



ÍNDICE

1. MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO.....	3
2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....	7
3. PRIMEROS AUXILIOS.....	12
4. INCENDIOS.....	14
5. MANEJO DE GASES A PRESIÓN Y GASES LICUADOS.....	16
6. PLAN DE AUTOPROTECCIÓN DE LA FACULTAD DE QUÍMICA.....	26
7. ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS.....	29
8. GESTIÓN DE RESIDUOS.....	31
9. VERTIDOS ACCIDENTALES DE SUSTANCIAS QUÍMICAS.....	34
10. TELÉFONOS DE URGENCIAS Y ENLACES DE INTERÉS.....	36

MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

1.- VESTUARIO: Se recomienda utilizar bata de laboratorio, preferentemente con mangas cerradas y de algodón, puesto que algunas fibras sintéticas en contacto con salpicaduras de ciertos productos químicos, o con calor, se adhieren a la piel. Asimismo, se recomienda utilizar zapatos cerrados, no sandalias. El cabello largo debe estar recogido y se debe trabajar sin pulseras flojas. No desplazarse fuera del laboratorio con ropa de trabajo. Está prohibido entrar con bata de laboratorio en las cafeterías, restaurantes y bibliotecas de la Universidad.

2.- PROTECCIÓN DE LOS OJOS: Las gafas de protección deben utilizarse permanentemente mientras se permanezca en el laboratorio. El uso de lentes de contacto es totalmente desaconsejado.

3.- HÁBITOS HIGIÉNICOS: Se han de lavar las manos después de manejar cualquier reactivo o producto químico (aunque se utilicen guantes), y siempre antes de salir del laboratorio. Está prohibido comer beber y fumar dentro del laboratorio. Si se sospecha que un experimento puede ser especialmente tóxico o peligroso, se pedirá autorización expresa tanto al director de proyecto como al del departamento y se proveerá de los Equipos de Protección Individual que se precisen (se hablará de ellos más adelante).

4.- COMPORTAMIENTO EN EL LABORATORIO: Se ha de tener buen juicio y sentido común. No se deben gastar bromas, correr ni gritar. El área de trabajo ha de mantenerse limpia, utilizando sólo el equipo o material necesario y evitando cosas superfluas. Al terminar el trabajo todo debe quedar limpio y ordenado. Está prohibido trabajar solo en el laboratorio.

5.- INSTALACIONES, MATERIAL Y EQUIPOS ELÉCTRICOS: No utilizar enchufes o clavijas en malas condiciones así como equipos (aparatos de calefacción eléctricos, estufas, rotavapores, etc.) que estén mal aislados o con los terminales pelados. Desechar el material de vidrio que presente defectos o que sufriera un golpe de cierta consideración, aunque no se observen hendeduras. Dejar las piezas defectuosas o los pedazos de vidrio en bidones específicos para su reparación en el soplador de vidrio o para el servicio de recogida de residuos. No forzar la separación de esmerilados o piezas encastradas, sin protegerse con guantes gruesos especiales para riesgos mecánicos.

6.- MEDIDAS DE SEGURIDAD: Los accesos y rutas de evacuación deben estar señalizados, iluminados y despejados, permitiendo una rápida evacuación. Todas las personas que entren en un laboratorio deben conocer las rutas de evacuación. Todo trabajador de laboratorio ha de conocer la situación, uso y manejo de los elementos de seguridad del propio laboratorio, es decir, salidas de emergencia, extracción, uso de máscaras y extintores etc. Asimismo debe conocer el protocolo de evacuación del laboratorio en caso de emergencia, (como veremos en otro apartado). **En caso de accidente, es obligatorio informar al director/a del grupo de investigación de la persona accidentada y a la dirección del Departamento o del centro de investigación.**

7.- OPERACIONES BÁSICAS: Son aquellas de uso común en un laboratorio químico. Fundamentalmente consisten en:

- Transvase de sólidos o líquidos entre recipientes
- Operaciones con vacío: Filtración, destilación, evaporación (Rotavapor) y secado.
- Reacciones químicas: Adición de reactivos, Calentamiento por control de reflujo o de temperatura, Peligrosidad de los productos formados (toxicológica o por inestabilidad).
- Extracción: Sólido-líquido (Soxhlet) o líquido-líquido en frío (embudo de decantación) o en caliente (extractor L-L).

- Destilación simple, fraccionada, a vacío y por arrastre de vapor; especial cuidado con la destilación de éteres.

- Secado de disolventes, hay varias técnicas que usan metales como sodio hilado y magnesio que son especialmente peligrosos por ser inflamables al aire.

Todas estas técnicas tienen sus medidas de seguridad basadas en la NTP 464 del INSHT y que se puede consultar en:

<http://www.usc.es/export9/sites/webinstitucional/gl/servizos/sprl/descargas/NPR-23-Ed-2-Operacions-basicas-de-laboratorio.pdf>

8.- MANIPULACIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS: Las sustancias químicas que manejamos son, por lo general, tóxicas, inflamables, corrosivas o incluso explosivas, (atención a los pictogramas). No se deben utilizar sin conocer sus características y siempre bajo medidas aconsejadas en las fichas de seguridad del producto, (campanas extractoras, guantes u otros equipos de protección individual).

Las **fichas de seguridad del producto** dan información de:

1. Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa fabricante
2. Identificación de los peligros
3. Composición/información sobre los componentes
4. Primeros auxilios
5. Medidas de lucha contra incendios
6. Medidas en caso de vertido accidental
7. Manipulación y almacenamiento
8. Controles de exposición/protección individual
9. Propiedades físicas y químicas
10. Estabilidad y reactividad
11. Información toxicológica
12. Información ecológica
13. Consideraciones relativas a la eliminación
14. Información relativa al transporte
15. Información reglamentaria.

Los recipientes a los que se haya transvasado alguna sustancia química ha de estar adecuadamente etiquetado La etiqueta ha de identificar su contenido, a quién pertenece y la información de su peligrosidad (si es posible reproducir el etiquetado original). No utilizar productos químicos procedentes de un recipiente sin etiquetar. No superponer etiquetas ni rotular ni escribir sobre las etiquetas originales. Evidentemente, no conocemos los ensayos de peligrosidad de las sustancias nuevas que se han sintetizado en el laboratorio por lo que siempre hay que considerarlas como sustancias tóxicas. Los reactivos, productos y disolventes, han de almacenarse adecuadamente (ver almacenaje de productos químicos) y los residuos generados deben ser depositados en los recipientes habilitados para tal fin, (ver gestión de residuos).

No se deben realizar experimentos no autorizados y aparatos o material que no ofrezcan las medidas de seguridad debidas.

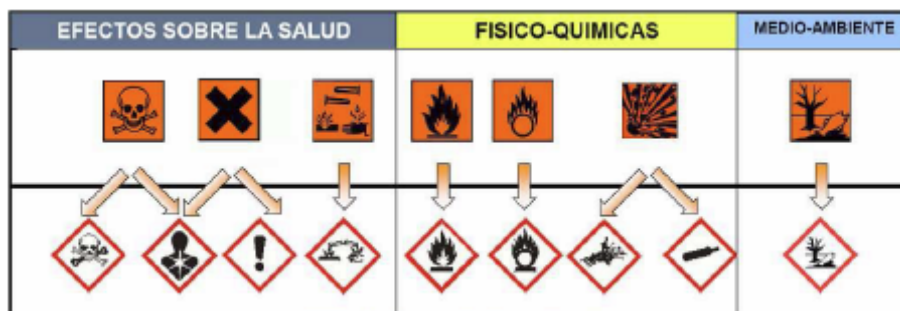
Los productos químicos peligrosos se clasifican según:

- Propiedades fisicoquímicas.
- Propiedades toxicológicas.
- Efectos específicos sobre la salud humana.
- Efectos sobre el medio ambiente.

En la etiqueta de los envases comerciales de sustancias químicas, aparecen dibujados unos pictogramas que nos indican la peligrosidad del producto. Estos pictogramas deben estar acompañados de las correspondientes frases H y P.

Normativa CLP¹.





Equivalencias entre los viejos y los nuevos pictogramas de seguridad.



Se describen a continuación las definiciones de peligrosidad y sus pictogramas correspondientes.

Pictograma	Clases de peligro
PELIGROS FÍSICOS	
	<p>Peligro de corrosión Estos productos son corrosivos y son, por ejemplo,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los que atacan y destruyen los metales • Los que queman la piel y/o los ojos en caso de contacto o de proyección
	<p>Gases a presión Son gases a presión dentro de un recipiente que pueden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explotar bajo los efectos del calor: gases comprimidos, licuados o disueltos. • Los gases licuados refrigerados pueden provocar quemaduras y heridas por frío.
	<p>Peligro de explosión El producto puede explotar en contacto con una llama, una chispa, electricidad estática, por calor, por un choque, fricción...</p> <p>Son por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materiales explosivos • Materiales autoreactivos • y ciertos peróxidos orgánicos
	<p>Peligro de incendio El producto puede inflamarse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • en contacto con una llama, una chispa, electricidad estática, • por efecto del calor, fricción... • en contacto con el aire • en contacto con el agua, emiten gases inflamables
	<p>Productos comburentes El producto puede provocar o agravar un incendio o provocar una explosión en presencia de productos inflamables</p>

¹ El reglamento CLP Es la herramienta legal que adopta el GHS (**Global Harmonized System**, una iniciativa de la ONU para unificar a nivel mundial el sistema de clasificación y etiquetado de los productos químicos) en Europa: **Reglamento (CE) N°1272/2008** sobre Clasificación, Etiquetado y Envasado (*Classification, Labelling and Packaging*) de sustancias y mezclas, de 16 de diciembre de 2008.

