

2021



UTEM

UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA
METROPOLITANA
del Estado de Chile

MANUAL DE BIOSEGURIDAD

Contenido

INTRODUCCIÓN	4
OBJETIVOS	4
ALCANCE	4
RESPONSABILIDADES	4
Investigadores y Docentes	4
Jefe /Encargado del laboratorio	5
Usuarios (alumnos, investigadores/docentes, profesionales, técnicos y administrativos)	5
DEFINICIONES	6
Agente Biológico	6
Agente Patógeno	6
Agente Químico	6
Agente Químico Peligroso	6
Agente Físico	6
Antiséptico	6
Desinfección	6
Desinfectante	6
Esterilización	6
Gases criogénicos	7
Partículas radioactivas, ionizantes y/o no ionizantes	7
Riesgos	7
Riesgo Biológico	7
Riesgo Químico	7
Riesgo Físico	8
NORMAS DE SEGURIDAD PARA LABORATORIOS	8
Red Eléctrica	8
Red de Gases/ Cilindros de gases	9
Operación de gases Criogénicos	10
Trabajos bajo campana (o cámara) de extracción de gases	11
Equipos de secado, Incubadoras y Hornos	11
Equipos eléctricos o electrónicos	13

Sistemas de ventilación y extracción de aire	13
Vestuario al interior de los laboratorios	13
Comportamiento durante el trabajo	13
Elementos de protección personal (EPP)	15
Protección contra incendios	18
Elementos de seguridad general que deben existir en un laboratorio en caso de emergencia	18
Utilización de Material cortopunzante	20
MANIPULACIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS	21
Principales reglas de seguridad para la manipulación de sustancias químicas	21
Almacenamiento de sustancias químicas	23
Peligrosidad de las sustancias químicas	26
Pictogramas	26
Descripción de los pictogramas de peligrosidad de las diferentes fuentes.	28
Etiquetado de sustancias químicas	32
Directrices para el correcto almacenamiento de sustancias químicas	33
Incompatibilidad entre sustancias peligrosas	37
MANIPULACIÓN DE AGENTES BIOLÓGICOS	38
Normativa	38
Definiciones y clasificación	38
Situaciones de riesgo por agentes biológicos	39
GESTIÓN DE RESIDUOS	40
Tipos de Residuos	41
Residuos especiales	42
Eliminación de Residuos de laboratorio	42
Eliminación de residuos especiales	42
Residuos especiales de mayor frecuencia y su método de eliminación	43
Eliminación de residuos químicos	44
Consideraciones generales en la eliminación de residuos	44
Medidas en caso de emisión accidental (derrame)	45
Si el derrame compromete al cuerpo de una persona	45
Prevención de incendios	46

ASEO DE LOS LABORATORIOS	46
Aseo de rutina	46
Desinfectantes	46
REFERENCIAS	48

INTRODUCCIÓN

Los trabajos realizados en los laboratorios de la Universidad Tecnológica Metropolitana (UTEM), constituyen un riesgo potencial para la salud de las personas que trabajan allí, dígase investigadores, docentes, alumnos, funcionarios y usuarios en general.

El presente manual tiene por objeto reducir los riesgos inherentes al trabajo en el laboratorio o los que se derivan de esta actividad. Para ello se han tomado como base las disposiciones y recomendaciones de la legislación nacional como las que establece la Ley 16.744 que “Establece Normas de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales”¹, el “Manual de Normas de Bioseguridad”² elaborado por CONICYT, como también las normativas internacionales que establece el “Manual de Bioseguridad en el Laboratorio”³ de la Organización Mundial de la Salud y “*Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories*”⁴ del U.S. Department of Health and Human Services de Estados Unidos. Todas estas normativas y recomendaciones persiguen minimizar los riesgos existentes por acciones inseguras o condiciones subestandar y llevar a cabo un trabajo eficiente y seguro en los laboratorios.

El Manual de Bioseguridad está dirigido a las personas que trabajan en los laboratorios: investigadores, docentes, alumnos de pre y posgrado, y debe ser conocido por todos los funcionarios profesionales, técnicos y administrativos relacionados con el trabajo en los laboratorios de la UTEM.

OBJETIVOS

Establecer lineamientos que permitan realizar un trabajo eficiente, seguro y responsable al interior de los laboratorios, entregando a los usuarios las obligaciones y reglas básicas que deben cumplir para minimizar los riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, debido al desconocimiento, malas prácticas, acciones inseguras o condiciones sub-estándar.

ALCANCE

El presente manual está dirigido a los investigadores, docentes, funcionarios, alumnos de pre y postgrado, que realicen actividades en los laboratorios de la UTEM. Éste último cuenta con diferentes tipos de laboratorios, cuyos riesgos potenciales están relacionados directamente con las actividades que en ellos se desarrolla.

RESPONSABILIDADES

Investigadores y Docentes

- Es de su responsabilidad conocer el Manual de Bioseguridad para laboratorios de la UTEM.
- Es el responsable de velar por el cumplimiento por parte de los alumnos de pre y posgrado de las medidas de seguridad al interior del laboratorio, cada vez que se dicte alguna cátedra o realice algún trabajo práctico en el laboratorio”.

- Dar las indicaciones básicas a los alumnos de pre y post grado sobre los riesgos a los cuales están expuestos y cuáles son las medidas de seguridad para evitar la ocurrencia de accidentes.
- Exigir a los alumnos el uso de indumentaria y elementos de protección personal (EPP) requeridos para el trabajo en laboratorio.
- Crear los procedimientos de trabajo para los procesos que implican un alto riesgo de accidente.

Jefe /Encargado del laboratorio

- Es de su responsabilidad conocer el Manual de Bioseguridad para laboratorios de la UTEM.
- Dar cumplimiento a las medidas de seguridad (para riesgos Químicos, Físicos o Biológicos) en su respectiva área.
- Capacitar a los funcionarios a su cargo en las medidas de seguridad e implementar las acciones correctivas en caso de existir riesgo de accidentes (utilización de equipos y/o máquinas que generen un riesgo para la salud).
- Informar al investigador/docente sobre los requerimientos de seguridad que se deben seguir en caso de equipos, máquinas que generan riesgo para la salud del usuario.
- Realizar un control periódico respecto al cumplimiento de las medidas de seguridad e implementar las acciones correctivas en caso de existir riesgo de accidentes.
- Mantener en buenas condiciones de seguridad toda la implementación necesaria para contener una emergencia (duchas de emergencia; lava ojos; camillas; extintores; redes húmedas y secas; botiquín de primeros auxilios; otros).
- En caso de ocurrir algún accidente, será responsable de avisar en forma inmediata al Docente o Investigador.
- Será responsable de atender las visitas del Depto. de Prevención de Riesgos y realizar las medidas correctivas en caso de que emita un informe.
- En caso de ocurrir un incendio, si la instalación no cuenta con un Plan de Emergencia (Coordinador y Líderes de emergencia), el Jefe/Encargado de Laboratorio será responsable de dirigir a los alumnos o usuarios por las salidas de emergencia a los puntos de reunión previamente establecidos.
- El Jefe o encargado del laboratorio puede delegar algunas de estas funciones en quien estime conveniente, en caso de ausencia. Estas funciones deben quedar preestablecidas de antemano.

Usuarios (alumnos, investigadores/docentes, profesionales, técnicos y administrativos)

Los usuarios serán responsables de cumplir con el Manual de Seguridad para laboratorios, con el objeto de realizar un trabajo seguro, previniendo la exposición innecesaria a riesgos de cualquier tipo.

DEFINICIONES

Para los efectos del presente manual de bioseguridad, se entenderá por:

Agente Biológico

Microorganismos, con inclusión de los genéticamente modificados, cultivos celulares y endoparásitos humanos, susceptibles a generar cualquier tipo de infección, alergia y/o toxicidad.

Agente Patógeno

Es toda aquella entidad biológica capaz de producir enfermedades o daños a la biología de un huésped (humano, animal, vegetal, etc.) sensible predispuesto.

Agente Químico

Es todo aquel elemento o compuesto químico, que esté por sí solo o mezclado, que se encuentre en estado natural o sintético, que sea utilizado o vertido (incluido el vertido como residuo en una actividad laboral), que se haya elaborado o no de manera intencional y se haya comercializado o no.

Agente Químico Peligroso

Es el agente químico que puede presentar un riesgo para la seguridad y salud debido a sus propiedades físico químicas o toxicológicas y a la forma en que es utilizado o se encuentra presente en el lugar de trabajo.

Agente Físico

Son manifestaciones de la energía que pueden causar daño a las personas. Incluye energía mecánica, en forma de ruido y vibraciones; energía calorífica, en forma de calor o frío; energía electromagnética, en forma de radiaciones (Infrarroja, ultravioleta, rayos X, láser, etc.).

Antiséptico

Solución bactericida o bacteriostática usada para disminuir recuento microbiano en seres vivos.

Desinfección

Proceso destinado a la destrucción de microorganismos patógenos, pero no necesariamente sus esporas. Los germicidas químicos formulados como los desinfectantes se utilizan sobre superficies inanimadas y no deben ser usados en piel o sobre tejidos.

Desinfectante

Solución bactericida o bacteriostática usada para disminuir recuento microbiano en objetos y superficies.

Esterilización

Proceso destinado a la eliminación o muerte de todos los microorganismos que contiene un objeto o sustancia, y que se encuentran acondicionados de tal forma que no pueden contaminarse nuevamente.

Gases criogénicos

Los gases criogénicos son líquidos congelados por debajo de su punto de ebullición: -90°C (-130°F). El Argón, el Helio, el Hidrógeno, el Nitrógeno y el Oxígeno son los gases industriales que más se transportan, manipulan y almacenan en estado líquido a temperaturas criogénicas.

Partículas radioactivas, ionizantes y/o no ionizantes

Son partículas que dependiendo de su naturaleza son ionizantes y no ionizantes:

- Partículas no ionizantes: Están constituidas en la región ultravioleta (UV), visible, infrarroja (IR), microondas y radiofrecuencias, hasta los campos de frecuencia extremadamente baja (ELF), y sus efectos agudos pueden ir desde pequeñas descargas eléctricas hasta quemaduras, también pueden producirse calentamiento de los tejidos tanto superficiales como profundos, lo que dependiendo del tejido del cual se trate puede traducirse en un serio daño.
- Partículas ionizantes: Existen dos tipos de radiación ionizante, una de naturaleza electromagnética (rayos X, rayos gamma) y otra, constituida por partículas (alfa, beta, neutrones, etc.) pueden transferir su energía a las moléculas que constituyen el cuerpo humano, esto puede traducirse en un daño significativo si la interacción es con las moléculas de ADN.

Riesgos

El riesgo se define como la probabilidad de que ocurra un accidente. En este Manual se han considerado los riesgos asociados al contacto y la manipulación de agentes químicos (riesgo químico), Físicos (riesgo físico) y biológicos (riesgo biológico).

Riesgo Biológico

Se define como la exposición a agentes biológicos durante el trabajo, como son los microorganismos (bacterias, virus, hongos), cultivos celulares, endoparásitos y ectoparásitos, susceptibles de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad. Están expuestas las personas que reciben, procesan y desechan muestras contaminadas provenientes de diferentes órganos o fluidos biológicos. La infección por microorganismos se puede adquirir por diferentes vías, como inhalación, ingestión y contacto directo a través de la piel erosionada o mucosas. La transmisión de agentes biológicos también puede darse desde el contacto con animales de laboratorio, y puede ser por la inhalación de polvo contaminado con el desecho de los animales o pelos, mordeduras, rasguños o auto inoculación durante la manipulación de ellos.

Riesgo Químico

Es aquel riesgo susceptible de ser producido por una exposición o manipulación no controlada a agentes químicos, lo cual puede producir efectos agudos o crónicos y la aparición de enfermedades. Los productos químicos también pueden provocar consecuencias locales y sistémicas según la naturaleza del producto y la vía de exposición, con efectos perjudiciales para la salud de las personas que entran en contacto con ella. La exposición puede ser por ingestión, inhalación y/o contacto con la piel, tejidos, mucosas u ojos, de sustancias tóxicas, irritantes, corrosivas y/o nocivas. Algunos agentes químicos son fundamentalmente volátiles, por lo tanto, aumentan el riesgo de exposición a ellos.

