 35. Máquinas herramienta: cizalla, curvadora y esmeriladora en laboratorio mecánico o de mecanizado

### 7.3.7. Fresadora

**Riesgos:**

- Golpes o cortes por contacto con las piezas de corte.
- Proyecciones de fragmentos o partículas: se desprende polvo, fragmentos y partículas del material.
- Atrapamiento por las partes móviles de la máquina.

**Medidas preventivas:**

- Asegure la sujeción y apoyo de la pieza que trabaje. Nunca la sujete con las manos.
- Pare la máquina para comprobar, medir y cambiar de posición la pieza de trabajo.
- No retire virutas o recortes con la mano y hágalo con la máquina parada.
- No quitar ni modificar los resguardos de protección ni los dispositivos de seguridad.

### 7.3.8. Plegadora

**Riesgos:**

- Atrapamiento de la mano entre punzón y matriz.
- Golpes contra piezas de grandes dimensiones durante el movimiento de elevación en el proceso de plegado.
- Cortes con las piezas a mecanizar.

**Medidas preventivas:**

- Impedir materialmente el acceso por los lados y por detrás de la máquina durante su funcionamiento.
- Utilizar útiles de sujeción para el plegado de piezas de pequeñas dimensiones.
- Proteger los sistemas de accionamiento, pedales o barras, contra accionamientos intempestivos.
- Realizar revisiones periódicas de los sistemas de protección utilizados.



Figura 36. Máquinas herramienta: fresadora y plegadora

### 7.3.9. Prensa

**Riesgos:**

- Atrapamiento en la zona de prensado.

**Medidas preventivas:**

- Durante la preparación del equipo se deberá tener consignado para evitar arranques intempestivos.
- Se deberá fijar el troquel perfectamente antes de empezar el ciclo de trabajo; se utilizarán sistemas de amarre adecuados.
- No desconecte los sistemas de protección del equipo, antes de empezar a trabajar deberá comprobar su perfecto funcionamiento.
- Es obligatorio que use las gafas de protección, guantes de protección, calzado de seguridad y protección auditiva.



Figura 37. Máquinas herramienta: prensa

### 7.3.10. Roscadora

**Riesgos:**

- Golpes tanto por el equipo como por el material a trabajar.
- Proyecciones de fragmentos o partículas: se desprende virutas, esquirlas, etc.
- Atrapamiento por las partes móviles de la máquina.

**Medidas preventivas:**

- Antes de empezar el trabajo asegúrese del correcto montaje del fijatubos.
- No rosque sin usar el fijatubos. Incluso para roscar las medidas más pequeñas.
- Una vez terminada la rosca espere a que el motor y la terraja se hayan parado completamente para invertir el giro.
- Deberá utilizarse gafas o pantallas faciales homologadas CE para trabajar con este equipo.

### 7.3.11. Sierra de cinta

**Riesgos:**

- Rotura violenta de la cinta con proyección de la misma. Proyección de partículas.
- Cortes por contacto con la cinta en la zona de operación.
- Contacto con órganos móviles.

**Medidas preventivas:**

- Antes de ponerla en marcha, comprobar que las protecciones de las cintas y de los volantes estén en posición correcta. Asegure la sujeción y apoyo de la pieza a trabajar.
- Asegurarse que la pieza carezca de nudos o irregularidades.
- Utilizar las guías de apoyo y empujadores siempre que sea posible.
- Pare la máquina para comprobar, medir y cambiar de posición la pieza de trabajo.
- No sobrepasar la velocidad normal de la máquina.
- Retire las virutas o recortes con guantes o un cepillo, y siempre con la máquina parada.

### 7.3.12. Taladro vertical

**Riesgos:**

- Golpes / cortes, herramienta de revolución en movimiento.
- Proyecciones de polvo, partículas y fragmentos del material taladrado.
- Atrapamiento por y/o entre objetos.

**Medidas preventivas:**

- Mantener las manos alejadas de la broca. Sujetar la pieza a trabajar mecánicamente.
- Pare la máquina para comprobar, medir y cambiar de posición la pieza de trabajo.
- Las virutas deben retirarse periódicamente utilizando un cepillo.
- Todas las operaciones de comprobación y ajuste deben realizarse con el taladro parado.
- Deben utilizarse gafas o pantalla de protección para los ojos/cara.
- No se debe trabajar llevando anillos, relojes, pulseras, cadenas en el cuello, bufandas, corbatas o cualquier prenda que cuelgue. Se debe llevar la ropa de trabajo bien ajustada. Las mangas deben llevarse ceñidas a la muñeca.



Figura 38. Máquinas herramienta: Sierra de cinta y taladro vertical

### 7.3.13. Torno

**Riesgos:**

- Caída de piezas o materiales en manipulación.
- Golpes/cortes con las piezas en manipulación.
- Atrapamiento por el tornillo o la cadena del banco.
- Proyección de partículas.

**Medidas preventivas:**

- Disponer en el banco de trabajo de las herramientas y materiales necesarios.
- Asegurar la correcta sujeción de la pieza al tornillo o cadena del banco.
- Utilizar herramientas en buen estado.
- Las virutas deben retirarse periódicamente utilizando un cepillo.
- Deben utilizarse gafas o pantalla de protección para los ojos/cara.



Figura 39. Máquina herramienta: Torno

### 7.3.14. Transpaleta

**Riesgos:**

- Caída de objetos en manipulación: caída de la carga y mal uso de la transpaleta.
- Atrapamiento por o entre objetos al chocar la barra de dirección con algún obstáculo.
- Sobreesfuerzos, transporte de cargas demasiado pesadas, manejo incorrecto.

**Medidas preventivas:**

- Las cargas deben estar perfectamente equilibradas, calzadas o atadas a sus soportes.
- Para manejar una carga: introducir la horquilla hasta el fondo, por la parte más estrecha del palé, y asegurarse siempre que la carga está equilibrado.
- No transportar ni izar a personas en carga o vacío.
- Al subir una rampa es necesario colocarse siempre delante de la transpaleta. Al bajarla, colocarse detrás de la carga. La transpaleta no debe utilizarse en zonas con rampas pronunciadas o con suelos en mal estado.
- Al maniobrar marcha atrás debe comprobarse que no existe un muro, estantería o similar obstáculo con el que el trabajador pueda quedar atrapado por efecto del timón.
- No manipular la transpaleta con las manos o el calzado húmedo o con grasa, ni en superficies deslizantes o irregulares.

## 8. GESTIÓN DE RESIDUOS

En el laboratorio se manejan gran cantidad de productos y se efectúan diversas operaciones que conllevan la generación de residuos, en la mayoría de los casos peligrosos para la salud y el medio ambiente.

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

Los poseedores de residuos están obligados a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad hasta su entrega a un gestor de residuos autorizado, si no procedan a gestionarlos por sí mismos.

**Queda prohibido el abandono, vertido o eliminación incontrolada** de residuos en todo el territorio nacional y, toda mezcla o dilución de residuos que dificulte su gestión.

