

NORMAS DE TRABAJO Y SEGURIDAD

EN LOS LABORATORIOS DEL

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES

QUÍMICAS (IIQ)

INDICE

1. PRINCIPIOS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LABORATORIOS

2. MANIPULACIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS

2.1 Productos químicos como factores de riesgo

2.2 Identificación de sustancias y preparados peligrosos

Etiqueta y Fichas de datos de seguridad (SDS)

3. CONSEJOS PRÁCTICOS EN LA MANIPULACIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS

3.1 Hábitos de trabajo

3.2 Identificación

3.3 Operaciones Básicas

3.3.1 Trasvase

3.3.2 Operaciones con vacío

- Destilación
- Evaporación y secado
- Desección de un líquido

3.4 Destilación

3.5 Desección de un líquido

3.6 Productos y reacciones químicas peligrosas

3.7 Sustitución

3.8 Ventilación

3.9 Eliminación de residuos

3.10 Material de vidrio

3.11 Frigoríficos/Cámara frigorífica

3.12 Aparatos de llama

3.13 Baños calientes y otros dispositivos de calefacción

3.14 Baños fríos

3.15 Baños de ultrasonidos

3.16 Refrigerantes

3.17 Estufas

3.18 Centrifuga

3.19 Bombas de Vacío

3.20 Uso de Nitrógeno Líquido

3.21 Recomendaciones generales en la utilización de gases de laboratorio

3.22 Manipulación de cargas

4. ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

4.1 Almacenamiento de reactivos

4.2 Almacenamiento de gases

5. MANIPULACIÓN DE AGENTES BIOLÓGICOS

6. MANIPULACIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICO. INSTRUMENTAL ANALÍTICO

7. EXPOSICIÓN A RADIACIONES NO IONIZANTES

8.1. Exposición a radiaciones ópticas

8.2. Exposición a campos magnéticos estáticos

8. EXPOSICIÓN A RADIACIONES IONIZANTES

9. CONTROL DE RIESGOS MEDIANTE PROTECCIÓN COLECTIVA E INDIVIDUAL

9.1 Equipos de protección colectiva

9.2 Equipos de protección individual (EPIs)

10. GESTIÓN DE RESIDUOS

10.1 Clasificación

10.2 Incompatibilidad

10.3 Identificación de los residuos

10.4 Almacenaje y ubicación en los laboratorios

11. ACTUACIONES EN CASO DE EMERGENCIA

11.1 Vertidos

11.2 Fuga de Gases

11.3 Incendio

12. ACCIDENTES

12.1 Normas Generales

12.2 Salpicaduras en ojos y sobre piel

12.3 Mareos y pérdida de conocimiento

12.4 Electrocción

12.5 Quemaduras térmicas

12.6 Intoxicación digestiva

12.7 Heridas

13. TRABAJO EN OFICINAS Y DESPACHOS

14. MANEJO DE HERRAMIENTAS MANUALES

15. SEGURIDAD VIAL

16. ANEXOS

16.1 ANEXO 1: Pictogramas de seguridad de sustancias químicas (reglamento (CE) 1272/08)

16.2 ANEXO 2: Etiquetado de seguridad de sustancias químicas (reglamento (CE) 1272/08)

16.3 ANEXO 3: Normas relativas al transporte de disolventes, reactivos, líquidos criogénicos y residuos entre el almacén y los laboratorios en cicCartuja

16.4 ANEXO 4: Protocolo sobre el suministro de productos del almacén

16.5 ANEXO 5: Reactividad de compuestos: incompatibilidades, reacción con agua y con aire u oxígeno

16.6 ANEXO 6: Clasificación de los productos según su peligrosidad

16.7 ANEXO 7: Normas para los equipos de protección individual

16.8 ANEXO 8: Riesgo y medidas preventivas derivados del trabajo con

pantallas de visualización de datos.

16.9 ANEXO 9: Riesgos y medidas preventivas en el manejo de escaleras de mano

17. BIBLIOGRAFÍA

18. TELÉFONOS DE INTERÉS

1. PRINCIPIOS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LABORATORIOS

Los riesgos y medidas preventivas en la manipulación de sustancias químicas y material biológico nos llevan a que la prevención de riesgos en el laboratorio presente unas características propias que la diferencian de otras áreas productivas.

En un laboratorio el “producto” que se manipula suele ser peligroso per se, y en definitiva el “proceso a seguir” es usualmente una reacción química o un cambio fisicoquímico con sus exigencias de aportes energéticos o bien sus liberaciones de energía. Por otra parte, el material básico de utilización es el vidrio, cuyas propiedades mecánicas no favorecen ciertamente la seguridad.

Esta situación conduce necesariamente a una atención especial por parte del trabajador del laboratorio, que podría concretarse en una serie de precauciones que deben mantenerse permanentemente durante el trabajo. En líneas generales, es posible detallar algunas precauciones o medidas generales:

- El Diseño del Laboratorio (distribución, instalaciones, procedimientos de trabajo, etc.) debe ser el adecuado para el mantenimiento de un buen nivel preventivo.
- Se debe disponer de las instalaciones de emergencia o elementos de actuación como duchas, lavaojos, extintores, etc. además de los equipos de protección individual (también denominados EPIs).
- El laboratorio, incluidas las zonas de paso, salidas, vías de circulación, equipos e instalaciones deben estar en perfecto estado de **orden y limpieza**, estableciendo para ello un mantenimiento periódico de las mismas.
- Los desperdicios, manchas y residuos de sustancias peligrosas se eliminarán con rapidez, señalizando la situación de suelo deslizante mientras se mantenga la situación de riesgo.
- Está prohibido realizar trabajos diferentes a los autorizados por los responsables directos, así como utilizar aparatos e instalaciones sin conocer previamente su funcionamiento.
- La ropa de trabajo, bata, debe estar abrochada en todo momento, evitando vestir mangas anchas o colgantes, y tener los cabellos recogidos. Se debe utilizar calzado cerrado y pantalón largo para acceder al laboratorio, además de la bata.

- Es obligatorio cubrirse las heridas y erosiones de la piel antes de realizar cualquier operación que pueda suponer un contacto directo con agentes tóxico.
- Estar **prohibido comer y beber** en el laboratorio, así como **fumar** en cualquier dependencia del Centro.
- Cuando se llevan lentes de contacto, será obligatorio el uso de **gafas de seguridad**.
- El buen estado de los productos y materiales, así como su etiquetado debe comprobarse antes de su utilización.
- Todos los preparados deben estar etiquetados adecuadamente, estando prohibida la reutilización de los envases vacíos sin la retirada de la etiqueta original.
- Para el encendido de los mecheros Bunsen se recomienda la utilización de encendedores piezoeléctricos, intentando reducir al máximo el uso de llamas vivas una vez encendidos.
- Es obligatorio trabajar en las cabinas de extracción para los agentes químicos de los grupos E, D y C, si bien es recomendable utilizarlas para la manipulación de cualquier producto químico sospechoso de ser peligroso.
- Una vez finalizada la operación o la tarea en el laboratorio, se deberán guardar los materiales y reactivos, **limpiar y ordenar** el lugar de trabajo, y asegurarse la desconexión de aparatos, conductos de agua y gas, etc.
- Todo el personal debe conocer el funcionamiento de equipos extintores, aplicación de primeros auxilios del botiquín y los mecanismos para recibir ayudas exteriores.

2. MANIPULACIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS.

2.1 Productos químicos como factores de riesgo

Las sustancias químicas peligrosas, son aquellos elementos químicos y sus compuestos, tal y como se presentan en su estado natural o como se producen por la industria, que pueden dañar directa o indirectamente a personas, bienes y/o medio ambiente.

El riesgo químico es la posibilidad de sufrir un daño derivado de la exposición a agentes químicos. Esta exposición viene determinada por el modo de contacto con él:

1. **Vía inhalatoria**, la más común para la mayoría de los agentes químicos. La magnitud y las consecuencias de la entrada de agentes químicos por esta vía están sujetas a (i) la cantidad de la sustancia presente en el aire, (ii) la forma física de la sustancia (gas, aerosol...) o a (iii) la cantidad de la sustancia inhalada y a su capacidad de difusión.
2. **Vía dérmica**, la segunda más común, que puede ocasionar daños tópicos o sistémicos. Los principales factores a tener en cuenta para determinar a magnitud y las consecuencias de la entrada de agentes químicos por esta vía son (i) la concentración del agente químico, (ii) la forma física de la sustancia, (iii) el tipo de contacto (directo o indirecto), y (iv) el tipo y estado del área expuesta.
3. **Vía digestiva**, menos frecuente que las anteriores. Se pueden ingerir agentes químicos mediante deglución accidental, consumo de alimentos y bebidas contaminadas o deglución de partículas procedentes del tracto respiratorio.
4. **Vía parenteral**, cuando el agente químico entra en contacto directamente con el torrente sanguíneo. La penetración se produce a través de una lesión traumática. Los casos más frecuentes suelen ser a través de heridas abiertas, por inyección o por punción.

Atendiendo a los riesgos para la salud, los agentes químicos se clasifican como (Reglamento (CE) Nº 1272/2008):

1. **Tóxicos agudos**. La toxicidad aguda se refiere a los efectos adversos que se manifiestan tras la administración por vía oral o cutánea. Existen cuatro

categorías de toxicidad. Estas sustancias se identifican a través de las siguientes indicaciones de peligro:

Vía	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4
Oral	H300 - mortal por ingestión		H301 - tóxico por ingestión	H302 - nocivo por ingestión
Dérmica	H310 - mortal por contacto con la piel		H311 - tóxico por contacto con la piel	H312 - nocivo por contacto con la piel
Inhalatoria	H330 - mortal por inhalación		H331 - tóxico por inhalación	H332 - nocivo por inhalación

Tabla 1. Categorías de toxicidad de los agentes químicos

2. **Corrosivos.** Son sustancias que producen la destrucción del tejido cutáneo, esto es, una necrosis visible que atraviese la epidermis y alcance la dermis. Existen 3 subcategorías:

- a. Subcategoría 1A: cuando las respuestas corresponden a una exposición de 3 minutos y un periodo de observación de hasta 1 hora, como máximo.
- b. Subcategoría 1B: cuando las respuestas corresponden a una exposición de entre 3 minutos y 1 hora y un periodo de observación de hasta 14 días.
- c. Subcategoría 1C: cuando las respuestas corresponden a exposiciones de entre 1 y 4 horas y un periodo de observación de hasta 14 días.

Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro **H314**: Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

3. **Irritantes.** Son sustancias que producen una lesión reversible de la piel. Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro **H315**: Provoca irritación cutánea.

4. **Corrosivos oculares.** Son sustancias que producen una lesión ocular grave, es decir, un daño en los tejidos del ojo o un deterioro físico importante de la visión. Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro **H318**: Provoca lesiones oculares graves.

5. **Irritantes oculares.** Son sustancias que producen alteraciones oculares. Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro **H319**: Provoca irritación ocular grave.
6. **Sensibilizantes respiratorios.** Son sustancias cuya inhalación induce hipersensibilidad de las vías respiratorias. Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro **H334**: Puede provocar síntomas de alergia o asma o dificultades respiratorias en caso de inhalación.
7. **Sensibilizantes cutáneos.** Son sustancias que inducen una respuesta alérgica por contacto con la piel. Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro **H317**: Puede provocar una reacción alérgica en la piel.
8. **Cancerígenos** (o carcinógenos). Son sustancias o mezclas de sustancias que inducen cáncer o aumenta su incidencia. Las sustancias que han inducido tumores benignos y malignos son consideradas también supuestamente carcinógenos o sospechosos de serlo. Existen 2 categorías:
 - a. Categoría 1: Son sustancias que pueden provocar cáncer. Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro **H350**: Puede provocar cáncer.
 - b. Categoría 2: Son sustancias susceptibles de provocar cáncer. Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro **H351**: Susceptible de provocar cáncer.
9. **Mutágenos.** Una mutación es un cambio permanente en la cantidad o en la estructura del material genético de una célula. Existen 2 categorías:
 - a. Categoría 1: Sustancias de las que se sabe o se considera que inducen mutaciones hereditarias en las células germinales humanas. Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro **H340**: Puede provocar defectos genéticos.
 - b. Categoría 2: Sustancias que son motivo de preocupación porque pueden inducir mutaciones hereditarias en las células germinales humanas. Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro **H341**: Se sospecha que provoca defectos genéticos.
10. **Tóxicos para la reproducción.** La toxicidad para la reproducción incluye tres tipos

de efectos: (i) efectos adversos sobre la función sexual y la fertilidad de hombres

y mujeres adultos, (ii) efectos adversos sobre el desarrollo de los descendientes y (iii) efectos sobre la lactancia (estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro **H362**: Puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna). Existen 2 categorías para los dos primeros efectos descritos:

- a. Categoría 1: Sustancias de las que se sabe o se supone que son tóxicos para la reproducción humana. Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro **H360**: Puede perjudicar la fertilidad o dañar al feto.
- b. Categoría 2: Sustancias de las que se sospecha que son tóxicos para la reproducción humana. Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro **H361**: Susceptible de perjudicar la fertilidad o dañar al feto.

11. Tóxicos específicos en determinados órganos por exposición única. Existen tres categorías:

- a. Categoría 1: Son sustancias que provocan daños en determinados órganos. Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro **H370**: Provoca daños en los órganos.
- b. Categoría 2: Son sustancias que pueden provocar daños en determinados órganos. Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro **H371**: Puede provocar daños en los órganos.
- c. Categoría 3: Son sustancias que pueden irritar las vías respiratorias (en cuyo caso se identifican por la frase **H335**: Puede irritar las vías respiratorias) o sustancias que pueden provocar somnolencia o vértigo (en cuyo caso se identifican por la frase **H336**: Puede provocar somnolencia o vértigo).

12. Tóxicos específicos en determinados órganos por exposiciones repetidas.

Existen dos categorías:

- a. Categoría 1: Son sustancias que provocan daños en determinados órganos tras exposiciones prolongadas. Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro **H372**: Perjudica a determinados

órganos por exposición prolongada o repetida.

- b. Categoría 2: Son sustancias que pueden provocar daños en determinados órganos tras exposiciones prolongadas. Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro **H373**: Puede perjudicar a determinados órganos por exposición prolongada o repetida.
- 13. **Peligrosos por aspiración** (entrada de una sustancia por la boca o la nariz en tráquea o vías respiratorias inferiores). Estas sustancias se identifican a través de la indicación de peligro **H304**: Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.
- 14. **Alteradores endocrinos**. Son sustancias exógenas o mezclas de ellas que alteran la función del sistema endocrino y en consecuencia ocasionan efectos adversos para la salud en un organismo intacto, o su progenie, o (sub) poblaciones. Son sustancias respecto de las cuales existen pruebas científicas de que tienen posibles efectos graves para la salud humana o el medio ambiente, y que suscitan un grado de preocupación equivalente al que suscitan las sustancias carcinógenas de categorías 1A o 1B o las sustancias muy persistentes y muy bioacumulables.

2.2 Identificación de sustancias y preparados peligrosos

Cualquier producto químico presente en el lugar de trabajo debe contener información sobre el riesgo inherente de la sustancia o preparado.

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)**. Su contenido está regulado por la legislación sobre comercialización de productos químicos relativa a la clasificación, envasado y etiquetado de sustancias y preparados peligrosos recogida en los Reales Decretos 363/1995 y 255/2003, que obliga a que todo producto químico esté debidamente etiquetado tanto si va destinado al público en general como al usuario profesional, en cuyo caso deberá también disponer de la FDS.

La **etiqueta** es la primera información que permite identificar el producto en el momento de su utilización. Esta etiqueta debe ser bien visible y debe estar redactada en el idioma oficial del Estado. Su contenido es el siguiente:

- Nombre de la sustancia o del preparado.
- Nombre, dirección y teléfono del fabricante o importador.
- Símbolos, pictogramas e indicaciones de peligro para destacar los riesgos principales (Figura 1).
- Cuando proceda, los pictogramas de peligro de conformidad con la Anexo1
- Cuando proceda, las indicaciones de “Peligro”, 87 frases “H” (Hazard) Anexo2, tabla1
- Cuando proceda, las indicaciones de “Prudencia”, frases “P” ((Precautionary), establecen medidas preventivas para la manipulación y utilización. Anexo2, tabla2.
- Las etiquetas deben estar escritas en la Lengua Española Oficial del Estado.