Riesgo Físico

Es la probabilidad de que se produzcan daños a la salud como consecuencia de manifestaciones de energía, como energía mecánica, calórica y electromagnética; como también por la manipulación o ingestión de gases de partículas radioactivas; exposición a radiaciones ionizantes y /o no ionizantes; exposición a ruidos y vibraciones o una carga calórica sobre la superficie corporal y quemaduras, especialmente aquellas que están sin protección.

NORMAS DE SEGURIDAD PARA LABORATORIOS

Red Eléctrica

- Está estrictamente prohibido manipular tableros eléctricos y diferenciales, para ello se deberá avisar al administrador del edificio/encargado de Campus quien decidirá solicitar o no ayuda al Depto. de Obras y Servicios Generales (**Figura 1**).



Figura 1. Simbología para aviso de Peligro por Alto Voltaje.

Fuente: <https://sp.depositphotos.com/24047213/stock-illustration-yellow-road-hazard-warning-sign.html>
<https://definicion.mx/voltaje/>

- Los tableros eléctricos deben estar fuera de las áreas de trabajo, en un lugar de fácil acceso y visible para el personal.
- Las instalaciones eléctricas y cables deben mantenerse en buen estado, de no ser así se debe dar aviso al área de mantención.
- Los cables y enchufes de los equipos deben estar en buen estado.
- Los laboratorios deben disponer de un interruptor general para todo el circuito eléctrico, e interruptores individuales para cada sector, todos debidamente identificados y de fácil acceso.
- Sectorizar la red eléctrica de acuerdo al nivel de consumo, con indicación de la carga máxima tolerable, para evitar sobrecargas del sistema y el consiguiente salto de los fusibles automáticos.
- La instalación eléctrica debe ser trifásica para equipos de alto consumo (ej: Hornos, autoclaves, destiladores).
- El material eléctrico debe ser a prueba de explosiones por sustancias inflamables.
- No utilizar el mismo enchufe o terminal eléctrico para equipos que funcionan en forma **continua** (estufa de cultivo) y **discontinua** (refrigerador).
- Los enchufes no deberán estar cerca de fuentes de agua o gas.
- Todos los enchufes deben contar con una conexión a tierra.

- Situar los equipos eléctricos fuera del área en que se utilizan reactivos corrosivos.
- No deberán existir interruptores y enchufes en una misma caja.
- Proteger luminarias e interruptores.

Red de Gases/ Cilindros de gases

- La llave central y llaves de paso sectorizadas deben quedar visibles y con fácil acceso para que puedan utilizarse en caso de emergencia.
- Las válvulas de gas deben mantenerse en buen estado y correctamente cerradas luego de ser utilizadas en actividades de laboratorio.
- Los mecheros adosados al mesón de trabajo, no quedarán situados:
 - En flujo de aire.
 - Debajo de repisas.
 - En la cercanía de reactivos inflamables.
- Deben estar dotados de una manguera certificada que no sea excesivamente larga (30 a 70 cm).
- Los cilindros deben fijarse a la pared mediante cadena.
- Los cilindros que contienen los diferentes gases deben estar debidamente identificados mediante el color que está normado para cada uno de ellos (**Figura 2**). Ejemplo:
 - Oxígeno : Blanco.
 - Nitrógeno : Negro.
 - Aire comprimido : Negro con blanco.
 - Hidrógeno : rojo.



Figura 2. Identificación por color de gases industriales.

Fuente: <https://temariosformativosprofesionales.wordpress.com/page/5/>

- Las válvulas o monorreductores utilizados entre cilindro y equipo deben ser los precisos, lo cual depende de la presión y naturaleza del gas.

- Si existe calefón, deben estar fuera del recinto de trabajo por riesgo de explosión a CO₂.
- Instalación de gases debe ser de parte de personal especializado.



Figura 3. Simbología para aviso de Peligro en la manipulación de gases.

Fuente: http://www.spri.upv.es/d7_10_b.htm

<http://www.montemar.es/senales-de-advertencia/429-senal-peligro-gas-inflamable.html>

<http://www.marve.es/pictograma-con-texto-en-vertical/1078-peligro-gases-comprimidos.html>

Operación de gases Criogénicos

- Siempre la operación y manejo de equipos criogénicos debe estar a cargo de personal especializado, adecuadamente entrenado, que debe conocer las características de los gases con que trabaja. Recordar que la operación de termos criogénicos por características de construcción y las bajas temperaturas involucradas, es muy distinta a la de los cilindros de gas comprimido.
- Al operar equipos para líquidos criogénicos, por su baja temperatura es necesario usar **siempre guantes** y **máscara facial transparente**, para evitar quemaduras por frío. Incluso con guantes, se puede soportar el frío sólo por tiempos cortos.
- El termo siempre debe estar tratado y almacenado en forma vertical. Para transportarlo use un carro especial. En distancias muy cortas puede ser inclinado levemente, para hacerlo rodar sobre su base. Al descargar un líquido criogénico en un termo u otro contenedor, hacerlo lentamente para que éste se enfríe paulatinamente y no en forma brusca. Utilizar los elementos de protección personal, guantes y careta facial. El trasvasije debe realizarse en un lugar libre del tránsito de personas (**Figura 4**).

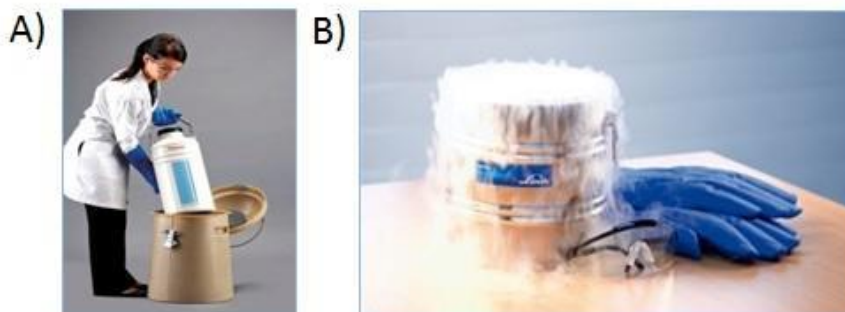


Figura 4. A) Manipulación de tanque de gas criogénico. B) Utilización de elementos de protección personal

Fuente: http://www.abellolinde.es/es/safety_and_quality/health_and_safety/cryogenic_liquid_safety/index.html

<http://johannavega878.blogspot.cl/2014/11/nitrogeno-el-nitrogeno-liquido-es.html>

Trabajos bajo campana (o cámara) de extracción de gases

Las actividades bajo campanas deberán ser realizadas tomando en cuenta una serie de consideraciones:

- Antes de iniciar una tarea bajo campana, hay que asegurarse de que el sistema de extracción funciona correctamente, como así también de que el mesón se encuentre limpio y que la puerta de la campana cierre bien (**Figura 5**).
- Conserve la puerta de la ventana en posición baja cuando no esté en uso.
- Cuando trabaje con la campana extractora, asegúrese que la puerta es bajada hasta la posición indicada para una operación adecuada.
- No use la campana como espacio de almacenamiento. Mantenga al mínimo los artículos dentro de la misma.
- No debe haber sobre la campana ninguna clase de producto inflamable. Llevar a la campana solamente el material necesario para trabajar.
- Debe evitarse colocar el rostro dentro de la campana. Mantener el cierre de la puerta con la menor abertura posible.
- Si se detiene el sistema de extracción de la campana, interrumpir inmediatamente el trabajo y cerrar al máximo la puerta. Sólo ha de reiniciar el trabajo tras haber dejado transcurrir por lo menos cinco minutos después de que el sistema de extracción haya arrancado nuevamente.
- En caso de incendio dentro de la campana, cortar el suministro de gas y desconectar los equipos eléctricos que se encuentran dentro de ésta.

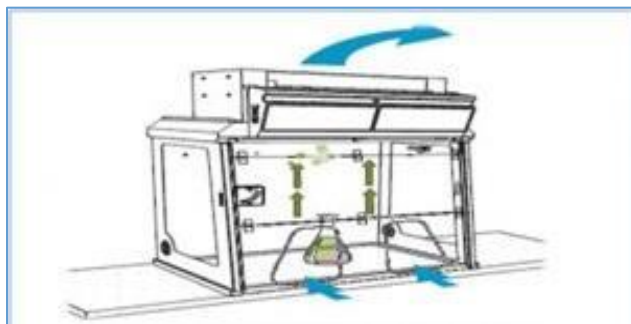


Figura 5. Campana de Extracción. Las flechas azules indican la dirección del flujo.

Fuente: <http://i3corp.net/inspeccion-certificacion-campanas-extraccion-gases/>

Equipos de secado, Incubadoras y Hornos

La estufa de secado: es un equipo que se utiliza para secar y puede usarse también para esterilizar recipientes de vidrio y metal en el laboratorio. Una u otra función estará determinada básicamente por la temperatura de trabajo. Estos equipos se pueden identificar también como Horno de Secado u Horno Pasteur. (**Figura 6**)

Recomendaciones para el uso de equipos de secado:

- No colocar productos volátiles de temperatura de inflamación inferior a 75 °C, en hornos eléctricos.
- Para secar productos volátiles, usar vapor o baños de agua caliente.
- Si inevitablemente, deben usarse hornos eléctricos, mantenerlos por debajo de 230 °C.
- No introducir material de plástico o cualquier otro que no resista altas temperaturas.
- No debe usarse para calentar líquidos a temperaturas determinadas, ya que puede existir derrame de estos y corroer la superficie del equipo.
- Para que exista calentamiento homogéneo se debe dejarse espacio entre el material, para que no impida la recirculación de aire.
- Para extraer el material sin riesgos de quemaduras, la temperatura debe estar bajo los 70°C, y se debe usar equipo de protección personal (guantes resistentes al calor).

Las Muflas: es un tipo de horno que alcanza temperaturas muy elevadas (hasta 1200°C). Se usa para carbonizar sustancias orgánicas. Estos equipos se calientan rápidamente con un mínimo de consumo de energía.

Recomendaciones para el uso Muflas:

- Antes de iniciar una tarea, verificar el estado de la mufla.
- No colocar productos húmedos.
- Si se trata de un material combustible, carbonizarlo previamente mediante un mechero, bajo campana.
- Emplear solamente crisoles o cápsulas resistentes a altas temperaturas.
- Para tomar el material, usar pinzas tipo curvas de tamaño y material adecuados (**Figura 6-C**).
- Usar siempre guantes resistentes al calor.
- Utilizar equipos de protección personal como guantes, gafas y mascarillas, en función del producto químico o muestra a utilizar dentro de la mufla.

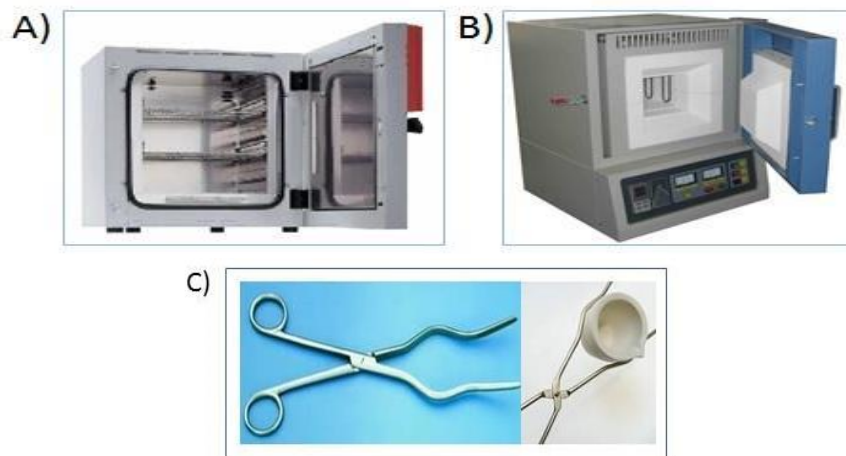


Figura 6. A) Estufa de secado, B) Mufla, C) Pinza

Fuente: http://www.equiposylaboratorio.com/wenv/file_image.php?id=6452&w=0&h=0&jpg=0&download=http://estudiantesenlaboratoristaquimico.blogspot.cl/2013/12/la-mufla.html
<https://www.tplaboratorioquimico.com/laboratorio-quimico/materiales-e-instrumentos-de-un-laboratorio-quimico/pinza-de-crisol.html>

Equipos eléctricos o electrónicos

Los equipos utilizados en los laboratorios funcionan mediante energía eléctrica, y con cada uno de ellos se deben cumplir las siguientes consideraciones:

- Leer cuidadosamente las instrucciones y las normas operativas antes de usar cualquier equipo o instrumento de laboratorio y asegurarse de que funciona correctamente.
- No poner en funcionamiento un equipo eléctrico cuyas conexiones se encuentran en mal estado o que no esté puesto en tierra.
- Asegurarse de que las manos estén secas al momento de manipular.
- Usar calzado protector con suela aislada cuando se van a usar equipos eléctricos o electrónicos.
- Siempre que se usen equipos eléctricos productores de altas temperaturas (chispas, resistencias, arcos voltaicos, etc.), asegurarse de que no haya productos inflamables en las cercanías.
- Al trabajar con equipos de absorción atómica, se deben tener en cuenta las normas que rigen el manejo de gases y el encendido de llamas. También tener en cuenta que los desechos del nebulizador son ácidos.