PELIGROS PARA LA SALUD	
	<p>Peligro para la salud</p> <p>Estos productos químicos pueden ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tóxicos a grandes dosis • Irritantes para los ojos, la nariz, la garganta o la piel • Pueden causar alergias en la piel (eczema) • Pueden causar somnolencia o vértigos
	<p>Peligro para la salud</p> <p>Estos productos se clasifican en una o más de estas categorías:</p> <ul style="list-style-type: none"> • cancerígenos, mutágenos y tóxicos para la reproducción • Alteran el funcionamiento de ciertos órganos como el hígado, sistema nervioso... <p>Estos efectos tóxicos pueden aparecer con una o varias exposiciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Causan graves daños a los pulmones y pueden ser mortales si entran en el tracto respiratorio • Causan alergias respiratorias (asma, por ejemplo) • Estos productos pueden ejercer su toxicidad por vía oral, cutánea o por inhalación
	<p>Peligro de toxicidad aguda</p> <p>Estos productos son tóxicos, incluso a dosis bajas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pueden causar efectos muy diferentes en el cuerpo: náuseas, vómitos, dolor de cabeza, pérdida del conocimiento u otros trastornos más importantes que causan la muerte. • Estos productos pueden ejercer su toxicidad por vía oral, cutánea o por inhalación
PELIGROS PARA EL MEDIO AMBIENTE	
	<p>Peligro para el medio ambiente</p> <p>Son productos que pueden causar efectos nocivos sobre los organismos del medio acuático</p>

Los **Peligros Físicos** se clasifican en:

- 1) Explosivos. 2) Gases inflamables. 3) Aerosoles inflamables. 4) Gases Comburentes. 5) Gases a presión.
- 6) Líquidos inflamables. 7) Sólidos inflamables. 8) Sustancias y mezclas que reaccionan espontáneamente.
- 9) Líquidos pirofóricos. 10) Sólidos pirofóricos. 11) Sustancias y mezclas que se calientan espontáneamente.
- 12) Sustancias y mezclas que en contacto con el agua desprenden gases inflamables. 13) Líquidos comburentes. 14) Sólidos comburentes. 15) Peróxidos orgánicos. 16) Sustancias y mezclas corrosivas para los metales.

Peligros para la salud:

- 1) Toxicidad aguda. 2) Corrosión / Irritación cutánea. 3) Lesiones oculares graves / Irritación ocular. 4) Sensibilización respiratoria. 5) Mutagenicidad. 6) Carcinogenicidad.
- 7) Tóxicos para la reproducción. 8) Toxicidad específica para órganos diana. Exposición única. 9) Toxicidad repetida para órganos diana. Exposición repetida. 10) Peligro por aspiración.

Peligros para el medio ambiente

- 1) Peligro para el medio ambiente acuático. 2) Peligro para la capa de ozono. (Clase de peligro adicional para la UE).

Las frases **H** (hazard = peligro) y **P** (precautionary = de prudencia) dan información de la peligrosidad de la sustancia así como las medidas a tomar para evitar el daño. Estas frases **H** y **P**, así como los pictogramas, suelen estar disponibles en paneles informativos colocados en lugar bien visible dentro de los laboratorios de docencia y de investigación.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)

Por EPI se entiende “cualquier dispositivo o medio que vaya a llevar o del que vaya a disponer una persona con el objetivo de que la proteja contra uno o varios riesgos que puedan amenazar su salud y/o su seguridad”

Los riesgos más comunes en nuestro laboratorio son debidos a salpicaduras (ojos y piel) e inhalación.

PROTECCIÓN DE OJOS: Mediante Gafas de Seguridad Homologadas. Protegen de los riesgos causados por proyecciones (de sólidos y líquidos). Las más usuales son las del tipo montura universal. Para ciertos tipos de manipulaciones puede ser necesaria unas gafas de montura integral e incluso pantallas faciales.

Durante la estancia en laboratorio, deben llevarse continuamente gafas protectoras. En los laboratorios no deben usarse lentes de contacto.



Gafas de seguridad



Guantes



Pantalla facial

PROTECCIÓN DE LA PIEL: Guantes, mandiles, bata de laboratorio, pantallas faciales protectoras, impiden el contacto y penetración de sustancias tóxicas, corrosivas o irritantes a través de la piel.

Guantes de protección:

En los laboratorios los riesgos más usuales son químicos, biológicos, térmicos y algunas veces mecánicos (ej. cuando intentamos desencastrar un esmerilado o recoger vidrio roto).

Al elegir unos guantes para la protección contra sustancias y preparados químicos no se debe olvidar que:

- algunos materiales proporcionan buena protección contra unos productos químicos, pero mala contra otros.
- algunos reactivos químicos pueden reaccionar entre sí y dar lugar a productos con propiedades diferentes a las sustancias de partida, (para las que se había previsto los guantes)

Los guantes de seguridad se fabrican en diferentes materiales (PVC, PVA, nitrilo, látex, neopreno...). Para su uso en el laboratorio, además de la necesaria resistencia mecánica a la tracción y a la perforación, es fundamental la impermeabilidad frente a los distintos productos químicos. A continuación se expone una tabla de resistencia de los guantes a diferentes productos químicos según sea su composición.

COMPUESTO QUÍMICO	COMPOSICIÓN DE LOS GUANTES (1)					
	Caucho natural o látex	Neopreno	Buna-n (nitrilo)	Butilo	PVC	PVA
ÁCIDOS INORGÁNICOS						
Ácido crómico	☹☹	😊	😊	😊	😊	☹☹
Ácido clorhídrico 35%	😊	😊😊	😊	😊	😊😊	☹☹
Ácido fluorhídrico 48%	😊	😊😊	😊	😊	😊	☹☹
Ácido fosfórico	😊	😊😊	😊	😊	😊	☹☹
Ácido nítrico 65%	☹☹	😊	☹	😊	😊	☹☹
Ácido sulfúrico 95%	😊😊	😊😊	😊	😊	😊	☹☹
ÁCIDOS ORGÁNICOS						
Ácido acético	😊😊	😊😊	😊	😊	😊	☹☹
Ácido fórmico	😊😊	😊😊	😊	😊	😊😊	☹
ALCOHOLES						
Alcohol butílico	😊😊	😊😊	😊	😊	😊	😊
Alcohol etílico (Etanol)	😊😊	😊😊	😊	😊	😊	😊
Alcohol metílico (Metanol)	😊😊	😊😊	😊	😊	😊	😊
ALDEHÍDOS						
Acetaldehído	😊	😊😊	😊	😊	😊	😊
Benzaldehído	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Formaldehído	😊😊	😊😊	😊	😊	😊	☹
BASES						
Hidróxido de amonio	😊😊	😊😊	😊	😊	😊😊	☹☹
Hidróxido de potasio 50%	😊😊	😊😊	😊	😊	😊	☹☹
Hidróxido de sodio 50%	😊😊	😊😊	😊	😊	😊	☹☹
AMINAS						
Anilina	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Dietilamina	😊	😊	😊😊	?	😊	😊
Hidracina	😊	😊	😊	?	😊	☹☹
DISOLVENTES AROMÁTICOS						
Benzol	☹☹	☹	😊	?	☹	😊😊
Destilados de alquitrán de hulla	☹☹	😊	😊	?	😊	😊😊
Estireno	☹☹	😊	😊	?	☹	😊😊
Tolueno	☹☹	☹☹	😊😊	☹☹	😊	😊😊
Xileno	☹☹	☹	😊	😊	☹☹	😊😊
DISOLVENTES ACETONAS						
Acetona	😊😊	😊	☹	😊	☹	😊
Metil etil cetona	😊😊	😊	😊	😊	☹☹	😊😊
Metil isobutil cetona	😊😊	😊	😊	😊	😊	😊

😊😊=excelente 😊=bueno 😊=regular ☹=inferior ☹☹=malo ?=no comprobado

COMPUESTO QUÍMICO	COMPOSICIÓN DE LOS GUANTES (2)					
	Caucho natural o látex	Neopreno	Buna-n (nitrilo)	Butilo	PVC	PVA
DISOLVENTES CLORADOS						
Cloroformo	☹☹	😊	😊	☹	☹☹	😊😊
Cloruro de metilo	☹	😊	😊	?	☹☹	😊😊
Percloro etileno	☹☹	☹☹	😊	☹☹	☹☹	😊😊
Tetracloruro de carbono	☹☹	☹	😊	☹☹	☹	😊😊
Tricloroetileno	☹☹	😊	😊	?	☹☹	😊😊
DISOLVENTES DERIVADOS DEL PETRÓLEO						
Hexano	☹☹	☹	😊😊	?	☹	😊😊
Keroseno	☹☹	😊	😊😊	☹☹	☹	😊😊
Pentano	☹	😊	😊😊	☹☹	☹	😊😊
DISOLVENTES VARIOS						
Acetato de etilo	☹	😊	😊	😊	☹☹	☹
Acetato de propilo	😊	😊	😊	😊	☹	😊
Acrilonitrilo	😊	😊	☹	😊	☹	😊😊
Bromuro de metilo	☹	😊	😊	?	☹☹	😊😊
Disolventes de pintura	☹	😊	😊	?	☹	😊😊
OTROS PRODUCTOS						
Aceite de corte	☹	😊😊	😊	☹☹	😊	☹
Baños electrolíticos	😊😊	😊😊	😊	☹	😊😊	☹☹
Barniz para madera (tung oil)	☹☹	😊	😊	?	☹	😊😊
Decapantes para pintura y barnices	☹	😊	😊	?	☹☹	😊
Diisocianato de tolueno	😊	☹	😊	?	☹☹	😊
Disulfuro de carbono	☹☹	☹	😊	☹☹	☹	😊😊
Etilenglicol	😊😊	😊😊	😊	😊	😊	😊
Glicerina	😊😊	😊	😊	😊	😊😊	☹
Grasas animales	😊😊	😊	😊	?	😊	😊😊
Peróxido de hidrógeno 50% (Agua oxig.)	😊	😊	😊	😊	☹	☹
Resinas de époxi	😊😊	😊😊	😊	😊	😊😊	😊😊
Tintas de imprimir	😊	😊😊	😊😊	?	☹	😊😊
Trinitrotolueno	😊	😊	😊	😊	😊😊	😊😊
Trementina	☹☹	😊	😊😊	☹☹	😊	😊😊

TABLA DEL INSHT (NTP 517) MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES

😊😊=excelente 😊=bueno ☹=regular ☹☹=inferior ☹☹☹=malo ?=no comprobado

Ropa:

Se aconseja llevar ropa de algodón. La ropa que contiene una elevada proporción de material sintético no debe usarse. Evitar trabajar en el laboratorio con corbatas, medias, pulseras y cabellos largos sin recoger. Se ha de usar zapato cerrado y no sandalias u otro tipo de calzado abierto.