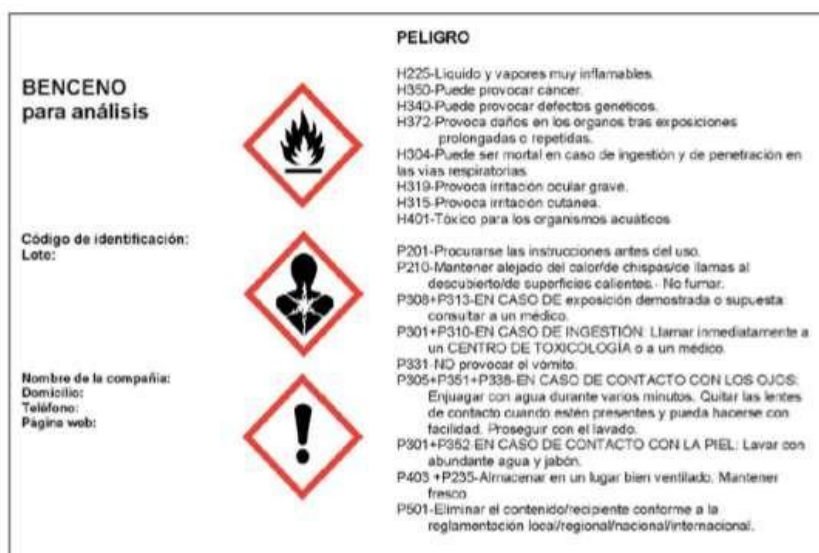


Figura 1. Ejemplo de etiquetado según reglamento (CE) 1272/08

La Ficha de Datos de Seguridad (**FDS**) debe facilitarse obligatoriamente con la primera entrega de un producto químico y se compone de 16 apartados que incluyen la siguiente información:

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. Como consejos relativos a la formación, usos recomendados y restricciones, punto de contacto técnico y fecha de emisión de la ficha.

Cada laboratorio del IIQ debe hacerse responsable de disponer accesibles las fichas de datos de seguridad de cada uno de los productos de que disponga, preferiblemente a través de una base de datos electrónica enlazada con los recursos actualizados del proveedor. Alternativamente, el IIQ dispone de un repositorio electrónico en el que pueden localizarse las fichas de una amplia variedad de los productos de uso común en el Centro

(<http://aplicaciones.iiq.csic.es/web/Prevenci%C3%B3n/Productosqu%C3%ADmicos.aspx>).

3. CONSEJOS PRÁCTICOS EN LA MANIPULACIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS

3.1 Hábitos de trabajo

Las medidas preventivas generales aplicables a **actividades con riesgo de exposición a agentes químicos** están encaminadas a evitar o disminuir la exposición a agentes químicos. Estas acciones pueden clasificarse atendiendo al elemento sobre el que actúan:

- a. Acciones sobre el agente químico: su objetivo es evitar su presencia.
- b. Acciones en el proceso o instalación: su objetivo es eliminar o reducir la emisión al ambiente.
- c. Acciones en el local (zona o ambiente de trabajo): su objetivo es mantener la concentración ambiental del agente químico en un valor seguro.
- d. Acciones en el método de trabajo: su objetivo es evitar el contacto directo entre el agente químico y el trabajador.

La evaluación de la exposición a cada agente químico debe hacerse de manera individualizada atendiendo a la identificación de los riesgos descritos en la **Ficha de datos de seguridad** que obligatoriamente debe facilitar el proveedor y el análisis de las indicaciones de peligro (**Frases H**), consejos de prudencia (**Frases P**) y pictogramas (<https://www.insst.es/-/evaluacion-de-la-exposicion-a-agentes-quimicos>).

El INSST distribuye una [Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos presentes en los lugares de trabajo relacionados con los agentes Químicos](https://www.insst.es/-/evaluacion-de-la-exposicion-a-agentes-quimicos) (<https://www.insst.es/-/evaluacion-de-la-exposicion-a-agentes-quimicos>). Todas estas técnicas de control o medidas preventivas pueden agruparse en tres grupos en función de su prioridad:

- a. Sustitución del agente
- b. Reducción del riesgo al mínimo
 - a. Aislar el agente
 - b. Medidas de protección colectiva
 - i. ventilación general
 - ii. extracción localizada

c. Medidas de protección individual

Para una descripción más detallada de los Riesgos y medidas preventivas en la exposición a agentes químicos se recomienda consultar las pautas del INSST en <https://www.insst.es/-/control-de-la-exposicion-a-agentes-quimicos>.

Por lo que respecta a los hábitos adquiridos en la época de formación, o bien a lo largo de los años de trabajo en el laboratorio, deben tenerse en cuenta las recomendaciones siguientes:

- **No manipular un producto químico sin conocer sus características físicoquímicas y toxicológicas.**
- **Deberán conocerse como mínimo las frases H y P de los productos.**
- **Exigir las fichas de datos de seguridad.**
- No llevar recipientes frágiles en los bolsillos de las batas.
- Utilizar en todo momento gradillas y soportes.
- Transportar los productos en bandejas o recipientes para evitar derrames en caso de roturas. Anexo 3 (Normas de transporte cicCartuja).
- **No tocar con las manos ni probar los productos químicos.**
- No trabajar separado de la mesa o poyata.
- **No efectuar pipeteos con la boca.**
- Asegurarse del enfriamiento de los materiales antes de aplicar directamente las manos para cogerlos.
- Es obligatorio trabajar en las cabinas de extracción para los agentes químicos de los grupos E, D y C.
- Al terminar el trabajo, asegurarse de la desconexión de aparatos, agua, gases, etc.
- Actualmente, el uso de mecheros de gas es residual en los laboratorios del IIQ, sin embargo, cuando se dé el caso de su uso, **no deberán dejarse encendidos sin vigilancia.**
- Al finalizar cualquier tarea u operación, habrá que **ordenar y limpiar** el entorno de trabajo: recoger materiales, reactivos, equipos, etc., evitando las acumulaciones innecesarias.
- Usar y almacenar productos químicos peligrosos en las cantidades mínimas

imprescindibles.

3.2 Identificación

En cuanto a la identificación de los productos químicos y sus riesgos, es aconsejable:

- Comprobar el adecuado etiquetaje de recipientes y botellas.
- Etiquetar debidamente las soluciones preparadas en el laboratorio.
- No reutilizar envases para otros productos sin quitar la etiqueta original.
- No sobreponer etiquetas.

3.3 Operaciones Básicas

3.4.1 Traslases

En lo referente a operaciones de trasvase, debe tenerse en cuenta:

- Trasvasar, siempre que sea posible, cantidades pequeñas. Caso contrario, emplear una zona específica provista de los medios de contención necesarios para ello.
- Efectuar los trasvases de sustancias inflamables lejos de focos de calor.
- Efectuar los trasvases de sustancias tóxicas, irritantes y corrosivas con los equipos de protección adecuados a los riesgos del producto.
- Cuando el trasvase se realice desde bidones metálicos, deberá hacerse a recipientes de seguridad. Si los productos son inflamables, los bidones y recipientes deberán estar conectados a tierra e interconectados entre sí.
- Evitar que ocurran vertidos empleando para el trasvase embudos, dosificadores, sifones o bandejas recogevertidos.

3.4.2 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.

Para el control de estos riesgos es recomendable:

- Utilizar recipientes de vidrio adecuados capaces de soportar el vacío (paredes gruesas o formas esféricas) y en un lugar donde no haya riesgo de sufrir un choque mecánico.
- El material sometido a vacío deberá estar en perfectas condiciones de uso y se inspeccionará visualmente antes de cada uso que se encuentra exento de defectos. Cualquier material que arroje dudas sobre su integridad deberá ser desechado de inmediato.
- Recubrir con una cinta adhesiva, una red metálica o plástica el recipiente en depresión o cualquier otro medio que limite la proyección de cristales en caso de rotura.
- El paso de vacío a presión atmosférica debe hacerse de manera gradual y lentamente.
- No utilizar una trompa de agua como fuente de vacío en sistemas que alojen sustancias que puedan reaccionar violentamente con ella. Una manipulación inadecuada del sistema puede producir un retorno de agua al recipiente donde se hace el vacío.

➤ **Evaporación al vacío**

Se llevan a cabo normalmente en evaporadores rotativos (**rotavapor**) que permiten controlar con precisión el calentamiento, la agitación por rotación y el nivel de vacío aplicados, debiéndose tener en cuenta las siguientes precauciones.

- Los matraces, siempre de fondo redondo, no deben llenarse excesivamente y debe evitarse un sobrecalentamiento de la mezcla tratada por evaporación. Si existe la posibilidad de que se formen productos inestables (p. e., peróxidos) no se llevará la mezcla a sequedad.
- Es necesario disponer de un sistema de condensación de vapores eficaz que minimice la emisión descontrolada de estos y su acumulación en el espacio de trabajo.

- Debe esperarse el enfriamiento del matraz que contenga la mezcla antes de eliminar el vacío. Este enfriamiento progresivo se puede lograr apartando la muestra del baño, mientras se mantiene la agitación.
- Para evitar que los vapores eliminados deterioren la bomba de vacío se puede colocar una trampa refrigerada.
- En los rotavapores situados fuera de campanas extractoras no se deben evaporar sustancias tóxicas (benceno, alquilantes sin tratar,...) ni pestilentes (tioles, aminas,...) sin un adecuado sistema de captura de sus vapores.

➤ **Destilación al vacío**

En las destilaciones a vacío, la ebullición del líquido debe regularse mediante un tubo capilar que haga borbotear aire o un gas inerte, en función de los requerimientos de ausencia de oxígeno o humedad. Conviene verificar que en el transcurso de la operación no se produzca una obturación del capilar por inicio de cristalización, por ejemplo. Si se utiliza refrigerante de paso estrecho también debe vigilarse que no ocurra la obturación en él. La calefacción no debe empezar hasta que el nivel de vacío de trabajo se ha alcanzado, a fin de evitar el desencadenamiento espontáneo de la ebullición, con riesgo de la pérdida de producto y contaminación general del sistema. Al concluir la destilación debe enfriarse el sistema antes de detener el vacío, ya que la introducción del aire en un balón caliente podría producir inflamaciones o explosiones del residuo obtenido en la destilación. El paso del vacío a la presión normal debe hacerse de manera lenta, pudiéndose emplear para ello el capilar usado en la regulación del vacío.

➤ **Filtración al vacío**

Los matraces para la filtración al vacío deben ser de vidrio de elevada calidad, hallarse en excelente estado de conservación y deben fijarse con solidez evitando tensiones. Si la filtración es defectuosa por las características propias de los productos manipulados debe considerarse que un aumento de vacío no va a mejorar el rendimiento ni el tiempo de filtrado; en cambio, sí aumenta el riesgo de implosión. Puede ser aconsejable la aplicación de otras medidas como la presión o el filtrado en

pequeñas cantidades con el fin de evitar la colmatación del filtrado o del filtro de papel. En este último caso se debe estar siempre pendiente de su posible rotura.

➤ **Secado al vacío**

Los desecadores deben colocarse en lugares poco expuestos a golpes y caídas, fuera del alcance de la luz solar, especialmente cuando contienen productos inestables. Cuando se hallan al vacío no deben ser jamás transportados. Cuando se emplee un desecador al vacío debe protegerse mediante redes metálicas o de un material cuya resistencia haya sido contrastada. Deben lubricarse adecuadamente los bordes de contacto y las llaves. Entre el desecador y la trompa de vacío debe colocarse un matraz o borboteador de seguridad a fin de evitar los posibles retornos del agua que podrían afectar los productos que tiene el desecador y reaccionar violentamente con los deshidratantes colocados en éste.

3.4 Destilación

La destilación es una de las operaciones más habituales en los laboratorios. En ella hay que tener 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.

Las pautas de actuación para el control del riesgo son:

- El aparato o el montaje de destilación debe estar adaptado a las cantidades y características de los productos a destilar.
- Si el producto a destilar puede contener subproductos de descomposición de características peligrosas o desconocidas, debe llevarse a cabo la destilación con muchas precauciones (vitrina, apantallamiento, protecciones personales, material de intervención, etc.) y en cantidades pequeñas, que pueden

aumentarse paulatinamente 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.
- Debe vigilarse el flujo de agua en los refrigerantes. Para evitar los riesgos de la falta de agua puede trabajarse con sistema cerrado de refrigeración o bien instalar dispositivos de seguridad que corten el suministro eléctrico al bajar el caudal.
- Examinar siempre el material y la estanqueidad del montaje de destilación, sobre todo en el caso de líquidos inflamables, antes de cada operación para evitar un fallo eventual o una fuga.
- Regularizar la ebullición introduciendo antes de iniciar la aplicación de calor algunos trocitos de porcelana porosa o de vidrio en el líquido a destilar o agitador magnético.
- Trabajar, siempre que sea posible, en vitrinas de extracción.
- Disponer de equipos de protección personal (guantes, gafas de seguridad y otros necesarios según la situación).
- Utilizar dispositivos de control de temperatura, de aporte de calor y de la refrigeración.
- Prestar atención a la temperatura de autoinflamación 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.

Riesgos específicos en la destilación de éteres

Los éteres, por envejecimiento a lo largo de su almacenamiento, así como por acción de la luz, se oxidan produciendo peróxidos explosivos. La oxidación de un éter recientemente destilado puede ser rápida (tres días para el tetrahidrofurano, una semana para el éter etílico). 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. Éste es un accidente descrito muy corrientemente. También

hay que destacar que el éter isopropílico es aún más peligroso que el éter etílico. Para

el control del riesgo, antes de la destilación de un éter es conveniente realizar una prueba para detectar la presencia de peróxido (con yoduro de potasio o tiocianato ferroso). Para eliminar el peróxido existen diferentes métodos dentro de los cuales se elegirá el más apropiado. Después de la operación se volverá a realizar la prueba de peróxidos para verificar la desaparición del mismo. La adición de un inhibidor a un producto recientemente obtenido puede ralentizar su peroxidación. La destilación en atmósfera inerte ralentiza la formación de peróxidos.

3.5 Deseccación de un líquido.

En muchos casos se utilizan agentes químicos peligrosos para eliminar el agua presente en líquidos orgánicos. Algunos de estos productos pueden presentar riesgo de explosión y deben conocerse bien los riesgos antes de su uso. Uno de los agentes de uso más común en esta operación es el sodio, que reacciona violentamente con agua. Aunque las medidas y procedimientos específicos del uso de sodio (y otros desecantes) varían significativamente en función del producto a (de)secar y su estado, es conveniente seguir unas pautas generales en el uso de sodio metálico:

- El sodio sólo debe utilizarse para eliminar la humedad de un líquido previamente secado.
- El sodio se transforma en hidróxido con la producción de hidrógeno a partir de la humedad. El hidrógeno puede crear una sobrepresión y es un gas muy inflamable. El peróxido de sodio es explosivo por simple frotación, igual que el peróxido de potasio.
- El exceso de sodio puede ser destruido con isopropanol previa adición de tolueno para aumentar el punto de ebullición de la mezcla. Esta operación se realizará siempre en vitrina y con las medidas de protección individual adecuadas. Una vez destruido todo el sodio la mezcla básica resultante se eliminará como residuo de disolvente (halogenado o no halogenado) sin neutralizarlo previamente.

En *Purification of Laboratory Chemicals*, D. D. Perrin et al. (ISBN 0080229611) Pergamon Press 1980, disponible en la biblioteca de cicCartuja (ref (03):53/54/57 PER pur), puede encontrarse una descripción detallada de procedimientos de purificación (y secado) para una amplia variedad de productos químicos.

3.6 Productos y reacciones químicas peligrosas.

Cuando se manejan compuestos químicos peligrosos o reacciones peligrosas es recomendable tener en cuenta las recomendaciones siguientes:

- Conocer la reactividad de los productos de la reacción.
- Asegurarse de disponer del material adecuado.
- Instalar el montaje experimental en una vitrina des extracción.
- Utilizar la cantidad mínima de reactivos.
- Utilizar la indumentaria y equipos de protección individual adecuados.
- Asegurarse de disponer de los medios de extinción al alcance.
- Prevenir al personal potencialmente afectado, así como al responsable de seguridad si se considerase necesario.

El Anexo 5 de este manual contempla una ampliación de estas medidas en lo referido al manejo de sustancias químicamente incompatibles, sensibles al agua (o humedad), aire y/o oxígeno.

3.7 Sustitución

Cuando se trabaja con reactivos tóxicos, peligrosos para la salud o sustancias sospechosas de tener efectos biológicos, cancerígenos, etc., la mejor acción preventiva consiste en su sustitución por otras de menor toxicidad siempre que esto sea posible. Este caso se plantea, por ejemplo, frecuentemente en las extracciones con disolventes orgánicos.

En términos generales, se procurará utilizar aquellos de menor toxicidad, menor volatilidad, menor inflamabilidad, etc. Algunos ejemplos clásicos de esta estrategia de sustitución de productos químicos se recogen en la tabla 2, pero para una descripción más amplia y actualizada, se recomienda visitar el portal de **SUBSPORTplus** en https://www.subsportplus.eu/subsportplus/DE/Home/Home_node.html

PRODUCTO	SUSTITUTO
Benceno	Ciclohexano, tolueno
Cloroformo, tetracloruro de carbono, percloroetileno, tricloroetileno	Metilcloroformo, fluorocarbonos
Dioxano	Tetrahidrofurano
2-Nitropropano	I-Nitropropano, nitroetano
n-Hexano	n-Heptano
Xilenos	Hidrocarburos alifáticos, White Spirit
Acetonitrilo	Metanol, acetona
Dimetilformamida	N-Metilpirrolidina
Etilenglicol	Propilenglicol
Metanol	Etanol

Tabla 2. Ejemplos de sustitución de productos.

3.8 Ventilación

La ventilación general del laboratorio permite su acondicionamiento ambiental en cuanto a necesidades termohigrométricas y la dilución y evacuación de contaminantes. El adecuado acondicionamiento ambiental del laboratorio se consigue actuando sobre la temperatura, el índice de ventilación y la humedad del aire. Exige dos actuaciones bien diferenciadas:

- La **renovación del aire** del laboratorio, lo cual permite la disminución de olores y dilución de la concentración de contaminantes, pero es incapaz de eliminar eficazmente los contaminantes generados en el laboratorio. El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RD 1027/07) recomienda para los laboratorios un aporte de aire exterior de 20 l/s por persona.
- La **retirada de contaminantes** generados por la actividad del laboratorio con **vitriñas o sistemas de extracción localizada**.