Sistemas de ventilación y extracción de aire

- Deberán existir campanas de aire de extracción forzada en aquellos laboratorios donde se trabaja con sustancias químicas que por inhalación puedan causar daño a personas.
- Los sistemas de ventilación y extracción de aire deben incluir un filtro destoxificante para evitar contaminación ambiental externa y serán adecuados a la naturaleza de los productos que se eliminan.
- Considerar una mantención preventiva, mínimo dos revisiones al año.

Vestuario al interior de los laboratorios

- El delantal utilizado debe ser con mangas largas, y debe cubrir la mayoría de la ropa que se lleva puesta bajo él.
- El delantal deberá usarse cerrado (abotonado, cierre u otro) para que sea efectiva la protección. Su utilización deberá restringirse única y exclusivamente al interior del laboratorio. Recordar que se puede contaminar el hogar y a terceras personas si se utiliza en otro lugar.
- No se deberá utilizar corbata ni bufandas; tampoco delantal muy amplio y desabotonado, por peligro de contaminación, atrapamiento o inflamación.
- Se prohíbe el ingreso con pantalones cortos, faldas y zapatos abiertos.
- No se llevará pulseras, colgantes o mangas anchas, que puedan causar atrapamiento.
- El cabello debe ir recogido (tanto para hombres como para mujeres). Para el trabajo con determinados microorganismos, se recomienda el uso de cofia que cubra todo el cabello.

Comportamiento durante el trabajo

- El lavado de manos: deberá ser frecuente y siempre después de manipular sustancias infecciosas, muestras clínicas, productos biológicos o químicos, y animales. Todas las

personas que ingresen a los laboratorios y al momento de retirarse éstos deben lavarse las manos, con el fin de reducir la transmisión de gérmenes o que alguna sustancia química cause algún efecto desfavorable en la piel y salud en general. También es recomendable el uso de Alcohol gel y agua y jabón desinfectante (el uso de guantes no excluye el lavado de manos). La **Figura 7** indica un ejemplo de instructivo de lavado de manos.

- No fumar, comer y/o beber en el laboratorio
 - No guardar alimentos y bebidas junto a muestras biológicas o productos químicos en el refrigerador o dependencias del laboratorio, por riesgo de contaminación con microorganismos o reactivos tóxicos.
 - No bromear, distraer o interrumpir a las personas que se encuentran trabajando en el laboratorio por riesgo de accidentes.
 - Está prohibido chatear y/o hablar por celular durante una experiencia de laboratorio.
- Se resume en **Figura 8**.



Figura 7. Procedimiento de lavado de manos.

Fuente: <http://tecnologiagradossextos.blogspot.cl/p/lavado-de-manos.html>



Figura 8. Prohibiciones dentro del laboratorio, en forma gráfica.

Fuente: <http://seguridadenlaboratoriopicristinagr.blogspot.cl/2013/11/nuestro-comportamiento-en-el-laboratorio.html>
<http://www.pibajio.com/index.php?categoryid=199>

Elementos de protección personal (EPP)

Los equipos o elementos de protección personal (EPP) son cualquier dispositivo, accesorio o vestimenta utilizados con el propósito de protegerse de los riesgos que puedan amenazar la seguridad o salud. Es de responsabilidad de cada individuo el uso pertinente y correcto de los EPP.

Los EPP se utilizarán de acuerdo a la naturaleza del trabajo y riesgos específicos.

- Para el cuerpo (Figura 9).
 - Delantal y pantalones: Previene riesgo de contacto con sustancias infecciosas o químicas. Protege de derrame o salpicadura. Debe ser utilizado en todo momento mientras se encuentre al interior del laboratorio.
 - Cofia: Protege el cabello de entrar en contacto con sustancias infecciosas tipo aerosoles y además, retiene la caída del cabello al lugar de trabajo.
 - Pechera desechable: Protege del contacto con agentes biológicos o tóxicos ante derrame o salpicadura.
 - Cubre calzado: Actúan como barrera frente a microorganismo contaminantes del medio ambiente



Figura 9. A) Delantal, B) Cofia, C) Pechera desechable, D) Cubre calzado.

- Para las manos (Figura 10)
 - Guantes de látex: Disminuyen el riesgo de contacto de las manos con sustancias tóxicas o microorganismos.
 - Guantes de nitrilo: Protegen del contacto con productos químicos irritantes, como bases, aceites, combustibles, solventes Tolueno, Tricloroetano, Xileno; Percloroetileno), ésteres, lubricantes y grasas animales.
 - Guantes de goma: Protegen las manos al momento de realizar lavado de material y limpieza.
 - Guantes criogénicos: Protegen las manos y antebrazo de altas temperaturas, sobre todo en el uso de ultrafreezer.
 - Guantes de PVC: Protege las manos porque tiene buena resistencia a la abrasión y protección contra ácidos fuertes, causticas, álcalis, bases y alcoholes.
 - Guantes de Neopreno: Protege las manos porque posee excelente resistencia a sustancias grasas, ácidas (Nitroso y Sulfúrico), cáusticas y amplio abanico de solventes (Fenol, Etileno modificado con Glicol, Anilina).

- Guantes de PVA: Protege las manos porque tiene buena resistencia a los cortes, pinchazos, abrasión y excelente protección contra sustancias químicas como alifáticos, aromáticos, solventes clorados, ésteres y la mayoría de los Ketones (a excepción de la Acetona). A pesar de ello, el PVA es frágil cuando se expone al agua, alcoholes ligeros o a la mayoría de las soluciones diluidas en agua de los productos químicos.
- Guantes térmicos: Proporcionan resistencia térmica para la manipulación de objetos calientes, además protegen contra cortes y abrasiones.



Figura 10. Protección para las manos

- Para las vías respiratorias (Figura 11)
 - Mascarillas contra polvo: En caso de trabajar en ambientes con partículas de polvo.
 - Mascarillas contra aerosoles: Necesarias para trabajar en condiciones de polvo fino, humo y nieblas en base acuosa y base de aceites /aerosoles (centrífugas o agitadores de tubos; nebulización).
 - Mascarillas contra productos químicos específicos: En caso de no existir buena ventilación o extracción (verificar que el filtro sea el adecuado). Adecuado para proteger en ambientes de densidad media de gas.
- Para la vista (Figura 12)
 - Lentes de Policarbonato: Protegen de salpicaduras e impactos de objetos.
 - Careta facial: Protege contra salpicaduras de sólidos como de líquidos y aerosoles (en caso de realizar trasvasijos fuera de las campanas de extracción).
- Para los oídos (Figura 13)
 - Tapones auditivos desechables y orejeras:
En caso de ruidos producidos por equipos y/o campanas de extracción, que sobrepasen los 85 decibeles, se deberá utilizar protectores auditivos tipo fono.



Figura 11. Protección para las vías respiratorias: A) Mascarilla para polvo, B) Mascarilla para aerosoles, C) Mascarilla para químicos, D) Mascarilla facial para químicos.

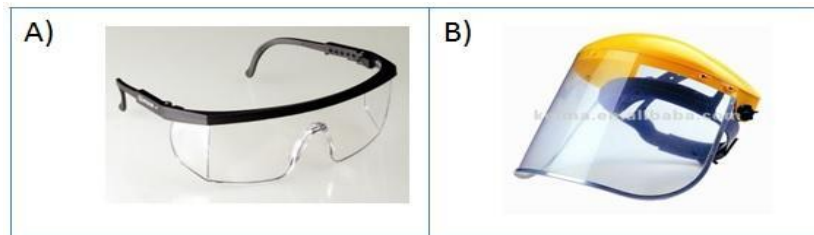


Figura 12. Elementos de protección personal para la vista: A) Lentes de policarbonato, B) Careta facial.

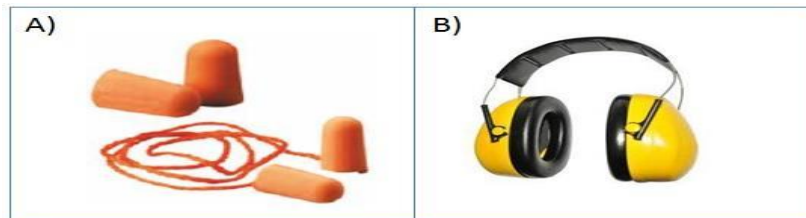


Figura 13. Elementos de protección personal para los oídos: A) Tapones auditivos, B) Orejeras.

Señalización de los laboratorios

- De acuerdo a las disposiciones legales vigentes (D.S. N° 594) todo laboratorio debe presentar señalética de seguridad y emergencia (**Figura 14**).
- La señalética debe estar ubicada en lugares de fácil visualización.
- Las dimensiones y colores de cada señalética debe cumplir con lo estipulado en las Normas Chilenas (NCh of. 2114).



Figura 14. Ejemplo de algunas señaléticas que se utilizan en los laboratorios.

Protección contra incendios

- Tanto el encargado de laboratorio, investigadores y docentes serán responsables de verificar el estado de los extintores en los laboratorios que utilizan. En caso de requerir extintores nuevos o recargar extintores despresurizados deberán avisar al Departamento de Prevención de Riesgos de la UTEM y al administrador del edificio/encargado de Campus.
- Es de responsabilidad de las personas que usarán y/o estarán a cargo de unidades o personas en el laboratorio, que hayan tenido un curso básico de uso de extintores.
- Todos los laboratorios deberán contar con extintores contra incendio (**Figura 15**).

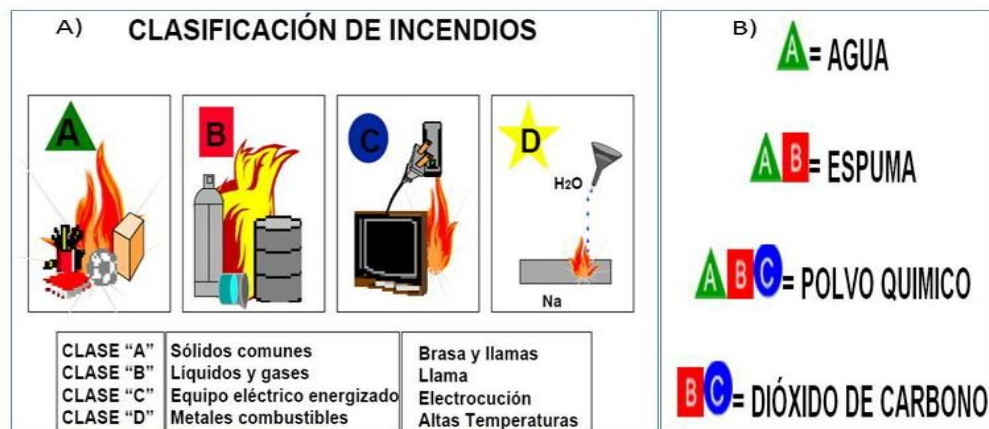


Figura 15. A) Muestra diferentes tipos de extintores y su uso. B) Muestra la composición química de los extintores.
Fuente: <http://slideplayer.es/slide/85435/> http://controlyprevencionipsnb.blogspot.cl/2010_10_01_archive.html

Elementos de seguridad general que deben existir en un laboratorio en caso de emergencia

- Extintor portátil de acuerdo a los riesgos específicos.
- Ducha de emergencia o lavaojos.
- Números de teléfono de emergencia a vista.