PROTECCIÓN RESPIRATORIA: Máscara, mascarilla, equipos autónomos, impiden que el contaminante penetre en el organismo a través de las vías respiratorias. Los equipos autónomos son los únicos independientes del medio ambiente, (para casos muy especiales).

Los **equipos dependientes del medio ambiente** retienen o transforman los contaminantes presentes en el ambiente. Están formados por el adaptador facial y el filtro. El adaptador facial asegura un espacio herméticamente cerrado alrededor de las vías respiratorias, de manera que el aire no pueda acceder a las vías respiratorias si no es a través del filtro.



<p>Mascarilla Autofiltrante: No está indicada para la protección de gases o vapores</p>	<p>Mascarilla: Cubre nariz y boca. Utilizar en presencia de vapores que solo sean asfixiantes.</p>	<p>Máscara Completa: Cubre boca nariz y ojos. Utilizar en presencia de vapores corrosivos y/o tóxicos.</p>	<p>Equipo autónomo de respiración: Permite respirar sin depender del medio ambiente</p>
--	---	---	--



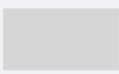







Los filtros de las máscaras pueden ser:

- **Mecánicos:** Retienen el contaminante, impidiendo su paso por medios físicos. Se utilizan para polvo, humo o aerosoles.
- **Químicos:** Presentan en su interior una sustancia química que retiene el contaminante (lo adsorben o reaccionan con él). Son específicos para una sustancia o grupo de sustancias de parecidas características químicas.
- **Mixtos:** Combinación de los dos anteriores.

En general, nosotros utilizaremos este tipo de máscaras cuando manejemos grandes cantidades de reactivos volátiles o disolventes y en los casos que no tengamos extracción en las vitrinas o insuficiente ventilación en el laboratorio.

En cualquier caso, si está estropeada la ventilación en las vitrinas, lo mejor es no manejar ninguna sustancia volátil hasta que esté subsanado el problema.

TIPOS DE FILTROS

Código de color	Tipo de filtro	Campos de aplicación
	AX	Gases y vapores de compuestos orgánicos con un punto de ebullición inferior o igual a 65°C
	A	Gases y vapores de compuestos orgánicos con punto de ebullición superior a 65°C
	B	Gases y vapores inorgánicos (por ej.: cloro, sulfuro de hidrógeno, cianuro de hidrógeno)
	E	Dióxido de Azufre, Cloruro de Hidrógeno
	K	Amoníaco
	CO	Monóxido de Carbono
	Hg	Vapor de mercurio
	NO	Gases nitrosos, incluido el Monóxido de Nitrógeno
	Reactor	Yodo radioactivo, incluyendo el yoduro de metilo radioactivo.
	P	Partículas

PRIMEROS AUXILIOS EN EL LABORATORIO

1.- **DERRAME DE PRODUCTOS QUÍMICOS EN LA PIEL:** Debe ser lavado de inmediato, dejando correr el agua por un tiempo no inferior a 15 minutos, en caso necesario quitarse la ropa contaminada y situarse debajo de la ducha. La rapidez y el tiempo de lavado pueden reducir considerablemente la gravedad y extensión de la herida.

Si el producto químico derramado es un **ácido**, después de lavarlo, se puede neutralizar con bicarbonato sódico durante 15 o 20 minutos

Si el producto derramado es una **base**, después de lavar la herida, se puede utilizar una disolución de ácido acético al 1% o ácido bórico.

Un caso especial es el ácido fluorhídrico. Si se usa se ha de disponer de disoluciones o pomadas de gluconato de calcio.

2.- **SALPICADURAS DE PRODUCTOS QUÍMICOS EN LOS OJOS:**

Es importante el lavado de los ojos con agua corriente en un lavaojos en la mayor brevedad de tiempo posible (antes de 10 segundos), separando los párpados para que el agua pueda eliminar cualquier resto de producto que pueda quedar en la conjuntiva. Se recomienda una duración mínima de 10 minutos y posteriormente acudir al oculista por pequeña que parezca la lesión.







MUY IMPORTANTE QUE, TANTO LAS DUCHAS COMO LAVAOJOS, ESTÉN EN LUGARES CERCANOS Y ACCESIBLES DESDE EL PUESTO DE TRABAJO, (NO DEBEN COLOCARSE OBJETOS QUE PUEDAN OBSTRUIR SU ACCESO).

3.- **QUEMADURAS:** Las pequeñas quemaduras producidas con materiales calientes deben de ser tratadas metiendo la zona afectada en agua fría durante 10-15 minutos. En las quemaduras más graves se requiere atención médica inmediata (**061**), en todo caso no se debe intentar quitar la ropa pegada a la piel, no dar bebidas ni alimentos al accidentado y nunca dejarlo solo. No se deben utilizar cremas ni pomadas sobre las quemaduras. En caso de que el fuego prenda en la ropa, no aplicar el extintor sobre las personas, sino intentar sofocarlo con una manta ignífuga o arena. Sobre todo no correr, es mejor que el accidentado se eche a rodar en el suelo sobre si mismo.

4.- **INHALACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS:** Conducir inmediatamente a la persona afectada a un ambiente de aire fresco, proporcionándole asistencia médica tan pronto como sea posible (**061**). Las personas que prestan ayuda en estas circunstancias deben actuar con extrema precaución para no ser víctimas a su vez de la situación que intentan remediar.

5.- **INGESTIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS:** Acudir al médico de inmediato (**061**) y mostrarle la etiqueta-ficha de datos de seguridad. Si el accidentado está inconsciente se le pondrá recostado con la cabeza ladeada para evitar la asfixia por vómito. No provocar el vómito si el accidentado está inconsciente o presenta convulsiones. No provocar el vómito si el producto es corrosivo o inflamable.

<p>Tóxicos, Nocivos: beber abundante agua y provocar el vómito.</p> 	<p>Irritantes: beber abundante agua y provocar el vómito.</p> 
<p>Corrosivos: beber abundante agua y evitar el vómito (riesgo de perforación).</p> 	<p>Inflamables: beber abundante agua y evitar el vómito (riesgo de aspiración).</p> 
<p>Otros: beber abundante agua y provocar el vómito.</p>	

6.- **CORTES O PEQUEÑAS HERIDAS PRODUCIDAS EN EL LABORATORIO:** Requieren un lavado abundante con agua y jabón. Hay que contar con la posibilidad de que la herida esté contaminada con algún producto químico o biológico con el que se esté trabajando. La salida de la sangre ayuda al arrastre al exterior del producto químico que se pudiera introducir en la herida. Se debe comprobar la funcionalidad del miembro afectado (que no haya sección de algún tendón). Si hay hemorragia sería oportuno levantar y comprimir manualmente la zona lesionada. Las heridas grandes o complicadas requieren asistencia médica. Todo tipo de heridas deben protegerse antes de ponerse a trabajar en el laboratorio, (son puertas de entrada al organismo). Conviene estar vacunado contra el tétanos.

INCENDIOS



Las medidas de seguridad ante este tipo de accidentes son: Alarmas, sistemas de contraincendios automáticos, salidas de emergencia, puertas de cierre automático con barras antipánico, elementos de primera intervención (mantas ignífugas, duchas de emergencia, extintores, mangueras), Además como veremos más adelante debe existir un protocolo de actuación en caso de incendio.

Como norma general, en caso de evacuación deben cerrarse las puertas. Nunca una persona sola debe hacer frente a un incendio. La persona que descubre el fuego, debe ponerse a salvo, y lo que debe hacer en primer lugar es avisar. A continuación si está capacitada para actuar y no pone en peligro su integridad física, puede hacer frente al incendio con los medios de extinción más adecuados.

Todo el personal del laboratorio debe conocer las salidas de emergencia más cercanas en el momento del siniestro y la situación tanto de los medios de extinción como de las duchas. Estos elementos de seguridad deben estar situados cerca de los puestos de trabajo, ser accesibles y no deben colocarse objetos que puedan obstruir su acceso.

Los medios para combatir incendios:

EXTINTOR DE POLVO: Suele ser útil para fuegos de tipo A (sólidos) B (líquidos) y C (gases). Tiene un buen alcance (permite apagar el fuego a una distancia entre 2 y 7 metros). Deja mucho residuo (por lo que los equipos suelen quedar inservibles después de ser rociados con estos extintores). Los de nuestro laboratorio son de polvo polivalente (para fuegos de tipo A, B, C)



EXTINTOR DE CO₂: No deja residuos. Debe utilizarse para apagar fuegos en conductores eléctricos y equipos de elevado coste. No sirve para fuegos provocados por metales u organometálicos. Riesgo de quemaduras por frío durante su uso. Su alcance es más limitado que el extintor de polvo.