La retirada de residuos peligrosos de la UPCT se gestiona desde el Servicio de Prevención de Riesgos Laborales.

**Los tipos de residuos que se gestionan son:**

- Aceite Mineral usado.
- Aerosoles Técnicos vacíos.
- Disolventes Orgánicos no halogenados.
- Disolventes Orgánicos halogenados.
- Envases vacíos plástico.
- Envases vacíos vidrio.
- Envases vacíos metal.
- Soluciones ácidas.
- Soluciones básicas.
- Material contaminado con hidrocarburo.
- Pesticidas.
- Aguas de laboratorios y taladrinas.
- Reactivos de laboratorio.
- Residuos biosanitarios especiales (cuchillo, cúter....).
- Tubos fluorescentes.
- Lodos de pinturas.
- Tensoactivos.
- Material electrónico obsoleto (ordenadores, impresoras...).

**En caso de producir un residuo que no esté presente en este listado, deberá comunicarse al SPRL para contratar su retirada con un gestor.**

**Los envases vacíos y etiquetas nuevas para el almacenamiento e identificación de residuos peligrosos se solicitan al Servicio de Prevención de la UPCT.**

## 8.1. Minimización de residuos

Lo primero a tener en cuenta para una correcta gestión de residuos es reducir la cantidad de residuos generados: **minimización de los residuos**. Llevar un riguroso control de todo lo que se adquiere, ya que a la larga se convertirá en residuo.

**Comprar según las necesidades**, evitando el deterioro o caducidad de los productos o materiales. Reutilizar o reciclar estos productos y materiales siempre que sea posible.

Emplear en los laboratorios las **mínimas cantidades de reactivos** necesarias, realizando pruebas con la menor cantidad posible si se desconoce la viabilidad de una reacción.

Todo esto, además de disminuir la cantidad de residuos generados, económicamente es rentable, ya que evita o disminuye el gasto que supone el desperdicio de reactivos o productos y material en un laboratorio.

## 8.2. Envasado y etiquetado

### Tipos de envases

Para el envasado y correspondiente separación de los residuos se emplean recipientes de polietileno de alta densidad, de diferentes formas y tamaños dependiendo del tipo de residuo y de la cantidad producida.

Los envases disponibles en la UPCT son los siguientes:

- Contenedores de 5 y 10 litros de sobremesa.
- Garrafas de 10 y 25 litros.
- Contenedores de 30 y 60 litros.

Los envases que contengan líquidos peligrosos deben almacenarse sobre un cubeto de retención.

Los cubetos de retención son recipientes completamente estancos que se utilizan para recoger posibles derrames o vertidos durante el almacenamiento o el trasvase de productos peligrosos.

La capacidad del cubeto debe ser el 10% del volumen de los recipientes depositados sobre el mismo y, en cualquier caso, el volumen del recipiente mayor.

En función del tipo de líquido a retener el cubeto puede estar fabricado en acero si contiene recipientes con líquidos inflamables o en polietileno si contiene recipientes con líquidos corrosivos y contaminantes.

### Etiquetado e identificación de los envases

La función del etiquetado es permitir una rápida identificación del residuo así como informar del riesgo asociado al mismo, tanto al usuario como al gestor.

Todo envase de residuos peligrosos debe estar correctamente etiquetado, indicando el contenido e identificando al productor.

La etiqueta debe ser firmemente fijada sobre el envase, debiendo ser anuladas indicaciones o etiquetas anteriores, de forma que no induzcan a error. La etiqueta debe tener un tamaño mínimo de 10 x 10 cm.

### Identificación del residuo

- Pictogramas e indicaciones de peligro.
- Los riesgos específicos que correspondan mediante una o más frases R y los consejos de prudencia que correspondan mediante las frases S.
- Un espacio en blanco donde el productor hará constar el principal componente tóxico o peligroso del residuo (p.ej., metanol, metales pesados, cromo, plomo, etc.).
- Código LER.
- Códigos de identificación del residuo según RD 833/1988 y el RD 952/1997.

### Identificación del productor

- Nombre y dirección del productor.
- Nombre del responsable del residuo. Tlf.
- Fechas de inicio y final de llenado del envase.

### Cómo etiquetar correctamente un envase de residuos peligrosos en la UPCT.

- Solicitar el envase vacío y la nueva etiqueta para el residuo en cuestión al SPRL.
- Completar la etiqueta utilizando un rotulador indeleble y escribir con letra clara y en mayúsculas, preferiblemente.
- En **1**, escribir el principal componente tóxico o peligroso del residuo y el nombre común para una identificación más fácil.
- En **2**, indicar los datos que se solicitan del laboratorio productor del residuo.
- En **3**, indicar la fecha límite de almacenamiento, que se calculará añadiendo seis meses a la fecha inicial de almacenamiento.
- Retirar otras etiquetas si existieran y pegar firmemente la nueva etiqueta en el envase.

<b>DISOLUCIÓN ÁCIDA</b>					
1 →	<b>Productos:</b> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">   <b>TÓXICO</b> </div> <div style="text-align: center;">   <b>CORROSIVO</b> </div> </div> <p>Muy tóxico en contacto con la piel.  Muy tóxico por ingestión.  Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias.  Úsese indumentaria protectora adecuada.  Úsense guantes adecuados.  Úsese protección para los ojos/la cara.</p>				
2 →	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <b>PRODUCTOR:</b>  Universidad Politécnica de Cartagena  Pza. del Cronista Isidoro Valverde, s/n.  Cartagena, Murcia. </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <b>GESTOR:</b>  Sociedad General de Residuos, SA  Avda. del Medio Ambiente, s/n. Pol. Ind. Las Salinas, Alhama de Murcia, Murcia.  Tlf: 968 633 646 </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <b>Centro:</b> _____  <b>Laboratorio:</b> _____  <b>Responsable:</b> _____  <b>Tlf:</b> _____ </td> <td style="vertical-align: top;"> <b>Código residuo:</b> Q7 / R15 / L40 / C23 / H8 / A871(4) / B0019  <b>Código L.E.R.</b> 060100  <b>Fecha límite de almacenamiento</b> </td> </tr> </table>	<b>PRODUCTOR:</b> Universidad Politécnica de Cartagena Pza. del Cronista Isidoro Valverde, s/n. Cartagena, Murcia.	<b>GESTOR:</b> Sociedad General de Residuos, SA Avda. del Medio Ambiente, s/n. Pol. Ind. Las Salinas, Alhama de Murcia, Murcia. Tlf: 968 633 646	<b>Centro:</b> _____ <b>Laboratorio:</b> _____ <b>Responsable:</b> _____ <b>Tlf:</b> _____	<b>Código residuo:</b> Q7 / R15 / L40 / C23 / H8 / A871(4) / B0019 <b>Código L.E.R.</b> 060100 <b>Fecha límite de almacenamiento</b>
<b>PRODUCTOR:</b> Universidad Politécnica de Cartagena Pza. del Cronista Isidoro Valverde, s/n. Cartagena, Murcia.	<b>GESTOR:</b> Sociedad General de Residuos, SA Avda. del Medio Ambiente, s/n. Pol. Ind. Las Salinas, Alhama de Murcia, Murcia. Tlf: 968 633 646				
<b>Centro:</b> _____ <b>Laboratorio:</b> _____ <b>Responsable:</b> _____ <b>Tlf:</b> _____	<b>Código residuo:</b> Q7 / R15 / L40 / C23 / H8 / A871(4) / B0019 <b>Código L.E.R.</b> 060100 <b>Fecha límite de almacenamiento</b>				
	← 3				