Debe tenerse en cuenta que el caudal de aire exterior está a su vez determinado por el funcionamiento de las **vitriñas del laboratorio** y por los **sistemas de extracción**.

Para más información ver [NTP 646](https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_646.pdf/230a3ca0-0494-4143-8abc-49ec060c52c5) sobre Seguridad en el laboratorio: selección y ubicación de vitriñas (INSHT) en https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_646.pdf/230a3ca0-0494-4143-8abc-49ec060c52c5.

3.9 Eliminación de residuos

En cuanto a los residuos característicos de los laboratorios del IIQ, hay que tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Debe disponerse de información e instrucciones para la eliminación de residuos de laboratorio.
- Recuperar en lo posible los productos químicos especialmente los metales pesados.
- Los residuos se etiquetarán adecuadamente indicando fecha y titular.
- No tirar productos químicos ni telas o papeles impregnados en ellos en las papeleras.
- Los residuos punzantes y cortantes deberán depositarse en recipientes adecuados para evitar cortes y/o pinchazos.
- Los residuos biológicos serán desechados en recipientes adecuados.
- Considerar las disposiciones legales existentes en el ámbito local para residuos y desechos.

3.10 Material de vidrio

En el manejo del material de vidrio, a parte de las necesarias revisiones y sustituciones periódicas que se requieren a causa de la fatiga de los materiales, es conveniente observar las siguientes pautas:

- Desechar el material que presente el más mínimo defecto en contenedores específicos para el vidrio (nunca en papeleras).
- Comprobar cuidadosamente el material que haya sido sometidos a calor antes de tocar con las manos directamente.
- No forzar directamente con las manos los cierres de frascos o botellas, llaves de paso, conectores, vasos etc., que se hayan obturado.
- Caso de que deba procederse a la apertura de frascos con tapón obturados y ampollas selladas, se procederá de la siguiente manera:
 - Se llevará protección facial y manual apropiada.
 - Se realizará la operación en vitrina y con pantalla protectora.

- Se llevará a cabo la apertura sobre una bandeja o preferiblemente en un recipiente de material compatible con el producto contenido en el frasco de abrir para contener el posible derrame.

Limpieza del material de vidrio

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 prepararlos para lavar. Las sustancias más frecuentemente utilizadas en la limpieza del material y que entrañan mayor riesgo son:

- Peróxido de hidrógeno (H_2O_2) en pH ácido.

Limpia y no genera residuos. Se autodestruye y no es tóxico, pero sí corrosivo y en contacto con determinadas sustancias puede resultar explosivo. Especialmente delicado es el momento de su preparación ya que el proceso de mezclado es muy exotérmico. Puede ser desechado, después de su inactivación por dilución como residuo ácido.

- Mezcla crómica

Mezcla de ácido sulfúrico (mayoritario) y trióxido de cromo o dicromato potásico. Se trata de un preparado tóxico, comburente, corrosivo y peligroso para el medio ambiente. 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. Debe tenerse en cuenta que el **dicromato potásico está clasificado como compuesto cancerígeno, categoría 2** y la **mezcla crómica está clasificada como producto tóxico 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

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.

Otra mezcla muy utilizada y que presenta menos peligros es la potasa alcohólica en isopropanol. Para la limpieza de líneas de vacío se emplea a menudo una mezcla de tolueno/diclorometano, hay que tener muy presente la toxicidad de estas sustancias.

En muchos laboratorios el material recién lavado se aclara con acetona para arrastrar el agua y acelerar el secado y con éter para eliminar los residuos de la acetona, estos disolventes deben recogerse y eliminarse como residuos.

3.11 Frigoríficos y Cámara frigorífica

Deben emplearse frigoríficos de seguridad aumentada cuando se guarden en su interior sustancias que puedan presentar peligro de inflamación o explosión y antideflagrantes cuando el frigorífico esté, además, situado en un área con atmósfera inflamable. Aunque en general no es recomendable, sólo pueden utilizarse frigoríficos domésticos para guardar productos inertes.

Los frigoríficos presentan peligros de incendio y explosión/deflagración, cuando se guardan en su interior productos que pueden desprender vapores inflamables si los frascos que los contienen no están bien cerrados (ocurre a menudo) o tiene lugar un fallo de corriente que pueda producir un recalentamiento de algún producto o propiciar la explosión de algún recipiente. Cualquier chispa del motor (no antiexplosivo) del frigorífico puede producir un incendio o explosión si hay vapores inflamables en el ambiente del laboratorio en que se halla ubicado.

Para la prevención de estos peligros:

- Emplear frigoríficos con interior protegido libre de chispa preparados para guardar productos inflamables (Ex II 3G / Ex nA II T6).
- No guardar recipientes abiertos o mal tapados en el frigorífico.
- Utilizar recipientes capaces de resistir la sobrepresión interna en caso de recalentamiento accidental.
- Controlar de modo permanente la temperatura interior del frigorífico.

Respecto a la cámara frigorífica se debe determinar la cantidad y tipo de refrigerante de la instalación y en función de estos parámetros, cumplir con lo que establece el R.D. 138/2011 sobre instalaciones frigoríficas. Por otro lado, se debe documentar la autorización de puesta en servicio al órgano competente de la Comunidad Autónoma.

3.12 Aparatos con llama

El trabajo con llama abierta genera riesgos de incendio y explosión por la presencia de gases comburentes o combustibles, o de productos inflamables en el ambiente próximo donde se utilizan. Para la prevención de estos riesgos son acciones adecuadas:

- Suprimir la llama o la sustancia inflamable, aislándolas, 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.e., 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.

3.13 Baños calientes y otros dispositivos de calefacción

Los principales riesgos que presentan son quemaduras térmicas, rotura de recipientes de vidrio ordinario con desprendimiento de vapores, vuelcos, vertidos, emisión incontrolada de humos en los baños de aceite y generación de calor y humedad ambiental en los baños de agua. También es importante el riesgo de contacto eléctrico indirecto por envejecimiento del material. Para prevenir estos peligros las principales acciones a tomar son:

- 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.
- Conocer los riesgos y medidas preventivas de los equipos según el manual de instrucciones del fabricante del equipo. Utilizando los equipos de protección individual requeridos.
- Señalizar la existencia de riesgo de contactos térmicos (“superficies calientes”).

3.14 Baños fríos

Normalmente, los contactos puntuales y poco intensos con el líquido refrigerante no producen daños ya que la evaporación es instantánea, pero un contacto prolongado es peligroso. Los principales riesgos que presentan son: quemaduras por frío y desprendimiento de vapores. También hay que tener en cuenta que, si se emplean para el control de reacciones exotérmicas, cualquier incidente que anule su función puede generar un incendio, una explosión o la emisión de sustancias tóxicas al ambiente. Son normas generales para la prevención de estos peligros:

- 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 con el fin de evitar una ebullición brusca del líquido refrigerante.
- Emplear los baños de acetona con nieve carbónica preferiblemente en la vitrina.

3.15 Baños de ultrasonidos

El oído humano es capaz de detectar los sonidos comprendidos en un margen de frecuencia entre 20 y 20.000 Hz. Los sonidos emitidos en un rango superior al ya citado y que no son percibidos por el oído humano como sonidos se conocen con el nombre de ultrasonidos. Los efectos que pueden producir una exposición a ultrasonidos pueden diferenciarse en función de cuál sea su vía de transmisión:

- a. Por contacto, por ejemplo, en las operaciones de limpieza.
- b. Por vía aérea, en la mayoría de operaciones.

La exposición a ultrasonidos por contacto y que se manifiestan en el organismo como alteraciones funcionales del sistema nervioso, dolores de cabeza, vértigo, fatiga, modificaciones de reflejo, daño de calentamiento de la piel e incluso de los huesos o daños celulares por cavitación.

La exposición por vía aérea puede producir efectos biológicos que se manifiestan en el desarrollo anormal de las células, efectos hematológicos, efectos genéticos y sobre el sistema nervioso, y afectaciones auditivas.

Las medidas generales de control para una exposición a ultrasonidos son en base a la similitud de las propiedades físicas con los sonidos semejantes a la actuación frente a estos. Cuando se trata de prevenir una exposición a ultrasonidos transmitidos por contacto se deberán tener en cuenta los siguientes puntos:

- a. Seleccionar el equipo apropiado a la aplicación.
- b. En este orden. (i) evitar la exposición a través modos de funcionamiento automatizados, (ii) utilizar protección personal (protección auditiva) y (iii) minimizar el tiempo de exposición.
- c. Cualificar e informar al personal
- d. Señalizar los focos emisores de ultrasonidos
- e. Utilizar sistemas de apantallamiento para reducir los ultrasonidos.
- f. Mantenimiento periódico del equipo según el manual del equipo

Para una descripción más detallada de los Riesgos y las medidas preventivas derivadas del uso de equipos de trabajo que generen ultrasonidos puede consultarse la **NTP205** (https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_205.pdf/440b750d-afe2-4a99-af33-75c16f4adf9d#:~:text=La%20exposici%C3%B3n%20laboral%20a%20ultrasonidos%20transmitidos%20por%20contacto%20y%20que,la%20piel%20e%20incluso%20de) sobre exposición laboral a ultrasonidos del INSST.

3.16 Refrigerantes

Los refrigerantes funcionan normalmente con circulación de agua corriente a través de conexiones mediante tubos flexibles, aunque en algunos casos se emplea un circuito cerrado, con enfriamiento del agua en un baño refrigerado. Los peligros más habituales en el uso de refrigerantes son: rotura interna con entrada de agua en el medio de reacción que puede provocar incendio, explosión o emisión de productos tóxicos, fuga de vapores por corte en el suministro de agua e inundación en el caso de desconexión del tubo. Medidas eficaces para la prevención de los riesgos mencionados son:

- 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
- Renovar los tubos periódicamente.

3.17 Estufas

Presentan riesgos de explosión, incendio e intoxicación si se desprenden vapores inflamables en la estufa, de sobrecalentamiento si se produce un fallo en el termostato y de contacto eléctrico indirecto. El control del peligro en la utilización de las estufas se basa en las siguientes recomendaciones:

- Si se utiliza una estufa 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 que se desprenden son inflamables, es recomendable emplear estufas de seguridad aumentada o con instalación antideflagrante.
- Emplear estufas con sistemas de seguridad de control de temperaturas (doble termostato, por ejemplo).
- Efectuar un mantenimiento adecuado según las especificaciones del manual del equipo, comprobando además la ausencia de corrientes de fuga por envejecimiento del material y correcto estado de la toma de tierra.
- Señalizar la existencia de riesgo de contactos térmicos (“superficies calientes”).

3.18 Centrífugas

Peligros:

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

Control del peligro:

- 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.

3.19 Bombas de vacío

En todos los laboratorios hay **bombas de tipo rotatorio** para vacío. Estas bombas necesitan aceite limpio para su buen funcionamiento. Para ello es recomendable:

- Poner en marcha el mecanismo Gas-ballast (gas de lastre), para limpiar el aceite de volátiles al pasar una corriente de aire a su través,
- Cambiar el aceite con la frecuencia, mínimo una vez al año
- Conducir la salida de gases al exterior, directamente o a través de una vitrina y vigilar que no se obstruya por la condensación de vapores.
- Colocar trampas de condensación refrigeradas al evaporar disolventes, para evitar que lleguen vapores a la bomba o al ambiente se deben. La refrigeración se hace generalmente enfriando la trampa con nitrógeno líquido y por ello, hay que tener presentes los riesgos inherentes a su uso: engrasar bien las uniones y hacer vacío en todo el sistema antes de colocar el nitrógeno líquido, así como retirar el Dewar antes de desconectar el vacío; todo ello encaminado a evitar el riesgo que supone la licuefacción de oxígeno del aire o de argón de la línea.

En los laboratorios se dispone de **bombas de membrana**, principalmente en el uso de rotavapores. Estas bombas no llevan aceite y el principal riesgo que presentan es la generación de chispas al encender por la proximidad de los disolventes inflamables. Se recomienda:

- Mantener limpias las juntas.
- Condensar adecuadamente los disolventes evaporados antes de su paso por la bomba ya que van deteriorando la membrana, esto se consigue regulando la apertura de la goma de conexión a la bomba para conseguir mayor o menor vacío.
- La salida de gases debe estar conducida a la calle o a una vitrina extractora y cuidar de que nunca se obstruya.
- Realizar mantenimiento preventivo, según las instrucciones del fabricante.

3.20 Uso de nitrógeno líquido

El nitrógeno líquido se encuentra a **-196 °C**. Se deben utilizar los equipos de protección individual adecuados para su manipulación (p. e. guantes de resistencia térmica cuando exista riesgo de contacto). Sus principales riesgos son:

- **Quemaduras** por contacto.
- **Asfixia** por desplazamiento del oxígeno.
- Cuando se utilice como refrigerante en baños fríos y trampas de vacío posible licuación del oxígeno del aire, que se produce a -183°C. El oxígeno condensado en presencia de una mínima cantidad de materia orgánica provoca explosiones muy violentas. También resulta muy peligrosa la situación en la que se llega a licuar argón de la línea, lo cual se produce a -185.7 °C. Cuando este gas vuelve a la temperatura ambiente el aumento brusco de volumen es tal que provoca la explosión de la trampa.

Para evitar estos dos **riesgos de explosión** hay que tener las siguientes precauciones:

- La trampa esté bien limpia y los esmerilados deben estar bien engrasados para que no queden poros por donde pueda entrar aire.

- En primer lugar, se desplaza todo el aire del sistema antes de poner el Dewar con el nitrógeno líquido.
- Al terminar, primero se retira el Dewar y posteriormente se rompe el vacío abriendo la llave al aire.
- Antes de vaciar la trampa conviene esperar a que alcance la temperatura ambiente ya que puede haber productos tóxicos condensados.
- Evitar que pase disolvente a la bomba de la trampa, ya que puede taponar la trampa porque el disolvente condense muy rápido o bien, que el disolvente escape hacia la bomba antes de condensar (en este caso suelen observarse gotas en la parte superior de la trampa en dirección a la bomba). Por todo ello, cuando se evaporan grandes cantidades de disolventes se debe vaciar la trampa con frecuencia.

3.21 Recomendaciones generales en la utilización de gases de laboratorio

- En los laboratorios donde se usen gases tóxicos, inflamables o corrosivos deben existir medios de detección adecuados que nos adviertan de una posible fuga, y que además estén centralizados a efectos de activar el Plan de Emergencias si es preciso.
- El protector (sombbrero, caperuza, etc.) móvil de la válvula debe estar acoplado a la botella hasta el momento de su utilización.
- Una vez conectados los reductores, racores, etc., deberá comprobarse la estanqueidad del montaje, siendo el procedimiento más simple, una vez puesto bajo presión, el empleo de una solución tenso-activa, como agua jabonosa. La utilización de una llama para verificar la estanqueidad es una práctica extremadamente peligrosa, que deberá estar terminantemente prohibida.
- La válvula debe estar siempre cerrada, excepto cuando se emplee el gas, en cuyo momento deberá estar completamente abierta.
- En los procesos de combustión en los que se empleen gases inflamables y/o comburentes, debe acoplarse como mínimo a la salida de cada manorreductor, un sistema antirretroceso de llama adecuado a la instalación.

- Se evitará la salida de caudales de la botella superiores a los prescritos por el proveedor.
- Antes de utilizar una botella se asegurará del contenido de la misma, leyendo marcas y etiquetas que figuran en la misma. En caso de duda sobre su contenido o forma de utilización del gas, consultar siempre al suministrador. Asimismo, toda botella que al recibirla del suministrador tenga caducada la fecha de la Prueba Periódica, según establece el Reglamento de Equipos a Presión, será devuelta al suministrador.
- Las botellas se mantendrán alejadas de cualquier fuente de calor, hornos, circuitos eléctricos...etc.
- Cuando sea necesario utilizar caudales de gas superiores al que la botella puede suministrar, se emplearán varias botellas conectadas en paralelo o bloques de botellas, no recurriendo nunca a métodos tales como por ejemplo el calentamiento de las mismas, ante el peligro de explosión que dicha práctica supone.
- Los protectores de las válvulas no se utilizarán como recipientes para contener sustancia alguna.
- Antes de desconectar el dispositivo de regulación de las botellas, se cerrará su válvula y se eliminará la presión del dispositivo de regulación. Tan pronto la botella esté vacía se cerrará la válvula y se colocará el protector de la misma.
- Se prohibirá fumar durante la manipulación y uso de botellas de gases inflamables y comburentes; a este efecto, se dispondrá de una señalización apropiada.
- Se prohíbe terminantemente desmontar las válvulas, dado el peligro que ello implica.
- Se prohíbe terminantemente soldar piezas en las botellas, ya que ello altera el tratamiento térmico del material de las mismas, creando una zona frágil y pudiendo dar lugar a la aparición de grietas.
- No se cambiará ni se quitará cualquier marca, etiqueta o calcomanía empleada para la identificación del contenido de la botella y que haya sido colocada por el proveedor del gas.