EXTINTOR ESPECIAL PARA METALES: Para fuegos de tipo D producidos por metales que liberan hidrógeno por ejemplo Na metal. En estos casos NUNCA usar agua.

MANTAS IGNÍFUGAS: Son útiles para el control de pequeños incendios y para tapar personas que se hayan incendiado



DUCHAS DE SEGURIDAD: Pueden utilizarse para personas, si no tienen que desplazarse apenas, ya que si una persona que se ha incendiado corre, la situación empeora (si no hay ducha cercana, es preferible rodar por el suelo o tapan al accidentado con una manta ignífuga)

MANGUERAS/BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS:

El agua es un medio de extinción eficaz por sus propiedades fisico-químicas (absorbe grandes cantidades de calor, 1 litro de agua en estado líquido equivale a 1,7 m³ de vapor de agua). El agua no es recomendable para disolventes inflamables (para ser efectiva debe mezclarse con agentes espumógenos). La manguera ha de ser manejada por dos o más personas debido a la alta presión de agua con que suelen estar dotadas las bocas de incendios.



CLASIFICACIÓN DE LOS FUEGOS Y SU RELACIÓN CON LOS AGENTES EXTINTORES

Clase	Combustible	Agua chorro	Agua pulverizada	Espuma	CO ₂	Polvo BC	Polvo ABC
A	Sólidos	Bien	Bien	Bien	Bien	Mal	Bien
B	Líquidos	Mal	Bien	Bien	Bien	Bien	Bien
C	Gaseosos	Mal	Bien	Mal	Bien	Bien	Bien
D	Metales	Mal	Mal	Mal	Mal	Mal	Mal

CLASE DE FUEGO

A	Materiales combustibles sólidos madera, papel, trapos, desperdicios...
B	Líquidos y sólidos inflamables etanol, acetona, pinturas,...
C	Gases inflamables hidrógeno, butano, metano, cloruro de metilo, etileno...
D	Metales alcalinos, alcalinó-térreos magnesio, litio, sodio, aluminio en polvo...

MANEJO DE GASES A PRESIÓN Y LICUADOS

BOTELLAS DE GAS: riesgos genéricos en su utilización (NTP 397)

La botellas de gases son aquellas dedicadas a contener gases comprimidos, licuados o disueltos a presión, y cuya capacidad, de acuerdo con lo establecido en el **Reglamento de Aparatos a Presión**, Instrucción Técnica, del **MIE-AP7**, es igual o inferior a 150 litros. A continuación, se indican las medidas preventivas esenciales en el uso de las mismas.

Transporte de botellas por el usuario en las instalaciones.

Carro portabotellas

- Para el traslado de botellas a los distintos puntos de trabajo o utilización, se emplearán carretillas portabotellas, fig. 1, prohibiéndose expresamente efectuarlo mediante arrastre y/o rodadura, ya que estas operaciones pueden ocasionar cortes, abolladuras, etc. en la pared de la botella y disminuir sus características mecánicas resistentes.



- Para pequeños desplazamientos, por ejemplo para conectar la botella a una línea, se las podrá mover haciéndolas girar por su base, previa pequeña inclinación de las mismas.

Botellas sujetas con cadena

- En todos los casos se emplearán guantes y calzado de seguridad. Deberán estar exentos de grasa o aceite, ante el riesgo de que determinados gases, como por ejemplo el oxígeno, presenten reacción explosiva con dichas sustancias.
- Si como consecuencia de un choque o golpe accidental una botella quedase deformada, marcada o presentase alguna hendidura o corte, se devolverá al suministrador del gas, sin utilizarse. Dichas botellas presentan riesgo de explosión, al haber quedado disminuidas sus características mecánicas resistentes.
- Una vez la botella en el lugar de utilización, deberá fijarse adecuadamente, por ejemplo con cadenas, evitando así el riesgo de caída de la misma, lo que a su vez puede suponer lesiones a las personas, o escapes de gas por rotura de conexiones.



Expansión del gas

- La utilización del gas contenido en una botella se efectuará siempre a través de un regulador de presión adecuado; téngase en cuenta que la elevada presión del gas contenido en la botella, por ejemplo 200 kg/cm^2 para el nitrógeno, podría destruir los instrumentos o aparatos donde se va a utilizar si se conectasen directamente a la botella, con los consiguientes riesgos, entre ellos la proyección de elementos y chorros de fluido a presión.

Cuadro de regulación de gases



- Los Reguladores de presión, disponen de los siguientes elementos:



1. Racor de conexión a la botella de gas. Específico para la botella de gas de utilización.
2. Manómetro indicador de la presión de botella.
3. Manómetro indicador de la presión regulada.
4. Volante de regulación.
5. Conexión de salida de gas a presión reducida.

- Se deberán desechar aquellos reguladores que presenten manómetros rotos, ya que independientemente de su ineficacia, se pueden producir pérdidas e incluso proyección de elementos, debido a la presión.

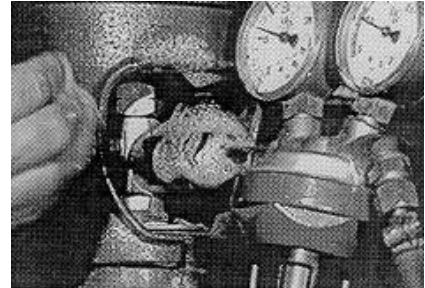
Racores de unión

- La conexión de una botella a un manorreductor se efectuará exclusivamente con la pieza de acoplamiento que corresponde al gas en uso, según determina la Instrucción Técnica Complementaria del I.E. AP7, del Reglamento de Aparatos a Presión. Así el racor de unión de una botella de oxígeno es distinto que la de una botella de gas inerte (Ar), Otras racores enroscan al revés (Botella de H_2)
- Es muy peligroso el utilizar piezas con roscado defectuoso pues se corre el riesgo de fugas de gas o la expulsión inesperada de la conexión, por efecto de la presión.
- La estanqueidad de los racores se consigue mediante el empleo de juntas, que deberán ser del material adecuado al gas en uso y proporcionadas por el suministrador del mismo.

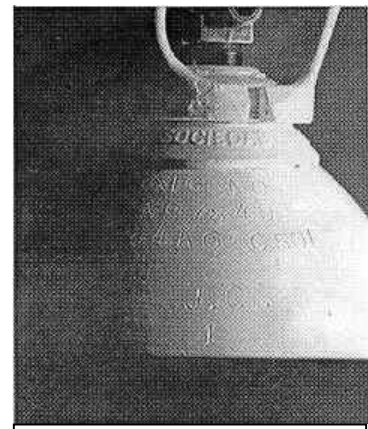
- Cuando una junta usada presente alguna alteración, o ha transcurrido el tiempo estimado en un Plan de del mantenimiento, deberá reemplazarse por una junta nueva, evitando así el riesgo de escape de gas.

Verificación de la estanqueidad de una conexión

- 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.
- Las botellas deberán utilizarse tal como son suministradas, no debiéndose quitar en ningún caso la tulipa, cuya misión es proteger el grifo, (la parte más débil de la botella), ante una eventual caída.
- Antes de utilizar una botella se asegurará del contenido de la misma, leyendo marcas y etiquetas que figuran en la misma, ver fig. 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 Aparatos a Presión**, será devuelta al suministrador.



Verificación de escape de gas con solución jabonosa



Marcas y etiquetas en botellas

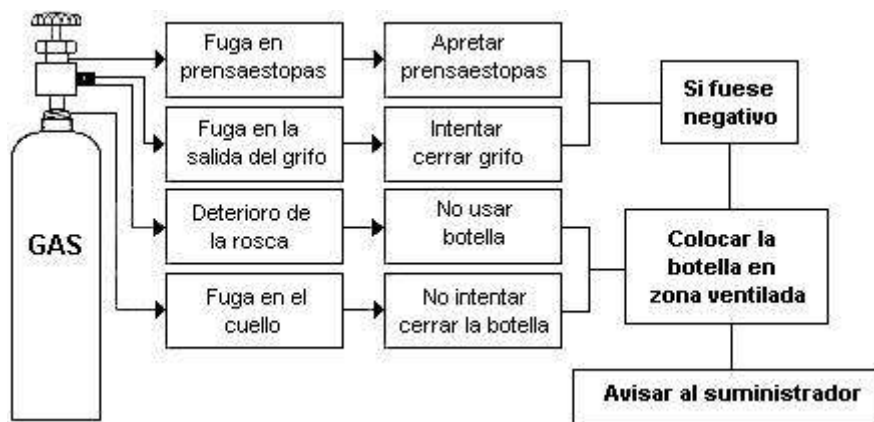
- En el recinto de utilización sólo estará la botella en uso y la de repuesto en su caso.
- Los grifos de las botellas se abrirán lentamente y de forma progresiva. En el caso de que se presentara alguna dificultad para la apertura, se devolverá al suministrador, sin forzarla ni emplear herramienta alguna, ya que existe el riesgo de ruptura del grifo con el consiguiente escape de gas a presión.
- No engrasar los grifos de las botellas, ya que algunos gases presentan reacción explosiva con grasas y aceites.
- Para la apertura de la botella, el grifo de la misma estará en posición opuesta al operario y en ningún caso estará dirigida hacia personas que se encuentren en las proximidades. Se evitan así, las proyecciones de gas a presión o de elementos accesorios, en el caso de fallo o rotura.

- Una vez finalizados los trabajos con la botella, aflojar el tornillo de regulación del manorreductor y cerrar el grifo de la botella.
- No utilizar botellas en recintos cerrados o confinados sin asegurarse de que existe una ventilación adecuada. El escape o acumulación de gas ha sido causa de graves accidentes.