### 8.3. Almacenamiento temporal

Para almacenar los residuos peligrosos líquidos:

- Para trasvasar los residuos líquidos al bidón de almacenamiento, utilizar la vitrina de gases y si no es posible realizar la operación de llenado en un lugar bien ventilado.
- Utilizar equipos de protección individual si fuera necesario (bata, gafas de seguridad, guantes, protección respiratoria).
- El vertido de los residuos a los envases correspondientes se ha de efectuar de una forma lenta y controlada.
- Para los residuos líquidos, no se emplearán envases mayores de 30 litros para facilitar su manipulación y evitar riesgos innecesarios.
- No envasar junto a sustancias incompatibles (ver pág. 23 y 24 de esta guía).
- Utilizar para el llenado de los envases embudos que eviten derrames.
- Los envases no se han de llenar más del 90% de su capacidad con la finalidad de evitar salpicaduras, derrames y sobrepresiones.
- Todos los residuos peligrosos líquidos deben disponer de una cubeta de retención que tendrá un 10% de la capacidad de almacenamiento total y en todo caso el volumen del recipiente mayor.
- En cada laboratorio generador de residuos, existirá una zona señalizada donde se guarden los contenedores o garrafas de residuos identificados.
- Debe evitarse el apilamiento, habilitándose estanterías metálicas y depositándose en el suelo los contenedores grandes, reservando las estanterías superiores para los contenedores pequeños.
- No almacenar residuos a más de 170 cm de altura.
- Dentro del laboratorio, los envases en uso no se dejarán en zonas de paso o lugares que puedan dar lugar a tropiezos.

## 9. EMERGENCIAS

### 9.1. Elementos de protección

Son elementos de ayuda en caso de emergencias (vertidos, salpicaduras, derrames, incendios, etc).

Su eficacia radica no sólo en que estén en perfecto estado de utilización, sino que el personal de laboratorio conozca su ubicación y sus condiciones de uso. Ello hace necesario que todos los elementos de protección estén correctamente señalizados y que el personal de laboratorio este informado, formado y entrenado.

#### 9.1.1. Duchas de emergencia

Constituyen el sistema de emergencia más habitual para casos de proyecciones con riesgo de quemaduras químicas e incluso si se prende fuego en la ropa.

La ducha deberá proporcionar un caudal de agua suficiente para empapar el sujeto completa e inmediatamente. El agua suministrada debe ser potable, con temperatura entre 20 y 35°C.

Las duchas colocadas en vestuarios o lavabos pueden realizar las funciones subsidiarias de las duchas de seguridad, especialmente en casos de laboratorios de poca superficie y para pequeñas quemaduras o salpicaduras en la ropa.



Figura 40. Señalización y uso de duchas

#### 9.1.2. Fuentes lavaojos

Es un sistema que permite la descontaminación rápida y eficaz de los ojos y que está constituido básicamente por dos rociadores o boquillas capaces de proporcionar un chorro de agua potable para lavar los ojos o la cara.

- Las lentes de contacto deben extraerse lo antes posible para lavar los ojos y eliminar las sustancias químicas peligrosas. Se recomienda no usar lentes de contacto en el laboratorio.
- Se debe forzar la apertura de los párpados para asegurar el lavado detrás de los mismos.
- Cuando se produzcan salpicaduras en un solo ojo hay que asegurarse de lavar desde la nariz hacia las orejas, ello evitará que penetren sustancias químicas en el ojo que no está afectado.
- Deben lavarse los ojos y párpados durante, al menos, 20 minutos.



Figura 41. Señalización y uso de lavaojos

### 9.1.3. Mantas ignífugas

Permiten una acción eficaz en el caso de fuegos pequeños y sobre todo cuando se prende fuego en la ropa, como alternativa a las duchas de seguridad. La utilización de la manta puede en ciertos casos evitar el desplazamiento del sujeto en llamas, lo que ayuda a limitar el efecto y desarrollo de éstas.



Figura 42. Señalización y uso de manta ignífuga

- Debe tenerse en cuenta que la acción de las mantas ignífugas para apagar fuegos está pensada para una actuación rápida, durante un espacio de tiempo muy corto.
- Una alternativa a las mantas ignífugas es la utilización de prendas o textiles poco combustibles previamente humedecidos.

### 9.1.4. Extintores

Si no es factible controlar los pequeños incendios que se producen en el laboratorio, por su ubicación, características, persistencia o extensión, con mantas ignífugas o textiles mojados, hay que recurrir a los extintores. Los extintores son aparatos que contienen un agente o sustancia extintora que puede ser proyectada y dirigida sobre el fuego por acción de una presión interna.

Existen dos tipos de extintores en las instalaciones de la UPCT: extintores de polvo polivalente ABC y extintores de CO<sub>2</sub>.

Para su uso en el laboratorio, los más prácticos y universales son los de CO<sub>2</sub>, ya que, dada la presencia de instrumental eléctrico delicado y productos químicos reactivos, otros agentes extintores podrían producir agresiones irreparables a los equipos.



Extintor polvo ABC

Extintor CO<sub>2</sub>

Figura 43. Tipos de extintores

Debe tenerse en cuenta que el extintor portátil, que debe ser de fácil manejo y poco peso, puede volcar, romper o proyectar el material de vidrio que se halla en las poyatas, generando, asimismo, nuevos focos de incendio, vertidos o reacciones imprevistas.

La utilización de extintores portátiles en los laboratorios debe valorarse cuidadosamente, sobretodo si se trata de fuegos muy localizados que afecten solamente a áreas reducidas de los mismos. Téngase en cuenta que, a los inconvenientes citados, deben añadirse los problemas de limpieza posterior.

### Uso del extintor:

1. Descolgar el extintor asiéndolo por la maneta y dejarlo sobre el suelo en posición vertical.
2. En caso de que el extintor posea manguera asirla por la boquilla para evitar la salida incontrolada del agente extintor. En caso de que el extintor fuese de CO<sub>2</sub> llevar cuidado especial de asir la boquilla por la parte aislada destinada para ello y no dirigirla hacia las personas. Quitar el pasador de seguridad tirando de su anilla.
3. Apretar la maneta y, en caso de que exista, apretar la palanca de accionamiento de la boquilla. Realizar una pequeña descarga de comprobación de salida del agente extintor.
4. Acercarse al fuego dejando como mínimo un metro de distancia hasta él. En caso de espacios abiertos acercarse en la dirección del viento. Dirigir el chorro a la base de las llamas.
5. En el caso de incendios de líquidos proyectar superficialmente el agente extintor efectuando un barrido horizontal y evitando que la propia presión de impulsión pueda provocar el derrame incontrolado del producto en combustión. Avanzar gradualmente desde los extremos.