- No deberán introducirse botellas de cualquier gas en recipientes, hornos, calderas, etc.
- El personal encargado del manejo de gases tóxicos y/o corrosivos, dispondrá de máscaras respiratorias dotadas con filtro específico y/o aparatos autónomos o semiautónomos de respiración. Los equipos se situarán fuera del área contaminable, en lugares próximos y fácilmente accesibles. Para usar una máscara respiratoria es necesario que el contenido en oxígeno sea superior al 17%, ya que de lo contrario se produce una situación de anoxia.
- Siempre que la botella no pueda ser instalada en el exterior debidamente ventilada y el gas canalizado hasta el punto de consumo, se recomienda situar las botellas en el interior de armarios e gases siempre que el valor límite ambiental sea inferior a 5 ppm. En los casos en que éste sea superior a 5 ppm, se recomienda su instalación en una campana de extracción que siempre permanezca en funcionamiento.

4. Almacenamiento de Productos Químicos

4.1 Almacenamiento de reactivos

El almacenamiento prolongado de los productos químicos representa en sí mismo un peligro, ya que dada la propia reactividad intrínseca de los productos químicos pueden ocurrir distintas transformaciones:

- Formación de especies inestables (por ejemplo, peróxidos en el caso de éteres) con el consiguiente peligro de explosión al destilar la sustancia o por contacto.
- Polimerización de la sustancia que, aunque se trata en principio de una reacción lenta, puede en ciertos casos llegar a ser rápida y explosiva.
- Descomposición del recipiente que contiene el producto.
- Descomposición lenta de la sustancia produciendo un gas cuya acumulación puede hacer estallar el recipiente.

En los laboratorios se almacenan cantidades pequeñas de una gran variedad de productos químicos. En líneas generales, podemos decir tres las **actuaciones básicas** para conseguir un **almacenamiento seguro** y adecuado de productos:

- **Reducción** al mínimo imprescindible de las existencias de productos químicos.
- **Separación** de productos función de las incompatibilidades que puedan darse entre familias de éstos.
- **Aislamiento o confinamiento** cuando se requiera.

Todos los productos químicos tienen asociada una clase principal de peligro, la cual se encuentra en el epígrafe decimocuarto de la **FDS**, “Información Relativa al Transporte”. Independientemente de su medio de transporte, las mercancías peligrosas se adscriben a una de las nueve clases como se puede ver en la **tabla 3**.

Clase	Definición	Clase	Definición	Pictograma SGA	Etiqueta de peligro (ADR ⁶)
1	Materias y objetos explosivos	1	Materias explosivas (categorías 1.1 - 1.4)		 
2	Gases	2.8	Gases envasados a presión (aerosoles)		  
3	Líquidos inflamables	3	Líquidos inflamables (punto de inflamación por debajo de los 55 °C)		
4.1	Materias sólidas inflamables, materias autorreactivas, y materias explosivas desestabilizadas sólidas	4.1	Materias sólidas inflamables, materias autorreactivas, y materias explosivas desestabilizadas sólidas		
4.2	Materias que pueden experimentar inflamación espontánea	4.2.A	Sólidos inflamables de combustión espontánea		
		4.2.B	Sólidos que experimentan calentamiento espontáneo en contacto con el aire, sólo se inflaman en grandes cantidades		
4.3	Materias que al contacto con el agua desprenden gases inflamables	4.3	Materias que al contacto con el agua desprenden gases inflamables		
5.1	Materias comburentes	5.1	Materias comburentes		
5.2	Peróxidos orgánicos	5.2	Peróxidos orgánicos	 	
6.1	Materias tóxicas	6.1.A	Compuestos de toxicidad aguda e inflamables		
		6.1.B	Compuestos de toxicidad aguda y no inflamables		
		6.1.C	Compuestos tóxicos inflamables		
		6.1.D	Compuestos tóxicos no inflamables		
8	Materias corrosivas	8.A	Compuestos corrosivos inflamables		
		8.B	Compuestos corrosivos no inflamables		
9	Materias y objetos peligrosos varios	10	Líquidos inflamables no comprendidos en las clases de almacenamiento 3		
		11	Sólidos inflamables		
		12	Líquidos no inflamables en envases no inflamables		
		13	Sólidos no inflamables en envases no inflamables		

Tabla 3. Clasificación de productos según su peligrosidad

El almacenamiento segregado de productos químicos seguirá como criterio limitar la incompatibilidad química entre ellos. En los laboratorios del IIQ, donde se almacenan cantidades relativamente pequeñas de productos, los criterios podrán ajustarse a los de la siguiente tabla, en la que se indica cuales pueden almacenarse conjuntamente (+) y cuáles no (-) en función de los pictogramas SGA. No hay excepciones para sustancias y mezclas explosivas, gases, peróxidos orgánicos, y las que reaccionan espontáneamente.

												Ninguno
	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+
	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Ninguno	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Líquidos y aerosoles inflamables Sólidos inflamables Sustancias que pueden inflamarse espontáneamente Sustancias que forman gases inflamables en contacto con agua												

Tabla 4. Compatibilidad e incompatibilidad química en función del tipo de producto

Además, debemos tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Todos los productos deben estar adecuadamente etiquetados y registrados.
- Cualquier producto que no tenga etiqueta debe ser analizado adecuadamente para identificarlo y determinar sus características, o en su defecto destruirlo.
- Los productos químicos que tienen similares características deben estar agrupados, separando los incompatibles y aislando o confinando los de características especiales (muy tóxicos, cancerígenos, explosivos, pestilentes, etc.).
- Los laboratorios que requieran almacenar productos inflamables deben disponer de armarios de seguridad con una resistencia al fuego RF-15 como mínimo.
- Los frigoríficos deben ser antideflagrantes o de seguridad aumentada para guardar productos inflamables volátiles.
- Los productos químicos deben conservarse en envases compatibles:
 - Para sustancias que atacan al vidrio, recipientes de materiales sintéticos o metálicos.

- Para sustancias que se descomponen a la luz, recipientes opacos.
- Para metales alcalinos, recipientes capa protectora de solvente de elevado punto de ebullición.
- Para fósforo blanco, bajo una capa de agua.
- Para mercurio (> 3 Kg), recipientes de acero con cierre de rosca.
- Es necesario disponer y mantener un kit de adsorbentes para contener posibles derrames accidentales en operaciones de trasvase.

Por otro lado, todo lugar de trabajo donde se manipulen productos químicos debe disponer de un almacén o sala de almacenamiento, preferiblemente externo, que esté perfectamente señalizado. Las características comunes que debe reunir las salas de almacenamiento de productos químicos son:

- Almacenar los productos por familias mediante el sistema de islas o mediante estanterías a lo largo de la pared.
- En las estanterías, se dispondrán en las baldas más bajas los envases más pesados, así como los ácidos y las bases fuertes, que irán ocupando situaciones a más bajo nivel cuanto mayor sea su agresividad.
- Disponer de adsorbentes para ácidos, bases e inflamables para contener posibles derrames accidentales en operaciones de trasvase.
- Las sustancias cancerígenas y de alta toxicidad deben contenerse en un doble recipiente que evite dispersiones o derrames. Se deben recoger en un recinto o armario específico, convenientemente rotulado y bajo llave.
- En el caso de sustancias pestilentes es aconsejable su confinamiento en pequeños recintos o armarios que pueden ir equipados con un pequeño extractor que impida, mediante la depresión generada, la dispersión al ambiente general de los malos olores.
- Las estanterías tienen que ser metálicas, vendrán conectadas equipotencialmente y a tierra cuando exista riesgo de incendio o explosión debido a los productos que contengan.
- Las baldas de las estanterías serán recogevertidos para de esta forma poder contener posibles fugas y con una abertura de tal forma que todas las baldas de

una misma vertical se puedan conectar a un cubeto común en el suelo en el que se recogería el derrame.

- Los elementos mecánicos destinados al movimiento de los recipientes serán adecuados a las exigencias derivadas de las características de inflamabilidad de los líquidos almacenados.
- Los almacenamientos en interiores dispondrán de ventilación natural o forzada. La ventilación se canalizará al exterior mediante conductos exclusivos para tal fin.

4.2 Almacenamiento de gases

El Real Decreto 379/2001, de 6 de abril por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos, concretamente por su Instrucción Técnica Complementaria MIE-APQ-5. Esta ITC se aplicará al almacenamiento y utilización de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión, así como sus mezclas, destinados a su venta, distribución o posterior utilización, ya sea en botellas y/o botellones sueltos, en bloques o en baterías, con excepción de los que posean normativa específica.

Los almacenes se clasificarán, de acuerdo con las cantidades de productos de cada clase, en las categorías incluidas en la siguiente tabla:

CATEGORÍA DEL ALMACÉN	GASES	Kg	Nm ³
1	Inflamables	-	hasta 50
	Oxidantes	-	hasta 200
	Inertes	-	hasta 200
	Amoniaco	hasta 150	-
2	Inflamables	-	más de 50 hasta 175
	Oxidantes	-	más de 200 hasta 700
	Inertes	-	más de 200 hasta 1.000
	Amoniaco	más de 150 hasta 400	-
	Otros tóxicos	hasta 65	-
	Corrosivos	hasta 65	-

Tabla 5. Categorías de almacenes de gases según el RD 379/01.

Estructuralmente una botella, está constituida por el fondo, cuerpo y ojiva, a lo que hay que sumar la tulipa. Esta última tiene como misión, proteger el grifo de la botella, parte más delicada de la misma, en el caso de caída accidental, tal como se ve en la figura 2.

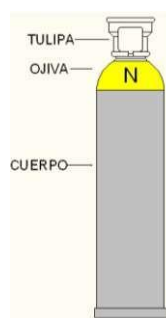


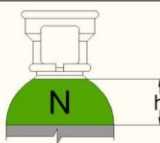
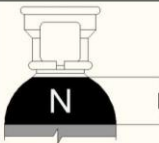
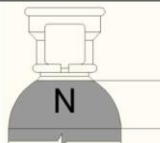
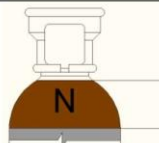
Figura 2.

Los colores de identificación deben estar situados a la altura de la ojiva de la botella. El cuerpo de la botella y el dispositivo de protección de la válvula pueden ser de colores destinados a otros fines. Todos los gases y mezclas de gases deben identificarse en conformidad con el rombo de riesgo en la etiqueta de las botellas, según lo indicado en la tabla 6.

ETIQUETA DE PELIGRO (ROMBO DE RIESGO)			
TÓXICO Y/O CORROSIVO	INFLAMABLE	OXIDANTE	INERTE (no tóxico, no corrosivo, no inflamable, no oxidante)
AMARILLO Amoníaco, cloro, arsina, fluor, monóxido de carbono, óxido nítrico, óxido de azufre.	ROJO Hidrógeno, metano, etileno, formigás.	AZUL CLARO Mezclas de oxígeno, mezclas de óxido nítrico.	VERDE INTENSO Kriptón, xenón, mezclas de gas para soldadura, aire comprimido.

Tabla 6.

Para ciertos gases específicos, en lugar de utilizar el sistema de colores definido en el anterior punto, éstos deben identificarse mediante colores específicos (Tabla 7).

ARGÓN	NITRÓGENO	DÍOXIDO DE CARBONO	HELIO
			
VERDE OSCURO	NEGRO	GRIS	MARRÓN

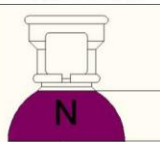
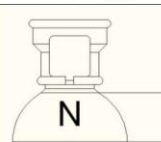
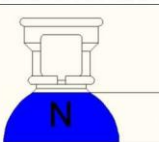
ACETILENO	OXÍGENO	ÓXIDO NITROSO
		
GRANATE	BLANCO	AZUL

Tabla 7.

Como medidas generales para el debido almacenamiento de las botellas de gases podemos destacar:

- Se identificará el contenido de las botellas.
- Las botellas se protegerán contra cualquier tipo de proyecciones incandescentes.
- Se evitará todo tipo de agresión mecánica que pueda dañar a las botellas y no se permitirá que choquen entre sí ni contra superficies duras.
- Las botellas con caperuza no fija no se asirán por ésta. Durante todo desplazamiento, las botellas, incluso si están vacías, deben tener la válvula cerrada y la caperuza debidamente fijada.
- Se evitará el arrastre, deslizamiento o rodadura de las botellas en posición horizontal.
- Es más seguro moverlas, incluso para cortas distancias, empleando carretillas adecuadas. Si no se dispone de dichas carretillas, el traslado debe efectuarse rodando las botellas, en posición vertical sobre su base o peana.
- Las botellas no se manejarán con manos o guantes grasientos.
- Las botellas se almacenarán siempre en posición vertical, y debidamente protegidas para evitar su caída, excepto cuando estén contenidas en algún tipo de bloques, contenedores, baterías o estructuras adecuadas.
- Las botellas almacenadas, incluso las vacías, se mantendrán siempre con las válvulas cerradas y provistas de su caperuza o protector, caso de ser preceptivo

su uso. En los restantes casos las válvulas deberán quedar al abrigo de posibles golpes o impactos.

- Las botellas y sus caperuzas o protectores sólo se utilizarán para los fines que han sido diseñados.
- No se almacenarán botellas que presenten cualquier tipo de fuga. En este caso se seguirán las instrucciones de seguridad y se avisará inmediatamente al suministrador.
- Para la carga/descarga de botellas está prohibido emplear cualquier elemento de elevación de tipo magnético o el uso de cuerdas, cadenas o eslingas si no están equipadas de elementos para permitir su izado con tales medios. Puede usarse cualquier sistema de manipulación o transporte (carretillas elevadoras, etc.), si se utiliza una cesta, plataforma o cualquier otro sistema que sujete debidamente las botellas.
- Las botellas llenas y vacías se almacenarán en grupos separados.
- Las zonas de almacenamiento de botellas deben tener indicados los tipos de gases almacenados, de acuerdo con la clasificación que establece la ITC MIE-EP-6 del Reglamento de Equipos a Presión, así como la prohibición de fumar o encender fuegos.
- Los almacenes dispondrán de un suministro permanente de agua y en cantidad suficiente para poder enfriar las botellas y recipientes en caso de verse sometidas al calor de un incendio, de tal manera que todos los recipientes del almacén alcancen a ser enfriados por el agua.
- Está prohibido fumar o usar llamas abiertas en las áreas de almacenamiento. La temperatura de las áreas de almacenamiento no excederá de 50 °C.
- En el almacén existirán las instrucciones de seguridad de cada gas depositado.

5. MANIPULACIÓN DE AGENTES BIOLÓGICOS

El riesgo biológico es la posibilidad de sufrir un daño como consecuencia de la exposición o contacto con agentes biológicos durante la realización de una actividad. Los agentes biológicos se definen (RD 664/199, de 12 de mayo) como “los microorganismos, con inclusión de los genéticamente modificados, los cultivos celulares y los endoparásitos humanos, susceptibles de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad”. Los agentes biológicos incluyen seres vivos microscópicos que pueden causar daño a humanos, como virus, bacterias, endoparásitos humanos (protozoos y helmintos), hongos, cultivos celulares y agentes transmisibles no convencionales (priones). También, se pueden incluir en la definición, los productos o sustancias secretadas o liberadas por estos agentes biológicos con capacidad patógena para humanos siempre que su presencia en el ambiente laboral se deba a la presencia del agente biológico que la produce.

Los efectos para la salud son muy variables y dependen del agente biológico en cuestión, las condiciones de la exposición y las condiciones del trabajador. Los principales daños derivados de la exposición a agentes biológicos son infecciones, alergias y efectos tóxicos o intoxicaciones. La peligrosidad de un agente biológico o su capacidad para causar daño a humanos se establece, en gran medida, mediante su clasificación en grupo de riesgo. Atendiendo a estos criterios un agente biológico puede ser:

1. **Agente biológico del grupo 1:** aquel que resulta poco probable que cause una enfermedad infecciosa en el hombre.
2. **Agente biológico del grupo 2:** aquel que puede causar una enfermedad infecciosa leve o moderada en el hombre y puede suponer un peligro para los trabajadores, siendo poco probable que se propague a la colectividad y existiendo generalmente profilaxis o tratamiento eficaz.
3. **Agente biológico del grupo 3:** aquel que puede causar una enfermedad grave en el hombre y presenta un serio peligro para los trabajadores, con riesgo de que se propague a la colectividad y existiendo generalmente una profilaxis o tratamiento eficaz.
4. **Agente biológico del grupo 4:** aquel que puede causar una enfermedad grave o muy grave en el hombre y supone un serio peligro para los trabajadores, con muchas probabilidades de que se propague a la colectividad y sin que exista generalmente una profilaxis o un tratamiento eficaz.

La información sobre los daños que puede causar un determinado agente biológico puede encontrarse en su correspondiente ficha de datos de la colección o base de datos DATABiO que

contiene las fichas de los agentes biológicos elaborada por el Instituto Nacional de Seguridad e Salud en el Trabajo (INSST).

Las medidas preventivas generales aplicables a cualquier **actividad con riesgo biológico** están encaminadas a implantar procedimientos y actuaciones que eviten o reduzcan la multiplicación y dispersión de los agentes biológicos y al establecimiento de unas adecuadas prácticas de higiene personal, así como la vigilancia específica de la salud y la vacunación de los trabajadores expuestos para prevenir el desarrollo de enfermedades o el agravamiento de las mismas. Las medidas preventivas se organizan a tres niveles:

1. El foco o reservorio del agente, para evitar su crecimiento o multiplicación,
2. El medio, para evitar su dispersión y transmisión,
3. El receptor o trabajador, para evitar el contacto o para evitar o reducir la gravedad de los daños.