Actuación en el caso de fuga de una botella

En el caso de que se presentase fuga en una botella de gas, será necesario intervenir rápidamente, siguiendo los siguientes pasos:

1. Identificar el gas.
2. Aproveccionarse del equipo necesario, que para determinados casos puede ser un equipo de respiración autónomo, cpor ejemplo, para gases tóxicos o corrosivos.
3. Seguir las pautas indicadas en la figura.



Secuencia de actuación

Bibliografía

(1) Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos. Instrucción Técnica MIE APQ-005. Orden 21 Julio 1992.

(2) Reglamento de Aparatos a Presión.
Real Decreto 1244 de 4 Abril 1979.
Real Decreto 1504 de 23 Noviembre 1990.

(3) MIE-AP7 Botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión. OO. MM. de 1 Septiembre 1982, 12 Noviembre 1982, 17 Julio 1983, 22 Julio 1983, 28 Marzo 1985, 10 Abril 1985, 13 Junio 1985, 29 Junio 1985, 3 Julio 1987 y 16 Julio 1987.

Situaciones de riesgo en la manipulación de gases (NTP 399)

La manipulación de gases puede tener lugar, básicamente, en dos circunstancias concretas: operando directamente con las botellas de gases a presión o bien con una instalación fija que incluye una estación de expansión. En el primer caso las precauciones a tener en cuenta son mayores ya que implica una serie de operaciones que deben estar protocolizadas: fijación de la botella, purga, conexión, apertura del grifo, operaciones con el manorreductor, etc., y que se realizan más frecuentemente que cuando se dispone de una instalación de gases.

En ambos casos se pueden presentar una serie de emergencias, que deben estar contempladas en el plan de seguridad y emergencia del laboratorio, que se resumen en el **cuadro 1**.

La revisión periódica de las conexiones de las botellas y de la instalación de gases en su caso, es la medida preventiva más eficaz para la prevención de fugas que puedan ser causa de una situación de emergencia. Esta revisión debe realizarse con agua jabonosa o productos o detectores específicos para el gas. De manera general, caso de detectarse una fuga en una botella, se recomienda la secuencia de actuación indicada en el **cuadro 2**.

Si la fuga tiene lugar en una instalación, se recomienda la secuencia resumida en el **cuadro 3**.

Cuadro 1: Fugas de gases

FUGAS DE GASES CORROSIVOS
IRRITANTES O TÓXICOS

FUGAS DE GASES ASFIXIANTE
QUÍMICOS

FUGAS DE GASES ASFIXIANTE INERTES

FUGAS DE GASES INFLAMABLES

FUGA DE OXÍGENO

LLAMA EN LA BOCA DE UNA BOTELLA
DE ACETILENO

CALENTAMIENTO ESPONTÁNEO DE UNA
BOTELLA DE ACETILENO

Cuadro 2 Actuación en caso de una fuga de gas en una botella

1. APROXIMARSE A LA BOTELLA CON EL VIENTO (O LA COERRIENTE DE AIRE) A LA ESPALDA
2. VERIFICAR QUE EL GAS NO SE HA ENCENDIDO
3. CERRAR EL GRIFO, SI ES POSIBLE
4. TRASLADAR LA BOTELLA CON FUGA A UN ESPACIO ABIERTO, FUERA DEL ALCANCE PERSONAS E INSTALACIONES
5. SI NO SE TRATA DE OXÍGENO O UN GAS INERTE, AVISAR A LOS BOMBEROS.
6. SEÑALIZAR LA ZONA CON LA INDICACIÓN DE PELIGRO CORRESPONDIENTE, IMPIDIENDO EL ACCESO DE PERSONAS, VEHÍCULOS, FOCOS DE IGNICIÓN , ETC.
7. CONTROLAR PERMANENTEMENTE LA BOTELLA HASTA SU TOTAL VACIADO
8. AVISAR AL SUMINISTRADOR

Cuadro 3: Actuación en caso de una fuga de gas en una instalación fija.

1. CERRAR LOS GRIFOS DE LA BOTELLA O BOTELLAS CONECTADAS A LA INSTALACIÓN
- 2.COMUNICAR LA INCIDENCIA AL RESPONSABLE DE LA INSTALACIÓN O DEL LABORATORIO PARA RECABAR INSTRUCCIONES
3. ESTUDIAR LA CONVENIENCIA DE ACTUACIONES DE EMERGENCIA, AVISO A LOS BOMBEROS, AISLAMIENTO DEL ÁREA, ETC.
4. PURGAR LA INSTALACIÓN CON UN GAS INERTE ANTES DE PROCEDER A LA REPARACIÓN
5. REALIZAR LA REPARACIÓN, SIEMPRE CON LA GARANTÍA DE QUE LA INSTALACIÓN NO SE HALLA BAJO PRESIÓN.
6. COMPROBAR QUE LA FUGA HA SIDO REPARADA, CUANDO SEA POSIBLE HACERLO EMPLEANDO AIRE O UN GAS INERTE.
7. PONER EN MARCHA OTRA VEZ LA INSTALACIÓN CON LOS PURGADOS PREVIOS QUE ELLO REQUIERA.

A continuación se comentan las situaciones generadas en casos de fugas de diferentes gases a partir de la estimación aproximada de la concentración ambiental que se podría generar y las características de peligrosidad del gas.

Gases corrosivos, irritantes o tóxicos

Si se dispone de una botella de cloro (gas licuado) del tipo B40 que contiene 50 kg (41 l) de este gas a 8 kg/cm^2 a $15 \text{ }^\circ\text{C}$ y se produjera una fuga de la botella, o en el circuito al cual está conectada, de 10 g del gas, éste ocuparía un volumen de unos 3,4 l.

Si la fuga hubiera tenido lugar en un laboratorio de 100 m^3 , se alcanzaría una concentración del orden del 34 ppm. Si se tiene en cuenta que la concentración IPVS (Inmediato Peligro para la Vida y Salud) es de 30 ppm y el valor TLV-TWA (ACGIH, USA, 1996) es de 0,5 ppm, es evidente que el laboratorio debería ser evacuado inmediatamente.

Debe considerarse siempre la posibilidad de que el gas sea también inflamable.

Gases asfixiantes químicos

Si se dispone de una botella de monóxido de carbono tipo B50 que contiene 50 l de este gas a 100 kg/cm^2 y se produce una fuga del 10% del contenido de la botella se desprenderán, a condiciones ambientales, unos 500 l del gas, con lo que la concentración aproximada que puede alcanzar el monóxido de carbono en aire en un laboratorio de 100 m^3 es de 5000 ppm. Si se tiene en cuenta que la concentración IPVS es de 1500 ppm y el valor TLV-TWA es de 25 ppm, es evidente que el laboratorio debería ser evacuado inmediatamente también en este caso.

Debe considerarse siempre la posibilidad de que el gas sea también inflamable.

Gases asfixiantes inertes

Si se dispone de dos botellas de dióxido de carbono (gas licuado) tipo B50 conectadas en serie que contienen 35 kg de gas a 50 kg/cm^2 y se vacían por una fuga, se desprenderán unos 40 m^3 , por lo que la concentración aproximada que puede alcanzar el gas en un laboratorio de 100 m^3 , será del orden del 30-40%, representando una reducción del oxígeno presente al 15%. Dado que se recomienda no trabajar a concentraciones de oxígeno inferiores al 18% (TLV, ACGIH, USA, 1996), debería procederse a ventilar adecuadamente el laboratorio antes de iniciar de nuevo el trabajo en él.

El ejemplo es válido para todos los gases inertes: nitrógeno, gases nobles, etc.

Gases inflamables

Supóngase una botella de hidrógeno tipo B50 que contiene 50 l de gas a 200 kg/cm^2 de la cual se vacía un 50% a causa de una fuga en el cromatógrafo al cual está conectada para usar el gas como portador para columnas capilares y para el detector. La fuga representaría el desprendimiento de unos 5 m^3 de gas, que en un laboratorio de 100 m^3 llevaría a una concentración ambiental de H_2 ligeramente superior al 4%, que es el límite inferior de inflamabilidad (LII) del gas. Por ello, en este caso, habría que suprimir inmediatamente cualquier foco de ignición y cortar, mediante un interruptor externo, la energía eléctrica del laboratorio, ventilándolo a continuación. La concentración alcanzada de hidrógeno no representa ningún problema a nivel de asfixia por reducción del oxígeno presente.

Si se trata de una botella de acetileno del tipo B40, que contiene 7 kg de gas disuelto en acetona a 15 kg/cm² y se vacía un 50% a causa de una fuga en la conexión a un aparato de Espectrofotometría de Absorción Atómica ello representará el paso a la atmósfera de unos 3,5 m³ de gas, que en el laboratorio tomado como ejemplo representaría una concentración superior al 3% y, en consecuencia al Lll, que es de 2,5%. Deberá actuarse como en el caso anterior.

Respecto a los ejemplos que se acaban de exponer, no debe perderse de vista que los cálculos son aproximados, pudiéndose alcanzar concentraciones diferentes a las calculadas en función de la ventilación del laboratorio, que en los ejemplos, para simplificar, se ha supuesto inexistente. También se producirán gradientes de concentración (en el punto de fuga habrá una concentración del 100%), que dependerán de las corrientes de aire existentes y del coeficiente de difusión del gas.

Oxígeno

El principal riesgo de una fuga de oxígeno consiste en que el aumento de su concentración ambiental puede alterar las características de inflamabilidad y de corrosión de las sustancias y materiales presentes. Varía el punto de inflamación, el de autoinflamación y los límites de inflamabilidad de las sustancias, pudiendo éstas inflamarse o autoinflamarse con mayor facilidad. Igual ocurre con la corrosión; materiales resistentes en condiciones normales de composición del aire atmosférico pueden sufrir corrosión con el aumento de la concentración de oxígeno.