Figura 44. Uso del extintor.

### 9.1.5. Neutralizadores

Otros elementos de actuación y protección para actuaciones de emergencia en caso de derrames o vertidos accidentales son los agentes neutralizadores. Los neutralizadores y absorbentes o adsorbentes necesarios estarán en función de la actividad del laboratorio y de los productos utilizados. Normalmente debe disponerse de agentes específicos para ácidos, bases, disolventes orgánicos y mercurio, lo que constituye el denominado “equipo básico”.

Asimismo es recomendable disponer de materiales altamente adsorbentes para control físico de vertidos que no requieran tratamientos especiales o como complemento de éstos.

## 9.2. Actuación en caso de emergencia

En el plan de emergencia interior del laboratorio debe contemplarse una serie de situaciones específicas, para las cuales debe disponerse de un plan concreto de actuación.

### 9.2.1. Vertidos

En caso de vertidos o derrames debe actuarse rápidamente, recogiendo inmediatamente el producto derramado evitando su evaporación y daños sobre las instalaciones.

- Abrir todas las ventanas.
- Poner en marcha las vitrinas con las pantallas totalmente abiertas.
- Cerrar todos los aparatos con llama.
- Si el vertido es importante, evacuar el laboratorio.
- No permitir la entrada al recinto evacuado hasta asegurarse que la concentración ambiental del contaminante no presenta riesgo alguno (se pueden utilizar medidores directos con sensores o en su defecto tubos calorimétricos específicos).
- El uso los equipos de protección personal se llevará a cabo en función de las características de peligrosidad del producto vertido (consultar la ficha de datos de seguridad). Se recomienda el uso de guantes y delantal impermeables al producto y gafas de seguridad.
- El procedimiento a emplear estará en función de las características del producto: inflamable, ácido, álcali, mercurio, etc., utilizando absorbentes y neutralizadores apropiados.

#### Líquidos inflamables

- Los vertidos de líquidos inflamables deben absorberse con carbón activo u otros absorbentes específicos.
- No emplear nunca serrín, a causa de su inflamabilidad.

#### Ácidos

- Los vertidos de ácidos deben absorberse con la máxima rapidez ya que tanto el contacto directo como los vapores que se generan, pueden causar daño a las personas, instalaciones y equipos.
- Para su neutralización emplear absorbentes-neutralizadores específicos. En caso de no disponer de ellos, se puede neutralizar con bicarbonato sódico.
- Una vez realizada la neutralización debe lavarse la superficie con abundante agua y detergente.

#### Bases

- Para su neutralización y absorción emplear los productos específicos. Caso de no disponer de ellos, se neutralizarán con abundante agua a pH ligeramente ácido.
- Una vez realizada la neutralización lavar la superficie con abundante agua y detergente.

#### Otros líquidos no inflamables ni tóxicos ni corrosivos

- Los vertidos de otros líquidos no inflamables ni tóxicos ni corrosivos se pueden absorber con serrín.

### 9.2.2. Fuga de gases

La revisión periódica de las conexiones de las botellas y de la instalación de gases en su caso, es la medida preventiva más eficaz para la prevención de fugas que puedan ser causa de una situación de emergencia. Esta revisión debe realizarse con agua jabonosa o productos o detectores específicos para el gas; nunca empleando focos de ignición (cerillas, mecheros).

#### **Actuación en caso de una fuga de gas en una botella cuando el gas no se ha incendiado.**

- Aproximarse a la botella siempre con el viento o la corriente de aire a favor.
- Cerrar el grifo, si es posible.
- Trasladar la botella con al fuga a un espacio abierto, alejada de personas e instalaciones.
- Si no se trata de oxígeno o un gas inerte, avisar a los bomberos.
- Señalizar la zona con la indicación de peligro correspondiente, impidiendo el acceso de personas, vehículos, focos de ignición, etc, según el caso.
- Una vez en el exterior, controlar la botella hasta su total vaciado.
- Avisar al suministrador una vez pasado el peligro.

#### **Actuación en caso de una fuga de gas en una botella cuando el gas se ha incendiado.**

- Aproximarse a la botella siempre con el viento o la corriente de aire a favor.
- Cerrar el grifo, si es posible.
- Utilizar para la extinción de la misma un extintor, preferiblemente de polvo.
- Una vez apagada la llama hay que tener en cuenta la fuga de gas en el recinto y actuar según las indicaciones que se describen en el punto anterior.
- Si se toma la decisión de no apagar la llama, deberá actuarse para que la llama no provoque un incendio, separando de la botella con llama todo lo susceptible de ello. Se dará inmediatamente aviso a los bomberos, al servicio de prevención y al suministrador.

#### **Actuación en caso de una fuga de gas en una instalación fija.**

- Cerrar los grifos de la botella o botellas conectadas a la instalación.
- Comunicar la incidencia al responsable de la instalación o del laboratorio para recabar instrucciones.
- Estudiar la conveniencia de actuaciones de emergencia: evacuación, aviso a los bomberos, aislamiento del área, etc...
- Purgar la instalación con un gas inerte antes de proceder a la reparación.
- Realizar la reparación siempre con la garantía de que la instalación no se halla bajo presión.
- Comprobar que la fuga ha sido reparada empleando aire o un gas inerte.
- Poner en marcha otra vez la instalación, con los purgados previos que ello requiera.

### 9.2.3. Atmósfera contaminada

La atmósfera de un laboratorio puede ser tóxica o explosiva después de un accidente/incidente: rotura de un frasco, vertido de un reactivo, fuga de un gas, etc.

Las acciones a llevar a cabo para el control del riesgo son las siguientes:

**Si la contaminación es débil:**

- Abrir todas las ventanas.
- Poner en marcha la vitrina con la pantalla totalmente abierta.

**Si la contaminación es importante:**

- Activar el sistema de emergencia.
- Evacuar el personal del local.
- Avisar al equipo de intervención provisto del material de protección adecuado al riesgo: equipos de protección respiratoria, vestidos de protección, guantes, etc.
- Cerrar todos los aparatos con llama si el producto contaminante es volátil e inflamable.
- Abrir las ventanas.
- Poner en marcha las vitrinas.
- Si ha tenido su origen en un vertido, absorberlo con el absorbente indicado para dicho vertido y guardarlo en un recipiente estanco, lavando y aclarando con agua corriente, siempre empleando guantes. Si no se dispone del absorbente adecuado, emplear papel absorbente.
- Prohibir la entrada al local hasta que la concentración ambiental de la sustancia peligrosa en la atmósfera deje de ser un riesgo.
- Hacer mediciones ambientales para conocer los niveles de contaminación.