Entre las medidas generales para la prevención y control del riesgo biológico cabe destacar la relevancia de:

1. Limpieza y desinfección de los locales, los equipos y las herramientas de trabajo. Todo el equipamiento del laboratorio debe estar en perfecto estado de **orden y limpieza**.
2. Implantación de procedimientos de trabajo y la utilización de equipos de protección colectiva que eviten la dispersión del agente biológico (evitar generación de polvo o bioaerosoles, cerramiento de procesos, extracción localizada).
3. Siempre que sea posible, utilizar Cabinas de Seguridad Biológica (Clase I, II y III).
4. Control de vectores de propagación
5. Adecuada gestión de residuos y muestras potencialmente infecciosas.
6. Se debe disponer de un almacén de seguridad para agentes biológicos.
7. Todos los productos deben etiquetarse y guardarse en lugar seguro una vez finalizado el trabajo en el laboratorio
8. Seguimiento de unas adecuadas prácticas de higiene (lavado de manos, aseo personal, cambio de ropa, etc.)
9. Tratamiento inmediato de cualquier corte, herida o accidente con riesgo biológico
10. Vigilancia específica de la salud y la vacunación del trabajador
11. Utilización de equipos de protección individual: batas, gafas de seguridad y guantes de forma rutinaria. En caso de manipular agentes infecciosos, además, se utilizará equipo de protección respiratoria.

La adecuada implantación de estas medidas requiere de la información, la formación y la capacitación del trabajador en el correcto seguimiento de las mismas.

Para una descripción más detallada de los Riesgos y medidas preventivas en la exposición a agentes biológicos se recomienda acudir a la Nota técnica de Prevención 376 (**NTP376**, https://www.insst.es/documents/94886/326962/ntp_432.pdf/7c638266-9fd3-43a0-9794-ffc0df696894) del INSST sobre Exposición a agentes biológicos.

6. MANIPULACIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS. INSTRUMENTAL ANALÍTICO

Es difícil imaginar alguna actividad del IIQ que no implique el uso de energía eléctrica. Aunque en la mayor parte de estas actividades los riesgos están muy contenidos por las medidas de seguridad de las instalaciones y de los equipos que se emplean, hay algunas medidas preventivas que deben observarse por parte del usuario:

- a. No se deben realizar trabajos en instalaciones eléctricas o equipos de ningún tipo sin la formación y autorización necesarias para ello. Cualquier actuación que tenga que realizarse sobre ella será solicitada al servicio de mantenimiento por el cauce que se determine.
- b. Debe evitarse la utilización de aparatos o equipos eléctricos expuestos a condiciones de humedad, temperatura o cualquier otro parámetro que quede fuera de los márgenes indicados por el fabricante. Hay que recordar que todos los equipos del IIQ deben conservar localizados la documentación técnica original suministrada por el fabricante, donde se deben poder consultar estos detalles.
- c. La instalación a red de cualquier nuevo equipo eléctrico deberá tener en cuenta la suficiencia de la red eléctrica para su alimentación.
- d. Debe evitarse realizar reparaciones provisionales. Los cables, clavijas y carcasas dañadas habrá que reemplazarlas por otras nuevas. Los cables y enchufes eléctricos se deben revisar de forma periódica y sustituir los que se encuentren en mal estado.
- e. Asimismo, la prohibición de manipular (o anular) los sistemas de seguridad de los dispositivos y equipos del IIQ también hace referencia a los sistemas de protección eléctrica.
- f. Debe limitarse el uso de adaptadores y bases multiplicadoras de tomas de corriente que puedan sobrecargar excesivamente la instalación.

Instrumental Analítico

El uso del instrumental analítico requiere una formación especializada, por lo que antes de utilizar cualquier equipo se debe preguntar sobre su manejo al responsable del mismo. Se debe disponer y tener accesible el manual de instrucciones del equipo, en castellano, cuando sea técnicamente posible. Para facilitarlo, el IIQ ha implementado un repositorio electrónico de acceso libre en el que se almacenarán los manuales de todos los equipos en servicio en el Centro.

Los procedimientos para reducir los riesgos existentes en la instrumentación se basan de una manera general en:

- Instalación adecuada según las especificaciones del fabricante del equipo.
- La información sobre la utilización de los equipos estará en el manual de instrucciones del fabricante del equipo.
- Las operaciones de ajuste, reparación y mantenimiento preventivo de los equipos, se realizarán de acuerdo al contenido del manual de instrucciones del fabricante del equipo. Dichas operaciones deben estar documentadas.
- Se realizarán los procedimientos normalizados de trabajo con las adecuadas instrucciones de seguridad que contemplan en el manual de las especificaciones técnicas del equipo.
- No se retirarán ni eliminarán los elementos de protección de los equipos de trabajo.
- Para realizar del montaje y desmontaje de los equipos de trabajo se deberán seguir las instrucciones indicadas por el fabricante o en su defecto el procedimiento elaborado por la empresa. Utilizando los equipos de protección individual requeridos.
- Conocer los riesgos y medidas preventivas de los equipos según el manual de instrucciones del fabricante del equipo. Utilizando los equipos de protección individual requeridos.
- Identificar la finalidad de los órganos de accionamiento (en castellano o mediante pictogramas reconocibles por los trabajadores).
- Señalizar la existencia de riesgo de contactos térmicos (“superficies calientes”).
- Señalizar el riesgo a bajas temperaturas.
- Señalizar la existencia de riesgos residuales.

7. RADIACIONES NO IONIZANTES

La radiación es un fenómeno, inicialmente natural, según el cual determinados cuerpos emiten energía a través del espacio. Lo pueden hacer mediante la emisión de ondas electromagnéticas o de partículas subatómicas.

Las ondas electromagnéticas son una propagación de energía a través del espacio sin necesidad de soporte material. La luz solar es una forma de radiación electromagnética, dentro de un determinado rango de longitud de onda, con la que estamos totalmente familiarizados. Si ordenamos las diferentes radiaciones electromagnéticas en función de su energía o de su longitud de onda, obtenemos el espectro electromagnético, como puede verse en la figura 3. Una parte de éste es **no ionizante**: radiofrecuencias (ondas de radio), las microondas o las radiaciones ópticas (luz visible), y otra parte es **ionizante**: rayos X, rayos gamma.



Figura 3. Espectro electromagnético

7.1 Exposición a radiaciones ópticas

La principal fuente de radiaciones ópticas en el IIQ la constituyen las lámparas de luz infrarroja o ultravioleta con que están equipadas la mayor parte de sus laboratorios. Aunque en la mayor parte de los casos se trata de equipos de baja potencia, las longitudes de onda que emiten constituyen un factor de riesgo para los usuarios con efectos que pueden clasificarse en función su inmediatez:

- Efectos inmediatos (acción calorífica, pigmentación y acción antirraquítica).
- Efectos retardados (quemadura, pigmentación retardada y engrosamiento de piel).
- Efectos a largo plazo (fotoenvejecimiento y fotocarcinogénesis).

		UV – B y C	UV – A	VISIBLE Riesgo fotoquím.	VISIBLE Riesgo Térmico	IR
OJOS	Córnea	Queratitis, conjuntivitis				
	Cristalino		Cataratas Fotoquím.			Cataratas Térmicas
	Retina			Lesión Fotoquím.	Lesión Térmica	
PIEL		Eritemas, Efectos cancerígenos		Lesión Térmica		

Figura 4. Efecto en la salud radiaciones ópticas.

Uno de los posibles efectos de la radiación ultravioleta es el **desarrollo de cáncer de piel** (Figura 4) y por tanto es imprescindible evitar la exposición a este tipo de radiación en el ámbito laboral bien utilizando medidas de control técnico o de protección personal. En este sentido, durante la operación con estas fuentes de luz se deberán aplicar las siguientes medidas:

- Diseño de métodos de trabajo que reduzcan el riesgo derivado de la radiación.
- Elección de equipos que generen menores niveles de radiación óptica, teniendo en cuenta las necesidades de la aplicación.
- Uso de sistemas de apantallamiento o blindaje que limiten la radiación fuera del área de aplicación.
- Mantenimiento preventivo de los equipos de trabajo emisores, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- Limitación de la duración y del nivel de la exposición.
- Uso de la protección personal adecuada en función de las características de la radiación óptica a la que existe exposición. En el caso de lámparas de luz UV, las más comunes el IIQ, deberán usarse gafas de seguridad o pantallas de protección ocular según la norma EN 170.

Para una descripción más detallada de los riesgos y medidas preventivas derivadas del uso de equipos de trabajo que generen ultrasonidos puede consultarse la **Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con las radiaciones ópticas artificiales**

<https://www.insst.es/documents/94886/203536/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+para+l+evaluaci%C3%B3n+y+prevenci%C3%B3n+de+los+riesgos+relacionados+con+las+radiaciones+%C3%B3pticas+artificiales/398e51ba-3a70-473c-9dde-e6eb19e4cd7c>) y la **NTP903** sobre radiaciones ópticas artificiales del INSST.

7.2 Exposición a campos magnéticos

El IIQ dispone de equipos que generan campos electromagnéticos estáticos localizados en el **Servicio de Resonancia Magnética Nuclear (RMN)**. Aunque estos equipos disponen de un sistema de apantallamiento que hace que la intensidad del campo magnético en su exterior sea residual, la incertidumbre existente sobre los efectos de estos campos sobre la salud debe ser considerada a la hora de diseñar medidas preventivas que minimicen el riesgo potencial. En este sentido, los usuarios deberán tener en cuenta las siguientes medidas:

- **Medidas técnicas y organizativas:**

- a. Los equipos actualmente en funcionamiento en el Servicio de Resonancia Magnética Nuclear del IIQ están diseñados con un sistema de apantallamiento que reduce exponencialmente la intensidad del campo magnético en el exterior del imán. Sin embargo, este puede ser intenso aún a poca distancia, y puede percibirse en operaciones como la manipulación de la sonda o el cambio de muestra. Para minimizar la exposición, este acercamiento será tan breve como sea posible.
- b. El área circúndate al imán donde el campo puede ser intenso se encuentra señalizado y la permanencia en esta zona debe ser la mínima indispensable.
- c. El acceso a la sala Servicio de Resonancia Magnética Nuclear del IIQ está señalizado para alertar del riesgo de la exposición a campos magnéticos estáticos.
- d. El acceso a la sala Servicio de Resonancia Magnética Nuclear del IIQ está restringido a personas con dispositivos de estimulación cardiaca no compatibles con campos magnéticos intensos.
- e. Asimismo, no es recomendable el acceso a la sala Servicio de Resonancia Magnética Nuclear del IIQ con dispositivos electrónicos o magnéticos vulnerables a estos campos.

- **Buenas prácticas:**

- a. El funcionamiento del servicio está íntimamente asociado a la rigurosa observación de las instrucciones y manuales de acceso y uso a los equipos del servicio. El incumplimiento de estas normas puede llevar acarreado la restricción de acceso al Servicio.

- b. Ningún usuario podrá tener acceso a los equipos sin haber recibido anteriormente la formación específica necesaria (preventiva y operativa) determinada por los responsables del Servicio.

Para una descripción más detallada de los riesgos y medidas preventivas derivadas del uso de equipos de trabajo que generen ultrasonidos puede consultarse la **Guía técnica para la evaluación y prevención de los Riesgos derivados de la exposición a campos electromagnéticos en los lugares de trabajo** (<https://www.insst.es/documents/94886/599872/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+para+l+a+evaluaci%C3%B3n+y+prevenci%C3%B3n+de+los+riesgos+derivados+de+la+exposici%C3%B3n+a+campos+electromagn%C3%A9ticos+en+los+lugares+de+trabajo.pdf/476d6023-1dde-443f-b248-a6517ce0e8e1>) del INSST.

8. INSTALACIONES DE RADIACIONES IONIZANTES

La utilización de fuentes de radiaciones ionizantes, como las que se emplean en los difractómetros de Rayos X, exige el establecimiento de medidas preventivas para la protección de los trabajadores al objeto de prevenir la producción de efectos biológicos como consecuencia de la exposición a estas radiaciones.

En el trabajo con radiaciones ionizantes deben considerarse unos principios básicos, tales como que **el número de personas expuestas a radiaciones ionizantes debe ser el menor posible** y que la actividad que implique dicha exposición debe estar plenamente justificada de acuerdo con las ventajas que proporciona. Asimismo, todas **las exposiciones se mantendrán al nivel más bajo que sea razonablemente posible** (principio *ALARA*, as *low as reasonably acceptable*), sin sobrepasarse en ningún caso los límites anuales de dosis legalmente establecidos (RD 783/2001 sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes). La protección contra las radiaciones ionizantes incluye una serie de medidas de tipo general que afectan a cualquier instalación radiactiva y a una serie de medidas específicas de acuerdo con el tipo de radiación presente en cada caso.

En términos generales, los riesgos de irradiación a que están sometidos los individuos se reducen aplicando las siguientes medidas generales de protección:

1. **Aumentando la distancia** entre el operador y la fuente de radiación.
2. **Disminuyendo el tiempo** de exposición todo lo posible. La adecuada formación de las personas que vayan a realizar operaciones con fuentes de radiación permitirá invertir el menor tiempo posible expuesto a ellas.
3. En caso en que los factores anteriores no sean suficientes, será necesario interponer un **blindaje** entre el operador y la fuente de radiación.

En este contexto, el IIQ cuenta con un difractómetro de Rayos X, con una fuente de radiación confinada que, si bien supone un riesgo de irradiación, no implica un riesgo de contaminación radiológica. Este equipo está instalado en una dependencia adecuada catalogada como **Zona Vigilada** (posibilidad de que recibir más de 1 mSv de dosis efectiva al año o del 10% del límite anual de dosis equivalente en cristalino, piel o

extremidades, según RD 783/2001) de **acceso restringido solo y exclusivamente al personal explícitamente autorizado.**

Normas generales de protección contra radiaciones ionizantes:

1. Previo al inicio de su actividad, el personal potencialmente expuesto recibirá una formación adecuada en materia de protección radiológica e información sobre el riesgo de exposición a radiaciones ionizantes. Esta formación deberá incluir, entre otros, protocolos de actuación en caso de emergencia radioactiva inherente a la instalación.
2. El espacio donde se ubiquen fuentes de radiación ionizante debe estar delimitado y señalizado según la clasificación por zonas de riesgo (Figura 5).

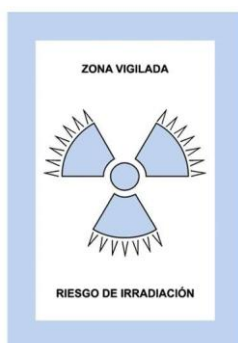


Figura 5. Señalización de “Zona Vigilada” en la instalación de radiaciones ionizantes del IIQ.

3. El personal será informado de las normas y procedimientos de protección radiológica y precauciones que deben adoptar, por lo que respecta a la práctica en general y a cada tipo de destino o puesto de trabajo que se les pueda asignar.
4. Los trabajadores que estén expuestos en más de una actividad o instalación, están obligados a comunicarlo a la persona que tenga encomendadas las funciones de protección radiológica de cada uno de los centros en que trabajen y a comunicar en cada actividad los resultados dosimétricos que se le proporcionen en las demás.
5. En el caso de que los trabajadores expuestos cambien de empleo, están obligados a proporcionar copia certificada de su historial dosimétrico al titular de su nuevo destino.
6. En caso de embarazo o lactancia del personal, deberá informar rápidamente a la

dirección del servicio. A las gestantes, desde el momento que declaren su

embarazo, se les asignará un dosímetro de abdomen que deberán utilizar durante todo el tiempo de gestación.

7. El personal será informado de los riesgos radiológicos asociados y la importancia que reviste el cumplimiento de los requisitos técnicos, médicos y administrativos.
8. El personal deberá prestar atención a la señalización de las zonas y conocer su significado.
9. El personal deberá usar, según los casos, los equipos de protección radiológica adecuados
10. La puesta en marcha de la fuente de radiación sin el blindaje adecuado está estrictamente prohibida.
11. La dosis recibida por el personal expuesto debe determinarse con la regularidad indicada para el tipo de instalación. La vigilancia dosimétrica se realizará mediante dosímetros individuales o mediante la vigilancia dosimétrica del ambiente del trabajo, según se indique la norma para personal expuesto de nivel B.

Para una descripción más detallada de los R Riesgos y medidas preventivas frente a la exposición a radiaciones ionizantes, se recomienda acudir al documento de Protección radiológica (editado por el Consejo de Seguridad Nuclear), y a las Notas técnicas de Prevención 304 y 614 (**NTP304**

https://www.insst.es/documents/94886/326827/ntp_304.pdf/a4172a24-65a0-42a9-add3-9428100fa070 y **NTP614**

https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_614.pdf/ef28c36c-66d4-4bc9-a5cb-451c705927a9) del INSST sobre normas de protección frente a radiaciones

ionizantes. Todos estos documentos están a disposición del personal del IIQ en el repositorio XXX.