Desde el punto de vista de la salud, el aumento en la concentración inhalada de oxígeno, durante periodos de tiempo no excesivamente largos, no presenta riesgo.

Llama en la boca de una botella de gas inflamable

Si se produce una llama en la boca de una botella, se procederá a cerrar el grifo. Si ello no es posible, la actuación a seguir dependerá del tipo de local en que esté situada la botella. Si está en una caseta de gases y ésta está adecuadamente acondicionada, se apagará la llama con un extintor, preferiblemente de polvo, se señalará la zona indicando el peligro y se enfriará el grifo para poder cerrarlo. Si la botella se halla en el propio laboratorio deberá valorarse si el riesgo derivado del escape de gases inflamables, una vez se haya apagado la llama, no es mayor que el de la propia llama. Si se toma la decisión de no apagar la llama, deberá actuarse para que la llama no provoque un incendio, separando de la botella con llama todo lo susceptible de ello. Se dará inmediatamente aviso a los bomberos, al servicio de prevención y al suministrador.

Calentamiento espontáneo de una botella de acetileno

Si se produce un calentamiento espontáneo de una botella de acetileno se recomienda la secuencia de actuación indicada en el **cuadro 4**. Debe tenerse en cuenta que el personal que no intervenga directamente en la emergencia debe hallarse lo más lejos posible o resguardado por un muro.

Cuadro 4: Actuación en caso de un calentamiento espontáneo de una botella de acetileno

1. NO MOVER LA BOTELLA DEL SITIO
2. CERRAR EL GRIFO, SI ES POSIBLE SIN PELIGRO.
3. CONSIDERAR SITUACIÓN DE EMERGENCIA
4. AVISAR AL SERVICIO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS, A LOS BOMBEROS Y AL SUMINISTRADOR
5. DESALOJAR AL PERSONAL
6. REGAR LA BOTELLA PARA ENFRIARLA
7. COMPROBAR QUE LA BOTELLA SE HA ENFRIADO Y NO VUELVE A CALENTARSE
8. DEVOLVER LA BOTELLA AL SUMINISTRADOR

GASES LICUADOS

Gases licuados a baja temperatura más frecuentemente utilizados (NTP 383)

Hay once gases básicos que pueden licuarse a temperaturas inferiores a $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$, de los cuales los más comunes son el argón, helio, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno, y cuyas características físicas quedan recogidas en la Tabla. Así mismo, hay también que citar al CO_2 cuya temperatura de ebullición a presión atmosférica es de $78\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Características físicas de los principales gases utilizados en forma licuada a baja temperatura

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	He	H	N	Ar	O
TEMPERATURA DE EBULLICIÓN A 1 ATM. EN $^{\circ}\text{C}$	-269	-253	-196	-186	-183
DENSIDAD DEL LÍQUIDO A 1 ATM. EN kg/l	0,125	0,071	0,808	1,40	1,142
DENSIDAD DEL GAS A $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ Y 1 ATM. EN kg/m ³	0,167	0,084	1,17	1,67	1,34
DENSIDAD RELATIVA RESPECTO AL AIRE A $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ Y 1 ATM.	0,136	0,068	0,95	1,36	1,09
VOLUMEN DEL GAS OBTENIDO DE 1 LITRO DE LÍQUIDO A $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ Y 1 ATM	749	842	691	836	854

De dichos gases, además del citado CO_2 se dispone en abundancia de helio, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno: El primero se obtiene por licuación y fraccionamiento de gases naturales que lo contienen, el hidrógeno de procesos químicos y electroquímicos, el oxígeno y nitrógeno por licuación y fraccionamiento del aire, y el CO_2 a partir de gases residuales en distintos procesos y de combustión.

Riesgos en la utilización de gases licuados a baja temperatura

- Quemaduras por contacto directo con el gas licuado o sus vapores a baja temperatura, que pueden tener origen en escapes, proyecciones o ebullición del gas. Téngase en cuenta que según se ha indicado en la Tabla 1, el nitrógeno por ejemplo, se encuentra a una temperatura de $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ cuando está en ebullición a la presión de una atmósfera.



Ebullición del nitrógeno a presión atmosférica

Las quemaduras que se producen tienen efectos semejantes a las producidas por el calor, si bien presentan una apariencia poco espectacular y poco inquietante al principio, ya que los tejidos helados son poco dolorosos, presentando un aspecto amarillento. Cuando posteriormente se deshuelan se vuelven muy dolorosos y propensos a la infección.

En general hay que decir que las quemaduras que se producen tienen una gravedad que depende de la temperatura y del tiempo de exposición. Por otra parte, el gas licuado tiene tendencia a infiltrarse bajo los vestidos, y al acumularse en ellos, aumenta el tiempo de contacto con la piel, extendiéndose la superficie quemada.

- Quemaduras por contacto con equipos, canalizaciones, etc., en los que es corriente que se forme hielo y que si bien en la superficie puede tener una temperatura próxima a 0 °C a medida que se profundiza, desciende notablemente. Si por alguna circunstancia se desprende la capa superficial y se produce el contacto directo de alguna parte del cuerpo con la capa al descubierto, las quemaduras que se producen son graves.
- Lesiones pulmonares al respirar gas muy frío procedente de la vaporización del gas licuado.
- Fragilización de materiales. Al contacto con el gas a muy baja temperatura, el acero dulce, aluminio, hormigón, etc, sufren una fragilización disminuyendo considerablemente su resistencia, dando lugar a la aparición de grietas en chapas, estructuras, etc., con el peligro de rotura o desmoronamiento.
- La vaporización de un gas licuado ocasiona un gran volumen de gas desplazando el aire y ocasionado riesgo de asfixia. Por ejemplo, la vaporización de un litro de nitrógeno líquido, a 15 °C y 1 atmósfera, produce 691 litros de gas nitrógeno.

Medidas preventivas a tener en cuenta en la utilización de gases licuados a baja temperatura

La utilización segura de gases licuados a baja temperatura requiere conocer y aprovechar sus características específicas, y en particular se ha de tener en cuenta lo siguiente:

Depósitos tipo Dewar

- Utilizar exclusivamente recipientes concebidos e identificados para el gas que se este utilizando; estos recipientes pueden variar según sea la utilización desde pequeñas unidades tipo Dewar a depósitos especiales de almacenaje con vaporizador.



- Dado que en condiciones ambientales los gases licuados se encuentran en ebullición, al rellenar recipientes abiertos que se encuentran a dicha temperatura, se utilizarán prendas de protección adecuada para cara y manos.

- Como medida genérica en toda instalación que implique contacto con gas licuado a baja temperatura, se utilizará protección personal y ropa adecuada. Esta última será de fibra natural y estará seca y limpia de grasa, téngase en cuenta que si el gas es por ejemplo oxígeno, y entra en contacto con grasa, esta puede entrar espontáneamente en combustión.
- En ningún caso se utilizará ropa ceñida, al objeto de poder quitarse rápidamente en el caso de ser alcanzado por el líquido.

Se prohibirá expresamente el uso de ropa con bolsillos abiertos, mangas remangadas o pantalones con dobleces, por ser lugares donde puede quedar retenido fácilmente el líquido.

Actuación en el caso de contacto con un gas licuado a baja temperatura

Se indica a continuación los primeros auxilios que se deben proporcionar a una persona que ha entrado en contacto con dicho gas, si bien se ha de tener en cuenta que serán los criterios de la atención médica los que prevalecerán en todo momento.

- Se le aflojarán las prendas de vestir y los sectores de la piel que han sido afectados se rociarán con abundante agua templada. Jamás se utilizará agua caliente o cualquier otra forma de calor directo, ya que temperaturas superiores a 42 °C causarían quemaduras adicionales. Por otra parte hay que tener en cuenta que los vestidos han podido quedar adheridos a la piel debido a la congelación de la humedad, por lo que tratar de quitarlos tirando, vendría a agravar las lesiones.
- Si debido a la exposición a la baja temperatura, la temperatura de todo el cuerpo ha descendido, será necesario calentar al accidentado, siendo deseable el sumergirlo en un baño de agua a una temperatura comprendida entre 40 y 42 °C, y mantenerla como mínimo a 40 °C para que el calentamiento se efectúe lo más rápidamente posible. Esta operación se deberá efectuar bajo control médico, por lo que si se está en espera de su presencia, se llevará al accidentado a una habitación con una temperatura de unos 22 °C y se le tatará con mantas de lana. Hay que tener en cuenta que durante el calentamiento se puede producir shock y volverse muy dolorosas las quemaduras.
- Se dispondrá el traslado del accidentado a un centro hospitalario adecuado, que disponga de Unidad de Quemados.

PLAN DE AUTOPROTECCIÓN DE LA FACULTAD DE QUÍMICA

Veamos primero algunas definiciones:

EMERGENCIA: Cualquier situación no deseada que pone en peligro la integridad tanto de unas dependencias como de las personas que las albergan, exigiendo una evacuación rápida de las mismas.

CLASIFICACIÓN: Por su gravedad en función de las dificultades existentes para su control y posibles consecuencias en:

- **Conato de emergencia:**
Accidente que puede ser controlado y dominado de forma sencilla y rápida por el personal y medios de protección del local, dependencia o sector.
- **Emergencia parcial:**
Accidente que para ser dominado requiere la actuación de los equipos especiales de emergencia del sector. Los efectos de la emergencia parcial quedarán limitados a un sector y no afectarán a otros sectores colindantes ni a terceras personas.
- **Emergencia general:**
Accidente que precisa de la actuación de todos los equipos y medios de protección del establecimiento y la ayuda de medios de socorro y salvamento exteriores.