#### 9.2.4. Incendios

Una parte importante de las instrucciones generales de seguridad en el laboratorio deben estar destinadas a la prevención y protección contra incendios.

El laboratorio estará dotado de extintores portátiles, debiendo conocer el personal su funcionamiento a base de entrenamiento.

Los extintores deben estar colocados a una distancia de los puestos de trabajo que los hagan rápidamente accesibles, no debiéndose colocar objetos que puedan obstruir dicho acceso.

Son especialmente útiles para el control de pequeños incendios las mantas ignífugas. Si el fuego prende la ropa, utilizar también la manta o la ducha de seguridad.

Cuando concluya la evacuación del laboratorio, deben cerrarse las puertas, a no ser que existan indicaciones en sentido contrario por parte de los equipos de intervención.

### 9.3. Primeros auxilios

El laboratorio debe disponer de una organización de primeros auxilios adecuada al número de trabajadores y riesgo existente. Todo el personal debe recibir formación sobre la conducta a seguir en caso de accidente, siendo recomendable la presencia de personas con conocimientos de socorrismo.

#### 9.3.1. Botiquín de primeros auxilios

El botiquín de primeros auxilios debe estar presente en cualquier laboratorio.

Debe incluir una serie de artículos seleccionados especialmente para efectuar un tratamiento de emergencia en caso de cortes, quemaduras, lesiones en los ojos...

Debe revisarse semanalmente para asegurarse de que se han repuesto los artículos utilizados. Los supervisores de laboratorio son los responsables del mantenimiento de su contenido.

No debe administrarse ninguna medicación oral del botiquín de primeros auxilios.

#### 9.3.2. Norma general en caso de accidente (P.A.S.)

En caso de accidente debe activarse el sistema de emergencia (PAS: Proteger, Avisar, Socorrer).

Al comunicarse, se debe dar un mensaje preciso sobre:

- Lugar donde ha ocurrido el accidente.
- Tipo de accidente (intoxicación, quemadura térmica o química, herida, etc.).
- Número de víctimas y estado aparente de las mismas (consciencia, sangran, respiran, etc.).
- No colgar antes de que el interlocutor lo haya autorizado, ya que puede necesitar otras informaciones complementarias.
- Disponer de una persona del laboratorio que reciba y acompañe a los servicios de socorro con el fin de guiarlos rápidamente hasta el lugar del accidente.

### ANTE UN ACCIDENTE



**Protege**

Antes de actuar hemos de tener la seguridad de que tanto el accidentado como nosotros mismos estamos fuera de todo peligro.



**Avisa**

Avisar a los servicios sanitarios de la existencia del accidente antes de empezar a socorrer.



**Socorre**

Actuar sobre el accidentado, reconociendo primero sus signos vitales por el siguiente orden: consciencia, respiración y pulso.

### 9.3.3. Salpicaduras en los ojos y en la piel

- Sin perder un instante lavarse con agua durante 10 o 15 minutos, empleando si es necesario la ducha de seguridad.
- Quitarse la ropa y objetos previsiblemente mojados por el producto.
- Si la salpicadura es en los ojos, emplear el lavaojos durante 15-20 minutos, sobre todo si el producto es corrosivo o irritante.
- No intentar neutralizar y acudir al médico lo más rápidamente posible con la etiqueta o ficha de seguridad del producto.

### 9.3.4. Cuerpo extraño en los ojos

- En el caso de cuerpos extraños no incrustados retirar lavando el ojo con agua.
- Inclinar la cabeza hacia atrás y separando los párpados se irriga con abundante agua.
- Si persiste la molestia trasladar al paciente a un centro hospitalario.
- En caso de cuerpos extraños incrustados en la córnea o párpado superior se debe tapar ambos ojos durante el traslado al centro médico para evitar que los movimientos del ojo sano produzcan daño al moverse el ojo lesionado.

### 9.3.5. Quemaduras térmicas

Las instrucciones básicas para el tratamiento de quemaduras térmicas son:

- Lavar abundantemente con agua fría para enfriar la zona quemada
- No quitar la ropa pegada a la piel, tapar la parte quemada con paños limpios y húmedos.
- No aplicar nada a la piel (ni pomada, ni grasa, ni desinfectantes).
- No enfriar demasiado al accidentado.
- No dar bebidas ni alimentos.
- No romper las ampollas.
- No dejar solo al accidentado.
- Debe acudir siempre al médico, aunque la superficie afectada y la profundidad sean pequeñas.

### 9.3.6. Hemorragias externas

A fin de controlar y detener la hemorragia, utilizaremos siempre tres métodos, de forma escalonada, utilizando el siguiente en caso de que el anterior no tenga éxito.

#### **Compresión directa**

- Efectuar presión en el punto de sangrado utilizando un apósito lo más limpio posible.
- Efectuar la presión un mínimo de 10 min., elevando la extremidad por encima del corazón.
- Transcurrido ese tiempo, se aliviará la presión, pero NUNCA se quitará el apósito.
- En caso de éxito se procederá a vendar la herida y se trasladará al hospital.
- Este método no se puede utilizar en el caso de que la hemorragia produzca una fractura abierta de un hueso o existan cuerpos enclavados.

### Compresión arterial

- Es de mayor eficacia en las extremidades.
- Consiste en encontrar la arteria principal del brazo (humeral) o de la pierna (femoral) y detener la circulación sanguínea en esa arteria.
- La arteria humeral tiene su trayecto por debajo del músculo bíceps del brazo, por lo que el socorrista comprimirá esta zona con las yemas de los dedos.
- La arteria femoral se comprime a nivel de la ingle o de la cara interna del muslo, para ello utilizaremos el talón de la mano o bien el puño en caso de comprimir en el muslo.
- La compresión debe mantenerse hasta la llegada de la ambulancia o el ingreso en urgencias hospitalarias.

### Torniquete

- Este método se utilizará SÓLO en caso de que los demás no sean eficaces o bien cuando exista más de un accidentado en situación de emergencia y el socorrista esté solo.
- El torniquete produce una detención de TODA la circulación sanguínea en la extremidad, por lo que conlleva la falta de oxigenación de los tejidos y la muerte tisular, formándose toxinas por necrosis y trombos por acumulación plaquetaria.
- En la raíz del miembro afectado.
- Utilizar una banda ancha (no cinturones, ni cuerdas).
- Anotar la hora de colocación.
- Ejercer presión controlada. La necesaria para detener la hemorragia.
- NUNCA lo aflojará el socorrista.