- Campana con tiraje forzado (en caso de emergencias químicas). Cuando se trabaje con productos químicos, especialmente si son corrosivos, o se confeccione material de vidrio.
- Kit de seguridad para derrames, que debe incluir: paños absorbentes; barreras absorbentes; par de guantes de nitrilo flocado; bolsas industriales tipo Hazmat rojas; chaleco reflectante; cinta demarcación peligro; 1 Kg de material absorbente PEAT MOSS para hidrocarburos; tacos de madera (tapones para rupturas de tanques); martillo de caucho; masilla epóxica de 50g; recogedor de mano plástico; linterna LED recargable; respirador doble cartucho de gases y vapores orgánicos; desengrasante biodegradable de 1 litro; instructivo de uso; maletín plástico azul de seguridad que contiene los elementos.
- Botiquín, que debe incluir: gasa y algodón estériles; apósitos, tijeras quirúrgicas; pinzas quirúrgicas; vendas elásticas; suero fisiológico; vendas adhesivas; Jabón gel antiséptico; guantes de látex desechables; Gel para quemaduras (tipo Picrato de Butesín); cinta adhesiva para curaciones; instructivo primeros auxilios. (**Figura 16**).



Figura 16. A) Ducha de emergencia con lavajos; B) Kit de derrame; C) Botiquín.

Utilización de Material de vidrio

Precauciones: Con respecto a este tipo de material y que se usa en gran cantidad en los laboratorios, se deben tener presente:

- No dejar los materiales de vidrio en el borde de las mesas.
- Antes de usarlos, verificar su buen estado.
- No utilice material de vidrio roto o dañado (trizado, astillado, etc.). El material roto debe ser desechado colocándolos en un receptáculo destinado para contenerlos y no junto con otros desechos.
- No ejercer fuerza sobre el vidrio para desconectar uniones que están trabadas. Los tapones de los envases pueden aflojarse con pinzas. En caso de ser necesario aplicar fuerza, se debe realizar con guantes gruesos y paños húmedos que envuelvan las conexiones.
- Los vasos de precipitado deben tomarse rodeándolos con los dedos por la parte externa, debajo del borde.
- Nunca se deberá utilizar presión o vacío para secar instrumentos, utensilios o equipos de vidrio.
- Debe tenerse cuidado con el material de vidrio caliente, ya que no se nota.

- Evitar calentar o enfriar, en forma brusca, los utensilios de vidrio.
- No ejercer tensiones sobre utensilios de vidrio.
- Se recomienda usar guantes o un trozo de tela al introducir material de vidrio (codos de vidrio, conexiones, baguetas, termómetros, etc.) en corchos o tapones, facilitando la operación con un lubricante tal como jabón o glicerina. Es importante a su vez, mencionar que el material de vidrio no sea empujado por el extremo, ya que la fuerza aplicada para introducirlo en el corcho o tapón puede hacer que se quiebre, ocasionando cortaduras.
- Los balones deben sostenerse por su base y por el cuello.
- Al aplicar aire, hacerlo fluir a un régimen bajo y asegurarse de que tenga una descarga adecuada.
- Cuando se llene un recipiente con un líquido a temperatura inferior del ambiente, no taponarlo hasta que la temperatura se haya equilibrado con la de éste para evitar la creación de vacío el cual puede provocar la rotura del recipiente. Dejar suficiente espacio en fase vapor.
- Cuando se llene un recipiente con un líquido que va a congelarse, no taponarlo y recordar que se debe dejar espacio en fase de vapor para el aumento de volumen.
- No intentar sacar por la fuerza tubos, tapones o mangueras pegadas. Cortar la parte de caucho o plástico o desechar el conjunto.
- Después de usar un material de vidrio, lavarlo bien antes de guardarlo.

Utilización de Material cortopunzante

Precauciones: El trabajo con material cortopunzante debe ser realizado con precaución y se debe tomar en cuenta una serie de medidas, principalmente tener conocimiento donde se encuentra el recipiente de eliminación de material cortopunzante (**Figura 17**).

- Trabajo con material Cortopunzante
 - No destape ni desempaque el objeto afilado hasta que sea hora de utilizarlo.
 - Mantenga el objeto apuntando lejos de usted y de otras personas en todo momento.
 - Nunca vuelva a re-capsular, ni doble un objeto afilado.
 - Mantenga los dedos lejos de la punta del objeto.
 - Si el objeto es reutilizable, póngalo en un recipiente cerrado y seguro después de usarlo.
 - Nunca le pase el objeto afilado a alguien ni lo ponga en una bandeja, para que otra persona lo recoja.
 - Coméntales a las personas con quienes trabaja cuando planea depositar el objeto o recogerlo.

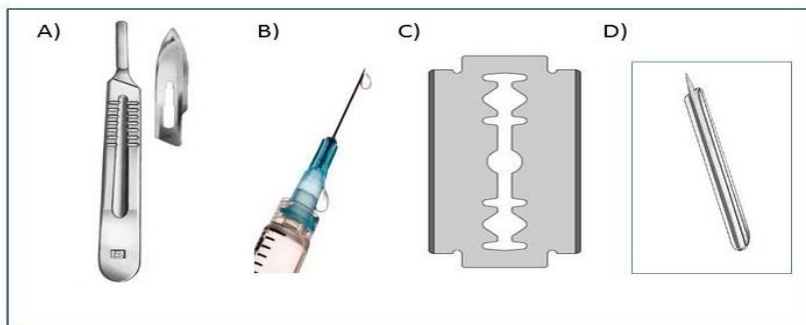


Figura 17. Material cortopunzante: A) Hojas de bisturí; B) Agujas; C) Hojas afiladas; D) Lancetas.

Eliminación de material Cortopunzante: El trabajo con material cortopunzante debe ser realizado con precaución y se debe tomar en cuenta una serie de medidas, principalmente tener conocimiento donde se encuentra el recipiente de eliminación de material cortopunzante (**Figura 18**).

- Una vez utilizadas las agujas, jeringas, bisturí, deben ser eliminadas inmediatamente en el contenedor de eliminación de material cortopunzante.
- Las agujas no deben ser recapsuladas, dobladas o manipuladas innecesariamente después de ser usadas.
- No separar la jeringa de la aguja. En caso de que esto sea necesario, utilice una pinza para separarlas.
- Se debe tener precaución al colocar o sacar las navajas del micrótopo, y dejar siempre el seguro puesto si no se está utilizando el micrótopo.
- Una vez terminado el proceso de corte, sacar la navaja del micrótopo, y guardar en un recipiente para este fin.
- Una vez terminada la vida útil de la navaja, debe desecharse en el contenedor para eliminación de material cortopunzante.
- Los recipientes de eliminación de material cortopunzante deben estar a la vista de todas las personas que trabajan en el laboratorio, además deben estar ubicados en un lugar de fácil acceso.
- Si una aguja sobresale del recipiente, no la empuje con las manos. Solicite para que retiren el recipiente e instalen uno nuevo, o pida ayuda a una persona capacitada para que mediante pinzas empuje la aguja nuevamente dentro del recipiente.



Figura 18. Recipiente de eliminación de material cortopunzante.

MANIPULACIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS

Principales reglas de seguridad para la manipulación de sustancias químicas

- No comer ni beber dentro del laboratorio.
- Los alumnos y tesistas de pre y postgrado no deben trabajar sin la supervisión del profesor o investigador a cargo.
- No llevar a cabo experimentos no autorizados.
- Verificar qué sustancia química se está utilizando. Para cumplir esta regla deberá leer la etiqueta o rótulo del envase: **Nunca utilizar sustancias desconocidas o sin rótulo.**
- Cuando caliente líquidos en un tubo de ensayo, apunte la boca del tubo lejos de
- Las personas que están trabajando en el laboratorio.
- No pipetear usando la boca y no inhalar vapores o gases.

- No utilizar equipo de vidrio que esté quebrado o agrietado.
- Determinar la naturaleza y grado de peligro. Leer o interpretar cuidadosamente los riesgos y/o símbolos de peligro existentes en la etiqueta o en el rótulo del envase.
- Utilizar el extractor siempre que esté utilizando sustancias que puedan liberar gases tóxicos o irritantes.
- No calentar líquidos en envases o sistemas cerrados.
- Evitar frotarse los ojos mientras esté en el laboratorio, particularmente si ha manejado agentes químicos irritantes o vidrio quebrado. Lávese las manos antes de salir del laboratorio y siempre que toquen sustancias irritantes o tóxicas.
- No botar los desperdicios sólidos en el desagüe. Utilice para este propósito los recipientes que para estos fines se coloca en el laboratorio.
- No introducir pipetas o espátulas directamente en las botellas de reactivos comunes, en vez de esto, transfiera una cantidad aproximada del reactivo que va a utilizar a un envase apropiado. No devuelva los sobrantes a los frascos de origen.
- Mantener limpio en todo momento el lugar de trabajo. Si derrama algún reactivo, limpie inmediatamente el área afectada.
- Notificar al investigador* y/o encargado de laboratorio inmediatamente de todos los accidentes al igual que de escapes de gas u otras situaciones potencialmente peligrosas.
- Están estrictamente prohibidas las bromas pesadas y los juegos en el laboratorio. Igualmente, evite las visitas, entradas y salidas del laboratorio.
- Se debe notificar de cualquier condición médica (alergias, dificultad visual, dificultad motora, etc.) que pueda afectar su seguridad en el laboratorio.
- Aislar la sustancia química de alguna fuente de riesgo.
- Actuar con las preocupaciones necesarias dependiendo del peligro, no exponiéndose a situaciones de riesgo.
- Hacer que las protecciones sean iguales (o superiores) al peligro.
- Emplear la protección adecuada.
- Comprobar que la sustancia química no ha cambiado en potencia o composición (puede cambiar por acción del tiempo, evaporación, temperatura o contaminación). Si se registran variaciones de color, olor, viscosidad o en otra característica física y/o química, **no debe usarse**.
- Conocer cómo reaccionan las sustancias químicas en una mezcla.
- No aventurar una reacción que no se conoce, **es peligroso**.
- Si usted conoce el resultado de la mezcla de dos o más sustancias químicas tome las precauciones necesarias para evitar riesgos.
- Conocer bien los procedimientos a seguir en casos de emergencia.
- **Nunca tomar** las botellas de ácido, material cáustico o cualquier otro reactivo por su cuello. Sostener firmemente alrededor del cuerpo del envase con ambas manos o utilizar portador de botellas.
- Al preparar soluciones, los envases no deberán quedar en contacto directo con el mesón por peligro de ruptura o derrame. Emplear un recipiente (bandejas) para colocar los envases en los cuales se preparará la solución. Esto evitará que al romperse un frasco o matraz la solución derrame sobre el mesón. Realizar con precaución el trasvasije de un recipiente a otro; utilizar un embudo en caso necesario.
- **Nunca** se deberá agregar agua **sobre** a los ácidos concentrados: esta acción genera una reacción exotérmica, la cual puede provocar la ruptura del vaso o receptáculo y causar derrame o salpicaduras que exponen a quemaduras de piel y mucosas.

- Agregar **siempre** el ácido suavemente al agua mientras se mezcla. Esto se deberá realizar por escurrimiento de las paredes internas del receptáculo con agua. Mantener a mano neutralizantes, tales como bicarbonato de sodio (para los ácidos) y ácido acético (para los álcalis), en caso de derrames o salpicaduras.
- Utilice campana de seguridad, mascarilla química, extracción forzada u otros. Nunca mezclar o combinar sustancias cuyos resultados son gases tóxicos, sin las medidas de seguridad adecuadas.
- Trabajar en mesones donde no exista fuente de calor, así se evitarán incendios y/o explosiones. Nunca abrir frascos que contengan líquidos o vapores inflamables (bencina, alcohol, etc.) cerca de una fuente de calor que produzca llama (mechero).
- **Antes de combinar** o mezclar reactivos, se deberá comprobar que la reacción **no provocará incendio y/o explosión**. Nunca combinar compuestos cuya reacción pueda producir inflamación o detonación.
- No **golpear sustancias** que detonen por **percusión**.