RIESGOS QUE PUEDEN PROVOCAR EMERGENCIAS:

- Incendio
Producido por un descuido, por deficiencias en las instalaciones, como resultado de un accidente o intencionado.
- Derrumbamiento de edificios
- Inundación
- Seísmo
- Explosión

MEDIOS DE PROTECCIÓN:

Pueden ser:

MEDIOS TÉCNICOS:

- Protección contra incendios
 - Extintores portátiles
 - Bocas de Incendios
 - Detección y alarma
- Alumbrado de emergencia
- Señalización de evacuación

MEDIOS HUMANOS:

Los medios humanos se organizan en :

- Personal no perteneciente a grupos de emergencia.
- Personal perteneciente a equipos de emergencia. (JE, JI, EPI, EAE).
- Equipos externos colaboradores (Protección civil, Policía, Bomberos...)

ACTUACIONES GENERALES EN CASO DE INCENDIO.

A) AL DESCUBRIR EL INCENDIO

- Cierre la puerta del local incendiado.
- Pulse el pulsador de alarma más próximo. Avise a conserjería, por el teléfono o personalmente.
- Mantenga la calma, no grite.
- En caso de que no se encontrara nadie en el edificio (en horario de edificio cerrado), avise por teléfono a los Bomberos (**080** ó 981522446), y a la Patrulla de Seguridad (**607 414321**). Espere en el acceso del edificio la llegada de Bomberos y Patrulla de Seguridad, para guiarlos hasta el lugar del incendio.

B) EN CASO DE EVACUACIÓN

- Bajo ninguna circunstancia debe exponerse ni usted, ni el personal a evacuar, a un peligro por propia iniciativa.
- Es preciso mantener la calma y no fomentar situaciones alarmistas. Debe promover la ayuda mutua (controlar reacciones nerviosas).
- Apague todos los equipos eléctricos.
- Elimine obstáculos en puertas y caminos de evacuación.
- Deje cerradas las puertas y ventanas a su paso, asegurándose de que no quede nadie en el interior del recinto. No cierre con llave.
- Ayude a evacuar a los discapacitados que se encuentren en su área.
- No se entretenga recogiendo sus objetos personales.
- Debe mantener en todo momento la calma (controle reacciones nerviosas), no grite y sobre todo no corra, ya que una caída puede obstaculizar el camino de evacuación, y la aglomeración y caída de otras personas con graves consecuencias.
- No utilice los ascensores.
- En los tramos de escalera, circule por el exterior de éstas para favorecer el acceso de los Equipos de Emergencia.
- Durante la evacuación, no retroceda a buscar a otras personas, ya que entorpecería la evacuación al resto de éstas.
- Si existiera humo abundante, camine agachado y cúbrase la nariz y la boca con un pañuelo u otro tipo de prenda.
- Si se prendiese la ropa, tírese al suelo y ruede. No corra, ya que si lo hace activará más el fuego.
- Abandonado el edificio, diríjase a la zona de reunión para poder detectar posibles ausencias. No abandone la zona de reunión hasta que se dé la orden. Espere instrucciones.
- Atienda las indicaciones de los Equipos de Emergencia.

EQUIPOS DE EMERGENCIA

CLASIFICACIÓN

- JEFE DE EMERGENCIA (JE)
- JEFE DE INTERVENCIÓN (JI)
- EQUIPO DE PRIMERA INTERVENCIÓN (EPI)
- EQUIPO DE SEGUNDA INTERVENCIÓN (ESI)
- EQUIPO DE ALARMA Y EVACUACIÓN (EAE)
- EQUIPO DE ALERTA (EAL)
- EQUIPO DE APOYO (EAP)
- EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS (EPA)

En nuestro caso nos interesan las funciones de:

JEFE DE EMERGENCIA (JE)

Es un puesto pensado en una Facultad para el Decano, máximo responsable de la actividad en el centro o persona delegada. Tendrá suplentes que serán los Vicedecanos.

JEFE DE INTERVENCIÓN (JI)

Persona delegada por la dirección del departamento o departamentos afectados.

Tiene como función dirigir las primeras actuaciones de los EPI, ESI y EAE, a pie de emergencia, en coordinación con el JE.

EQUIPO DE PRIMERA INTERVENCIÓN (EPI)

Estará constituido por personas designadas que desarrollen su trabajo en la zona de actuación de dichos equipos. Su función será la actuación directa sobre la emergencia (uso de extintores, mangueras, control del incendio).

EQUIPO DE SEGUNDA INTERVENCIÓN (ESI)

Estará constituido por el 1º integrante y el 1º suplente de los EPI de las zonas no afectadas por la emergencia. Apoyarán si fuera necesario, al EPI de la zona afectada por la emergencia.

EQUIPO DE ALARMA Y EVACUACIÓN (EAE)

Estará constituido por personas designadas que desarrollen su trabajo en la zona de actuación de dichos equipos. Ayuda en la evacuación de todas las personas que se encuentren en el edificio. Son los encargados de asegurarse de que no quede nadie en el edificio en caso de que se ordene la evacuación, indicar las salidas más adecuadas, etc.

ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS

Los laboratorios, debido a que no almacenan una gran cantidad de productos químicos, no suelen estar sujetos a la normativa que regula el almacenamiento de productos químicos (R.D. 379/2001).

Los almacenes con una capacidad de almacenamiento determinada (por ejemplo de inflamables o de líquidos tóxicos, instalaciones de gases...) sí que están sujetos a esta normativa.

El almacenamiento prolongado de productos químicos presenta los siguientes riesgos asociados:

- Descomposición lenta de la sustancia (producción de gases, que al acumularse podría hacer estallar el recipiente).
- Polimerización de sustancias (podrían ocurrir reacciones explosivas).
- Formación de peróxidos (riesgo de explosión: al destilar, por contacto...)
- Deterioro del recipiente (podría romperse).

¿Cómo evitar/controlar estos riesgos?

NO ALMACENAR PRODUCTOS QUÍMICOS DURANTE DEMASIADO TIEMPO, para ello:

- Mantener el stock al mínimo.
- Utilizar un almacén externo al laboratorio.
- Almacenar en el laboratorio únicamente los productos imprescindibles que se usan durante la jornada.
- Agrupar los productos por peligrosidades.
- Separar los productos incompatibles.
- Aislar o confinar los productos de características especiales o peligrosos:
 - Los que reaccionan con el agua (Sodio, Potasio, Litio),
 - Los explosivos
 - Los cancerígenos
 - Los radiactivos
 - Los pestilentes
- Mantener un registro actualizado de productos almacenados (indicar la última fecha de utilización y nombre del responsable).
- Cuando se adquiera un producto, solicitar su ficha de seguridad. Si la empresa no la suministra, se puede conseguir en la página web de MERCK.
- Emplear armarios de seguridad.
- Utilizar frigoríficos antideflagrantes para guardar productos inflamables. No dejar nunca guardado en el frigorífico frascos de reactivos abiertos o mal cerrados.
- ¡NUNCA DEJAR EN EL FRIGORIFICO RECIPIENTES CON EL DISOLVENTE AL AIRE! (Erlenmeyer con cristalizaciones, etc.)

Una tabla orientativa de compatibilidades entre productos químicos puede ser:

	Acidos fuertes	Bases fuertes	Comburentes	Halogenados y derivados	Inflamables	Reductores
Acidos fuertes		☹	☹			
Bases fuertes	☹			☹		
Comburentes	☹			☹	☹	☹
Halogenados y derivados		☹	☹			
Inflamables			☹			
Reductores			☹			

En general, y muy importante, no tener almacenados ni en las mesas de trabajo ni en las vitrinas, reactivos o productos que no sean estrictamente necesarios, (así como otros tipos de material léase agujas, jeringas, suciedad...).

GESTIÓN DE RESIDUOS EN EL LABORATORIO

Los residuos procedentes de las actividades de docencia y de investigación de las Universidades, presentan unas características propias (muy diferentes de los residuos de origen industrial). Se emplean un elevado número de productos químicos, en cantidades generalmente pequeñas y además dichos residuos presentan una gran variabilidad en el tiempo y algunas veces pueden no estar bien identificados.

Para la correcta gestión de residuos en el laboratorio es necesario:

- Inventariar todos los posibles residuos.
- Definir los grupos de residuos (según sus características fisicoquímicas, peligrosidades y tratamiento/eliminación posterior).
- Considerar las posibilidades de minimización
- Destinar recipientes adecuados a las características de los residuos.

La clasificación de los residuos en la USC es el siguiente:

1. DISOLVENTES HALOGENADOS (contenido en halógenos superior al 0,2%).
2. DISOLVENTES NO HALOGENADOS.
3. RESIDUOS DE LABORATORIO IDENTIFICADOS (pequeños envases).
4. DISOLUCIONES INORGÁNICAS ACUOSAS ÁCIDAS O BÁSICAS (sin disolventes, ni metales pesados..)
5. SALES DE METALES PESADOS (en disolución acuosa, en disolventes orgánicos).
6. COMPUESTO CIANURADOS
7. MERCURIO Y SALES INORGÁNICAS DE MERCURIO.
8. ACEITES, (de bomba de vacío)
9. PARTICULARES (sólidos o líquidos incompatibles con otros grupos, ej, silicagel, vidrio roto, envases de reactivos vacíos...). No mezclar entre ellos.
10. DISOLUCIONES ACUOSAS DE COMPUESTOS ORGÁNICOS

Un ejemplo válido de clasificación de envases de recogida de residuos en un laboratorio sería:



Notas:

- El bidón 2 no debe ser metálico si el tiempo de llenado de el mismo supera 1 mes, pues con más tiempo se corroe.
- Los bidones 3 y 5 nunca deben de ser metálicos
- En los laboratorios los residuos sólidos suelen ser: silicagel, vidrio roto y envases vacíos.
- No se suelen generar suficientes residuos de sales de metales pesados como para rellenar un bidón tipo 4 ó 5, por lo tanto es mejor utilizar botellas de vidrio del tamaño adecuado, perfectamente etiquetadas con la clase de residuos que contiene.
- Los recipientes de residuos no deben llenarse más allá de 3/4 de su capacidad. Cuando alcanza este volumen, y antes de entregarlo al servicio de recogida de residuos, el recipiente se ha de etiquetar según la etiqueta normalizada que se puede conseguir en la siguiente dirección web: <https://www3.usc.es/prevencionmaterial/etiqueta.asp>

Antes de depositar los residuos en los bidones correspondientes es conveniente pretratarlos.