## 9.3.7. Amputaciones

- En caso de amputación mantengan la calma y actúen con rapidez.
- Informen al centro médico al que se dirigen que van a enviar a un accidentado que sufrió una amputación (especifiquen si fue por arrancamiento, un corte limpio o por aplastamiento) y de la condición en que se encuentra.
- Detenga la hemorragia y solo si esta no cesa, aplique un torniquete. Es importante tratar de mantener el miembro elevado por encima del nivel del corazón.
- Envuelva la parte amputada en gasa estéril o paño limpio. En ningún momento use algodón cerca de las zonas heridas.
- Introduzca la parte amputada (previamente envuelta en gasa o paño) en una bolsa plástica y asegúrese que este bien cerrada.
- Sumerja la bolsa en un recipiente con agua y hielo.
- No pongan el hielo en contacto con la parte amputada en ningún momento, ya que el frío directo mataría las terminaciones nerviosas impidiendo su reimplantación.
- No realice ningún tipo de intento de limpieza ni desinfección del miembro herido ni la parte amputada ni tampoco le den al lesionado café, té ni bebidas alcohólicas.

### 9.3.8. Mareos o pérdida de conocimiento debido a una fuga tóxica que persista

- Antes de acercarse a la zona donde se encuentra el accidentado comprobar la concentración de contaminante en la atmósfera, así como la concentración de oxígeno presente.
- Debe haber otra persona fuera de la zona afectada que pueda dar la alarma en caso de pérdida de conocimiento del rescatador.
- En caso de que exista riesgo de intoxicación, utilizar un equipo de protección respiratorio adecuado al contaminante (si hay suboxigenación utilizar un equipo de respiración autónoma) para retirar al accidentado y poder ventilar la zona afectada.
- Trasladar al accidentado a un lugar seguro y dejarlo recostado sobre el lado izquierdo.
- Aflojarle la ropa o todo aquello que pueda oprimirlo.
- Verificar si ha perdido el sentido y si respira, tomarle el pulso.
- Activar el PAS y practicar, si es necesario, la reanimación cardiorespiratoria.
- No suministrar alimentos, bebidas ni productos para activar la respiración.

### 9.3.9. Intoxicación digestiva

- Debe tratarse en función del tóxico ingerido, para lo cual se debe disponer de información a partir de la etiqueta y de la ficha de datos de seguridad.
- La actuación inicial está encaminada a evitar la acción directa del tóxico mediante su neutralización o evitar su absorción por el organismo.
- Posteriormente, o en paralelo, se tratan los síntomas causados por el tóxico. Es muy importante la atención médica rápida, lo que normalmente requerirá el traslado del accidentado, que debe llevarse a cabo en condiciones adecuadas.
- No debe provocarse el vómito cuando el accidentado presenta convulsiones o está inconsciente, o bien se trata de un producto corrosivo o volátil.
- Para evitar la absorción del tóxico se emplea carbón activo o agua albuminosa.
- En caso de pequeñas ingestiones de ácidos, beber solución de bicarbonato.
- En caso de pequeñas ingestiones de álcalis, tomar bebidas ácidas (refrescos de cola).

### 9.3.10. Electrocutión

Las acciones a llevar a cabo cuando alguien queda "atrapado" por la corriente son las siguientes:

- Cortar la alimentación eléctrica del aparato causante del accidente antes de acercarse a la víctima para evitar otro accidente y retirar al accidentado.
- Activar el PAS y, practicar, si es necesario, la reanimación cardiorespiratoria.
- No suministrar alimentos, bebidas ni productos para activar la respiración.

## 10. PLANIFICACIÓN DE PRÁCTICAS PARA ALUMNOS.

El personal docente debe considerar los aspectos de prevención y seguridad en la preparación de las prácticas para alumnos en el laboratorio.

La prevención debe encaminarse a evaluar los riesgos, adecuar las condiciones de trabajo (instalaciones, procesos, equipos) y dotar a los alumnos con una formación teórica y práctica suficiente.

La importancia de la formación radica en que consigue que todos los usuarios, profesores y alumnos, se impliquen en la prevención de riesgos laborales. Este tipo de aprendizaje debe ser continuado y se recomienda impartir una formación inicial, con la presentación de los aspectos de seguridad y las normas de funcionamiento y una antes del inicio de cada práctica recordando las normas básicas y resaltando los problemas específicos de la misma.

### 10.1. Información y formación inicial.

La formación inicial de los alumnos debería incluir los siguientes aspectos:

- Hábitos de higiene, orden y limpieza en el laboratorio.
- Riesgos que pueden presentarse durante la realización de las prácticas. Pueden ser los detectados en la planificación de las prácticas o los conocidos de antemano por la naturaleza de los productos, equipos, tareas e instalaciones, o por otras fuentes de información.
- Normas, precauciones y prohibiciones necesarias para evitar los riesgos; según lo establecido en la planificación de las prácticas, la evaluación de riesgos de los lugares de trabajo o las normas de trabajo del departamento.
- Equipos de protección individual y colectiva que es necesario utilizar; cómo y cuando utilizarlos.
- Significado de los símbolos de marcado, frases de riesgo y normas de utilización normalizados en los productos químicos; utilización de fichas de seguridad de productos.
- Gestión de residuos peligrosos.
- Señalización, normas y dispositivos de emergencia y contra incendios.
- Normas de actuación en casos de incidentes o emergencias.
- Localización del punto de reunión exterior.

### 10.2. Preparación de las prácticas.

La preparación de las prácticas de laboratorio debe considerar los siguientes aspectos:

- 1. Verificación de las condiciones de los laboratorios, instalaciones y equipos utilizados.**
  - a. Existencia de señalización, salidas de emergencia y equipos de protección contra incendios.
  - b. Líneas y botellas de gases a presión: comprobación de fugas, caducidad de las conducciones...
  - c. Instalación adecuada de los equipos a utilizar, de acuerdo con sus instrucciones.
  - d. Existencia y correcto funcionamiento de los equipos de protección colectiva necesarios.

## 2. Procedimientos de trabajo.

Determinación de la necesidad de establecer procedimientos de trabajo seguros para la ejecución de la práctica.

## 3. Productos químicos.

Preparación de una relación de los productos químicos a manipular, indicando los riesgos y medidas preventivas específicas, basándose en las fichas de seguridad de los mismos.

## 4. Equipos de trabajo.

Preparación de una relación de los equipos de trabajo e instalaciones a utilizar, informando sobre ellos en lo relativo a manejo, instalación, mantenimiento y aspectos de seguridad, bajo consulta de los libros de instrucciones.

## 5. Equipos de protección y equipos de emergencia.

Determinación de la necesidad de utilizar equipos de protección individual (guantes, gafas o mascarillas) protección colectiva (vitrinas, campanas extractoras) o la necesidad de disponer de equipos de emergencia (duchas y lavaojos de emergencia, extintores) y verificar si están disponibles.

En general se aconseja que se limiten las necesidades de utilización de equipos de protección individual en prácticas de alumnos a los de Categorías I y II. Si se determina la necesidad de utilizar equipos de protección individual de Categoría III, puede ser indicativo de que subsiste un riesgo grave que sería conveniente eliminar mediante la sustitución o eliminación de los productos, equipos o tareas que sean origen del riesgo.