Almacenamiento de sustancias químicas

Los productos químicos por sí solos presentan riesgos para la salud y el medio ambiente y que sumando a un inadecuado almacenamiento, el riesgo es agravado. Existe Normativa Nacional vigente (a la fecha de aprobación de este Manual) que regula, el manejo en general de las sustancias químicas peligrosas. En la **Figura 19**, se muestra un resumen de la normativa más relevante. Es importante considerarla al momento de decidir el lugar más apropiado para la instalación o habilitación de una bodega de almacenaje de productos químicos.

Para los efectos del presente manual, las expresiones que aquí se indican tendrán el significado que se señala:

- Residuos peligrosos: se entenderá por residuos peligrosos los señalados a continuación (**Tabla 1**), sin perjuicio de otros que pueda calificar como tal la autoridad sanitaria
- Almacenamiento: conservación de residuos en un sitio y por un lapso determinado.

Por lo anterior, es muy importante que tanto los reactivos como los desechos del trabajo con sustancias químicas tengan un correcto almacenamiento. En el caso de los desechos, es importante la gestión de retiro de éstos con un Plan de Gestión de residuos con una empresa externa especializada.

El correcto almacenamiento de las sustancias químicas utilizadas en los laboratorios debe estar de acuerdo a la compatibilidad de las sustancias. Es muy importante de tener en cuenta: **dos sustancias son incompatibles** cuando al entrar en contacto o mezclarse generan un **efecto dañino o potencialmente dañino**.



Decreto Supremo (D.S. 43): “Aprueba Reglamento de Almacenamiento de Sustancias peligrosas”

Objetivo: Dirigido a almacenaje

Descripción general: Tipos de bodegas, cantidades máximas permitidas, planes de emergencia, otros.



Norma Chilena 382 Of. 2004 “Sustancias Peligrosas- Clasificación general”

Objetivo: Clasificación de las sustancias peligrosas (S.P.) por Clase y División

Descripción general: Clasificación S.P., Listado general y características de éstas.



Norma Chilena 2190 Of. 2003 “Transporte de Sustancias Peligrosas- Distintivos para identificación de riesgos”

Objetivo: Requisitos de los distintivos de seguridad para identificar los riesgos que presentan las S.P.

Descripción general: Requisitos de las Marcas, Etiquetas, Rótulos; Usos de ellos y lugares en que se deben colocar.

Decreto 298: Reglamenta Transporte de Cargas Peligrosas por calles y caminos”



Decreto Supremo (D.S.) 148 “Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos”

Objetivo: Clasificación de S.P por Toxicidad Aguda, T. Crónica, T. Extrínseca, Inflamabilidad, Reactividad y Corrosividad.

Descripción general: Identificación y Clasificación, Generación, Almacenamiento, Transporte, y Eliminación de S.P



Decreto Supremo (D.S.) 594 “Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los lugares de trabajo”

Objetivo: Condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.

Descripción general: Límites permisibles de exposición ambientales agentes físicos y químicos; Listado de Residuos peligrosos.

Figura 19. Resumen de normativas para el correcto almacenaje de sustancias químicas.

Tabla 1: Clasificación de los Residuos peligrosos según Decreto Supremos N° 43.

Clasificación de los Residuos Peligrosos			
1	Antimonio, compuestos de Antimonio.	18	Éteres, Fenoles, compuestos fenólicos, con inclusión de clorofenoles.
2	Arsénico, compuestos de Arsénico.	19	Medicamentos y productos farmacéuticos.
3	Asbesto (polvo y fibras).	20	Mercurio, compuestos de Mercurio.
4	Berilio, compuestos de Berilio.	21	Metales carbonilo.
5	Bifenilos polibromados.	22	Nitratos y Nitritos.
6	Bifenilos policlorados.	23	Plomo, compuestos de Plomo.
7	Cadmio, compuestos de Cadmio.	24	Productos químicos para el tratamiento de la madera.
8	Cianuros inorgánicos.	25	Selenio, compuestos de Selenio.
9	Cianuros orgánicos.	26	Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida.
10	Compuestos de Cobre.	27	Soluciones básicas o bases en forma sólida.
11	Compuestos de Cromo Hexavalente.	28	Solventes orgánicos.
12	Compuestos de Zinc.	29	Sustancias corrosivas.
13	Compuestos inorgánicos de Flúor, con exclusión del Fluoruro Cálcico.	30	Sustancias explosivas.
14	Compuestos de Fósforo.	31	Sustancias infecciosas.
15	Dibenzoparadioxinas policloradas.	32	Sustancias inflamables.
16	Dibenzofuranos policlorados.	33	Talio, compuestos de Talio.
17	Desechos clínicos.	34	Telurio, compuestos de Telurio.

Fuente: "Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. Párrafo III, Art. 20."

Peligrosidad de las sustancias químicas

Pictogramas

- Pictograma de la Comunidad Económica Europea (CEE).



- Pictograma de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), usados en la **Norma Chilena NCh 382.**







- Pictograma del Sistema Globalmente Armonizado (SGA) o *Global Hazard System (GHS)*, de la Naciones Unidas.



- NFPA: Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (*National Fire Protection Association*) Estados Unidos, usados en la **Norma Chilena NCh 1411**.



Descripción de los pictogramas de peligrosidad de las diferentes fuentes.

<p>Pictograma Explosivo: Productos que pueden explotar al contacto con una llama, chispa, electricidad estática, bajo efecto del calor, choques, fricción, productos químicos que son corrosivos que pueden atacar o destruir metales.</p>	 <p>Explosivo GHS01 - Explosivo</p> <p>1.1 EXPLOSIVOS 1.2 EXPLOSIVOS 1.3 AGENTES DE TRONADURA 1.4 EXPLOSIVOS 1.5 EXPLOSIVOS 1.6 EXPLOSIVOS</p> <p>Clase 1: EXPLOSIVOS</p>
<p>Pictograma Inflamable: Productos que pueden inflamarse al contacto con una fuente de ignición (llama, chispa) y productos que pueden inflamarse por calor o fricción, por contacto con aire o agua, o si se liberan gases inflamables.</p>	 <p>GHS02 - Inflamable Extremadamente inflamable Fácilmente inflamable</p> <p>SÓLIDO INFLAMABLE 4 SÓLIDO INFLAMABLE EN CONTACTO CON AGUA 4 SÓLIDO DE COMBUSTIÓN SENSIBLE 4 LÍQUIDO INFLAMABLE 3</p> <p>Clase 4: SÓLIDOS INFLAMABLES Clase 3: LÍQUIDOS INFLAMABLES</p>
<p>Pictograma Corrosivo: Sustancias corrosivas que pueden causar daños irreversibles a la piel u ojos, en caso de contacto o proyección.</p>	 <p>Corrosivo Clase 8: SUSTANCIAS CORROSIVAS GHS05 - Corrosivo</p>
<p>Pictograma Comburente: Productos comburentes son aquellos que favorecen la combustión de otras sustancias. Pueden provocar o agravar un incendio o una explosión en presencia de productos también comburentes.</p>	 <p>Clase 5: SUSTANCIAS COMBURENTES Y PERÓXIDOS ORGÁNICOS</p>

<p>Pictograma Dañino para el medioambiente: Productos que provocan efectos nefastos para los organismos del medio acuático y no acuático.</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>GHS09 - Dañino para el medio ambiente</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Peligroso para el medio ambiente</p> </div> </div>
<p>Pictograma Tóxico: Productos que producen efectos adversos para la salud, incluso en pequeñas dosis. Pueden provocar náuseas, vómitos, dolores de cabeza, pérdidas de conocimiento e incluso muerte.</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>GHS06 - Tóxico</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Tóxico</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Muy tóxico</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>Clase 6: SUSTANCIAS TÓXICAS E INFECCIOSAS</p> </div>
<p>Pictograma Oxidante: Es un compuesto químico que oxida a otra sustancia en reacciones electroquímicas o de reducción-oxidación.</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>GHS03 - Oxidante</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Oxidante</p> </div> </div>
<p>Pictograma Irritante: Sustancias y preparaciones que, por contacto inmediato, prolongado o repetido con la piel o las mucosas, pueden provocar irritación cutánea, ocular o de las vías respiratorias, además de producir sensibilización cutánea.</p>	<div style="text-align: center;">  <p>Irritante</p> </div>
<p>Pictograma Nocivo: Sustancias y preparaciones que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, pueden implicar riesgos a la salud de forma temporal o crónica.</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>GHS08 - Peligroso para el cuerpo, mutágeno, carcinógeno, reprotóxico</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Nocivo</p> </div> </div>

<p>Pictograma Atención (signo de exclamación): Productos que producen efectos adversos en dosis altas. También pueden producir irritación en ojos, garganta, nariz y piel. Provocan alergias cutáneas, somnolencias y vértigo.</p>	 <p>GHS07 - Tóxico, irritante, narcótico, peligroso</p>
<p>Pictograma peligro: Productos cancerígenos que pueden provocar cáncer. Productos mutágenos que pueden modificar el ADN de las células y provocar daños a la persona expuesta o a su descendencia. Productos tóxicos para la reproducción, que pueden producir efectos nefastos en las funciones sexuales, perjudicar la fertilidad, provocar la muerte del feto o producirle malformaciones. Productos que pueden modificar el funcionamiento de ciertos órganos, como el hígado, y pueden entrañar graves efectos en los pulmones o provocar alergias respiratorias.</p>	 <p>GHS08 - Peligroso para el cuerpo, mutágeno, carcinógeno, reprotóxico</p>
<p>Pictograma Sustancias y objetos peligrosos variados: Sustancias no cubiertas dentro de las otras clases pero que ofrecen riesgo, incluyendo por ejemplo, material modificado genéticamente, sustancias que se transportan a temperatura elevada y sustancias peligrosas para el ambiente no aplicable a otras clases.</p>	 <p>Clase 9: SUSTANCIAS Y OBJETOS PELIGROSOS VARIADOS</p>
<p>Pictograma Sustancias radioactivas: Son materiales que contienen radionúclidos y su peligrosidad depende de la cantidad de radiación que genere así como la clase de descomposición atómica que sufra. La contaminación por radioactividad empieza a ser considerada a partir de 0.4 Bq/cm² para emisores beta y gama, o 0.04 Bq/cm² para emisores alfa.</p>	 <p>Clase 7: SUSTANCIAS RADIATIVAS R. Radiactivo.</p>

Pictograma Sustancias infecciosas:

Las sustancias infecciosas son aquellas que contienen microorganismos reconocidos como patógenos (bacterias, hongos, parásitos, virus e incluso híbridos o mutantes) que pueden ocasionar una enfermedad por infección a los animales o a las personas.



Pictogramas de sustancias gaseosas

Existen diferentes tipos de gases:

Gases comprimidos: que se encuentran totalmente en estado gaseoso al ser empacados o envasados para el transporte, a 20°C. Ej: Aire comprimido.

Gases licuados: que se encuentran parcialmente en estado líquido al ser empacados o envasados para el transporte a 20°C. Ej: GLP (Gas Licuado del Petróleo).

Gases Criogénicos: que se encuentran parcialmente en estado líquido al ser empacados o envasados para el transporte a muy bajas temperaturas. Ej: Nitrógeno criogénico.

Gases en solución: que se encuentran disueltos en un líquido al ser empacados o envasados para el transporte. Ejemplo: Acetileno (en acetona).



Etiquetado de sustancias químicas

- Las etiquetas deben contener los siguientes datos (**Figura 20**):
 - **Frases R:** Frases específicas para cada sustancia que describen el riesgo que se corre con su manipulación.
 - **Frases S:** Frases con la recomendación correspondiente respecto a cómo actúa en relación con el producto concreto.