1. ÁCIDOS INORGÁNICOS, SALES Y DISOLUCIONES ÁCIDAS:
Diluir con agua aproximadamente 1:5 y neutralizar añadiendo lentamente sodio hidróxido en disolución o en escamas hasta pH 6-8
Al recipiente 3.
Productos: Ácidos nítrico, fosfórico, sulfúrico, clorhídrico, bifosfatos, bisulfatos.
2. ÁCIDOS ORGÁNICOS:
Diluir con agua aproximadamente 1:5 y neutralizar añadiendo lentamente sodio hidróxido en disolución o en escamas hasta pH 6-8
Al recipiente 3.
Productos: Ácido acético, butírico, fenilntranílico, naftalensulfónico, succínico, toluensulfónico, etc.
3. BASES, AMINAS, SALES BÁSICAS Y DISOLUCIONES BÁSICAS:
Diluir con agua, aproximadamente 1:5 y neutralizar añadiendo lentamente ácido sulfúrico diluido (hasta pH 6-8). La disolución resultante se diluye 1:10
Al recipiente 3
Productos: dietilamina, trietanolamina, trietilamina, piridina, hidróxido sódico, hidróxido potásico, carbonato potásico...
4. CIANUROS, MERCAPTANOS:
Mezclar bien en una disolución de hidróxido sódico e hipoclorito sódico, agitando de vez en cuando. Dejar en contacto con abundante agua. Eliminar el exceso de hipoclorito con una disolución de tiosulfato sódico y neutralizar. Si es mucha cantidad de residuo a destruir es mejor meterlo en un recipiente perfectamente etiquetado y entregarlo al gestor de residuos de la Universidad.
Al recipiente 3
Productos: Cianuros varios, mercaptobenzotiazol, sulfuros varios.

¿QUÉ HACER EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL DE UN REACTIVO?

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

TRATAMIENTO Y VERTIDO (NTP 276):

Haluros de ácidos orgánicos: Añadir NaHCO_3 y agua. Recipiente 3.

Clorhidrinas y nitroparafinas: Añadir Na_2CO_3 . Neutralizar. Recipiente 3.

Ácidos orgánicos sustituidos : Añadir NaHCO_3 y agua. Recipiente 3.

Aminas alifáticas : Añadir NaHCO_3 y pulverizar agua. Neutralizar. Recipiente 3.

Sales inorgánicas: Añadir un exceso de Na_2CO_3 y agua. Dejar en reposo (24h). Neutralizar (HCl 6M). V Recipiente 3.

Ácido: Aplicar NaHCO_3 (puede ser necesario añadir agua), comprobar el pH. Recipiente 3

Oxidantes: Tratar con un reductor (Ej: tiosulfato sódico, disolución concentrada). Neutralizar. Recipiente 3.

Reductores: Añadir Na_2CO_3 y agua (hasta suspensión). Dejar en reposo (2h). Neutralizar. Recipiente 3.

Cianuros: Tratar con $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ (disolución alcalina). Dejar en reposo (24h). Recipiente 3.

Nitrilos: Tratar con una disolución alcohólica de NaOH (conversión en cianato soluble), evaporar el alcohol y añadir hipoclorito cálcico. Dejar en reposo (24h). Recipiente 3.

Hidracinas: Diluir hasta un 40% y neutralizar (H_2SO_4). Recipiente 3.

Bases Fuertes y amoníaco: Neutralizar. Recipiente 3.

Hidruros: Mezclar con arena seca, pulverizar con alcohol butílico y añadir agua (hasta destrucción del hidruro). Neutralizar (HCl 6M) y decantar. Recipiente 3. Residuo de arena: Etiquetar y residuos sólidos

Amidas inorgánicas: Verter sobre agua y agitar. Neutralizar (HCl 3M ó NH_4OH 6M). Recipiente 3.

Compuestos internometálicos (cloruro de tionilo, tricloruro de fósforo, etc.): Rociar sobre una capa gruesa de una mezcla de Na_2CO_3 y cal apagada. Mezclar y atomizar agua. Neutralizar. Recipiente 3.

Peróxidos inorgánicos: Diluir. Recipiente 3.

Sulfuros inorgánicos: Añadir una disolución de FeCl_3 con agitación. Neutralizar (Na_2CO_3). Recipiente 3.

Mercurio: Intentar recoger la mayor parte del vertido en un recipiente, (hay que procurar que no se formen demasiadas bolitas de mercurio). Esparcir por la zona azufre en polvo y frotar. Hay kits de recogida de mercurio (Panreac comercializa uno con el código 175677.1122). El mercurio depositado en ranuras puede recogerse por aspiración con pipeta Pasteur y guardarlo en un recipiente cerrado y sellado. Si no es posible, sellar las ranuras con laca fijadora. Reunir todo y depositar en el recipiente 4.

Líquidos inflamables: Apagar los aparatos con llama y eliminar toda fuente de ignición. Utilizar los EPI's adecuados si la concentración de contaminante es muy alta. Ventilar la sala y no dejar entrar a nadie hasta que no exista peligro. El vertido debe absorberse con carbón activo u otros absorbentes específicos comercializados. No emplear nunca serrín. No absorber los derrames con trapos o papel aunque se lleven guantes. No utilizar agua para limpiar los derrames de líquidos inflamables y no eliminar por el desagüe los restos de líquidos inflamables.

Fugas de gases: Pueden ser:

1. **Asfixiantes, corrosivos, irritantes y tóxicos:** Evacuación inmediata del laboratorio. Ventilar si es posible.
2. **Inflamables:** Eliminar cualquier fuente de ignición, apagar en el cuadro eléctrico el interruptor general del laboratorio. Evacuación inmediata. Ventilar.

Atmósferas contaminadas:

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

Las acciones que se han de llevar a cabo para el control del riesgo son las siguientes:

- a) Si la contaminación es débil, abrir todas las ventanas y poner en marcha todas las vitrinas con las pantallas totalmente abiertas,
- b) Si la contaminación es importante, activar el sistema de emergencia (ver capítulo de Plan de Autoprotección pág. 26), evacuar el personal del área afectada, avisar al equipo de intervención provisto de material adecuado al riesgo, cerrar todos los equipos de llama o calefacción si el material es volátil e inflamable, abrir todas las ventanas y poner en marcha las vitrinas. Si la contaminación tuvo origen en un vertido, absorberlo con el absorbente adecuado al vertido y guardarlo en un recipiente estanco (si no hay absorbente adecuado, utilizar papel de cocina). Prohibir la entrada en el local hasta que la concentración ambiental de la sustancia peligrosa en la atmósfera deje de ser un peligro. Hacer las mediciones ambientales para conocer los niveles de contaminación.

TELÉFONOS DE URGENCIAS

EMERXENCIAS	112
URXENCIAS MÉDICAS	061
SERVICIO VIXIANCIA USC	600 940050
COMPLEXO HOSPITALARIO UNIVERSIDADE DE SANTIAGO	981 950000
HOSPITAL PROVINCIAL	981 951500
INSTITUTO DE TOXICOLOXÍA	915620420
PROTECCIÓN CIVIL	981543105
POLICÍA NACIONAL	091 981 551100
GARDA CIVIL	062
POLICÍA LOCAL	092 981542323
BOMBEIROS	080 981542446
TELÉFONOS INTERNOS DA USC	
SERVICIO DE PREVENCIÓN DE RISCOS (08:00 á 15:00 h)	33333
SERVICIO DE VIXIANCIA DA SAÚDE (08:00 á 15:00 h)	14519 14513
ÁREA DE XESTIÓN DE RESIDUOS (08:00 á 15:00 h)	33334
ÁREA DE SEGURIDADE	33332
CONXERXERÍA FACULTADE DE QUÍMICA	14229

ENLACES DE INTERÉS

- Servicio de prevención de riesgos de la Universidad de Santiago: <http://www.usc.es/gl/servizos/sprl/> . (tiene instrucciones de seguridad)
- Fichas Internacionales de Seguridad Química (FISQ):
<https://www.insst.es/el-instituto-al-dia/ntp-1145-fichas-internacionales-de-seguridad-quimica>
- Guías técnicas INSSBT (antiguo INSHT, página del Ministerio de Trabajo):
<https://www.insst.es/documentacion/catalogo-de-publicaciones/guia-tecnica-para-la-evaluacion-y-prevencion-de-los-riesgos-relacionados-con-agentes-quimicos>
- Manual de seguridade no laboratorio. Guías técnicas do ISSGA. Xunta de Galicia.
<https://issga.xunta.gal/gl/biblioteca/boas-practicas-en-prevencion-de-riscos-laborais-manual-de-seguridade-no-laboratorio>

FUENTES CONSULTADAS EN LA ELABORACIÓN DEL DOSSIER

- Manual de seguridad en laboratorios químicos. PANREAC
- Notas Técnicas de Prevención (NTP) del Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).
- Normas de Seguridade do Servicio de Prevención de Riscos da USC.