## 6. Planificación de las prácticas.

Con objeto de eliminar o disminuir los posibles riesgos, algunas de las posibles medidas a contemplar son:

- a. Eliminación de fuentes de ignición con llama en trabajos con líquidos inflamables o disolventes orgánicos.
- b. Sustitución si es posible de productos tóxicos o peligrosos por otros de menor riesgo.
- c. Etiquetado adecuado de los reactivos distribuidos, incluso los trasvasados fuera de sus recipientes originales o las soluciones o mezclas preparadas, en los que deben reproducirse las etiquetas originales de los productos.
- d. Considerar la limitación de recursos existentes, por ejemplo en el número de equipos de protección colectiva, que es especialmente problemática en prácticas con un número elevado de alumnos.

## 7. Información específica a los alumnos.

- a. Presentación clara y breve de la práctica.
- b. Procedimientos de trabajo a seguir para la ejecución segura de la práctica.
- c. Advertencias sobre los riesgos asociados a las tareas, equipos, instalaciones y productos que van a utilizarse.
- d. Normas, precauciones y prohibiciones necesarias para evitar los riesgos.
- e. Equipos de protección individual o colectiva que es necesario utilizar, cuando y como utilizarlos.
- f. Aclaraciones sobre operaciones que están estrictamente prohibidas o que deban realizarse bajo la supervisión de algún responsable.
- g. Normas de actuación en casos de incidentes o emergencias.

### 10.3. Notificación y conformidad.

Para garantizar que el alumnado han sido formado e informado sobre los posibles riesgos presentes en las prácticas y sobre las normas, obligaciones, prohibiciones y equipos de protección a utilizar, además de realizar de manera efectiva las tareas de formación e información, debe registrarse por escrito que han sido informados sobre estos aspectos y que aceptan las normas establecidas.

Para ello pueden firmar y entregar una hoja adjunta al guion de la práctica inicial sobre seguridad, de esta forma se harán responsables de las consecuencias que pueda acarrear sobre su persona el incumplimiento de las normas de seguridad sobre las que han sido informados. Si es necesario, esta notificación puede hacerse para cada práctica impartida.

A continuación se presenta un formulario que puede servir como modelo para realizar los registros de formación para el alumnado.

Asignatura:	Profesor:
Práctica:	
Fecha/s de realización:	
Centro:	Laboratorio:

Los alumnos abajo firmantes declaran haber sido formados e informados sobre los posibles riesgos presentes en las prácticas y sobre las normas, obligaciones, prohibiciones y equipos de protección a utilizar para una ejecución segura de las mismas y aceptan las normas establecidas siendo responsables de las consecuencias que pueda acarrear su incumplimiento.

Contenido de la formación
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimientos de trabajo a seguir para la ejecución segura de la práctica.</li> <li>• Riesgos asociados a las tareas, equipos, instalaciones y productos que van a utilizarse.</li> <li>• Normas, precauciones y prohibiciones necesarias para evitar los riesgos.</li> <li>• Equipos de protección individual o colectiva necesarios. Cuando y como utilizarlos.</li> <li>• Operaciones prohibidas o que deban realizarse bajo la supervisión de algún responsable.</li> <li>• Normas de actuación en casos de incidentes, accidentes o emergencias.</li> </ul>

Nombre:	Fecha y firma:
DNI:	

Nombre:	Fecha y firma:
DNI:	

Nombre:	Fecha y firma:
DNI:	

Nombre:	Fecha y firma:
DNI:	

Nombre:	Fecha y firma:
DNI:	

Nombre:	Fecha y firma:
DNI:	

Nombre:	Fecha y firma:
DNI:	

## 11. ANEXOS

### 11.1. TELÉFONOS DE EMERGENCIAS

<b>TELÉFONOS DE EMERGENCIAS</b>	
<b>EMERGENCIAS 112</b>	
Bomberos	968 128 888
Urgencias INSALUD	061
Policía Local	092
Policía Nacional	091
Guardia Civil	062
Información toxicológica	91 562 04 20
Hospital Santa Lucía	968 128 600
Hospital Santa M <sup>a</sup> del Rosell	968 504 800
Hospital Ntra. Sra. Del Perpetuo Socorro	968 510 500
Hospital Virgen de la Arrixaca	968 369 500
Centralita UPCT 968 325 400	

## 11.2. REGLAMENTO (CE) 1272/2008 CLP (CLASIFICACIÓN, ETIQUETADO Y ENVASADO)

El Reglamento europeo 1272/2008 para la clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas que entró en vigor el 20 de Enero de 2009, adopta el sistema “UN Globally Harmonised System” de clasificación y etiquetado de productos químicos (GHS).

### **Fechas de aplicación de la reglamentación CLP.**

Sustancias: Aplicación a partir del 1 de Diciembre de 2010.

Mezclas: Aplicación desde el 1 de Junio de 2015 aunque los suministradores pueden adoptar las nuevas reglas de clasificación y etiquetado para mezclas antes de esa fecha.

Existe además existe un periodo de transición de dos años para vender stocks ya rotulados en el sistema anterior.

### **Consecuencias en los pictogramas.**

Los actuales pictogramas de fondo naranja cambian a nuevos pictogramas de fondo blanco con línea de borde roja.

Equivalencia de los pictogramas anteriores, aún vigente para mezclas aunque no para sustancias, con los nuevos pictogramas en los ámbitos de salud, propiedades físico químicas y efecto en el medioambiente.

### **Consecuencias en las frases.**

Las actuales frases de riesgo R cambian a nuevas frases de peligrosidad H

Las actuales frases de seguridad S cambian a nuevas frases de precaución P

### **Consecuencias en las Fichas de Seguridad.**

Las Fichas de Seguridad recogen también los cambios normativos, apareciendo en ellas los nuevos pictogramas y frases.

Es posible además que la clasificación de algunos productos y la información de componentes peligrosos facilitados en las Fichas de Seguridad cambien. Es importante saber que estos cambios no tienen por qué ser debidos a la reformulación química de los productos sino simplemente consecuencia del nuevo criterio de clasificación CLP.

### **Usuarios de productos químicos.**

Recibirán de sus proveedores las sustancias con los nuevos etiquetados a partir del 1 de Diciembre de 2010 y las mezclas con los nuevos etiquetados o bien con los anteriores según sea su decisión de adelantarse o no a su obligatoriedad de aplicación de 1 de Junio de 2015.

Las empresas usuarias por su parte deberán informar a su personal de planta, laboratorio y almacén que podrán pues recibir productos y muestras etiquetadas con nuevos pictogramas de peligrosidad, cambiando su contenido y diseño, y nuevas frases de peligrosidad y precaución.

Todo ello sin menoscabo de que las empresas proveedoras se acojan al periodo de transición de dos años para vender stocks ya etiquetados en el sistema anterior.