9. CONTROL DE RIESGOS MEDIANTE PROTECCIÓN COLECTIVA E INDIVIDUAL

Siguiendo los principios de la acción preventiva recogidos en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL), el primero de todos es “evitar los riesgos”, el siguiente es la “evaluación de aquellos riesgos que no se puedan evitar”, de forma que mediante medidas de control técnicas y organizativas, se tratará de convertirlos en tolerables, estando priorizadas tales medidas en actuar sobre el “origen del peligro”. Esto no siempre es posible y la siguiente opción pasa por actuar sobre el medio, si de nuevo esto no es suficiente, el último recurso es proteger a las personas, pero esta **protección** se puede hacer a dos niveles, **colectivo e individual**. La protección individual es una técnica complementaria y no sustitutoria de la protección colectiva, ambas constituyen la protección personal.

9.1 Equipos de protección colectiva.

Los equipos de protección colectiva están constituidos básicamente por: duchas de seguridad, fuentes lavaojos, mantas ignífugas, extintores, y neutralizadores.

Deben permitir una **rápida actuación** para el control de incidentes producidos en el laboratorio o instalaciones conexas, tales como **incendios y derrames**, así como para la **descontaminación de personas** que hayan sufrido una proyección, salpicadura o quemadura. Características de los elementos de actuación y protección:

- **Duchas de seguridad** (Figura 6): 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, procurando que no esté fría (preferiblemente entre 20 y 35° C) para evitar el riesgo que supone enfriar a una persona quemada en estado de shock y también que la poca aceptación del agua fría cause una eliminación insuficiente del contaminante, al acortar el periodo de ducha. Asimismo, es conveniente que disponga de desagüe (facilita enormemente su mantenimiento). Es útil disponer de un sistema de alarma acústica o visual que se ponga en marcha al utilizar el equipo y así permita, que el resto de personal se entere de que existe un problema, y pueda

acudir en auxilio. Deben ajustarse a los requerimientos técnicos de la norma UNE EN 15154-1:2006.



Figura 6. Ducha de seguridad

- **Fuentes lavaojos** (Figura 7): Es un sistema que debe permitir la descontaminación rápida y eficaz de los ojos y que está constituido básicamente por dos rociadores o boquillas separadas entre 10 y 20 cm capaces de proporcionar un chorro de agua potable y templada para lavar los ojos o la cara de baja presión para no provocar daño o dolor innecesario, una piletta provista del correspondiente desagüe, de un sistema de fijación al suelo o a la pared y de un accionador de pie (pedal) o de codo. Deben ajustarse a los requerimientos técnicos de la norma UNE EN 15154-2:2006.



Figura 6. Fuente lavaojos

- **Mantas ignífugas** (Figura 8): Las mantas 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. Como material de la manta, existen actualmente distintas alternativas basadas en fibra de vidrio y otros tejidos ignífugos o tratados con ignífugantes. Deben ajustarse a los requerimientos técnicos de la norma UNE-EN 1869:1997.



Figura 8. Manta ignífuga

- **Extintores** (Figura 9): Si no es factible controlar los pequeños incendios con mantas ignífugas o textiles mojados, por su ubicación, características, persistencia o extensión, hay que recurrir a los extintores. Los extintores son aparatos que contienen un agente extintor que puede ser proyectado y dirigido sobre el fuego por acción de una presión interna.



Figura 9. Extintor

Dado que existen distintos tipos de fuego, que se clasifican según se trate de sólidos, líquidos, gases, o metales, debe decidirse en cada caso el agente extintor adecuado: agua pulverizada o a chorro, polvo, polvo polivalente, espuma, o CO₂ (tabla 8).

Clases de fuego	Agentes extintores					
	Agua chorro	Agua pulverizada	Espuma física	Polvo seco	Polvo polivalente	Nieve carbónica CO ₂
"A" SÓLIDOS	SI	SI	SI	SI	SI	SI
"B" LÍQUIDOS	NO	SI	SI	SI	SI	SI
"C" GASES	NO extinguen, Si: Limita propagación.			SI	SI	SI
"D" METALES	NO*	NO*	NO*	NO*	NO*	NO*
CLAVES: SI Bueno; SI Aceptable; NO Inaceptable o Peligroso						
* REQUIERE AGENTES ESPECIALES						

Tabla 8. Tipos de extintores según tipos de fuego.

Para su uso en el laboratorio, la experiencia demuestra que los más prácticos y universales son los de polvo, ya que, dada la presencia de instrumental eléctrico delicado y productos químicos reactivos, otros agentes extintores podrían producir agresiones irreparables a los equipos o nuevos focos de incendios. Aun así, la utilización de extintores portátiles en los laboratorios debe valorarse cuidadosamente, sobre todo si se trata de fuegos muy localizados que afecten

solamente a áreas reducidas de los mismos.

- **Absorbentes** (Figura 10): Utilizados para actuaciones de emergencia en caso de derrames o vertidos accidentales son los agentes neutralizadores. Los neutralizadores y absorbentes necesarios dependen de la actividad del laboratorio y de los productos utilizados. Normalmente debe disponerse de agentes específicos **para ácidos, bases, disolventes**, 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.



Figura 10. Absorbentes.

- Desde el punto de vista práctico, los equipos de protección colectiva deben hallarse ubicados en lugares en los que su utilización implique un mínimo desplazamiento desde el conjunto de puestos de trabajo en los que exista el factor de riesgo que desencadene la necesidad de su utilización (tabla 9).

ELEMENTOS DE ACTUACIÓN	SITUACIÓN	CONTROL Y MANTENIMIENTO ^{A)}
DUCHA FUENTE LAVAOJOS	Lugar alcanzable en menos de 15 s desde cualquier puesto de trabajo. En dirección a la salida habitual del laboratorio.	Caudal, calidad del agua y correcto funcionamiento del sistema.
MANTA IGNIFUGA	Laboratorio, o unidad, en que se trabaje con productos inflamables. Cerca de la mesa de trabajo.	No precisa mantenimiento.
EXTINTOR	Laboratorio, o unidad, en que se trabaje con productos inflamables. En un extremo de la mesa de trabajo y en la dirección habitual de salida del laboratorio. Almacén de productos inflamables.	Revisión anual y retimbrado cada 5 años. Debe estar contemplado en el plan general de medios de extinción del edificio.
NEUTRALIZADORES	Lugar centralizado. Cerca de las mesas de trabajo. En el almacén de productos.	Control de stock. Gestión de los residuos ^{B)}

A. Se debe designar por el responsable del laboratorio a una persona encargada del seguimiento del programa de mantenimiento.
B. Los residuos generados por la vía de vertidos, una vez neutralizados deben recogerse y gestionarse de acuerdo con el programa de residuos general del laboratorio.

Tabla 9. Situación, control y mantenimiento de los elementos de actuación

Los equipos de protección colectiva deben estar en perfecto estado de utilización y correctamente señalizados. Además, el personal de laboratorio debe estar informado, formado y entrenado sobre su uso.



Figura 11. Señalización de equipos de protección colectiva.

9.2 Equipos de protección individual (EPIs)

Los equipos de protección individual también pueden clasificarse, considerando la parte del cuerpo que protejan. De todos ellos los más utilizados en el laboratorio son los protectores de las vías respiratorias, de la piel, de los ojos, y de las manos y los brazos.

- **Equipos protectores de las vías respiratorias.** Constan de un adaptador facial y uno o más filtros, el aire inhalado pasa a través de un filtro que retiene los contaminantes. Sólo deben utilizarse en **atmósferas que contengan más del 17 % de oxígeno**. Un listado no exhaustivo de las Normas a las que deben ajustarse los equipos de protección respiratoria se encuentra en el Anexo 7.

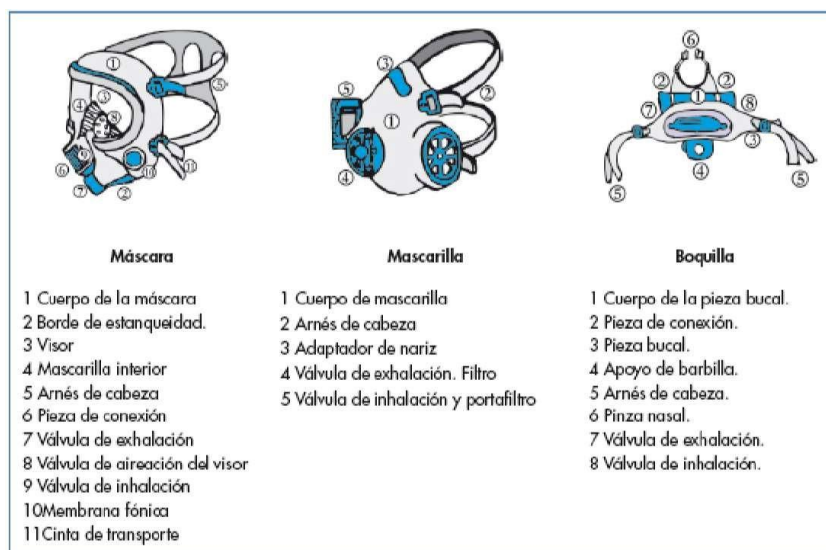


Figura 11. Tipos de adaptadores faciales.

Tipo	Uso	Clase	Color	Particularidades
A	Contra gases y vapores orgánicos con PE $\geq$ 65°C	1, 2 ó 3	Marrón	
AX	Contra gases y vapores orgánicos con PE $<$ 65°C		Marrón	No reutilizable
B	Contra gases y vapores inorgánicos	1, 2 ó 3	Gris	
E	Contra dióxido de azufre y vapores ácidos	1, 2 ó 3	Amarillo	
K	Contra amoníaco y derivados orgánicos del amoníaco.	1, 2 ó 3	Verde	
P	Contra partículas	1, 2 ó 3	Blanco	
NO-P3	Contra óxido de nitrógeno		Azul-blanco	Filtro de uso único
Hg-P3	Contra mercurio		Rojo-blanco	Duración máxima 50 horas

Tabla 10. Tipos de filtros de protección respiratoria.

- **Equipos protectores de los ojos y la cara.** 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**. En el Anexo 7 se puede ver una lista no exhaustiva de Normas Europeas de aplicación a gafas y pantallas faciales.
- **Equipos protectores de las manos y los brazos.** Los guantes de seguridad se fabrican en diferentes materiales (PVC, PVA, nitrilo, látex, neopreno, etc.) en función del agente del que deba proteger. Para su uso laboratorios del IIQ es fundamental la impermeabilidad frente a productos químicos. Téngase en cuenta que la utilización de guantes no impermeables frente a un producto, si hay inmersión o contacto directo importante, no solamente no protege, sino que incrementa el riesgo.

COMPUESTO QUÍMICO	COMPOSICIÓN DE LOS GUANTES					
	Látex	Neopreno	Nitrilo	Butilo	PVC	PVA
Ácidos inorgánicos						
Ácido crómico	M	R	R	B	B	M
Ácido clorhídrico 38%	B	E	B	B	E	M
Ácido fluorhídrico 48%	B	E	B	B	B	M
Ácido fosfórico	B	E	B	B	B	M
Ácido nítrico 70%	M	B	I	B	R	M
Ácido nítrico fumante (Humos rojos)	NC	I	I	NC	I	M
Ácido nítrico fumante (Humos amarillos)	NC	I	I	NC	I	M
Ácido sulfúrico 95%	E	E	R	B	R	M
Ácidos orgánicos						
Ácido acético	E	E	B	B	B	M
Ácido fórmico	E	E	R	B	E	I

E: Excelente; B: Bueno; R: Regular; M: Mal; I: No comprobado

Tabla 11. Ejemplos de compatibilidad de materiales de guantes y agentes químicos

 Riesgos mecánicos EN 388	 Corte por impacto EN 388	 Electricidad estática EN 388	 Riesgos químicos EN 374-1,2,3
 Riesgos bacteriológicos EN 374-1,2	 Riesgos por frío EN 511	 Calor y fuego EN 407	 Radiaciones ionizantes y contaminación radiactiva EN 421

Figura 12. Normas de certificación en función del uso de los guantes de protección.

Los métodos para comprobar la resistencia del material del que están fabricados los guantes sometidos a los efectos de un producto químico son:

- **Penetración:** se define como el flujo de líquido que pasa a través del material de protección a nivel no molecular.
- **Permeación:** cuando un producto químico “migra” a través del material de protección en el ámbito molecular.

TABLA DE ENSAYOS PARA RIESGOS QUÍMICOS	
Tiempo mínimo de permeación	Indice de protección (n)
10 minutos	Clase 1
30 minutos	Clase 2
60 minutos	Clase 3
120 minutos	Clase 4
240 minutos	Clase 5
480 minutos	Clase 6

Tabla 12. Clasificación de los guantes en función del tiempo de permeación.

- **Equipos protectores del cuerpo, total, o parcialmente.** Aunque en términos generales las actividades que se desarrollan en el IIQ no requieren de esta protección, se deberá acudir a la norma UNE-EN-340 cuando esta sea necesaria.
- **Gestión de equipos de protección individual.** La configuración de los equipos de protección individual depende en última instancia del tipo de actividad que desarrolle cada laboratorio del IIQ. Por este motivo, es el responsable de cada laboratorio el que, en base a lo que determine la evaluación de riesgos, asegure la dotación de EPIs a las personas que desarrollen bajo su supervisión su trabajo. Sin embargo, será de aplicación a grandes rasgos los EPIs recogidos en la tabla 13.

OPERACIONES/ACTIVIDADES	PELIGROS	EPI's UTILIZABLES
Manipulación de: a. Disolventes y productos volátiles b. Aparatos a temperaturas elevadas c. Jeringas, material de vidrio y columnas capilares d. Botellas a presión e. Extracciones en frío y en caliente f. Operaciones con vacío	a. Inhalación de vapores orgánicos b. Irritación de la piel y vías respiratorias c. Salpicaduras y proyecciones d. Quemaduras e. Incendios f. Cortes y pinchazos g. Contaminación biológica	a. Gafas b. Guantes c. Mascarillas d. Pantallas faciales
Manipulación de: a. Material biológico b. Fluidos biológicos c. Animales de experimentación	a. Cortes y pinchazos b. Arañazos y mordeduras c. Inhalación de un bioaerosol d. Contacto dérmico	a. Guantes b. Mascarillas c. Pantallas faciales
Manipulación de productos con riesgos específicos	a. Exposición a cancerígenos, mutágenos y tóxicos para la reproducción b. Exposición a radionucleidos c. Exposición a fibras de amianto y otras	a. Gafas b. Guantes impermeables a fluidos biológicos c. Guantes resistentes a cortes y punciones d. Mascarillas e. Pantallas faciales
Almacén y trasvases	a. Incendios b. Vertidos c. Salpicaduras	a. Equipo autónomo o semiautónomo b. Gafas c. Guantes d. Delantal e. Mascarilla

Tabla 13. Operaciones, peligros, y equipos de protección necesarios.

10. GESTIÓN DE RESIDUOS QUÍMICOS

La actividad investigadora de los laboratorios del Instituto de Investigaciones Químicas genera una serie de residuos que, por sus propiedades físico-químicas, pueden presentar un alto grado de peligrosidad debido a la heterogeneidad en su composición química. Aunque la cantidad de residuos generada es relativamente pequeña y variable con el tiempo, es obligatorio y necesario gestionarla adecuadamente para evitar daños a la salud de las personas y al medio ambiente, ya que la identificación o almacenamiento inadecuado de estos residuos constituye, en sí mismo, un riesgo innecesario. La clasificación de los residuos químicos generados en los laboratorios debe realizarse siguiendo un esquema común para todo el Centro. Los residuos se agrupan en grandes conjuntos en función de sus propiedades químicas y de su destino final. Por ello, la agrupación de los residuos químicos se realiza de común acuerdo con el gestor externo encargado de su eliminación definitiva. El programa de gestión de residuos debe ser conocido por todo el personal de los laboratorios. Organizados desde el almacén existe un sistema de entrega de recipientes identificados y etiquetados, recogida y almacenamiento de los mismos para su traslado al centro de tratamiento autorizado. La recogida de residuos se realiza por el personal del almacén en un recinto destinado al efecto. Dentro del horario establecido para ello, el personal de los laboratorios llevará los recipientes de residuos debidamente etiquetados y acompañados de su hoja informativa. Actualmente los tipos de residuos que se recogen y son posteriormente tratados por un gestor autorizado son:

- ❖ Disolventes No Halogenados
- ❖ Disolventes Halogenados
- ❖ Disoluciones Básicas
- ❖ Disoluciones Ácidas
- ❖ Aceites: generalmente provenientes de bombas de vacío y baños calefactores.
- ❖ Sales (soluciones acuosas)
- ❖ Sólidos: Sílice de columnas y placas finas
- ❖ Vidrio contaminado donde se incluye el material roto, pipetas Pasteur y capilares y las botellas vacías de sustancias tóxicas.

- ❖ Residuos punzantes contaminados (agujas, que se desecharán volver a poner el protector)
- ❖ Residuos plásticos contaminados (jeringas).
- ❖ Otros sólidos

Una descripción más precisa de cada una de estas categorías se incluye más adelante. Cada laboratorio deberá identificar y clasificar los residuos que genera de acuerdo a estas familias. Podrán añadirse otras dentro de la clasificación reglamentaria previo acuerdo con el personal del almacén, en especial será recomendable recoger metales pesados y aquellas sustancias que por su toxicidad deba evitarse su mezcla con otras.

Está prohibido arrojar por el fregadero ningún residuo tóxico o peligroso, que sean inflamables, que huelan mal, que sean irritantes o productos que sean difícilmente biodegradables o nocivos para el medio ambiente. Tampoco debe arrojarse por el fregadero residuos sólidos. Tampoco deben arrojarse a la papelera restos de productos químicos, trapos o papeles contaminados, ni envases vacíos (de plástico o de vidrio) que hayan contenido algún reactivo.

Los envases de residuos no se llenarán nunca por encima del 90% de su capacidad total para evitar salpicaduras, derrames y sobrepresión, cuidando además de que su exterior esté siempre limpio para evitar accidentes por contacto.

Todo envase debe estar correctamente etiquetado (indicando el contenido) e identificado (indicando el productor, frases y pictogramas de riesgo si es necesario) para permitir una correcta gestión del residuo y una rápida toma de contacto con el productor, en caso de que fuese necesario. Especial atención se prestará al etiquetado de los recipientes, cuidando de que no se deterioren con el tiempo.

Es importante tener presente que muchos residuos se pueden destruir en el laboratorio o, por lo menos, reducir su toxicidad o peligrosidad mediante tratamientos previos de neutralización, hidrólisis, etc. Para conocer el método adecuado se deben consultar las fichas de seguridad y la bibliografía (se recomienda: Destruction of Hazardous Chemicals in the Laboratory. Lunun Sansone). Cada laboratorio debe

disponer de unas instrucciones para disminuir la peligrosidad de sus residuos adaptadas a sus características concretas.

El correcto almacenaje de los residuos es responsabilidad de los directores de grupos y responsables de laboratorio. A fin de evitar daños a personas o al medio ambiente se deberá

- Comprobar regularmente el correcto envasado, etiquetado, y almacenamiento temporal.
- Cumplimentar la documentación pertinente para la gestión de la eliminación del residuo.

10.1 Residuos químicos peligrosos: clasificación

La clasificación de los distintos residuos se hace teniendo en cuenta sus propiedades químicas y físicas, y generalmente se hará en siete grandes grupos (NTP 480, <http://www.insht.es>):

- **Grupo I: Disolventes halogenados.** Son líquidos orgánicos, muy tóxicos, irritantes y, en algún caso, cancerígenos, con unos contenidos superiores al 2% de algún halógeno. Se trata de productos con características toxicológicas diversas, y efectos específicos sobre la salud. Se incluyen en este grupo también las mezclas de disolventes halogenados y no halogenados, siempre que el contenido en halógenos de la mezcla sea superior al 2%. Los más son diclorometano, cloroformo y tetracloruro de carbono.
- **Grupo II: Disolventes no halogenados.** Son líquidos orgánicos inflamables y tóxicos que contienen **menos de un 2% en halógenos**. Es imprescindible evitar intentar las mezclas de disolventes que sean inmiscibles, ya que la aparición de fases diferentes dificulta el tratamiento posterior. Entre los más habitualmente utilizados en el IIQ destacan:
 - Alcoholes (metanol, etanol, isopropanol).
 - Amidas (dimetilformamida, DMF).
 - Aminas (dimetilamina, piridina).

- Cetonas (acetona).

- Ésteres (acetato de etilo).
 - Glicoles (etilenglicol).
 - Hidrocarburos alifáticos (pentano, hexano, ciclohexano).
 - Hidrocarburos aromáticos (tolueno, xilenos).
- **Grupo III: Disoluciones acuosas.** En este grupo localizamos a las soluciones acuosas de productos orgánicos e inorgánicos. Este es un grupo muy amplio, y por eso, es necesario establecer divisiones y subdivisiones, ya sea para evitar reacciones de incompatibilidad, o por requerimiento de su tratamiento posterior (NTP480, <http://www.insht.es>):
- **Soluciones acuosas inorgánicas:**
 - Soluciones básicas: hidróxido sódico, hidróxido potásico.
 - Soluciones ácidas de metales pesados: níquel, plata, cadmio, selenio, fijadores.
 - Soluciones de cromo (VI).
 - Otras soluciones: reveladores, sulfatos, fosfatos, cloruros
 - **Soluciones acuosas orgánicas o de alta demanda química de oxígeno (DQO):**
 - Soluciones de colorantes: naranja de metilo, fenoltaleína.
 - Soluciones de fijadores orgánicos: formol, fenol, glutaraldehído.
 - Mezclas agua/disolvente: eluyentes de cromatografía, metanol/agua (VI).
- **Grupo IV: Ácidos.** Ácidos inorgánicos y sus soluciones acuosas concentradas (> 10%). Debe tenerse en cuenta que su mezcla, en función de la composición y la concentración, puede producir alguna reacción química peligrosa con desprendimiento de gases tóxicos e incremento de temperatura. Para evitar este riesgo, antes de hacer mezclas de ácidos concentrados en un mismo envase, debe realizarse una prueba con pequeñas cantidades y, si no se observa reacción alguna, llevar a cabo la mezcla. En caso contrario, los ácidos se recogerán por separado.

- **Grupo V: Aceites.** Procedentes de mantenimiento y uso (baños calefactores, bombas de vacío, etc.).
- **Grupo VI: Sólidos.** Se clasifican en este grupo los productos químicos en estado sólido de naturaleza orgánica e inorgánica. No pertenecen a este grupo los reactivos puros obsoletos en estado sólido (grupo VII). Se establecen los siguientes subgrupos de clasificación dentro del grupo de sólidos (NTP 480, <http://www.insht.es>):
 - Sólidos orgánicos o contaminados con productos químicos orgánicos como, por ejemplo, carbón activo o sílice.
 - Sólidos inorgánicos como sales de metales pesados.
 - Material desechable contaminado con productos químicos. Se pueden establecer subgrupos de clasificación, por la naturaleza del material y la naturaleza del contaminante, teniendo en cuenta los requisitos marcados por el gestor autorizado: vidrio, guantes, papel de filtro, trapos, etc.

El vidrio roto contaminado con productos químicos (pipetas, probetas, vasos y otro material de laboratorio en general), presenta riesgos vinculados a los riesgos intrínsecos de los productos químicos que lo contaminan y, además, el riesgo debido a cortes o pinchazos. Este vidrio no debe ser depositado en un **contenedor de vidrio convencional**, entre otros motivos, porque no debe someterse al proceso de compactación habitual, sino que debe depositarse en el contenedor específico adecuado.

- **Grupo VII: Especiales.** A este grupo pertenecen los productos químicos, sólidos o líquidos, que, por su elevada peligrosidad, no deben ser incluidos en ninguno de los otros grupos, así como los reactivos puros obsoletos o caducados. Estos productos no deben mezclarse entre sí ni con residuos de los otros grupos como:
 - Oxidantes fuertes
 - Comburentes (peróxidos).
 - Compuestos pirofóricos (magnesio metálico en polvo).
 - Compuestos muy reactivos (ácidos fumantes, metales alcalinos,

hidruros, compuestos con halógenos activos, compuestos

polimerizables, compuestos peroxidables, restos de reacción desconocidos).

- Compuestos muy tóxicos (benceno, tetraóxido de osmio, mezcla crómica, cianuros, sulfuros, mercurio, amianto, etc.).
- Compuestos no identificados o no etiquetados.

Se deberá evitar mezclas que dificulten la gestión, como formación de varias fases, y aun perteneciendo a un mismo grupo, se separarán en distintos envases las sustancias que puedan reaccionar entre ellas (ejemplo: separar los peróxidos de los combustibles, inflamables, comburentes y corrosivos).

10.2 Incompatibilidades entre sustancias peligrosas

Existen residuos incompatibles y además la neutralización difiere en procedimiento y precio para los distintos tipos de residuo, por lo que es esencial que los usuarios y los encargados estén perfectamente informados de los tipos de residuos que pueden depositarse en cada recipiente. Debemos tener en cuenta dichas incompatibilidades para evitar posibles reacciones químicas peligrosas. Éstas se resumen a continuación (NTP480, <http://www.insht.es>):

- Pares de Sustancias incompatibles:
 - Ácidos con bases.
 - Ácidos fuertes con ácidos débiles que desprendan gases tóxicos.
 - Oxidantes con reductores.
 - Agua con amidas, anhídridos, boranos, carburos, haluros, haluros de ácido, hidruros, isocianatos, metales alcalinos, peróxido de fósforo, reactivos de Grignard, triclorosilanos.
- Pares de Sustancias incompatibles de Elevada Afinidad:
 - Oxidantes con Nitratos, halogenatos, óxidos, peróxidos, fluor.
 - Reductores con materias inflamables, carburos, nitruros, hidruros, sulfuros, alquimetales, aluminio, magnesio, y circonio en polvo.
 - Ácidos fuertes con bases fuertes.
 - Ácido sulfúrico con azúcar, celulosa, ácido perclórico, permanganato

potásico, cloratos, sulfocianuros.

- Sustancias que reaccionan violentamente con aire u oxígeno (inflamación espontánea):
 - Arsinas, metales finamente divididos, fósforo blanco, boranos, metaloides y alquimetales, fosfuros, hidruros, nitruros alcalinos, silenos, metales carbonilados, fosfinas y siliciuros.
- Sustancias que reaccionan violentamente con agua:
 - Ácidos fuertes anhidros e hidróxidos alcalinos, amiduros, hidruros, anhídridos, imiduros, calcio, metales alcalinos, carburos, óxidos alcalinos, flúor, peróxidos inorgánicos, fosfuros, siliciuros, halogenuros de ácido, halogenuros de acilo, halogenuros inorgánicos anhídridos (excepto alcalinos).

A continuación, se muestra un cuadro resumen de incompatibilidades para el almacenamiento de sustancias peligrosas:

							
	+	-	-	+	-	-	+
	-	+	-	-	-	-	-
	-	-	+	+	-	-	+
	+	-	+	+	-	0	+
	-	-	-	-	+	-	-
	-	-	-	0	-	+	0
	+	-	+	+	-	0	+

“+” Compatibles. Se pueden almacenar juntos.

“0” Solamente se podrán almacenar juntos, si se adoptan ciertas medidas.

“-” Incompatibles. No se deben almacenar juntos.

10.3 Identificación de los residuos

Etiquetado de los envases. La función del etiquetado es permitir una rápida identificación del residuo e informar del riesgo asociado al mismo al usuario y al gestor. Todo envase de residuo debe de estar correctamente etiquetado (indicación del contenido, **NTP480**, <http://www.insht.es>) de acuerdo con las indicaciones del Almacén de cicCartuja, que seguirán en lo posible lo establecido en el RD 180/2015.

Recipientes de Residuos Líquidos en los Laboratorios. Los residuos líquidos se van almacenando en los envases etiquetados correspondientes; se tendrá en cuenta el volumen de residuo producido y el espacio disponible para almacenarlos temporalmente en el laboratorio, o si no se puede, llevar a **Almacén Temporal de Residuos (ATR) del Instituto**, ubicado en el exterior del edificio.

Tipo de envases. Los diferentes envases de residuos son facilitados por el almacén de cicCartuja en función de la aplicación concreta al que se destinan. Deben estar correctamente etiquetados según el tipo de residuo líquido que contengan y nunca sobrepasar el 80% de su capacidad.

10.4 Almacenaje y ubicación de los residuos en los laboratorios.

Cada laboratorio deberá definir uno o varios puntos de almacenaje de residuos. Estos deberán estar debidamente señalizados y fuera de zonas de paso hasta que se produzca su traslado al Almacén Temporal de Residuos, para lo que habrá que seguir las instrucciones del Almacén de cicCartuja. El almacenaje de residuos en los laboratorios debe realizarse en el menor volumen y durante el menor tiempo posible.

11. ACTUACIONES EN CASO DE EMERGENCIA

Además de los aspectos generales del plan de emergencia, deben contemplarse una serie de situaciones específicas en los laboratorios, para las cuales debe disponerse de un plan concreto de actuación.

11.1 Vertidos

- En el caso de vertidos volátiles, facilitar la ventilación abriendo todas las ventanas y encendiendo sistemas de extracción.
- En el caso de vertidos inflamables, apagar inmediatamente cualquier aparato con llama o fuente de calor.
- Si el vertido es de gran volumen, evacuar el laboratorio, avisando al equipo de intervención provisto de material de protección adecuado.
- Actuar diligentemente, recogiendo inmediatamente el producto derramado evitando su evaporación y daños sobre las instalaciones. Dependiendo de las características del producto se utilizarán los absorbentes indicados. Cada laboratorio del IIQ está provisto de un kit con absorbente para ácidos (Pyracidosorb-ROTH), bases (Basosorb) y universal (Universalabsorber Rotisorb).
 - **MERCURIO.**
 - Absorber con azufre, polisulfuro cálcico o amalgamantes.
 - Si se ha depositado en ranuras, se puede sellar.
 - Aspirar con pipeta Pasteur y guardar el metal recogido.
 - **LÍQUIDOS INFLAMABLES**
 - Absorber con carbón activo o productos específicos (Universalabsorber Rotisorb). NO emplear serrín.
 - **ÁCIDOS.**
 - Neutralizar con bicarbonato o productos comerciales específicos para su absorción y neutralización (Pyracidosorb-ROTH).
 - **BASES.**
 - Emplear productos específicos comercializados para su neutralización y absorción (Basosorb).
 - **OTROS LÍQUIDOS NO CORROSIVOS NI INFLAMABLES.**

- Emplear absorbente universal (Universalabsorber Rotisorb) o, en su defecto, absorber con vermiculita o arena.

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 leve**:
 - 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.
 - Apagar todos los aparatos con llama y fuentes de calor si el producto contaminante es volátil e inflamable.
 - Poner en marcha las vitrinas.
 - Si ha tenido su origen en un vertido, absorberlo con el absorbente indicado y guardarlo en un recipiente estanco, lavando y aclarando con agua corriente, siempre empleando guantes.
 - Prohibir la entrada al local hasta que la concentración ambiental de la sustancia peligrosa en la atmósfera deje de ser un riesgo.

11.2 Fuga de gases (Consultar la NTP399)

- Si la fuga se ha producido en una instalación fija.
 - Cerrar los grifos de las botellas conectadas a la misma.
 - Comunicar al responsable del laboratorio para que ponga en marcha las actuaciones de emergencia adecuadas (evacuación, aviso a los bomberos,

aislamiento del área, etc.).

- Si la fuga de gas se produce en una botella y el gas no está encendido, seguir las siguientes normas de actuación:
 - Aproximarse a la botella afecta siempre con el viento a favor.
 - Cerrar el grifo si es posible.
 - Si la fuga es de un gas no inerte o distinto al oxígeno, avisar inmediatamente a los bomberos.
 - Utilizar un equipo de protección adecuado para trasladar la botella a un espacio abierto, fuera del alcance de personas e instalaciones, señalizando las zonas afectadas e impidiendo el acceso a la misma.
 - Una vez en el exterior, controlar la botella hasta su total vaciado.
 - Avisar al suministrador de la botella una vez pasado el peligro.
- Si la fuga de gas se produce en una botella y el gas está encendido, seguir las siguientes normas de actuación:
 - Cerrar el grifo siempre que sea 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 (sobre todo si éste es cerrado), y actuar según las indicaciones que se describen en el punto anterior.
 - Si debido a la peligrosidad del gas, se decide no apagar la llama, avisar inmediatamente a los bomberos.

11.3 Incendio

Una parte importante de las instrucciones generales de seguridad en el laboratorio están destinadas a la prevención y protección contra incendios. El conjunto de una adecuada prevención y una rápida detección y actuación son las armas más eficaces para la reducción del riesgo de incendio. Deben considerarse siempre todas las medidas encaminadas en este sentido (normas de trabajo, instalaciones adecuadas, alarmas, sistemas contra incendios automáticos, elementos de primera intervención, etc.), ajustadas a las características y necesidades de cada laboratorio. Las medidas a destacar

son las siguientes:

- Dar la alarma inmediatamente.
- Cada laboratorio está dotado de extintores portátiles adecuados a las posibles necesidades. Todo el personal del laboratorio debe estar familiarizado con su funcionamiento.
- En caso de pequeños incendios, utilizar mantas (nunca agua), y si es la ropa la que se prende utilizar además la ducha de seguridad, procurando que el desplazamiento sea mínimo.
- Cuando se tenga que evacuar el laboratorio, hacerlo tranquilamente y cerrando todas las puertas, a no ser que existan indicaciones en sentido contrario por parte de los equipos de intervención.
- Prestar especial atención a todos los compuestos altamente inflamables, dentro de los cuales se especifican a continuación los más destacados:

• Acetaldehído • Acetona • Acetonitrilo • Acetato de amilo • Benceno • Disulfuro de carbono • Clorobenceno • Ciclohexano • Ciclohexeno • Dioxano • Etanol • Éter • Acetato de etilo • Peróxidos	• Hexano • Metanol • butanona • Pentano • Éter de petróleo • Propanol • Óxido de propileno • Piridina • Tolueno • Acetato de vinilo • Xilano • Hidruros metálicos • Metales alcalinos • Fósforo amarillo
--	---

12. ACCIDENTES

El Instituto de IIQ es un centro misto CSIC - Universidad de Sevilla (US), por ello, en caso de accidentes se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones en función de la adscripción de cada persona.

- **PERSONAL DEL CSIC.**

- Siempre que el **accidente no sea grave**, el trabajador se pondrá en contacto con la Unidad de Personal de cicCartuja (María Romero, ext. 446318) para que se le pueda expedir el volante de asistencia al Hospital FREMAP.

Servicio de Urgencias, Avenida de Jerez, s/n – Los Bermejales

Una vez atendido deberá entregar el parte de asistencia en FREMAP con o sin baja médica a dicha Unidad de Personal del CIC.

- Si el **accidente no admite demora**, el trabajador deberá acudir **directamente al hospital FREMAP**, notificando el accidente lo antes posible, como máximo dentro de los tres días siguientes a dicha Unidad de Personal.
- Si la **situación de gravedad** no lo permitiera se **llamará al 112** para que pueda ser trasladado de manera urgente a un hospital.

La unidad de personal de cicCartuja comunicará el accidente a la mayor brevedad al Servicio de Prevención CSIC, a la Dirección y Gerencia del Centro y, en su caso, a la Dirección del instituto correspondiente.

- **PERSONAL US / CONTRATADOS US / ESTANCIAS y ALUMNOS US CUBIERTOS POR SEGURO ESCOLAR (MENORES DE 28 AÑOS).**

- Los trabajadores de la Universidad de Sevilla acogidos al **Régimen General de la Seguridad Social que sufran un accidente de trabajo (AT)** deberán comunicar INMEDIATAMENTE tal circunstancia al Servicio de Prevención de Riesgos Laborales, teléfonos 95 448 61 63 y 95 455 15 82, a fin de que se le emita el correspondiente parte de notificación de AT que se le entregará en mano al accidentado o, en su defecto, le será remitido por correo electrónico.

Con ese documento deberá acudir al **Hospital de Fremap. Servicio de Urgencias Avda. de Jerez, s/n. Los Bermejales (Sevilla)**

- Los trabajadores de la Universidad de Sevilla acogidos a **MUFACE** deberán notificarlo al Servicio de Prevención para su registro y análisis, acudiendo al **Centro Hospitalario que le corresponda, según su entidad médica.**

En cualquier caso, se debe comunicar cualquier accidente sufrido a la Gerencia y a la Dirección de su Instituto. Todo el personal deberá recibir formación sobre la conducta a seguir en caso de accidente y emergencias.

El Centro está dotado de botiquines con el material necesario para actuación en caso de pequeños accidentes (pequeñas contusiones, cortes y quemaduras). En caso de apreciar la falta de algún elemento del listado deberá informarse a la secretaria del IIQ para su reposición.

La **información necesaria para actuar en caso de accidente puede encontrarse en la puerta de cada uno de los laboratorios del IIQ.** En ella se indica que hacer, a quien avisar, números de teléfono (tanto interiores como exteriores) de emergencia, servicio de prevención, mantenimiento, ambulancias, bomberos, mutua, director del laboratorio), direcciones y otros datos relevantes en caso de accidente, especialmente los referentes a las normas de actuación.

En caso de accidente debe activarse el protocolo 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.
- Estado aparente de las víctimas (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.

12.1 Salpicaduras en los ojos y sobre la piel

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

12.2 Mareos o pérdida de conocimiento debido a una fuga tóxica que persista

- Protegerse del medio con un aparato respiratorio antes de aproximarse a la víctima.
- Trasladar al accidentado a un lugar seguro y dejarlo recostado sobre el lado izquierdo. Aflojarle la ropa o todo aquello que pueda oprimirlo, verificando si ha perdido el sentido y si respira; tomarle el pulso.
- Activar el PAS y, practicar, si es necesario, la reanimación cardiorrespiratoria.
- No suministrar alimentos, bebidas ni productos para activar la respiración.

12.3 Electrocutión

La electrocución o choque eléctrico tiene lugar cuando, por un contacto eléctrico directo o indirecto, una persona pasa a formar parte de un circuito eléctrico, transcurriendo por su organismo una determinada intensidad eléctrica durante un tiempo. La intensidad depende del voltaje y de la resistencia del organismo que, a su vez, depende del camino recorrido y de factores fisiológicos. 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 cardiorrespiratoria.
- No suministrar alimentos, bebidas ni productos para activar la respiración.

12.4 Quemaduras térmicas

Las instrucciones 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, cubrir la parte quemada con gasa estéril o ropa limpia.
- Debe acudir siempre al médico, aunque la superficie afectada y la profundidad sean pequeñas.
- 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.

12.5 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. Existe una lista de antídotos recomendada por la UE (Anexo III de la Resolución 90/329/03).

En caso de pequeñas ingestiones de ácidos, beber solución de bicarbonato, mientras que se recomienda tomar bebidas ácidas (refrescos de cola) en el caso de álcalis.

12.6 Heridas

- En caso de pequeños cortes
 - Lavar con agua y jabón durante 5 minutos como mínimo.

- Observar y eliminar los posibles fragmentos de cristal retirándolos con una gasa y pinzas.
 - Desinfectar la herida.
 - Cuando deje de sangrar colocar una gasa limpia en la herida. Si la herida no deja de sangrar buscar asistencia médica inmediata.
- En caso de hemorragias importantes
 - Llamar inmediatamente al servicio médico.
 - Tranquilizar al herido.
 - Acostarle, ello reduce las posibilidades de desvanecimiento.
 - NO ELIMINAR NINGÚN OBJETO INCRUSTADO.
 - Ejercer presión directamente en la herida con un vendaje estéril o gasa limpia.
 - Si esto no controla la hemorragia, elevar la herida, si es posible, sobre el nivel del corazón.
 - Si la hemorragia es importante, elevar las piernas del herido y cubrirle con una manta.
 - La aplicación de un torniquete es una medida de último recurso que se utilizará sólo para evitar un daño irreversible y se encargará únicamente una persona con conocimientos y experiencia suficiente.

13. TRABAJO EN OFICINAS Y DESPACHOS

Comparativamente, los riesgos del trabajo en oficina/despacho son menores que en laboratorio, sin embargo, esto trabajadores no dejan de estar expuestos a riesgos específicos que conviene no pasar por alto. Los principales riesgos que afectan a la seguridad en una oficina son las caídas (al mismo o a distinto nivel), golpes con mobiliario, cortes con herramientas y aquellos asociados a cargas físicas, el uso de **pantallas de visualización de datos, PVDs (Anexo 8)**. Todos ellos son riesgos prevenibles a través del mantenimiento de la **limpieza y orden del lugar de trabajo** y una adecuada formación y observación normas simples. En este sentido, se observarán las siguientes recomendaciones:

- a. Eliminar papeles, desperdicios y obstáculos contra los que se pueda tropezar.
- b. Colocar los cables de los ordenadores y de otros equipos de forma que no queden en las áreas de paso, evitando ser un obstáculo.
- c. En caso de que haya que acceder a las partes altas se utilizarán medios adecuados como escaleras de mano o taburetes, evitando utilizar objetos inadecuados como papeleras, sillas u otros elementos. Para prevenir los riesgos laborales generados por el **uso de escaleras manuales**, se recomienda seguir las indicaciones del **Anexo 9**.
- d. A fin de evitar accidentes con mobiliario, deben seguirse las siguientes normas elementales de seguridad en el uso de estanterías, archivadores y almacenamiento:
 - Cerrar las puertas de armarios, cajones y demás elementos que puedan provocar tropiezos, caídas o golpes.
 - Archivar el material de forma estable y segura evitando sobrecargar las estanterías y con los objetos más pesados en las baldas inferiores. Procurar que los materiales apilados no sobresalgan de las mismas.
 - Cargar las cajoneras de abajo a arriba y de atrás hacia delante colocando los elementos de más peso en los cajones inferiores.
 - Avisar al personal de mantenimiento si adviertes que algún elemento del mobiliario está deteriorado.

- En caso de vuelco, no intentar pararlo y apartarse rápidamente de la línea de caída.
- e. Señalizar paredes o puertas de cristal que sean traslúcidas o transparentes.
- f. No cargar en exceso las estanterías, sobre todo colocando lo más pesado o voluminoso en las baldas más bajas y lo más liviano en las baldas superiores.
- g. Prestar atención cuando se manejen útiles de oficina (tijeras, grapadoras...) y desechar las que estén rotas o en mal estado.
- h. Respetar las protecciones de seguridad de equipos y herramientas cortantes como las guillotinas o las destructoras de papel.
- i. No efectúes manipulaciones de los equipos ni de las instalaciones eléctricas. La instalación, mantenimiento y reparación solo la puede hacer personal autorizado y cualificado para ello.
- j. Disminuir el ruido ambiental de manera que los trabajadores no deban alzar la voz para comunicarse mejor
- k. Evitar posturas forzadas durante periodos prolongados de tiempo y facilitar cambios posturales y los descansos durante la jornada.
- l. Facilitar, en la medida de lo posible, un diseño ergonómico del puesto de trabajo. En el caso del uso prolongado de pantallas de visualización de datos, además de observar las pautas ergonómicas, será necesario la realización de un curso de formación específico. Para ampliar la información sobre el diseño ergonómico del puesto de trabajo con pantallas de visualización, puede consultar las **NTPs 232, 251, 252, 602, 678 y 694** del INSST en https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_602.pdf/51b9742c-27a1-4ece-a446-ca88cbd6d926.

Para una descripción más detallada de los riesgos y medidas preventivas en el trabajo en oficinas y despachos puede consultarse el Manual de Seguridad y Salud en oficinas del FREMAP ([https://prevencion.fremap.es/Buenas%20prcticas/MAN.016%20\(castellano\)%20-%20M.S.S.%20Oficinas.pdf](https://prevencion.fremap.es/Buenas%20prcticas/MAN.016%20(castellano)%20-%20M.S.S.%20Oficinas.pdf)).

14. MANEJO DE HERRAMIENTAS MANUALES

La diversidad de herramientas manuales de uso habitual en el IIQ dificulta una descripción pormenorizada de sus riesgos, pero es posible limitarlos significativamente observando una serie de recomendaciones generales:

- a. Cada herramienta se utilizará exclusivamente para la función que fue diseñada.
- b. El tamaño de la herramienta será acorde con la operación a realizar.
- c. Las herramientas se mantendrán siempre limpias y su buen funcionamiento será comprobado antes de su uso (así como el de sus accesorios y/o consumibles).
- d. Antes de iniciar las tareas, habrá de tenerse en cuenta los equipos de protección individual a utilizar.
- e. Cualquier defecto o anomalía será comunicada lo antes posible al responsable.
- f. Habrán de observarse en todo momento las instrucciones sobre el manejo seguro que proporcione el fabricante junto al equipo, manteniéndolas siempre en un lugar accesible
- g. No está permitida la manipulación de los sistemas de protección y seguridad del que puedan estar provistas las herramientas.

15. SEGURIDAD VIAL

Dado que aproximadamente un 10% de los accidentes con baja laboral son accidentes de tráfico, es necesario valorar estos riesgos viales en la actividad preventiva del IIQ.

Los accidentes viales laborales se clasifican como (i) “in itinere” cuando producen en el trayecto entre el hogar del trabajador y su puesto de trabajo y (ii) “en misión” cuando se producen en desplazamientos durante la jornada laboral por motivos de trabajo. Aunque puede percibirse como un riesgo menor, es conveniente observar algunas recomendaciones generales:

a. Para conductores

i. Antes de ponernos en marcha

- No alejar excesivamente las manos del volante, colocarlas muy cerca del mismo o asir el volante con una sola mano
- Ajustar los apoyos para la cabeza y los espejos
- Usar los sistemas de retención (cinturones)
- No conducir de manera continuada durante más de 2 horas
- Comprobar y mantener la visibilidad a través de las ventanas
- Llevar ropa y calzado cómodo para la conducción
- Tener a mano los objetos que pudieras necesitar durante el trayecto (especialmente gafas si son necesarias)

ii. durante la marcha

- Mantén una distancia de seguridad adecuada
- Señaliza tus maniobras con anticipación
- Mira más allá del vehículo siguiente para mantener un mejor control
- Adecua la velocidad a la vía y condiciones del tráfico
- Toma las medidas adecuadas para evitar deslumbramientos
- Evita distracciones y, en particular, el uso del teléfono móvil
- Recuerda que es sancionable la conducción con auriculares

b. Para ciclistas

- Usa casco y ropa o elementos de alta visibilidad. Es obligatorio y

sancionable

- Intenta evitar las carreteras principales con mucho tráfico. Respeta a los demás usuarios de la vía (peatones y vehículos) y las normas de tráfico
- Usa el carril bici cuando este esté disponible
- Señaliza las maniobras
- Presta especial atención a la apertura de las puertas de los coches
- Recuerda que es sancionable la conducción con auriculares

c. Para peatones

- Evita cruzar por zonas sin visibilidad
- No salgas de manera intempestiva de entre dos vehículos estacionados para cruzar la calle
- Camina por las aceras y, si no existieran, pegado a las casas y, si puedes, de cara a los vehículos
- Presta atención a las salidas de vehículos (garajes)
- Respeta la prioridad en cruces, la señalización vial y a agentes de tránsito
- Facilita el tránsito de vehículos de emergencias (ambulancias, bomberos, policía).

Para una descripción más detallada de los Riesgos y medidas preventivas en seguridad vial, puede consultarse el portal del INSST sobre Seguridad vial laboral en <https://www.insst.es/materias/transversales/seguridad-vial-laboral> .

16. ANEXOS

- **ANEXO 1.** PICTOGRAMAS SEGÚN REGLAMENTO (CE) 1272/08
- **ANEXO 2.** ETIQUETADO SEGÚN EL REGLAMENTO (CE) 1272/08
- **ANEXO 3.** NORMAS RELATIVAS AL TRANSPORTE DE DISOLVENTES, REACTIVOS, LÍQUIDOS CRIOGENICOS Y RESIDUOS ENTRE EL ALMACÉN Y LOS LABORATORIOS DE CICCARTUJA
- **ANEXO 4.** PROTOCOLO SOBRE LA RETIRADA DE PRODUCTOS DEL ALMACÉN. DISOLVENTES, ÁCIDOS Y BASES
- **ANEXO 5.** REACTIVIDAD DE COMPUESTOS: INCOMPATIBILIDADES, REACCIÓN CON AGUA Y CON AIRE U OXÍGENO
- **ANEXO 6.** CLASIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS SEGÚN SU PELIGROSIDAD
- **ANEXO 7.** LISTADO NO EXHAUSTIVO DE NORMAS PARA LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL
- **ANEXO 8.** RIESGO Y MEDIDAS PREVENTIVAS DERIVADOS DEL TRABAJO CON PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN DE DATOS
- **ANEXO 9.** RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN EL MANEJO DE ESCALERAS DE MANO

BIBLIOGRAFÍA (queda pendiente revisar normas ,RD y organizar)

Bartual Sánchez, J. (coordinador), “Riesgo químico”, segunda edición, INSHT, Barcelona, 2001. Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos (ECHA), “Documento de orientación básica sobre el Reglamento CLP”, 2009.

Guardino, X. et. al. “Seguridad y Condiciones de Trabajo en el Laboratorio”, segunda edición, INSHT, Barcelona, 2001.

Dessagne, J-M, y Triolet, J., “Guide pratique de ventilation n° 18-ED 795 Sorbonnes de laboratoire”, Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS), 2009.

Montes Mayorga, M. (coordinador), “Equipos de protección individual (EPI). Aspectos generales sobre su comercialización, selección y utilización”, primera edición, INSHT, Madrid, (2009).

NTP198: Gases comprimidos: identificación de botellas. INSHT.

NTP205: Exposición laboral a ultrasonidos. INSST.

NTP304: Normas de protección frente a radiaciones ionizantes. INSST.

NTP376: Exposición a agentes biológicos. INSST.

NTP383: Riesgo en la utilización de gases licuados a baja temperatura. INSHT.

NTP397: Botellas de gas: riesgos genéricos en su utilización. INSHT.

NTP399: Seguridad en el laboratorio: actuación en caso de fugas y vertidos. INSHT.

NTP480: Gestión de los residuos peligrosos en los laboratorios universitarios y de investigación. INSHT.

NTP550: Prevención de riesgos en el laboratorio: ubicación y distribución. INSHT.

NTP551: Prevención de riesgos en el laboratorio: la importancia del diseño. INSHT.

NTP635: Clasificación, envasado y etiquetado de las sustancias peligrosas. INSHT.

NTP656: Seguridad en el laboratorio: selección y ubicación de vitrinas. INSHT.

NTP772: Ropa de protección contra agentes biológicos”. INSHT.

NTP646: Seguridad en el laboratorio: selección y ubicación de vitrinas. INSHT.

NTP903: Radiaciones ópticas artificiales. INSST.

Perrin, D. D. et al. "Purification of Laboratory Chemicals" (ISBN 0080229611) Pergamon Press 1980.

TELEFONOS DE INTERÉS



MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES



CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

EMERGENCIAS
Emergency telephone number

112

URGENCIAS MUTUA FREMAP

900 61 00 61

URGENCIAS FREMAP desde el extranjero

+34 919 196 161

INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

91 562 04 20

SERVICIO DE PREVENCIÓN DE SEVILLA

954 23 23 49

UNIDAD DE VIGILANCIA DE LA SALUD (MADRID)

91 568 19 32 / 33

ÁREA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

91 568 19 23