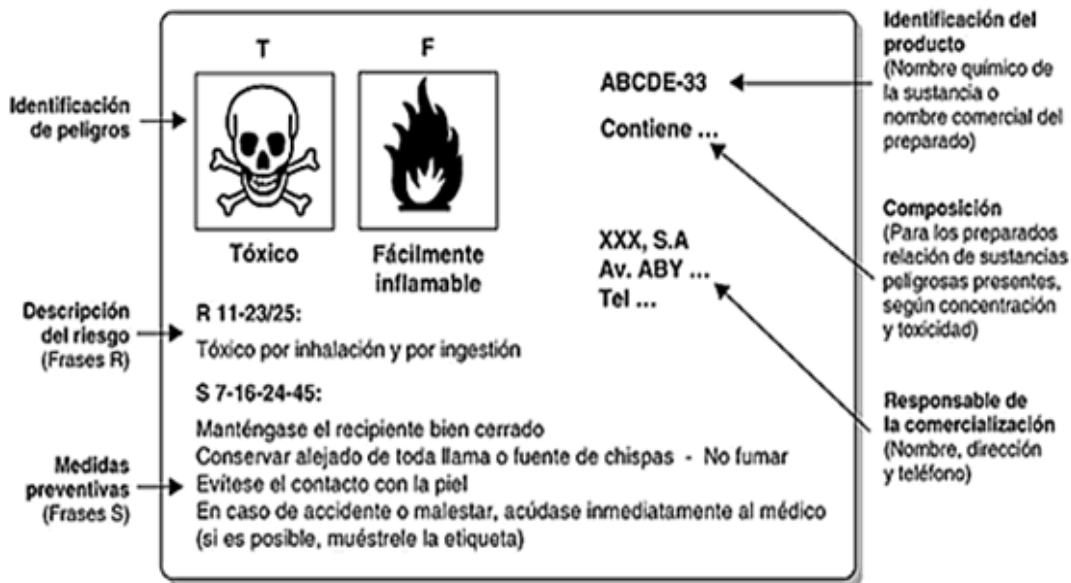


Figura 20. Ejemplo de etiqueta de un reactivo.

Fuente: http://www.paritarios.cl/especial_riesgo_uso_productos_quimicos.htm

Los principios básicos para reducir los riesgos asociados al almacenamiento de productos químicos son los siguientes:

1.Mantener stock al mínimo:

Es la mejor medida preventiva para controlar la presencia del producto químico peligroso. La cantidad presente deberá ser la necesaria para el día o periodo más corto que se pueda establecer. Se podrá valorar la conveniencia de tener un almacenamiento de productos químicos general que cumplirá con todas las exigencias y normativas de seguridad vigentes.

2.Etiquetado adecuado de los productos químicos:

En la etiqueta es donde está la primera información sobre los riesgos de los productos químicos y por tanto la primera información sobre cómo almacenarlos. Comprobar que todos los productos, tanto sustancias como preparados de mezclas están adecuadamente etiquetados, reproduciendo la etiqueta original con el nombre completo de la (s) sustancia (s), pictogramas de peligro. No reutilizar envases para otros productos y no sobreponer etiquetas (**Figura 20**).

<p>3. Fichas de Datos de Seguridad (FDS o HDS): Son fichas que complementan la función realizada por las etiquetas y describen las características de los distintos productos de manera que la persona que manipula la sustancia tenga información sobre la peligrosidad asociada al producto. Se deberán tener en el laboratorio las Fichas de Datos de Seguridad de todos los productos químicos presentes en el laboratorio y en un lugar conocido por todos los usuarios y de fácil acceso, (archivador con fichas o fichas digitales). Las FDS, además de informar sobre la naturaleza y composición de los productos y su peligrosidad, aportan otros aspectos como: gestión de residuos, primeros auxilios, valores límites y datos fisicoquímicos o toxicológicos. Los fabricantes y distribuidores deben facilitarlas y el personal de los laboratorios solicitárselas.</p>	<p>4. Listado actualizado de las sustancias: Cada unidad debe mantener un listado actualizado de las sustancias químicas que se utilizan en general y las de riesgo, con su correspondiente FDS y que incluya: Nombre comercial, fórmula química, compuesto activo, cantidad almacenada, tipo de riesgo más probable.</p>
<p>5. Mantener un control de fechas: Tanto de la adquisición como de la fecha de apertura del envase, para realizar un control de caducidad.</p>	<p>6. Organización adecuada respetando Incompatibilidades: Se tendrá en cada laboratorio un listado actualizado de los productos químicos presentes y sus cantidades. Se incluirá cada producto en alguna de las siguientes categorías: Explosivos, Comburentes, Inflamables, Tóxicos, Corrosivos, Nocivos, Irritantes, Sensibilizantes, Carcinogénicos, Mutagénicos. La información necesaria para la clasificación aparece completa en la etiqueta del producto, tanto en los pictogramas de peligro como en las frases R, y también la ficha de datos de seguridad del producto.</p>

Directrices para el correcto almacenamiento de sustancias químicas

– **En estanterías:**

En función del área de almacenamiento, utilizar varias estanterías para almacenar una familia determinada, situándolas en forma agrupada de modo que a su alrededor queden pasillos. El sistema de estanterías consiste en separar las distintas sustancias incompatibles.

Recomendaciones

- Los envases pesados se colocarán en los niveles inferiores de la estantería.
- Al igual que los ácidos y bases fuertes irán ocupando los niveles más bajos de la estantería, cuanto mayor sea su agresividad, niveles más bajos.
- Distanciar los reactivos sensibles al agua de posible toma o conducciones de ésta.
- Las estanterías destinadas al almacenamiento de los productos químicos, deben contar con un sistema de baranda (puede ser: una barra de plástico), con el objeto que impida el volcamiento involuntario de algún envase por alguna persona o sismo, tal como lo indica la **Figura 21**.



Figura 21. Ejemplo estantería para reactivos químicos, con baranda para evitar volcamientos.

Fuente: <http://www.medicaexpo.es/fabricante-medical/armario-productos-inflamables-33014.html>
<http://www.labsafety.com>

- Aislamiento/Confinamiento, de aquellos productos que por su actividad biológica o sus características fisicoquímicas lo precisen, como lo muestra la **Tabla N°2**:

Tabla 2: Muestra el tipo de confinamiento o almacenaje para sustancias peligrosas

Aislamiento o confinamiento para los reactivos	
Cancerígenos o de alta toxicidad	Se deben almacenar en un recinto o mueble específico, convenientemente rotulado y bajo llave. El control de stock debe ser riguroso en lo referente a entradas de material y consumos, y atender a las condiciones de salida y retorno de los envases, con el fin de actuar prontamente cuando éstos presenten defectos.
Sustancias pestilentes	Se recomienda su confinamiento en pequeños recintos o armarios equipados con un sistema de ventilación adecuado
Sustancias inflamables	Estos productos deberán ser almacenados en los correspondientes muebles metálicos protegidos (RF-15, resistencia al fuego) o bien, para aquellas sustancias inflamables muy volátiles, en armarios frigoríficos especialmente diseñados para ello (antideflagrantes o de seguridad aumentada).

– **En bodegas (y su distribución)**

- Los productos se almacenarán, en envases originales, en estanterías, ubicados en cada una de ellas y por separado, las sustancias inflamables, las corrosivas, las venenosas y las oxidantes. Para reforzar esta separación, pueden intercalarse productos no peligrosos entre cada uno de los sectores de peligrosidad existentes.
- La altura no debe ser superior a 2.5 m, con una distancia del suelo de 20 cm y separados a 60 cm de la pared
- Bajo condiciones de almacenamiento en el propio laboratorio, deben utilizarse armarios de seguridad para los productos que entrañan mayor riesgo, inflamables, corrosivos y tóxicos. De la misma manera se recomiendan los recipientes de seguridad, generalmente de acero inoxidable, para los disolventes muy inflamables. Tanto en este caso como en los que los productos se hallan sobre las mesas de trabajo, es absolutamente necesario separar al máximo posible los productos previsiblemente incompatibles entre sí.
- No se podrán ubicar bodegas de almacenamiento de productos químicos en subterráneos, descansos de escaleras, azoteas, sala de máquinas, sala de calderas, oficinas, comedores, talleres, salas de clases.
- Así mismo se encuentra prohibido almacenar productos químicos al interior de escritorios, casilleros o cualquier otro elemento que cumpla con las medidas mínimas de seguridad.

- El área destinada al almacenamiento de productos químicos será exclusiva y no se podrán almacenar: cilindros de gas comprimidos (vacíos y llenos), materiales de oficina, materiales de construcción, muebles, equipos y/o herramientas. Incluiría: material de aseo.
- Se encuentra prohibido fumar, beber, ingerir alimentos y realizar trasvasijos al interior de la bodega de productos químicos.
- En caso de que una unidad requiera la implementación de mayores dimensiones deberá solicitar la asesoría de Dirección de Obras
- Evitar que la luz solar directa incida sobre los envases de los productos en general, ya que al ser fotosensibles, o volátiles o por ser gases disueltos en líquidos, al calentarse crean sobrepresión en el interior de los envases, con el consecuente riesgo al proceder a su apertura.
- La bodega de almacenamiento de productos químicos deberá estar a cargo de un encargado de laboratorio y /o investigador, el cual será responsable de almacenamiento, control y registro de los productos que se utilizan en las prácticas diarias.
- En relación a los productos químicos restringidos por la Guarnición Militar, estos deberán ser almacenados en las cajas de seguridad especialmente fabricadas para estos productos.
- Los productos restringidos por la Guarnición Militar no podrán ser almacenados en las estanterías al interior de los laboratorios.
(http://www.asiquim.cl/web/Circulares_2011/circular33_11.html)

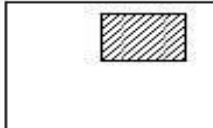

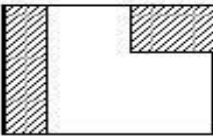
<p>Bodega común general</p>	<p>El almacenamiento de las sustancias peligrosas se realiza, dentro de una bodega de uso general, en un solo recinto exclusivo para ellos. Las sustancias peligrosas están separados unos de otros por distancias mínimas de seguridad.</p>	
<p>Bodega común para sustancias peligrosas</p>	<p>El almacenamiento de las sustancias peligrosas se realiza en recinto exclusivo para ellos. <i>Esta bodega es obligatoria si se sobrepasa la cantidad de 5 ton. de sustancias peligrosas, excepto inflamables.</i></p>	
<p>Bodega adyacente</p>	<p>El almacenamiento de las sustancias peligrosas se realiza en recinto exclusivo para ellos, pero separado de otras construcciones por dos muros comunes como máximo.</p>	

Figura 22. Tipos de Bodega. Fuente: D.S. 43, Art. 4

Incompatibilidad entre sustancias peligrosas

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

+	Se pueden almacenar juntos
0	Solamente podrán almacenarse juntos, adoptando ciertas medidas
-	No deben almacenarse juntos



Figura 23. Incompatibilidad entre sustancias de acuerdo al pictograma de la CEE.

CLASE UN	DIVISIONES	SGA	Pictogramas de la ONU																										
1. EXPLOSIVOS																													
2. GASES			3	2																					1			2	3
AEROSOLES			3	1											1	1													
3. LÍQUIDOS INFLAMABLES			6	4											1	1													
4.1 SÓLIDOS INFLAMABLES / EXPLOSIVOS INSENSIBILIZADOS			1	1											1	1	1	1											
SÓLIDOS INFLAMABLES Y DE REACCIÓN ESPONTÁNEA			1											5			5	5											
4.2 SUSTANCIAS QUE PUEDEN EXPERIMENTAR COMBUSTIÓN ESPONTÁNEA			1	5											5			5											
4.3 SUSTANCIAS QUE DESPRENDEN GASES INFLAMABLES CON EL AGUA			1	5											5			5											
5.1 SUSTANCIAS COMBURENTES			1																										
5.2 PERÓXIDOS ORGÁNICOS			1																										
6.1 SUSTANCIAS TÓXICAS CON EFECTOS AGUDOS			6																										
6.1 SUSTANCIAS TÓXICAS CON EFECTOS CRÓNICOS			6																										
6.2 SUSTANCIAS INFECCIOSAS																													
7. SUSTANCIAS RADIATIVAS													1																
8. SUSTANCIAS CORROSIVAS					1																								
9. SUSTANCIAS Y OBJETOS PELIGROSOS VARIOS, INCLUIDAS LAS SUSTANCIAS PELIGROSAS PARA EL MEDIO AMBIENTE					1																								

Convenciones

- Pueden almacenarse juntos. Verificar reactividad individual utilizando la MSDS.
- Precaución, posibles restricciones. Revisar incompatibilidades individuales utilizando la MSDS, pueden ser incompatibles o pueden requerirse condiciones específicas.
- Se requiere almacenar por separado. Son incompatibles.

Figura 24. Incompatibilidad entre sustancias de acuerdo al pictograma de la ONU y NCh 382.

MANIPULACIÓN DE AGENTES BIOLÓGICOS

Normativa

Para efectos de comprender los riesgos relacionados con la utilización de material biológico, se aplicará la normativa nacional vigente establecida en el “Manual de Normas de Bioseguridad” de CONICYT (2° Edición 2018) y la normativa internacional establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS), en su escrito “Manual de Bioseguridad en el laboratorio” (3° Edición 2005).

Definiciones y clasificación

- De acuerdo al Manual del CONICYT los agentes biológicos, químicos y físicos, se clasifican por su grado de riesgo tanto para el individuo como para la comunidad, en cuatro grupos (Tabla 3)

Tabla 3. Muestra los diferentes Grupos de Riesgo de la tabla 1 del Manual del CONICYT.

Grupos de Riesgo			
GR I	GR II	GR III	GR IV
Agentes que no están asociados a ninguna enfermedad. Ej: <i>E. coli</i> , <i>Bacillus subtilis</i> .	Agentes asociados a alguna enfermedad que raramente es seria y para la cual existen intervenciones preventivas y terapéuticas disponibles. Ej: <i>E.coli</i> enteropatógena, Virus Hepatitis.	Agentes asociados a alguna enfermedad seria o letal para la cual podrían existir intervenciones preventivas y terapéuticas. Ej: <i>Mycobacterium tuberculosis</i> , Hanta virus; VIH.	Agentes asociados a alguna enfermedad seria o letal para la cual intervenciones preventivas y terapéuticas no están disponibles. Ej: Ebolavirus Zaire; Virus Variola (viruela).

- En relación al Grupo de Riesgo con que trabaja cada laboratorio se clasifican éstos en tres (Tabla 4)

Tabla 4. Muestra los diferentes niveles de Biocontención.

Niveles de Biocontención (BSL)	
Laboratorio BSL1	Se trabaja con agentes clasificados en el Grupo de riesgo I por presentar un peligro mínimo para el personal del laboratorio y para el ambiente.
Laboratorio BSL2	Se trabaja en general con agentes clasificados en el Grupo de riesgo II, muestras humanas y /o animales de información limitada, en las cuales se desconoce si portan algún agente de riesgo del grupo 2.
Laboratorio BSL3	Permite la manipulación de microorganismos del Grupo de Riesgo 3, como también de volúmenes o concentraciones o concentraciones de microorganismos del Grupo de Riesgo 2, por la existencia de un mayor riesgo de generación de aerosoles. Este nivel de bioseguridad exige una

	infraestructura y diseño diferente a los laboratorios básico y equipamiento para proteger al trabajador y el ambiente. Además, opera bajo estrictos protocolos de protección personal y procedimientos para evita la exposición al patógeno. Estos laboratorios además mantienen una presión de aire negativa, lo cual ayuda a impedir que los agentes nocivos escapen al ambiente
Laboratorio BSL4	Estos laboratorios son de contención máxima, donde se pueden manipular microorganismos del grupo de riesgo 4 y donde se proporciona la mayor protección al trabajador. Estos laboratorios deberían estar sometidos a control por autoridades sanitarias de Chile, tales como el Instituto de Salud Pública

Situaciones de riesgo por agentes biológicos

El riesgo de infección por microorganismos en el laboratorio, se produce por la inhalación, ingestión, contacto directo a través de la piel o mucosas erosionadas y/o sanas y a través de la conjuntiva. Por lo que se consideran como medidas de seguridad estrictas las siguientes:

Riesgo por inoculación a través de la boca:

- No comer, beber, ni fumar dentro del laboratorio.
- No pipetear cultivos bacterianos con la boca, no importa cuán diluidos éstos se encuentren. Usar necesariamente propipeta para éste fin.
- No llevar los dedos o lápices u otro utensilio a la boca durante la jornada de trabajo en el laboratorio.

Riesgo por inoculación a través de la piel:

- No tapar las agujas hipodérmicas una vez usadas, botar directo al desecho de material cortopunzante contaminado.
- Cualquier material cortopunzante o vidrio debe ser desechado de inmediato para prevenir accidentes por inoculación accidental.
- Si existe alguna herida en la piel, por leve que sea, se debe usar guantes desechables para trabajar (de látex o vinilo).

Riesgo por inoculación a través de los ojos:

- Evitar la salpicadura de material infeccioso en los ojos, para ello usar gafas de seguridad transparentes para trabajar en situaciones de riesgo por aerosoles (centrifugación u otros).
- Evitar llevar los dedos contaminados a los ojos.

Riesgo por inoculación a través de los pulmones:

- Al trabajar en situaciones de riesgo por aerosoles (centrifugación u otros), a parte de las gafas, usar también mascarilla desechable.
- Físicos, manipulación o ingestión de gases o partículas radioactivas; exposición a partículas ionizantes y no ionizantes; exposición a ruidos y vibraciones o una carga calórica sobre la superficie corporal y quemaduras.

Importante considerar que el Manual de Bioseguridad de CONICYT (última versión) es la base de consultas para el trabajo con:

- 1. Agentes de riesgo biológico:**
 - Bacterias
 - Virus
 - Vectores virales
 - Hongos
 - Protozoos
 - Animales de experimentación.
 - Líneas celulares y cultivos.
 - Plantas de experimentación, plantas infectadas y muestras derivadas.
 - Organismos genéticamente modificados.
 - Priones.
 - Biotoxinas.
- 2. Bioterios o laboratorios de bioseguridad con animales de experimentación.**
- 3. Sustancias químicas y residuos.**
- 4. Sustancias radioactivas y radiaciones ionizantes.**
- 5. Liberación de productos de riesgo.**

GESTIÓN DE RESIDUOS

El proceso comienza cuando los usuarios de los distintos laboratorios generan residuos líquidos y sólidos, los cuales deben ser clasificados, almacenados en contenedores especiales (debidamente etiquetados) y separados para luego y posteriormente ser retirados por una empresa externa, la cual se encarga de su eliminación final. El proceso se desarrolla en tres grupos definidos:


1. Eliminación de residuos líquidos.
2. Eliminación de residuos sólidos.
3. Eliminación de vidrio y cortopunzantes.

La empresa encargada hace el retiro de los residuos clasificándolos generalmente en las siguientes categorías:

- a) Ácidos y soluciones con pH menor a 2,0
- b) Bases (hidróxidos, carbonatos, dicarbonatos, fosfatos, etc.) y soluciones con pH mayor a 12,5
- c) Inflamables (líquidos, sólidos y gases inflamables), solventes orgánicos comunes (acetona, alcohol, éteres, etc.)
- d) Solventes halogenados (cloroformo, diclorometano, etc.)
- e) Sales (nitratos, cloruros, sulfatos, sales de amonio, etc.)
- f) Tóxicos de origen orgánico (diclorometano, bromuro de etidio, diamino bencidina)
- g) Tóxicos de origen inorgánico (metales pesados, baterías)
- h) Drogas
- i) Desconocidos

j) Medios de cultivo, cortopunzante, de riesgo infeccioso

La etiqueta de los contenedores debe tener como mínimo la siguiente información:

			
Laboratorio, taller o servicio:			
Descripción del residuo:			
Categoría:		pH	
Volumen o masa (Litros/Kilos):		Fecha	

Pasos Gestión de Residuos:

- Generación de sustancias peligrosas
- Acopio de sustancias peligrosas
- Transporte de sustancias peligrosas
- Disposición final

Todos estos pasos deben estar bien documentados y gestionados en conjunto con la Unidad de Prevención de Riesgos y/o Sustentabilidad de la Universidad.

Tipos de Residuos

Son residuos aquellos que presentan peligro para la salud pública y/o el medio ambiente a consecuencia de presentar características tales como toxicidad aguda, toxicidad crónica, toxicidad extrínseca, inflamabilidad, reactividad y corrosividad.

- Residuos consistentes o contaminados por drogas citotóxicas, tales como: Clorambucil, Ciclosporina, Ciclofosfamida, Melfalán, Semustina, Tamoxifeno, Tiotepa y Treosulfán.
- Residuos consistentes o contaminados por solventes orgánicos halogenados, tales como Cloruro de Metileno, Cloroformo y Tricloroetileno.
- Residuos consistentes o contaminados por solventes orgánicos no halogenados, tales como Xileno, Metanol; Acetona; Isopropanol, Tolueno; Acetato de Etilo y Acetonitrilo.
- Residuos consistentes o contaminados por sustancias orgánicas peligrosas, como: Formaldehído, Percloroetileno y soluciones desinfectantes y de limpieza en base a fenol.
- Residuos consistentes, que contienen o están contaminados por metales pesados, tales como equipos que contienen Mercurio y baterías que contienen Cadmio o Plomo.
- Residuos consistentes o contaminados por sustancias químicas inorgánicas peligrosas tales como: Ácido Sulfúrico, Clorhídrico, Nítrico y Crómico; soluciones alcalinas de Hidróxido de

Sodio y Amoniaco; Sustancias oxidantes tales como Permanganato de Potasio y Dicromato de Potasio y, además, agentes reductores tales como Bisulfato de Sodio.

Residuos especiales

Son aquellos residuos sospechosos de contener agentes patógenos en concentración o cantidad suficiente para causar enfermedad a un huésped susceptible.

- Cultivos y muestras almacenadas: residuos de la producción de material biológico, vacunas de virus vivo, placas de cultivo y mecanismos para transferir, inocular o mezclar cultivos; residuos de cultivos; muestras almacenadas de agentes infecciosos y productos biológicos asociados (incluyendo cultivos de laboratorios médicos y patológicos) y cultivos y cepas de agentes infecciosos de laboratorios.
- Residuos patológicos: restos biológicos, incluyendo tejidos, órganos, partes del cuerpo que hayan sido removidos de seres o restos humanos, incluidos aquellos fluidos corporales que presenten riesgo sanitario.
- Sangre y productos derivados incluyendo el plasma, el suero y demás componentes sanguíneos y elementos tales como gases y algodones saturados con éstos. Se excluyen de esta categoría la sangre, productos derivados y materiales provenientes de bancos de sangre que luego de ser analizados se haya demostrado la ausencia de riesgos para la salud. Además se excluye el material contaminado que haya sido sometido a desinfección.
- Cortopunzantes: Residuos resultantes del diagnóstico, tratamiento, investigación o producción, capaces de provocar cortes o punciones. Se incluye en esta categoría residuos tales como: agujas, pipetas Pasteur, bisturís, placas de cultivos y demás cristalería, entre otros.
- Residuos de animales: cadáveres o partes de animales, así como sus camas, que estuvieron expuestos a agentes infecciosos durante un proceso de investigación, producción de material biológico o en la evaluación de fármacos.

Eliminación de Residuos de laboratorio

Eliminación de residuos especiales

- Se deben usar elementos de protección personal en todo momento que se manipulen residuos especiales.
- Se debe disponer de bolsas o contenedores especiales, que permitan un cierre hermético y sean de material resistente a la manipulación y a los residuos contenidos.
- Los contenedores deben tener etiqueta con el símbolo internacional de Riesgo Biológico.
- Recuerde llenar los contenedores solo hasta $\frac{3}{4}$ de su capacidad. Luego, deben ser cerrados herméticamente y trasladados a la bodega de acopio.

- Todo envase que contenga residuos peligrosos debe estar correctamente etiquetado, indicando: el contenido, procedencia, nombre del responsable del residuo y fecha de inicio y final de llenado.
- Para la disposición final, una empresa externa realizará el retiro programado de los residuos, a través de la Unidad de Prevención de Riesgos y/o Sustentabilidad.
- No deben verterse en los desagües solventes o miscibles con el agua, ácidos y bases fuertes concentradas, inflamables o tóxicos. Tampoco deben verterse en los desagües sustancias que mezcladas con agua, con ácidos o con bases desprendan gases tóxicos o irritantes.
- Los solventes miscibles con el agua, previamente diluidos a lo menos al 1 x 10 y en volúmenes de no más de 0,5 L cada vez, así como los ácidos y bases previamente diluidos a lo menos 1 x 30, se pueden verter al desagüe, tomando las precauciones señaladas.
- Los solventes que no se pueden regenerar ni verter en el desagüe se deben neutralizar en un lugar adecuado, por personal técnicamente entrenado.

Residuos especiales de mayor frecuencia y su método de eliminación

Los residuos especiales que se generan en los laboratorios con mayor frecuencia y su método de eliminación se detallan en la **tabla 5**.

Tabla 5. Residuos especiales y métodos de eliminación

Residuos especiales	Método de eliminación
Material cortopunzante (jeringas, agujas, bisturí, navajas, portaobjetos, cubreobjetos y material de vidrio).	Se elimina en caja de eliminación de material, cortopunzante.
Material de plástico desechable (puntas de micropipetas, pipetas Pasteur, tubos <i>ependorf</i> , otros).	Se elimina en un contenedor de plástico debidamente rotulado y destinado para este uso.
Guantes	Se elimina en un contenedor específico para eliminación de guantes
Mascarillas y pecheras desechables	Se elimina en basura común.
Cultivos bacterianos	Se esterilizan en autoclave los medios de cultivo y luego se eliminan.
Sangre y otros fluidos corporales	En general se utilizan completamente, lo que queda, se elimina en contenedores especiales.
Residuos biológicos	Los restos de los tejidos derivados del procesamiento de biopsias se mantienen almacenados en Formalina. Al momento de desechar, éstos son separados de la Formalina y eliminados en un contenedor para desechos biológicos debidamente rotulados.
Residuos animales	Los restos de tejidos animales derivados del procesamiento de biopsias se mantienen congelados. Posteriormente, son eliminados en un contenedor para desechos biológicos.

Eliminación de residuos químicos

- Se considera todo material químico peligroso y sus residuos. Según la normativa vigente, los residuos químicos más peligrosos pertenecen a la categoría de residuos peligrosos, mencionada anteriormente.
- Se deben usar elementos de protección personal en todo momento que se manipulen residuos especiales.
- Se debe disponer de bidones, que permitan un cierre hermético y sean de material resistente a la manipulación y a los residuos contenidos.
- Estos bidones deben estar correctamente rotulados para identificar el residuo químico que se encuentra en su interior.
- Una vez llenado los bidones (3/4 de su capacidad), deben ser trasladados a la bodega o lugar de acopio.
- Para la disposición final, una empresa externa realizará el retiro programado.

Consideraciones generales en la eliminación de residuos

- Los residuos sólidos asimilables a domiciliarios, son eliminados a la basura común, para luego ser retirados por el personal de limpieza de la universidad. Se debe tener la precaución de que en estos contenedores sólo se eliminen estos residuos, para no afectar la seguridad del personal de limpieza.
- Todas las personas que manejen productos químicos deberán velar, en cuanto sea posible por su propia seguridad y salud, y por la seguridad y salud de las demás personas a quienes puedan afectar sus actos u omisiones en el trabajo.
- Todas las personas que manejan productos químicos deberán tomar todas las medidas razonables para eliminar o reducir al mínimo para ellos mismos y para los demás los riesgos que entraña la utilización de dichos productos.
- Los investigadores/docentes y los jefes de laboratorio son los responsables de asegurar que todos los químicos sean recolectados previo a terminar su uso.
- Todas las personas que manipulen productos químicos y generen residuos deberán utilizar en todo momento los elementos de protección personal adecuados al riesgo, como mínimo: protección visual, guantes, delantal y zapatos cerrados.
- Los investigadores/docentes y alumnos deben determinar exactamente si un residuo químico es peligroso.
- Es responsabilidad de los investigadores/docentes, jefes de laboratorios y alumnos clasificar adecuadamente todos los residuos químicos según el Proceso de eliminación.
- El investigador/docente o jefe de laboratorio debe indicar el lugar más adecuado y seguro para mantener los contenedores de residuos. Estos deben mantenerse en lugares de fácil acceso, libre de obstáculos y lejos de: instalaciones eléctricas, llamas abiertas, corrientes de aire, exposición solar, lluvia.
- Todas las personas que manipulen productos químicos y generen residuos deben velar para que los contenedores se mantengan en óptimas condiciones, cerrados con su respectiva tapa y señalizados.
- No utilizar envases vacíos de vidrio de otros productos químicos para almacenar residuos, ni ser reutilizados para ningún otro objetivo.
- Todos los desechos de vidrio (envases vacíos, material de vidrio quebrado) deben ser dejados en contenedores correctamente señalizados, al interior del laboratorio y

posteriormente, solicitar a una empresa autorizada por la SEREMI de Salud para su traslado y eliminación.

- Se encuentra totalmente prohibido dejar residuos químicos al interior de: campanas de extracción, muebles, estanterías, repisas, gabinetes o cualquier otro lugar que no sea el asignado por el laboratorio para los contenedores.
- En caso de generar un residuo que no está dentro de la clasificación establecida, el envase debe ser claramente identificado con una etiqueta.
- Evitar el almacenamiento de productos químicos con una limitada vida segura.
- Los productos que tengan de 6 años de almacenados y sin uso deben ser eliminados.
- Al verter los residuos en los contenedores, evitar derramar el líquido sobre el cuerpo del contenedor o sobre el piso, en caso de que esto ocurra, limpiar en forma inmediata (utilizar los elementos de protección personal).
- Se encuentra prohibido eliminar residuos químicos en contenedores que no sean del laboratorio de donde se generó el residuo.
- La persona responsable por el traslado de los contenedores primarios debe utilizar los elementos de protección personal.
- Los investigadores/docentes, funcionarios y alumnos deberán utilizar correctamente todos los medios de que disponen para su protección o la de los demás.
- Todas las personas que manejen productos químicos deberán señalar sin demora a su investigador/docente a cargo o jefe toda situación que, a su juicio, pueda entrañar un riesgo, y a la que no puedan hacer frente adecuadamente ellos mismos.
- Todas las personas que manejen productos químicos deberán velar porque, cuando se transfieran productos químicos a otros recipientes o equipos, se indique el contenido de estos últimos a fin de que los usuarios se hallen informados de la identidad de estos productos, de los riesgos que entraña su utilización y de todas las precauciones de seguridad que se deben tomar.

Medidas en caso de emisión accidental (derrame)

- En caso de emisión accidental lo principal y fundamental para proceder a los siguientes pasos es mantener la calma y calmar a otras personas si fuese necesario.
- Advertir inmediatamente a los encargados, ya sea investigadores/docentes o al jefe de los laboratorios.
- Si el producto es inflamable o tóxico, ventilar el área: abriendo todas las ventanas y puertas (posibles) y eliminar toda fuente de ignición. Si los productos son compuestos Peligrosos (Nitratos, Bromuro, Sulfuro de Carbono, Aminas aromáticas, Tetraetilo de Plomo, Cianuros, etc.) evacuar el área y avisar al jefe directo para el tratamiento del residuo.
- En caso de derrames de ácidos, emplear productos neutralizadores, antes de proceder a la limpieza, como Carbonato de Sodio, o alguno solicitado al proveedor.
- Una vez controlado el derrame mantener ventilado el lugar el mayor tiempo posible en forma natural.

Si el derrame compromete al cuerpo de una persona

- Quitarse la ropa contaminada mientras se usa la ducha de emergencia.
- Recordar que no se debe perder ni un segundo.

- Hacer correr agua en cantidad abundante, por la zona afectada, durante 15 minutos. Continuar el procedimiento si hay dolor.
- No usar sustancias neutralizadoras, por ejemplo: ungüento, cremas ni lociones.
- Recurrir rápidamente al médico.
- Si la zona afectada son los ojos, hacer correr abundantes cantidades de agua fría mediante un lavadero y aplicar agua en el ojo durante 15 minutos. Conseguir rápidamente atención médica.

Prevención de incendios

- Frente al riesgo de incendio, debe existir como mínimo equipos de extinción portátiles que sean adecuados a las características de los productos químicos que se utilicen en los laboratorios. Un equipo adecuado incluirá también el almacenamiento en el lugar de la instalación.
- Los equipos de extinción de incendios deberán estar disponibles para su utilización inmediata y emplazada en concordancia con las disposiciones legales y las normas nacionales vigentes.
- Se deberá suministrar y asegurar el mantenimiento de los equipos de extinción de incendio.
- Mediante inspecciones efectuadas de manera regular se deberá garantizar el mantenimiento en óptimas condiciones de funcionamiento de los equipos de extinción de incendios y de protección contra el fuego.
- En caso de emergencia, actuar rápidamente, el investigador a cargo o el jefe de laboratorios llamará a bomberos (132). Mientras el resto de las personas evacúa rápidamente los laboratorios.
- Cuando el servicio de bomberos especializado u otros servicios de intervención sea externos al establecimiento, se les deberá facilitar la información adecuada sobre la naturaleza del incendio de productos químicos y los riesgos que entrañe, de tal manera que su personal pueda adoptar las medidas de prevención apropiadas.

ASEO DE LOS LABORATORIOS

Aseo de rutina

- Se debe realizar una vez al día en horarios que no interfieran con el trabajo práctico
- Lo realiza el personal de limpieza de la universidad.
- Incluye retiro de basura común y lavado de piso.

Desinfectantes

Dentro de los productos utilizados para la desinfección (Adaptación de “Guía de Bioseguridad para laboratorios clínicos”, Instituto de Salud Pública, 2013) se encuentra el Hipoclorito de sodio y etanol al 70% (Tabla 6)

Tabla 6. Desinfectantes utilizados, acción, desventajas y usos recomendados

Tipo	Acción	Desventajas	Uso recomendado
Hipoclorito de Sodio al 0.5 - 2 %	Bactericida Fungicida Virucida Micobactericida	- Inactivado por materia orgánica - Corrosivo - Tóxico	(0,5 %) - Desinfección de material contaminado con fluidos corporales (desinfectar después de lavar). - Desinfección de mesones, paredes, pisos, baños, lavamanos, elementos de protección personal no desechables. (2 %) - Desinfección primaria en caso de derrame de sustancias biológicas en pisos o mesones.
Etanol (Alcohol) al 70%	Bactericida Fungicida Virucida	- Inactivado por materia orgánica - Inflamable - Evapora fácilmente	- Desinfección de equipos de protección personal no desechables. - Desinfección de equipos e instrumentos. - Desinfección de mesones.

En el caso de Etanol al 70% se deben considerar los aspectos resumidos en la Tabla 7.

Tabla 7. Ventajas, desventajas y cuidados sobre el uso de Etanol (Alcohol) al 70 %

Ventajas	Desventajas	Cuidados
<ul style="list-style-type: none"> ● Disponibilidad ● No deja residuos ● Amplio espectro de acción (Excepto esporas y <i>Mycobacterium</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Volátil ● Daño de lentes. ● Endurecimiento de gomas y plásticos. ● Inflamable. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Mantener frascos tapados para evitar la evaporación. ● Las concentraciones superiores e inferiores al 70 % pueden no tener tanto poder germicida.

REFERENCIAS

1. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT). 2028. *Manual de Normas de Bioseguridad y Riesgos asociados*. (N° de Publicación?, 2ª Edición?). Santiago, Chile: CONICYT. Recuperado de: <https://www.conicyt.cl/fondecyt/files/2018/08/MANUAL-DE-NORMAS-DE-BIOSEGURIDAD.pdf>
2. Organización Mundial de la Salud (OMS). 2005. *Manual de Bioseguridad en el Laboratorio*. (3ª Edición). Ginebra: Organización Mundial de la Salud. Recuperado de: https://www.who.int/topics/medical_waste/manual_bioseguridad_laboratorio.pdf
3. Decreto Supremo N° 148 de 2004 (Ministerio de salud). Aprueba el Reglamento sanitario sobre manejo de residuos. 12 Junio 2003. Ministerio de Salud de Chile
4. Decreto Supremo N° 43 de 2016 (Ministerio de Salud). Aprueba el Reglamento de almacenamiento de sustancias peligrosas". 27 Julio de 2015. Ministerio de Salud de Chile.
5. Instituto Nacional de Normalización. 1998. "Sustancias peligrosas- Terminología y clasificación general" (NCh 382). <https://www.inn.cl/>
6. Instituto Nacional de Normalización. 2019. Transporte terrestre de mercancías peligroso-distintivo para identificación de riesgos (NCh 2190). <http://www.sermachile.cl/wp-content/uploads/2016/11/nch-no-2190-transporte-de-sustancias-peligrosas-distintivos-para-identificacion-de-riesgos.pdf>