## PELIGROS FÍSICOS

Clases de peligro y categorías de peligro*	Elementos de la etiqueta NUEVO**		Elementos de la etiqueta ANTIGUO		
Explosivos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explosivos inestables</li> <li>• Explosivos divisiones 1.1 a 1.3</li> </ul> Sustancias/mezclas que reaccionan espontáneamente, tipo A, B Peróxidos orgánicos, tipos A, B		H200 H201, H202, H203  H240, H241 H240, H241	Peligro	 (R2, R3)	Peligro
Explosivos, división 1.4		H204	Atención	Sin clasificación	
Gases inflamables, categoría 1 Aerosoles inflamables, categoría 1 Líquidos inflamables, categoría 1		H220 H222 H224	Atención / Peligro	 (R12) (R12) R12	Extremadamente inflamable
Líquidos inflamables, categoría 2 Sólidos inflamables, categoría 1 Sólidos inflamables, categoría 2		H225 H228 H228			Fácilmente inflamable
Aerosoles inflamables, categoría 2 Líquidos inflamables, categoría 3		H223 H226	Atención	Sin símbolo (R10) R10  Sin clasificación. Punto de inflamación 56-60°C	Inflamable
Líquidos pirofóricos, categoría 1 Sólidos pirofóricos, categoría 1 Sustancias/mezclas que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables, categorías 1, 2 y categoría 3		H250 H250 H260 H261 H261	Atención / Peligro		Fácilmente inflamable
Sustancias/mezclas que reaccionan espontáneamente, tipo B Sustancias/mezclas que reaccionan espontáneamente, tipos C y D y tipos E y F Sustancias/mezclas que experimentan calentamiento espontáneo, categoría 1 y categoría 2		H241 H242 H242 H251 H252			Fácilmente inflamable
Peróxidos orgánicos, tipo B Peróxidos orgánicos, tipos C y D Peróxidos orgánicos, tipos E y F		H241 H242 H242			Comburente
Gases comburentes, categoría 1 Líquidos comburentes, categorías 1 y 2 y categoría 3 Sólidos comburentes, categorías 1 y 2 y categoría 3		H270 H271, H272 H272 H271, H272 H272	Peligro/Atención		Comburente
Gases a presión <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gas comprimido</li> <li>• Gas licuado</li> <li>• Gas licuado refrigerado</li> <li>• Gas disuelto</li> </ul>		H280 H280 H281 H280	Atención	Sin clasificación	
Sustancias/mezclas corrosivas para los metales, categoría 1		H290	Atención	Sin clasificación	

## PELIGROS PARA LA SALUD HUMANA

Clases de peligro y categorías de peligro*	Elementos de la etiqueta NUEVO**		Elementos de la etiqueta ANTIGUO		
Toxicidad aguda, categorías 1, 2 • Oral • Cutánea • Inhalación		H300 H310 H330	Peligro	 R28 R27 R26	Muy tóxico
Toxicidad aguda, categoría 3 • Oral • Cutánea • Inhalación				H301 H311 H331	
Mutagenicidad en células germinales, categorías 1A, 1B Carcinogenicidad, categorías 1A, 1B Toxicidad para la reproducción, categorías 1A, 1B STOT*** tras exposición única, categoría 1 STOT*** tras exposiciones repetidas, categoría 1		H340 H350 H360 H370 H372	Peligro	 R46 R45, R49 R60, R61 R39 R48	Tóxico
Sensibilización respiratoria, categoría 1 Toxicidad por aspiración, categoría 1				H334 H304	
Mutagenicidad en células germinales, categorías 2 Carcinogenicidad, categoría 2 Toxicidad para la reproducción, categoría 2 STOT*** tras exposición única, categoría 2 STOT*** tras exposiciones repetidas, categoría 2		H341 H351 H361 H371 H373	Atención	 R68 R40 R62, R63 R68 R48	Nocivo
Toxicidad aguda, categoría 4 • Oral • Cutánea • Inhalación				 H302 H312 H332	
Corrosión cutánea, categorías 1A, 1B, 1C		H314	Peligro	 R34, R35	Corrosivo
Lesión ocular grave, categoría 1				H318	
Irritación cutánea, categoría 2 Irritación ocular, categoría 2 Sensibilización cutánea, categoría 1 STOT*** tras exposición única, categoría 3 • Irritación de las vías respiratorias		H315 H319 H317 H335	Atención	 R38 R36 R43 R37	Irritante
• Efectos narcóticos				H336	

## PELIGROS PARA EL MEDIO AMBIENTE

Peligroso para el medio ambiente acuático, agudo, categoría 1 Peligroso para el medio ambiente acuático, crónico, categoría 1		H400 H410	Atención	 R50 R50/53	Peligroso para el medio ambiente
Peligroso para el medio ambiente acuático, crónico, categoría 2				H411	

## 12. BIBLIOGRAFÍA

- NTP 432. Prevención del riesgo en el laboratorio. Organización y recomendaciones generales.
- NTP 433. Prevención del riesgo en el laboratorio. Instalaciones, material de laboratorio y equipos.
- NTP 479. Prevención del riesgo en el laboratorio químico: reactividad de los productos químicos.
- NTP 376. Exposición a agentes biológicos: seguridad y buenas prácticas de laboratorio.
- NTP 833. Agentes biológicos. Evaluación simplificada.
- NTP 616. Riesgos biológicos en la utilización, mantenimiento y reparación de instrumentos de laboratorio.
- NTP 399. Seguridad en el laboratorio: actuación en caso de fugas y vertidos.
- NTP 480. La gestión de los residuos peligrosos en los laboratorios universitarios y de investigación.
- NTP 276. Eliminación de residuos en el laboratorio: procedimientos generales.
- NTP 359. Seguridad en el laboratorio: gestión de residuos tóxicos y peligrosos en pequeñas cantidades.
- NTP 517. Prevención del riesgo en el laboratorio. Utilización de equipos de protección individual (I): aspectos generales.
- NTP 518. Prevención del riesgo en el laboratorio. Utilización de equipos protección individual (II): gestión.
- NTP 646. Seguridad en el laboratorio: selección y ubicación de vitrinas.
- NTP 672. Extracción localizada en el laboratorio.
- NTP 677. Seguridad en el laboratorio. Vitrinas de gases de laboratorio: utilización y mantenimiento.
- NTP 500. Prevención del riesgo en el laboratorio: elementos de actuación y protección en casos de emergencia.
- Real Decreto 2216/1985 de 23 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento sobre declaración de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.
- Real Decreto 2216/1985 de 23 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento sobre declaración de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.
- Real Decreto 725/1988 de 3 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 2216/1985 BB. OO. E. 9/7/1988 y 4/8/1988.
- X. Guardino, Et Al. Seguridad y condiciones de trabajo en el laboratorio. INSHT, Madrid 1992.
- D. Bernabei, Seguridad. Manual para el laboratorio. E. Merck, GIT Verlag, Darmstadt RFA, 1994.
- Portal de información Reach-CLP.



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena