

MANUAL DE BIOSEGURIDAD EN EL LABORATORIO
CUARTA EDICIÓN
Y
MONOGRAFÍAS COMPLEMENTARIAS

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL



Organización
Mundial de la Salud

MANUAL DE BIOSEGURIDAD EN EL LABORATORIO
CUARTA EDICIÓN
Y
MONOGRAFÍAS COMPLEMENTARIAS

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL



Organización
Mundial de la Salud

Equipo de protección personal [Personal protective equipment]

(Manual de bioseguridad en el laboratorio, cuarta edición y monografías complementarias / Laboratory biosafety manual, fourth edition and associated monographs)

ISBN 978-92-4-005980-1 (versión electrónica)

ISBN 978-92-4-005981-8 (versión impresa)

© Organización Mundial de la Salud 2023

Algunos derechos reservados. Esta obra está disponible en virtud de la licencia 3.0 OIG Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual de Creative Commons (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo>).

Con arreglo a las condiciones de la licencia, se permite copiar, redistribuir y adaptar la obra para fines no comerciales, siempre que se cite correctamente, como se indica a continuación. En ningún uso que se haga de esta obra debe darse a entender que la OMS refrenda una organización, productos o servicios específicos. No está permitido utilizar el logotipo de la OMS. En caso de adaptación, debe concederse a la obra resultante la misma licencia o una licencia equivalente de Creative Commons. Si la obra se traduce, debe añadirse la siguiente nota de descargo junto con la forma de cita propuesta: «La presente traducción no es obra de la Organización Mundial de la Salud (OMS). La OMS no se hace responsable del contenido ni de la exactitud de la traducción. La edición original en inglés será el texto auténtico y vinculante».

Toda mediación relativa a las controversias que se deriven con respecto a la licencia se llevará a cabo de conformidad con el Reglamento de Mediación de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (<https://www.wipo.int/amc/es/mediation/rules>).

Forma de cita propuesta. Equipo de protección personal [Personal protective equipment]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2022 (Manual de bioseguridad en el laboratorio, cuarta edición y monografías complementarias / Laboratory biosafety manual, fourth edition and associated monographs). Licencia: [CC BY-NC-SA 3.0 IGO](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo).

Catalogación (CIP). Puede consultarse en <http://apps.who.int/iris>.

Ventas, derechos y licencias. Para comprar publicaciones de la OMS, véase <http://apps.who.int/bookorders>. Para presentar solicitudes de uso comercial y consultas sobre derechos y licencias, véase <https://www.who.int/es/copyright>.

Materiales de terceros. Si se desea reutilizar material contenido en esta obra que sea propiedad de terceros, por ejemplo cuadros, figuras o imágenes, corresponde al usuario determinar si se necesita autorización para tal reutilización y obtener la autorización del titular del derecho de autor. Recae exclusivamente sobre el usuario el riesgo de que se deriven reclamaciones de la infracción de los derechos de uso de un elemento que sea propiedad de terceros.

Notas de descargo generales. Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la OMS, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto del trazado de sus fronteras o límites. Las líneas discontinuas en los mapas representan de manera aproximada fronteras respecto de las cuales puede que no haya pleno acuerdo.

La mención de determinadas sociedades mercantiles o de nombres comerciales de ciertos productos no implica que la OMS los apruebe o recomiende con preferencia a otros análogos. Salvo error u omisión, las denominaciones de productos patentados llevan letra inicial mayúscula.

La OMS ha adoptado todas las precauciones razonables para verificar la información que figura en la presente publicación, no obstante lo cual, el material publicado se distribuye sin garantía de ningún tipo, ni explícita ni implícita. El lector es responsable de la interpretación y el uso que haga de ese material, y en ningún caso la OMS podrá ser considerada responsable de daño alguno causado por su utilización.

Índice

Nota de agradecimiento	vii
Glosario	viii
Resumen ejecutivo	xiii
SECCIÓN 1 Introducción	1
1.1 Alcance previsto	2
1.2 Principios de selección y uso de EPP	3
SECCIÓN 2 selección de EPP	5
2.1 Evaluación del riesgo	5
2.2 Criterios de selección del EPP	5
2.3 Normativa nacional y requisitos institucionales	7
2.4 Consideraciones relativas al agente o los agentes biológicos	7
2.5 Tipo de trabajo que se realiza	9
2.6 Otros peligros	9
2.7 Otras medidas de control de riesgos	10
2.8 Combinación de EPP	10
2.9 Necesidades y observaciones de los usuarios	11
2.10 Disponibilidad de EPP	11
2.11 Otras consideraciones para la selección de EPP	12
SECCIÓN 3 EPP para el laboratorio de requisitos básicos	13
3.1 Batas de laboratorio	14
3.2 Calzado	14
3.3 Guantes	15
3.4 Protección ocular	15

SECCIÓN 4 EPP para laboratorios con medidas de control reforzadas	17
4.1 Batas de laboratorio y otros elementos de protección corporal	17
4.2 Calzado	18
4.3 Guantes	19
4.4 Protección ocular	19
4.5 Protección respiratoria	19
SECCIÓN 5 EPP para laboratorios con medidas de máxima contención	21
5.1 Laboratorio de cámaras en línea	22
5.2 Trajes de presión positiva	22
SECCIÓN 6 Batas, delantales y trajes de laboratorio	25
6.1 Información general	25
6.2 Comprobaciones previas al uso	26
6.3 Cómo ponerse la ropa de protección	26
6.4 Cómo quitarse la ropa de protección	27
SECCIÓN 7 Calzado	31
7.1 Calzado de protección contra productos químicos	32
7.2 Calzado antideslizante	32
SECCIÓN 8 Guantes	33
8.1 Tipos de guantes	33
8.2 Comprobaciones previas al uso	35
8.3 Cómo ponerse los guantes	35
8.4 Utilización de los guantes	36
8.5 Cómo quitarse los guantes	36

SECCIÓN 9 Protección de los ojos y el rostro 39

9.1 Cómo ponerse y utilizar la protección ocular 39

9.2 Cómo quitarse la protección ocular 40

SECCIÓN 10 Protección respiratoria 41

10.1 Mascarillas médicas 42

10.2 Mascarillas filtrantes 42

10.3 Tipos de filtros 46

10.4 Pruebas de ajuste del equipo de protección respiratoria 49

10.5 Comprobaciones previas al uso 51

10.6 Colocación del equipo de protección respiratoria 52

10.7 Comprobación del ajuste 53

10.8 Cómo quitarse el equipo de protección respiratoria 55

SECCIÓN 11 Protección de la cabeza y los oídos 57

11.1 Protección de la cabeza 57

11.2 Protección de los oídos 57

SECCIÓN 12 Higiene de las manos 59**SECCIÓN 13 Limpieza, mantenimiento, almacenamiento y eliminación de EPP 61**

13.1 Limpieza y desinfección 61

13.2 Mantenimiento y almacenamiento 61

13.3 Batas de laboratorio 62

13.4 Guantes reutilizables 63

13.5 Protección ocular 63

13.6 Equipo de protección respiratoria 64

SECCIÓN 14 Normas y reglamentos	67
14.1 Normas nacionales	67
14.2 Patrones internacionales	67
14.3 Niveles de protección de los EPP	68
14.4 Normativa y requisitos nacionales	75
14.5 Prácticas locales	75
Referencias	77
Información complementaria	78

Nota de agradecimiento

Coordinador principal

Dr. Kazunobu Kojima, Organización Mundial de la Salud (Suiza)

Colaboradores científicos

Dr. Stéphane Karlen, Instituto de Virología e Inmunología, Universidad de Berna (Suiza)

Sr. Joe Tanelli, Agencia de Salud Pública del Canadá (Centro Colaborador de la OMS para la Bioseguridad y la Bioprotección) (Canadá)

Dra. Catherine Makison Booth (jefa de equipo), Health and Safety Executive (Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte)

Kathrin Summermatter, Instituto Nacional de Enfermedades Infecciosas, Universidad de Berna (Suiza)

Dirección del proyecto

Sra. Lisa Stevens, Organización Mundial de la Salud (Francia)

Sra. Rica Zinsky, Organización Mundial de la Salud (Suiza)

Especialistas consultados

Sr. David Lam, División de Planificación y Rendimiento de la Organización, Hospital General de Singapur (Singapur)

Edición técnica

Sra. Fiona Curlet

Apoyo financiero

La elaboración y la publicación de este documento han sido posibles gracias al apoyo financiero de Global Partnership Program, Global Affairs (Canadá); el Biosecurity Engagement Program, Departamento de Estado (Estados Unidos) y Defense Threat Reduction Agency, Departamento de Defensa (Estados Unidos de América).



**Cofinanciado por
la Unión Europea**

Glosario

Aerosol: Partículas líquidas o sólidas suspendidas en el aire que por su tamaño (en general, diámetro inferior a 10 micras) pueden ser inhaladas hasta las vías respiratorias inferiores.

Aerosoles, procedimiento generador de: Todo procedimiento que, de forma intencionada o fortuita, crea partículas líquidas o sólidas que quedan suspendidas en el aire (aerosoles).

Agente biológico: Microorganismo, virus, biotoxina, partícula u otro material infeccioso, sea de origen natural o modificado genéticamente, que pueda causar infección, alergia, toxicidad o de algún otro modo suponer un peligro para los seres humanos, los animales o las plantas.

Ajuste cualitativa, prueba de: Método de prueba de conformidad/no conformidad basado en la respuesta sensorial del usuario de una pieza facial para detectar una sustancia química de prueba con el fin de evaluar la idoneidad del ajuste de dicha pieza.

Ajuste cuantitativa, prueba de: Método de prueba que utiliza un instrumento para evaluar (cuantificar) la cantidad de aire externo sin filtrar que penetra en una pieza facial a través del borde con el fin de valorar la idoneidad del ajuste de dicha pieza.

Ajuste cuantitativo, factor de: Valor numérico del ajuste de una pieza facial ajustada en particular a una persona concreta.

Bioseguridad: Principios, tecnologías y prácticas de contención que se aplican para evitar la exposición involuntaria a agentes biológicos o su liberación fortuita.

Buenas prácticas y procedimientos microbiológicos (BPPM): Código básico de prácticas aplicable a todo tipo de actividades de laboratorio con agentes biológicos, entre ellas los comportamientos generales y las técnicas asépticas que deben observarse siempre. Sirven para proteger al personal del laboratorio y a la comunidad de las infecciones, evitar la contaminación del entorno y proteger los materiales de trabajo que se estén utilizando.

Calibración: Establecimiento de la relación entre la medición proporcionada por un instrumento y los valores correspondientes de un patrón conocido con el fin de efectuar correcciones que mejoren la exactitud. Por ejemplo, ciertos equipos de laboratorio como las pipetas pueden necesitar calibraciones periódicas para garantizar un funcionamiento adecuado.

Cámara de seguridad biológica (CSB): Espacio de trabajo cerrado y ventilado diseñado para proporcionar protección al operario, al entorno del laboratorio o a los materiales de trabajo para actividades en las que hay peligro de que se generen

aerosoles. esa zona de trabajo del resto del laboratorio o utilizando mecanismos que hagan que el flujo de aire sea controlado y direccional. El aire de salida pasa por un filtro de partículas aéreas de gran eficiencia (HEPA) antes de volver a circular en el laboratorio o en el sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado del edificio. Hay diferentes clases de CSB (I, II y III) que proporcionan diferentes niveles de contención.

Consecuencia (de un incidente de laboratorio): Resultado de un incidente (liberación de un agente biológico o exposición a él) que produce daños de diversa gravedad y que ocurre en el curso de las operaciones del laboratorio. Puede tratarse de una infección, otra enfermedad o lesión física, contaminación del entorno o aparición de portadores asintomáticos de un agente biológico, que estén asociados al laboratorio.

Contaminación cruzada: Proceso por el cual los agentes biológicos se transfieren involuntariamente de una sustancia u objeto a otro, con un efecto potencialmente dañino.

Contención: Combinación de parámetros de diseño físico y prácticas operacionales que protegen al personal, al entorno de trabajo inmediato y a la comunidad de la exposición a agentes biológicos. También se utiliza en este contexto el término «biocontención».

Controles técnicos o de ingeniería: Medidas de control de riesgos que están integradas en el diseño de un laboratorio o de los equipos del laboratorio para contener los peligros. Las cámaras de seguridad biológica (CSB) y las cámaras aislantes son tipos de control técnico que permiten minimizar el riesgo de liberación involuntaria de agentes biológicos o de exposición a ellos.

Cultura de la seguridad: Conjunto de valores, creencias y pautas de comportamiento inculcados y facilitados en una atmósfera abierta y de confianza por individuos y organizaciones que colaboran para fomentar o mejorar las prácticas de bioseguridad en el laboratorio, con independencia de que estén estipulados o no en los códigos de prácticas o los reglamentos aplicables.

Descontaminación: Reducción hasta un nivel previamente definido, por medios químicos o físicos, de los agentes biológicos viables u otros materiales peligrosos presentes en superficies u objetos.

Desinfección: Proceso para eliminar agentes biológicos viables de objetos o superficies a fin de que puedan manipularse o usarse de forma segura.

Desinfectante: Producto capaz de eliminar agentes biológicos viables presentes en superficies o en desechos líquidos. Su eficacia varía en función de las propiedades del producto químico y de su concentración, tiempo de conservación y tiempo de contacto con el agente.

Dispositivo de contención primaria: Espacio de trabajo confinado diseñado para proteger al trabajador, el entorno del laboratorio y los materiales de trabajo durante

las actividades en las que los aerosoles supongan un peligro. La protección se logra separando esa zona de trabajo del resto del laboratorio, o mediante mecanismos de flujo de aire controlado y direccional. Entre los dispositivos de contención primaria se encuentran las cámaras de seguridad biológica (BSC), las cámaras aislantes, los ventiladores por extracción localizada y los puestos de trabajo ventilados.

Equipo de protección personal (EPP): Equipo y vestimenta que utiliza el personal como barrera contra los agentes biológicos, para minimizar la probabilidad de exposición. Incluye, entre otros, batas de laboratorio, trajes de cuerpo entero, guantes, calzado de protección, gafas de seguridad, gafas de máscara, mascarillas ordinarias y mascarillas respiratorias.

Exposición: Suceso durante el cual una persona entra en contacto con agentes biológicos o está muy cerca de ellos de tal manera que puede ocurrir una infección o daño. Las vías de exposición pueden ser la inhalación, la ingestión, la lesión percutánea o la absorción, y suelen depender de las características del agente biológico. Sin embargo, algunas vías de infección son específicas del entorno de laboratorio y no se ven habitualmente en la comunidad general.

Incidente: Suceso que puede ocasionar u ocasiona la liberación de agentes biológicos en el medio ambiente o la exposición del personal de laboratorio a ellos y que puede producir o no un daño real.

Infección adquirida en el laboratorio: Cualquier infección adquirida o que razonablemente se pueda atribuir a la exposición a un agente biológico en el curso de actividades relacionadas con el laboratorio. La transmisión de persona a persona tras el incidente puede dar lugar a casos secundarios vinculados. También se conocen como infecciones asociadas al laboratorio.

Infecciosa, dosis: Cantidad de agente biológico, medida en número de organismos, necesaria para causar una infección en el huésped. Suele definirse como la dosis que causará infección en el 50% de las personas expuestas (DI50).

Jabón: Compuesto soluble en agua que se utiliza para limpiar la piel y otros materiales, pero no necesariamente inactiva los agentes biológicos.

Mascarilla respiratoria ajustada: Pieza facial de protección respiratoria que forma una barrera protectora entre las vías respiratorias del usuario y la atmósfera exterior al sellar sus bordes con la piel del usuario.

Medidas de control reforzadas: Conjunto de medidas de control de riesgos descritas en el *Manual de bioseguridad en el laboratorio* de la OMS que puede ser necesario aplicar en el laboratorio porque el resultado de una evaluación del riesgo indica que los agentes biológicos que se manipulan o las actividades que se van a realizar con ellos conllevan un riesgo que no puede reducirse por debajo de un nivel aceptable únicamente con los requisitos básicos.

Medidas de máxima contención: Conjunto de medidas de control del riesgo muy detalladas y estrictas que se describen en la cuarta edición del *Manual de bioseguridad en el laboratorio* de la OMS y se consideran necesarias durante el trabajo de laboratorio cuando una evaluación del riesgo indica que las actividades que se van a realizar conllevan riesgos muy elevados para el personal del laboratorio, la comunidad general o el medio ambiente, por lo que se debe proporcionar un nivel de protección extremadamente alto. Son especialmente necesarias para determinados tipos de trabajos con agentes biológicos que pueden tener consecuencias catastróficas en caso de exposición o liberación.

Objeto punzocortante: Cualquier dispositivo u objeto que suponga un peligro de pinchazo o corte por tener extremos puntiagudos o bordes afilados. En el laboratorio destacan las agujas, jeringuillas con agujas acopladas, cuchillas, bisturís y vidrios rotos.

Peligro: Objeto o situación que podría causar efectos adversos cuando se exponen a él un organismo, un sistema o una (sub)población. En el caso de la bioseguridad en el laboratorio, el peligro se define como un agente biológico que podría causar provocar efectos adversos en los seres humanos (incluido el personal del laboratorio), los animales y el medio ambiente. Un peligro no se convierte en un «riesgo» hasta que se tienen en cuenta la probabilidad de que cause daños y sus consecuencias.

Probabilidad (de un incidente en el laboratorio): Probabilidad de que se produzca un incidente (es decir, la liberación de un agente biológico o la exposición a este) en el curso del trabajo de laboratorio.

Procedimiento operativo normalizado (PON): Conjunto de instrucciones paso a paso, bien documentadas y validadas, que describen cómo ejecutar las prácticas y los procedimientos de laboratorio de manera segura, oportuna y fiable, de acuerdo con las políticas institucionales, las mejores prácticas y la normativa nacional o internacional aplicable.

Requisitos básicos: Conjunto de requisitos mínimos definidos en la cuarta edición del *Manual de bioseguridad en el laboratorio* de la OMS para describir una combinación de medidas de control del riesgo que son tanto la base de la bioseguridad en el laboratorio como parte integral de ella. Estas medidas reflejan las normas internacionales y las mejores prácticas en materia de bioseguridad que son necesarias para trabajar de forma segura con agentes biológicos, incluso cuando los riesgos son mínimos.

Riesgo inicial: Riesgo asociado a las actividades o procedimientos del laboratorio que se llevan a cabo en ausencia de medidas de control de riesgos.

Riesgo, evaluación del: Proceso sistemático de acopio de información y evaluación de la probabilidad y las consecuencias de la liberación de un peligro o de la exposición a él en el lugar de trabajo, y de determinación de las medidas de control adecuadas para reducir el riesgo a un nivel aceptable.

Riesgo, medida de control del: Uso de una combinación de instrumentos, que incluye también la comunicación, la evaluación, la formación y los controles físicos y operacionales, para reducir a un nivel aceptable el riesgo de incidentes o sucesos. El ciclo de evaluación del riesgo determinará la estrategia que debe utilizarse para controlarlo y los tipos específicos de medidas de control necesarios para lograrlo.

Riesgo: Combinación de la probabilidad de que se produzca un incidente y de la gravedad del daño (consecuencias) ocasionado si se produjera.

Transmisión por aerosoles (aérea): Propagación de infecciones por la inhalación de aerosoles.

Transmisión: Transferencia de agentes biológicos de objetos a seres vivos, o entre seres vivos, ya sea directa o indirectamente, por medio de aerosoles, gotículas, líquidos corporales, vectores, alimentos, agua u otros objetos contaminados.

Validación: Confirmación sistemática y documentada de que los requisitos especificados son suficientes para garantizar el efecto o el resultado deseado. Por ejemplo, para demostrar que un material está descontaminado, el personal del laboratorio debe validar la eficacia del método de descontaminación midiendo la cantidad de agentes biológicos restantes frente al límite de detección obtenido con indicadores químicos, físicos o biológicos.

Resumen ejecutivo

La bioseguridad en el laboratorio es esencial para la protección tanto del personal del laboratorio como de la comunidad general contra la exposición y la liberación inadvertida de agentes biológicos. El equipo de protección personal (EPP) se utiliza comúnmente para proteger al personal de la exposición a peligros biológicos y de otro tipo, como sustancias químicas que pueden estar presentes en el laboratorio. Los tipos de EPP que se usan en los laboratorios donde se manejan agentes biológicos están diseñados para proteger el cuerpo, los ojos y el rostro, los pies, las manos, y el sistema respiratorio y el oído. Los tipos de EPP que se requieren y los detalles sobre cuándo se deben utilizar se determinan tomando como base la evaluación de riesgos relacionados con el trabajo que se realiza en el laboratorio. En la presente monografía se ofrece información sobre los tipos, la selección y el uso de EPP para el personal que realiza evaluaciones de riesgos, como los oficiales de bioseguridad o los directores de laboratorio, y para el personal o los investigadores que usan EPP en las tareas de laboratorio.

La información que contiene esta monografía sobre el EPP tiene como propósito acompañar la cuarta edición del *Manual de bioseguridad en el laboratorio* de la OMS (en adelante, el *Manual*) y las demás monografías complementarias. En lugar de un enfoque prescriptivo, en esta cuarta edición del Manual y en las monografías complementarias se adopta un enfoque de la bioseguridad basado en los riesgos y en las evidencias que garantice que las instalaciones de los laboratorios, los equipos de seguridad y las prácticas de trabajo sean pertinentes, proporcionales a las necesidades y sostenibles a nivel local.

Se hace hincapié en la importancia de una «cultura de la seguridad» que incorpore la evaluación del riesgo, las BPPM y los PON, la adecuada formación introductoria, de actualización y de tutoría del personal, y la notificación rápida de incidentes y accidentes, seguida de su investigación y de las medidas correctivas pertinentes. Con este nuevo enfoque se pretende facilitar tanto un diseño de los laboratorios como formas de funcionamiento que garanticen una mayor sostenibilidad, manteniendo al mismo tiempo un control adecuado de la bioseguridad.

Las demás monografías complementarias proporcionan información detallada que ayuda a poner en práctica sistemas y estrategias sobre los siguientes temas especializados: evaluación del riesgo, diseño y mantenimiento del laboratorio, cámaras de seguridad biológica y otros dispositivos de contención primaria, descontaminación y gestión de desechos, gestión de programas de bioseguridad y preparación y capacidad de recuperación ante brotes epidémicos.

La presente monografía trata sobre los factores que deben tenerse en cuenta al seleccionar los EPP, incluidas la evaluación de riesgos del trabajo que se está realizando y la reglamentación. Se describen los diferentes tipos de EPP disponibles, que incluyen, entre otros, batas de laboratorio, trajes de cuerpo completo, guantes, calzado protector, gafas de seguridad, gafas de máscara, protectores faciales,

maskarillas ordinarias y maskarillas respiratorias. Además, se explica la forma correcta de ponerse, quitarse y probar algunos EPP, y se describe el EPP necesario para el cumplimiento de los requisitos básicos, las medidas de control reforzadas y las medidas de máxima contención. También se examinan los métodos de higiene de las manos y la limpieza, mantenimiento, almacenamiento y eliminación de EPP, así como las normas y reglamentaciones nacionales e internacionales sobre EPP.

INTRODUCCIÓN

La bioseguridad del laboratorio es fundamental para proteger al personal, y a la comunidad general, contra la exposición a agentes biológicos patógenos o la liberación de estos. Los estudios realizados sobre casos recientes de infecciones adquiridas en el laboratorio muestran que la mayoría fueron causadas por factores humanos, entre ellos la falta de uso o el uso inadecuado de EPP (1–4). El EPP y otras prendas específicas de laboratorio actúan como barrera para minimizar la probabilidad de que el personal esté expuesto a aerosoles, salpicaduras o inoculación accidental. Sin embargo, es importante tener presente que el uso de EPP no suprime el peligro, es decir, el agente biológico.

El EPP es cualquier prenda o artículo (por ejemplo, guantes) que utiliza una persona en el laboratorio para protegerse de la exposición a uno o más peligros.

La necesidad de uno u otro tipo de EPP depende de los siguientes factores:

- las características del agente biológico con el que se trabaja,
- los volúmenes y las concentraciones del agente biológico,
- la presencia de peligros añadidos (por ejemplo, temperaturas extremas, peligros químicos o radiaciones),
- el tipo de trabajo que se realiza,
- otras medidas de control de riesgos que se estén utilizando, como una cámara de seguridad biológica (CSB),
- otros artículos de EPP que se estén utilizando,
- las necesidades individuales de los trabajadores del laboratorio, y
- la existencia de reglamentaciones nacionales y los requisitos del centro.

Una evaluación exhaustiva de los riesgos determinará las necesidades y el tipo de EPP que se requiere. Puede encontrarse más información sobre la realización de evaluaciones de riesgos en la cuarta edición del *Manual de bioseguridad en el laboratorio* de la OMS (1) y en la monografía *Evaluación del riesgo* (2).

1.1 Alcance previsto

Al igual que en la cuarta edición del *Manual de bioseguridad en el laboratorio* (5) (documento básico), la presente monografía adopta un enfoque de la bioseguridad basado en el riesgo y en la evidencia, en lugar de un enfoque prescriptivo, para garantizar que la selección y el uso de EPP de laboratorio sean pertinentes, proporcionales a las necesidades y sostenibles a nivel local. La selección y el uso de EPP deben formar parte de una cultura de la seguridad que incluya la evaluación del riesgo, las buenas prácticas y procedimientos microbiológicos (BPPM), la capacitación y la notificación de incidentes con el fin de reducir los riesgos asociados al trabajo con agentes biológicos.

Las demás monografías complementarias proporcionan información detallada que ayuda a poner en práctica sistemas y estrategias sobre los siguientes temas especializados: evaluación del riesgo (6), diseño y mantenimiento del laboratorio (7), cámaras de seguridad biológica y otros dispositivos de contención primaria (8), descontaminación y gestión de desechos (9), gestión de programas de bioseguridad (10) y preparación y capacidad de recuperación ante brotes epidémicos (11).

La presente monografía ofrece una visión general de los tipos de EPP que podrían ser necesarios como parte de los requisitos básicos del laboratorio. También ofrece otras opciones para los EPP cuando se ha determinado que se necesitan medidas de control reforzadas, y abarca los tipos de EPP que deben usarse cuando las operaciones de alto riesgo deben realizarse aplicando medidas de máxima contención.

La monografía trata sobre las siguientes cuestiones:

- la selección de EPP basada en la evaluación del riesgo,
- las opciones de EPP en distintas situaciones: requisitos básicos, medidas de control reforzadas y medidas de máxima contención,
- los tipos de EPP y cómo colocarse, utilizar y quitarse de manera segura los distintos elementos del EPP,
- la higiene de las manos,
- limpieza, mantenimiento, almacenamiento y eliminación de EPP, y
- normas y reglamentos en materia de EPP.

La monografía se centra en el uso de EPP para prevenir la exposición a agentes biológicos; sin embargo, también se examinarán otros peligros como los objetos punzocortantes y los productos químicos. No se trata, en cambio, la cuestión del equipo diseñado o requerido para la protección de muestras.

Esta monografía debe servir como complemento a todo mecanismo nacional de regulación y supervisión que pueda estar en vigor, y utilizarse como guía para ayudar al programa local de bioseguridad.

1.2 Principios de selección y uso de EPP

Para lograr que el lugar de trabajo sea seguro es necesario proporcionar a los trabajadores instrucciones, procedimientos, capacitación y supervisión para que desempeñen sus funciones de manera segura y responsable. Con todo, incluso cuando se han implantado controles de ingeniería y sistemas de trabajo seguros pueden persistir algunos peligros. Esos peligros pueden ser causa de lesiones, por ejemplo:

- la inhalación de aire contaminado que daña los pulmones,
- la caída de objetos en la cabeza o los pies,
- las salpicaduras de materiales infecciosos o productos químicos peligrosos que dañan los ojos,
- el contacto con materiales corrosivos que dañan la piel, y
- el calor o el frío extremos que dañan el cuerpo.

En estos casos se necesita EPP para reducir el riesgo de que esos incidentes tengan consecuencias para el trabajador. Cuando el EPP siga siendo necesario después de adoptar medidas de control de riesgos (por ejemplo, protección para la cabeza en la mayoría de las obras de construcción), los empleadores proporcionarán a su personal este equipo de forma gratuita.

Los tipos de equipo se elegirán cuidadosamente (véase la sección 2, «SELECCIÓN DE EPP»); además, se adiestrará al personal en la manera adecuada de usarlo y para saber cómo detectar y comunicar cualquier fallo.

SELECCIÓN DE EPP

La necesidad de utilizar EPP vendrá determinada por la evaluación del riesgo asociado a los trabajos que se vayan a realizar y a los agentes biológicos y otros peligros con los que se trabaje.

2.1 Evaluación del riesgo

El control de los riesgos biológicos debe basarse en una evaluación del riesgo. Este proceso gradual se describe en la cuarta edición del *Manual* (5) y en la monografía *Evaluación del riesgo* (6) y sirve para determinar si es posible aplicar medidas de control de riesgos, entre ellas los EPP, para reducir los riesgos hasta niveles aceptables (el riesgo justificable de una tarea en relación con los beneficios que comporta).

2.2 Criterios de selección del EPP

Antes de seleccionar cualquier elemento del EPP, la dirección del laboratorio y el usuario deben responder a las siguientes preguntas:

- ¿Quién estará expuesto y a qué?
- ¿Cuánto tiempo se llevará puesto el EPP?
- ¿Contra qué tipo de material biológico se necesita protección (por ejemplo, muestras para el diagnóstico, cultivos, producción a gran escala)?
- ¿Existen contraindicaciones para el uso de determinado tipo de EPP (por ejemplo, asma, claustrofobia, dermatitis)?

Se tendrán en cuenta los siguientes factores al seleccionar y usar EPP:

- el tamaño y la forma;
- el ajuste, la comodidad y libertad de movimientos para asegurar la protección durante las actividades, de principio a fin;
- los efectos sobre la destreza,
- los requisitos de limpieza, desinfección y mantenimiento,

- equipos desechables frente a equipos reutilizables,
- la compatibilidad con otros equipos,
- la robustez (resistencia a abrasiones, cortes, desgarros y punciones),
- el potencial de causar estrés por calor,
- el riesgo de enredo en piezas de maquinaria en movimiento, y
- una formación adecuada en el uso para trabajos de alto riesgo, en particular sobre cómo ponerse y quitarse correctamente los artículos de EPP cuando están contaminados.

Cuando se usen varios artículos de EPP al tiempo, se comprobará cada uno de ellos para asegurarse de que sean compatibles entre sí. Por ejemplo, la protección ocular puede interferir con el ajuste hermético de una máscara respiratoria e impedir la debida protección del usuario. Los productos seleccionados deberán verificarse antes de la compra, pues es posible que deban cumplir normas nacionales. Los usuarios del EPP deberán estar debidamente capacitados en su utilización y su mantenimiento, y ser capaces de detectar y comunicar cualquier fallo antes de usarlo en condiciones reales.

Los principios fundamentales para seleccionar y usar EPP incluyen los siguientes.

- Elegir productos que sean idóneos para su propósito de acuerdo con la reglamentación local y nacional o las normas internacionales adoptadas; los proveedores pueden informar al respecto.
- Elegir equipo que se adapte al usuario: se tendrán en cuenta la talla, el ajuste y el peso del EPP. Si los usuarios ayudan a elegir el EPP, será más probable que lo utilicen.
- Si se usa más de un artículo de EPP al mismo tiempo, hay que cerciorarse de que se puedan usar juntos; por ejemplo, las gafas de seguridad pueden alterar el ajuste hermético de una máscara respiratoria, permitiendo fugas de aire.
- Se instruirá y capacitará al personal sobre la forma de usar el EPP, por qué es necesario, cuándo usarlo y cuáles son sus limitaciones.
- Nunca se permitirán excepciones al uso de EPP para tareas que «solo necesitan unos minutos».
- Siempre que sea posible, se consultará con los fabricantes qué EPP sería el más apropiado. Explicar qué tipo de trabajo se va a realizar puede ayudar al fabricante a aconsejar los EPP más adecuados.
- En caso de duda, se solicitará asesoramiento complementario de un asesor especializado, como un proveedor o un experto en bioseguridad.

2.3 Normativa nacional y requisitos institucionales

En algunos casos habrá normas nacionales que los EPP estarán obligados a cumplir. Por ejemplo, en algunos países el EPP ha de superar un conjunto de pruebas normalizadas antes poder utilizarlo legalmente. En la sección 14, «NORMAS Y REGLAMENTOS», se ofrece información sobre las normas vigentes. En el nivel de la institución, los procedimientos de trabajo específicos pueden requerir el uso de determinados EPP para trabajar en el laboratorio; por ejemplo, el uso de protección ocular puede ser obligatorio con independencia del tipo de actividad de laboratorio que se esté realizando.

Se establecerá una política sobre el uso de los EPP asignados y se aplicará de manera sostenida. Todo el personal debe conocer las normas relativas al uso de EPP y las consecuencias de su incumplimiento (además de las posibles lesiones o enfermedades).

2.4 Consideraciones relativas al agente o los agentes biológicos

Entre las características del agente biológico que hay que tener en cuenta al determinar el tipo de EPP que se debe usar figuran las siguientes:

- vías de transmisión,
- dosis infecciosa,
- estabilidad ambiental,
- consecuencia de la exposición o la liberación y
- disponibilidad de vacunas o profilaxis.

2.4.1 Vías de transmisión

Al evaluar los riesgos es importante tener en cuenta las vías de transmisión de los agentes biológicos que se manipulan, ya que esa información dictará las medidas de control de riesgos necesarias, incluida la elección de EPP. Por ejemplo, para prevenir la transmisión aérea de un agente biológico durante una actividad de laboratorio cuando no se dispone de CSB, en general habría que utilizar equipo de protección respiratoria, como mascarillas filtrantes, para evitar la exposición de las vías respiratorias de los trabajadores al agente biológico.

Es importante señalar que las vías de transmisión natural de un agente biológico pueden cambiar en el laboratorio, en función de las concentraciones utilizadas y los procedimientos que se lleven a cabo.

2.4.2 Dosis infecciosa

La dosis infecciosa no altera la probabilidad de exposición de una persona al agente biológico que se está manipulando. En cambio, sí son distintas las consecuencias y, por consiguiente, el riesgo general; cuanto menor sea la dosis infecciosa, más probable será la infección en caso de exposición. Así pues, los tipos de medidas de control de riesgos que deben aplicarse para prevenir la exposición y la liberación pueden diferir. Por ejemplo, cuando se trabaja con grandes volúmenes de un agente biológico transmisible por contacto que tiene una dosis infecciosa baja, la evaluación del riesgo puede determinar que es preciso utilizar un segundo par de guantes para que, en caso de exposición, se pueda quitar el par exterior mientras se mantiene la barrera gracias a la capa de guantes interior.

2.4.3 Estabilidad ambiental

Ciertos agentes biológicos pueden sobrevivir durante mucho tiempo en las superficies del laboratorio. Ello hace que el personal pueda estar expuesto durante periodos prolongados a tocar superficies contaminadas. Los agentes biológicos que son más estables en el medio ambiente pueden entrañar mayor probabilidad de exposición para el personal del laboratorio si la descontaminación no se realiza correctamente y si no se usa el EPP apropiado. Sobre la base de la evaluación del riesgo, pueden requerirse guantes para las actividades realizadas en determinadas zonas de un laboratorio si anteriormente se utilizaron en esa zona agentes biológicos estables en el medio ambiente y transmisibles por contacto.

2.4.4 Consecuencia de la exposición o la liberación

Al determinar el EPP que se necesita deben tenerse en cuenta las consecuencias de la exposición o la liberación, por ejemplo, la gravedad del daño que puede causar una infección adquirida en el laboratorio. Por ejemplo, cuando se manipulan agentes biológicos capaces de provocar una enfermedad grave, será necesario seleccionar diferentes tipos de EPP entre otras medidas de control de riesgos.

2.4.5 Disponibilidad de vacunas o profilaxis

La disponibilidad de vacunas o profilaxis puede influir en la selección de EPP. Por ejemplo, para trabajar con un agente biológico que se transmite por vía aérea y para el que no se dispone de vacuna o profilaxis, se considerará la posibilidad de utilizar equipos de protección respiratoria.

2.5 Tipo de trabajo que se realiza

Cualquiera que sea el agente biológico que se manipule, el riesgo será distinto según el tipo de actividad de laboratorio. La diferencia puede a su vez repercutir en el nivel de control que se necesita para reducir el riesgo hasta un nivel aceptable. Por lo tanto, esto cambiará el tipo de EPP que hay que utilizar. Por ejemplo, las técnicas moleculares pueden requerir el uso de una bata de laboratorio, guantes y protección ocular cuando es probable que haya salpicaduras. En cambio, la realización de un procedimiento en el que se generan aerosoles con el mismo agente biológico puede exigir el uso de protección respiratoria y un visor de protección completo, si se manipula fuera de una CSB. Incluso cuando se han implantado controles de ingeniería y sistemas de trabajo seguros, pueden persistir algunos peligros. Así pues, en estos casos se necesita EPP para reducir el riesgo.

2.6 Otros peligros

Si bien la cuarta edición del *Manual* (5) y las monografías complementarias se centran en la seguridad biológica, es importante tener presente la protección contra otros peligros y factores agresivos, como los siguientes:

- alérgenos
- objetos punzocortantes
- temperatura
- radiaciones no ionizantes (por ejemplo, luz ultravioleta, láser)
- ruido
- vapores químicos (olor)
- electricidad
- sustancias químicas
- gas
- radiación
- picaduras o mordeduras (por artrópodos o animales de mayor tamaño).

Es imprescindible tener en cuenta estos otros factores al seleccionar el tipo de EPP que se usará, ya que hay que prever protección contra ellos además de contra el peligro biológico. Por ejemplo, en presencia de ciertos productos, como la acetona, los guantes pueden sufrir un rápido deterioro químico. Ese deterioro no solo favorece la exposición de la piel al producto químico, sino que también podría facilitar el paso de agentes biológicos a través del material del guante y la consiguiente exposición de la piel a ellos. Otro ejemplo es la extracción de material de un almacén de nitrógeno líquido. Si bien normalmente se usaría una capa de laboratorio y guantes para extraer material de un congelador normalizado de -20°C , la temperatura muy baja del nitrógeno líquido y la posibilidad de salpicaduras justificarían el uso de otros elementos de EPP, como un delantal térmico, guantes térmicos y un protector facial.

2.7 Otras medidas de control de riesgos

El tipo de EPP necesario para realizar determinada tarea o serie de tareas también depende de otras medidas de control de riesgos que se hayan implantado con arreglo a la evaluación del riesgo. Por ejemplo, cuando se ha estipulado que se utilizará una CSB, hará falta menos EPP que si se realizara el mismo trabajo sin CSB (tabla 2.1).

Tabla 2.1 Ejemplo de EPP para una actividad de laboratorio con y sin medidas de control del riesgo

TAREA	MEDIDA(S) DE CONTROL DEL RIESGO SELECCIONADA(S)	EPP
Preparación de cultivo líquido del virus de la gripe A	Ninguna	Bata de laboratorio, guantes, protección respiratoria, protección ocular
	CSB	Bata de laboratorio, guantes

CSB = cámara de seguridad biológica; EPP = equipo de protección personal.

2.8 Combinación de EPP

En algunas situaciones puede ser necesario considerar a la vez varios peligros, como los procedimientos en los que se requiere protección biológica, química y térmica simultáneamente. En estos casos los requisitos en materia de ropa pueden no cumplirse con una sola prenda. Las combinaciones de EPP con diferentes propiedades pueden conducir rápidamente a problemas de compatibilidad, movilidad y estrés por calor. Esta situación debe tenerse en cuenta al realizar la evaluación de riesgos, antes de comprar el EPP y antes de comenzar a trabajar.

Cuando se utilicen combinaciones de distintos elementos de EPP, estos deberán complementarse entre sí y cada uno de ellos seguirá manteniendo el ajuste correcto. Por ejemplo, si se usan a la vez una pantalla de protección facial y una bata de frente cerrado no habría ningún efecto negativo en el ajuste o la funcionalidad de una u otra. En cambio, el uso de gafas de seguridad con correas elásticas mientras se usa una mascarilla filtrante podría dar lugar a una situación en la que la pieza nasal de uno de esos elementos interfiriese con el ajuste de la pieza nasal del otro. El ajuste y la función adecuados de los EPP cuando se usan simultáneamente deben estar garantizados en todos y cada uno de los usuarios.

2.9 Necesidades y observaciones de los usuarios

Es importante tener en cuenta que no hay un único tamaño, tipo o marca de EPP que sea apropiado para todos los miembros del personal. La observancia de las normas en el uso de EPP generalmente será mejor cuando los usuarios puedan dar su opinión sobre la comodidad y el ajuste. Por lo tanto, es aconsejable consultar con el personal del laboratorio y probar distintos artículos para asegurar que se adquieran los más indicados. Todo EPP que se utilice en el laboratorio debe estar correctamente ajustado para cada usuario. El personal también debe recibir una formación apropiada para velar por que el EPP funcione correctamente y se utilice de manera adecuada y eficaz. El EPP que se utiliza incorrectamente, por ejemplo, llevar la bata de laboratorio desabrochada, no ofrecerá la protección prevista en su diseño. Según el tipo de EPP, la capacitación también puede incluir protocolos básicos de mantenimiento, descontaminación y reparación para garantizar que el artículo dure y que sus características de protección se mantengan.

Se solicitará regularmente información del usuario para saber si el EPP funciona correctamente o si es necesario sustituir el EPP reutilizable (por ejemplo, debido a la abrasión), así como para conocer las dificultades que pueda tener al utilizar EPP o cualquier otro problema que pueda influir negativamente en su capacidad para desempeñar sus tareas con eficacia.

Proporcionar estadísticas y descripciones de los fallos de los EPP como parte del sistema de gestión de riesgos biológicos es útil para alentar la implantación regular de mejoras basadas en las enseñanzas extraídas.

2.10 Disponibilidad de EPP

Es responsabilidad del empleador o de la institución proporcionar una selección suficiente de EPP apropiados para su personal con arreglo a los resultados de la evaluación del riesgo. El empleador ofrecerá una selección de diferentes equipos para que todo el personal reciba el equipo de protección más adecuado (por ejemplo, poniendo a su disposición diferentes modelos de mascarillas filtrantes N95). Además de la protección en sí, también se debe tener en cuenta la comodidad de uso.

2.11 Otras consideraciones para la selección de EPP

Para lograr que el lugar de trabajo sea seguro es necesario proporcionar instrucciones, procedimientos, capacitación y supervisión para que los trabajadores desempeñen sus funciones de manera segura y responsable.

Tal vez haya que tener en cuenta otros factores a la hora de seleccionar el EPP más adecuado, como los siguientes:

- espacio disponible y condiciones para almacenar EPP reutilizables,
- fiabilidad de los equipos a lo largo del tiempo,
- facilidad de mantenimiento; por ejemplo, quizá haya que enviar algunos artículos fuera de la instalación periódicamente para que sean calibrados,
- requisitos en materia de eliminación; por ejemplo, el equipo que contiene baterías habrá de ser eliminado recurriendo a contratistas especializados,
- mantenimiento de registros de artículos reutilizables y existencias de equipos desechables,
- tiempo necesario para la compra de equipos de sustitución,
- costo de la adquisición, el mantenimiento y la reparación de equipos, y
- vida útil recomendada por el fabricante (por ejemplo, para una mascarilla filtrante equipada con un cartucho químico).

EPP PARA EL LABORATORIO DE REQUISITOS BÁSICOS

Por requisitos básicos se entiende la combinación de medidas de control de riesgos que son a la vez fundamento y parte integral de la bioseguridad en el laboratorio. Estos requisitos se definen en la cuarta edición del *Manual de bioseguridad en el laboratorio* (5) y deben aplicarse en todos los laboratorios. Reflejan las normas internacionales y las mejores prácticas en bioseguridad que forman un conjunto de requisitos mínimos para trabajar de forma segura con agentes biológicos, aun cuando los riesgos asociados sean mínimos. El requisito más importante de cualquier laboratorio son las BPPM. Este término abarca un código de prácticas aplicable a todo tipo de actividades con agentes biológicos. Incluye tanto comportamientos generales como las mejores prácticas de trabajo y los mejores procedimientos técnicos que deben observarse en el laboratorio en toda circunstancia. Deben llevarse a cabo de manera normalizada para que el personal de laboratorio y la comunidad estén protegidos de la infección, el medio ambiente esté protegido de la contaminación y los productos estén protegidos para el trabajo con agentes biológicos.

El *Manual* (5) sugiere los siguientes requisitos básicos en materia de EPP:

- batas de laboratorio
- calzado
- guantes, y
- protección ocular.

En general, no se requiere protección respiratoria contra los agentes biológicos como parte de los requisitos básicos. Cuando la evaluación de riesgos indica que se necesita protección respiratoria para protegerse contra los agentes biológicos, esta se considera una medida de control reforzada (véase la sección 4, «EPP PARA LABORATORIOS CON MEDIDAS DE CONTROL REFORZADAS»).

3.1 Batas de laboratorio

Es necesario usar batas dentro del laboratorio para evitar que la ropa personal se salpique o contamine con agentes biológicos. Existen varios tipos de batas de laboratorio, pero a los efectos de los requisitos básicos:

- serán de la talla adecuada y lo bastante largas como para cubrir las rodillas, pero no llegarán hasta el suelo,
- tendrán mangas largas, preferiblemente con puños ajustados,
- no se llevarán las mangas subidas, ya que esto expondría los brazos a una posible contaminación,
- irán abrochadas o cerradas de algún otro modo,
- solo se usarán en zonas designadas; por ejemplo, no en las oficinas,
- se retirarán y descontaminarán cuando se sepa que están contaminadas, por ejemplo, por un derrame, y
- se lavarán regularmente.

Siempre que sea posible, las batas de laboratorio también deben ser:

- de cuello alto y cierre lateral, cruzadas por delante, para proporcionar protección adicional contra salpicaduras,
- hechas de un material resistente a las salpicaduras, y
- hechas de un material ignífugo.

3.2 Calzado

Siempre se usará calzado en el laboratorio. Estará diseñado de tal modo que minimice los resbalones y tropiezos y evite lesiones por caída de objetos. Cubrirá la parte superior del pie, y debe ser cómodo y de la talla adecuada para que el usuario pueda realizar sus tareas sin fatiga o distracción.

3.3 Guantes

Se usarán guantes desechables apropiados para todos los procedimientos que entrañen un contacto previsto o involuntario con sangre, líquidos corporales u otros materiales potencialmente infecciosos. Estos guantes no deben desinfectarse ni reutilizarse, ya que la exposición a desinfectantes y el uso prolongado reducirán su integridad y disminuirán la protección para el usuario. Los guantes siempre deben inspeccionarse antes de utilizarlos para cerciorarse de que estén intactos.

Es posible que se necesiten diferentes tipos de guantes para diferentes trabajos o para otros peligros, como guantes que protejan al usuario del calor, de objetos punzantes o de productos químicos. Se dispondrá de varias tallas a fin de garantizar en todos los usuarios un ajuste correcto que permita un movimiento y una destreza adecuados para los procedimientos que se realizan. Los guantes de nitrilo, vinilo y látex son los más comunes para la protección contra agentes biológicos.

3.4 Protección ocular

Se deben usar gafas o anteojos de protección, pantallas (o viseras) faciales u otros dispositivos de protección cada vez que sea necesario para proteger los ojos y el rostro de salpicaduras, proyecciones de objetos o radiación ultravioleta artificial. La protección ocular puede ser reutilizable, pero se limpiará con regularidad. Si recibe salpicaduras, deberá limpiarse y descontaminarse con productos de limpieza y desinfección adecuados.

Las gafas graduadas personales no deben utilizarse como medio de protección ocular, ya que no cubren una parte suficiente del rostro alrededor de los ojos, particularmente en los laterales. Se adquirirán gafas de seguridad graduadas especializadas para los trabajadores que las necesiten. Existen algunos modelos de gafas protectoras con unas cavidades que permiten al usuario utilizar sus gafas graduadas personales por debajo.

Siempre que sea posible, las gafas deben estar hechas de materiales resistentes al impacto cuando se usan para proteger contra objetos proyectados.

EPP PARA LABORATORIOS CON MEDIDAS DE CONTROL REFORZADAS

Cuando así lo determine la evaluación del riesgo, además de los definidos como requisitos básicos será necesario utilizar otros artículos de EPP como parte del control de riesgos. Estos requisitos adicionales, que se describen en las secciones 4 y 5, forman parte de las medidas de control reforzadas y las medidas de máxima contención propuestas respectivamente para hacer frente a los mayores riesgos iniciales asociados a la realización de trabajos más especializados o trabajos con agentes biológicos más peligrosos.

Cuando exista una normativa nacional, es posible que esta contenga listas previamente definidas de las medidas de control de riesgos que sea obligatorio aplicar. Además de esos requisitos, los resultados de la evaluación local del riesgo orientarán la selección de las medidas de control del riesgo, teniendo en cuenta los recursos disponibles, la competencia del personal y la viabilidad de la aplicación. Las medidas de control reforzadas pueden incluir EPP especializados o protocolos especializados con EPP para laboratorios de requisitos básicos que ayuden a reducir aún más los riesgos observados.

4.1 Batas de laboratorio y otros elementos de protección corporal

Las medidas de control reforzadas pueden requerir las siguientes adiciones o alternativas a las batas de laboratorio normales:

- batas de laboratorio cruzadas en la parte delantera, que ofrecen protección añadida contra salpicaduras y derrames;
- otras prendas protectoras, como batas cerradas y monos con cremallera protegida con solapa para proteger contra salpicaduras;
- además se puede utilizar un delantal, una bata de material impermeable o mangas impermeables desechables para procedimientos en los que no se puede descartar la posibilidad de grandes salpicaduras;

- se pueden usar prendas protectoras de tipo «pijama» (casaca y pantalón) u otras prendas de laboratorio de uso exclusivo para evitar la contaminación de la ropa personal, y
- se descontaminarán debidamente las batas de laboratorio y otros artículos reutilizables (por ejemplo, en autoclave) antes de lavarlos.

Puede encontrarse más información sobre las batas de laboratorio y otras prendas de protección corporal en la sección 6.

4.1.1 Delantales

Los delantales o mandiles ofrecen protección adicional contra salpicaduras para el peligro específico que entrañan ciertos procedimientos, como la extracción de muestras de nitrógeno líquido, la manipulación de productos químicos líquidos, durante una autopsia o cuando se manejan grandes volúmenes de líquido.

4.1.2 Batas médicas

Las batas ofrecen un rango de protección similar al de las batas de laboratorio, aunque en general son lisas por delante y se cierran a la espalda, con puños elásticos que se pueden usar encima de la ropa personal o del pijama de laboratorio. Las batas desechables suelen considerarse de un solo uso; sin embargo, en ocasiones pueden usarse repetidas veces antes de desecharlas, siempre que la evaluación del riesgo especifique que la probabilidad de contaminación es baja. Otra posibilidad consiste en usar batas reutilizables envolventes, aunque han de ser regularmente descontaminadas y lavadas.

4.1.3 Trajes de cuerpo entero

Los trajes de cuerpo entero o monos cubren todo el cuerpo y generalmente se usan encima del pijama de laboratorio o la ropa personal. Según su calidad, pueden ser desechables o reutilizarse si se descontaminan debidamente. El usuario tendrá cuidado al quitarse el traje para evitar cualquier contaminación. Los monos con cremallera protegida por solapa son los más indicados para la protección contra salpicaduras.

4.2 Calzado

Puede ser necesario cambiar el calzado antes de entrar en el laboratorio si existe un requisito para evitar la contaminación cruzada (también se pueden usar cubrezapatos desechables); si el calzado personal es inapropiado para trabajar en el

laboratorio (por ejemplo, calzado abierto o tacones altos); o si se requiere protección específica contra salpicaduras. Se puede encontrar más información en la sección 7, «CALZADO».

4.3 Guantes

Para algunas actividades puede ser necesario utilizar guantes adicionales (por ejemplo, guantes dobles, guantes resistentes a los cortes), por ejemplo en el trabajo con animales; las tareas con material de desecho líquido concentrado; los procesos de descontaminación de dos pasos, o la retirada de EPP contaminados.

Debe disponerse de una gama adecuada de tallas para garantizar un ajuste adecuado de las distintas capas de guantes. Es importante tener en cuenta que el uso de varias capas puede reducir la destreza y la capacidad de manejar las muestras correctamente, lo que puede aumentar la probabilidad de exposición. Esto debe tenerse en cuenta durante el proceso de evaluación de riesgos e incorporarse a la capacitación. Se puede encontrar más información en la sección 8, «GUANTES».

4.4 Protección ocular

La protección ocular es necesaria en las mismas circunstancias que se indican en los requisitos básicos. En cualquier caso, los artículos de protección ocular deben ser compatibles con la protección respiratoria, si se lleva. Puede encontrar más información en la sección 9, «PROTECCIÓN DE LOS OJOS Y EL ROSTRO».

4.5 Protección respiratoria

El equipo de protección respiratoria es una forma de EPP diseñada para proteger al usuario de la inhalación de partículas que contienen agentes biológicos u otros peligros para las vías respiratorias que pueden estar presentes en el aire ambiental. La protección respiratoria se puede utilizar para proteger al personal de los aerosoles como alternativa o como complemento a la realización de trabajos en una CSB. Sin embargo, solo debe usarse después de una detenida consideración de los riesgos, ya que solamente protege al usuario. Por consiguiente, se necesitarán otras medidas para garantizar la protección del resto de trabajadores del laboratorio o el medio ambiente local que estén en riesgo de exposición.

Es importante seleccionar cuidadosamente el equipo de protección teniendo en cuenta los resultados de la evaluación del riesgo. Solo será utilizado por personal capacitado que sepa cuál es el equipo adecuado para el trabajo y cómo usarlo correctamente. Puede encontrar más información sobre el equipo de protección respiratoria en la sección 10, «PROTECCIÓN RESPIRATORIA».

EPP PARA LABORATORIOS CON MEDIDAS DE MÁXIMA CONTENCIÓN

La mayor parte de los trabajos de laboratorio se realizan aplicando los requisitos básicos o con medidas de control reforzadas. Hay sin embargo circunstancias excepcionales en las que la evaluación del riesgo puede exigir que en el laboratorio se empleen medidas de contención máxima para controlar riesgos muy altos para el personal y la comunidad. Las instalaciones de máxima contención solo serán necesarias cuando se utilicen agentes biológicos de graves consecuencias en trabajos que presenten mayor probabilidad de exposición o liberación, o de conformidad con la reglamentación nacional.

Los laboratorios de máxima contención son aquellos que ofrecen el más alto nivel de protección al personal del laboratorio, así como a la comunidad y el medio ambiente en general. Hay un número limitado de laboratorios de este tipo en el mundo, ya que son muy caros de construir, operar y mantener. Normalmente, estos laboratorios deben cumplir legislación y directrices nacionales sumamente detalladas, incluso antes de que se les conceda autorización para empezar a funcionar, y pueden estar sujetos a numerosas inspecciones reglamentarias de forma regular. En la presente sección se ofrece solo una introducción básica a ese tipo de instalaciones. Se pueden encontrar más detalles en la monografía *Diseño y mantenimiento del laboratorio (7)* y en los documentos de orientación nacionales pertinentes.

Las instalaciones de máxima contención pueden tener dos diseños. El primero es una instalación de cámaras en línea, donde todo el trabajo se lleva a cabo en un sistema cerrado de CSB de clase III, dentro de un laboratorio de presión negativa. El segundo es una instalación donde los operarios trabajan en trajes encapsuladores de presión positiva en CSB de frente abierto, también en un laboratorio de presión negativa. En un sistema de laboratorio de trajes, los trajes deben estar diseñados para soportar el contacto con el equipo, productos químicos, desinfectantes y otros materiales utilizados en el trabajo. También deben permitir que las tareas y el contacto con cualquier especie animal se lleven a cabo en condiciones de seguridad. Se elaborarán PON detallados sobre el uso seguro de los trajes, y se proporcionará formación teórica y práctica al personal sobre cómo ejecutar los PON correctamente.

5.1 Laboratorio de cámaras en línea

Las CSB de clase III o cámaras aislantes proporcionan un mayor nivel de protección para el operario y el entorno durante las actividades de alto riesgo (se proporcionan más detalles en la monografía *Cámaras de seguridad biológica y otros dispositivos de contención primaria (8)*). Según lo indicado por la evaluación de riesgos, tal vez sea preciso un cambio completo de ropa antes de entrar en el laboratorio. Hay que retirar todas las joyas y accesorios. La ropa de laboratorio puede incluir ropa interior, pantalones, camisas, conjuntos de casaca y pantalón (pijama), monos de cuerpo entero, batas desechables o batas de laboratorio (atadas a la espalda o envoltentes). Se utilizarán guantes desechables para proteger al operario en caso de que se produjera un desgarramiento en el guante de la CSB. Posiblemente se necesite además protección ocular, facial y respiratoria, si la evaluación de riesgos indica que son medios eficaces de protección.

Los trabajadores tendrán que tomar una ducha completa antes de salir de la zona del laboratorio. La ropa de laboratorio usada se considerará material contaminado y se descontaminará antes del lavado. Las gafas graduadas habrán de ser descontaminadas antes de sacarlas del laboratorio.

5.2 Trajes de presión positiva

Los trajes de presión positiva son elementos de EPP que encapsulan por completo el cuerpo del operario, proporcionando una barrera total entre este y el entorno circundante. Consisten en un traje de cuerpo entero, hecho de material resistente, con una visera y calzado integrales, conducto de aire externo, sistema interno de suministro de aire y puños abiertos en los que se ajustan y cambian regularmente guantes de material duradero. A diferencia de otros elementos de EPP que dan al usuario cierta libertad de movimiento dentro de una zona del laboratorio, los trajes de presión positiva requieren que el operario mantenga una conexión casi constante y directa con el suministro de aire de la instalación mediante un tubo. Esta conexión crítica proporciona al usuario aire respirable que ha pasado por filtros de partículas de alta eficiencia (HEPA) y mantiene una presión interna positiva en relación con el espacio circundante. Aquí, las propiedades protectoras del traje dependen no solo del uso del operario, sino también del debido funcionamiento del sistema específico de suministro de aire respirable de la instalación.

Existen distintos tipos y modelos de trajes de presión positiva, cada uno con características particulares. Las características de estos trajes que varían de unos a otros fabricantes incluyen: el material utilizado para hacer el traje; el tamaño del visor; el campo de visión proporcionado; el sistema de ajuste de los guantes; el tipo de bota; los requisitos de caudal de aire; el número y la situación de los difusores de aire y válvulas de exhalación; y el volumen general del traje cuando se infla.

Como los trajes de presión positiva son reutilizables, su integridad debe comprobarse regularmente por medios cuantitativos o cualitativos para garantizar su correcto funcionamiento. La frecuencia de las pruebas se determinará atendiendo a la evaluación del riesgo. Con todo, antes de cada uso se procederá a un examen visual de toda la superficie del traje. Además, es necesario contar con un sistema de mantenimiento eficaz que abarque la limpieza, la desinfección, el examen, la sustitución, la reparación y la comprobación del traje.

Debido a su complejidad, se requiere un programa de capacitación estricto para garantizar que todos los usuarios conozcan perfectamente la función de los trajes de presión positiva y su correcta utilización. Las exigencias físicas, la restricción de movimientos y la conciencia espacial alterada que conlleva trabajar en un traje de presión positiva requieren que todos los usuarios reciban un adiestramiento práctico intensivo antes de iniciar cualquier actividad de alto riesgo.

BATAS, DELANTALES Y TRAJES DE LABORATORIO

Las batas, los delantales y los trajes de cuerpo entero (monos) sirven para proteger la ropa personal y el cuerpo de los trabajadores de la contaminación por contacto directo con superficies y salpicaduras contaminadas. Es importante que estos elementos:

- se utilicen de acuerdo con las recomendaciones del fabricante,
- se lleven únicamente en las zonas designadas,
- sean compatibles con otros elementos de EPP, por ejemplo, tal vez se necesiten guantes con puños más largos,
- sean comprobados antes de utilizarlos,
- se pongan correctamente para asegurar que proporcionen la protección prevista, y
- se retiren correctamente para evitar la contaminación de la ropa personal y la piel si el EPP se contaminó durante el uso.

6.1 Información general

Según la naturaleza del trabajo que se vaya a realizar y el entorno en el que se lleva a cabo, tal vez se necesite protección contra distintos tipos de peligros. Las marcas en las prendas identifican los ámbitos de uso previstos. En la tabla 6.1 aparecen los distintos tipos de prendas de protección de cuerpo entero con arreglo al sistema de clasificación ISO y a la protección que ofrecen al usuario, y ejemplos de dónde se utilizarían. Hay que tener en cuenta otros sistemas de clasificación nacionales o locales porque pueden diferir de la clasificación ISO (por ejemplo, la clasificación de los Estados Unidos abarca los niveles A a D (12)). También se deben tener en cuenta los productos químicos específicos que se utilizan, el material del que está hecho el traje (su penetración, permeabilidad y degradación) y las zonas del cuerpo que hay que proteger y, por consiguiente, el tipo de EPP que se necesita (por ejemplo, delantal para el traje completo). Ningún material proporciona protección química indefinida, de modo que quizá no sea posible realizar una descontaminación efectiva del EPP tras la exposición.

Tabla 6.1 Protección de los trajes completos o monos contra las sustancias utilizadas en el laboratorio

CLASIFICACIÓN ISO ^a	PROTECCIÓN	EJEMPLO DE USO
TIPO 1	Hermético al gas (utilizado con aparato respiratorio)	Traje de máxima contención
TIPO 2	No hermético al gas (utilizado con aparato respiratorio)	Fumigación/nebulización intensa
TIPO 3	Estando a los líquidos, resistente a los chorros de líquido	Con grandes volúmenes de líquidos
TIPO 4	Estando a los líquidos vaporizados	Aplicación de pulverización en un entorno controlado
TIPO 5	Protección contra partículas secas	Aplicación de polvo
TIPO 6	Protección limitada contra productos químicos/aerosoles ligeros	Donde puedan producirse pequeñas salpicaduras
B	Protección contra agentes biológicos ^b	Descontaminación de entornos biológicamente contaminados

ISO: Organización Internacional de Normalización.

^a Según la norma ISO 16602:2007.

^b Cualquier tipo de traje que ofrezca protección demostrada contra agentes biológicos se denotará con la letra «B» (por ejemplo, tipo 4-B, tipo 5-B).

6.2 Comprobaciones previas al uso

Antes de ponerse las batas de laboratorio o cualquier otro elemento de protección corporal adicional o alternativo, habrá que comprobar su integridad; por ejemplo, que no haya agujeros, partes descosidas, rasgaduras o desgarros. Si se observa una pérdida de integridad, el EPP se desechará o reparará antes de utilizarlo.

6.3 Cómo ponerse la ropa de protección

Al ponerse batas de laboratorio y otros elementos de protección corporal complementarios o alternativos, hay que cuidar de no dañar el material. Esto es especialmente importante en las prendas de un solo uso, ya que de por sí son menos resistentes que los artículos reutilizables del mismo tipo. Al ponerse artículos reutilizables, se debe tener cuidado de minimizar el contacto con la cara exterior o expuesta del material en caso de descontaminación incompleta después del uso anterior.

6.4 Cómo quitarse la ropa de protección

Hay muchos tipos y estilos diferentes de batas de laboratorio y otras prendas de protección complementarias o alternativas. En los apartados siguientes se ofrecen orientaciones generales para quitarse la ropa de protección. Cuando se hayan utilizado guantes, la evaluación de riesgos realizada previamente será la que determine los pasos más adecuados antes de retirar la bata, el delantal o el mono de laboratorio. Los guantes pueden ser 1) retirados en primer lugar, seguidos del lavado de las manos, 2) descontaminados, o 3) retirados y sustituidos por guantes limpios antes de quitarse la bata de laboratorio u otras prendas de protección corporal. Si los guantes se contaminan durante el proceso, habrá que descontaminarlos o sustituirlos por guantes limpios.

6.4.1 Batas de laboratorio

Para quitarse una bata de laboratorio, se abre la parte delantera y se sujeta el puño de una manga con los dedos de la otra mano para sacar el brazo de la manga. A continuación se procede de igual modo con la otra manga. Se cuelga la bata desde arriba o se le da la vuelta con el interior hacia fuera para su eliminación, descontaminación o lavado.



Figure 6.1 Cómo quitarse una bata médica

6.4.2 Batas médicas

Para quitarse una bata de este tipo, desanudar o separar la sujeción que la cierra y tirar de la bata de atrás hacia adelante enrollándola desde dentro hacia fuera (Figura 6.1).

6.4.3 Delantales

Para quitar un delantal desechable, desatar o romper (por ejemplo, si se trata de un delantal de plástico) la sujeción en el cuello y enrollar el delantal hacia abajo (figura 6.2). Esto permite que la parte delantera, potencialmente contaminada, quede contenida a medida que se enrolla. A continuación se desata o rompe la sujeción en la parte posterior de la cintura y se sigue enrollando el delantal sin contaminar las manos.



Figure 6.2 Procedimiento para quitar un delantal desechable

Para quitarse un delantal reutilizable, primero hay que limpiar la parte frontal del delantal con un desinfectante adecuado. Después se desata la sujeción en la parte posterior de la cintura y se pasa el cierre del cuello por encima de la cabeza. Se cuelga el delantal o se envía a la lavandería.

6.4.4 Trajes de cuerpo completo o monos

Para quitar los monos desechables, hay que abrir la parte delantera, deslizar la prenda desde los hombros y sacar los brazos de las mangas (Figura 6.3). Después hay que enrollar el mono hacia abajo con la parte interior hacia fuera (este paso puede requerir la ayuda de otra persona). Por último, retirar el mono y, si es necesario y se han usado, retirar las botas.

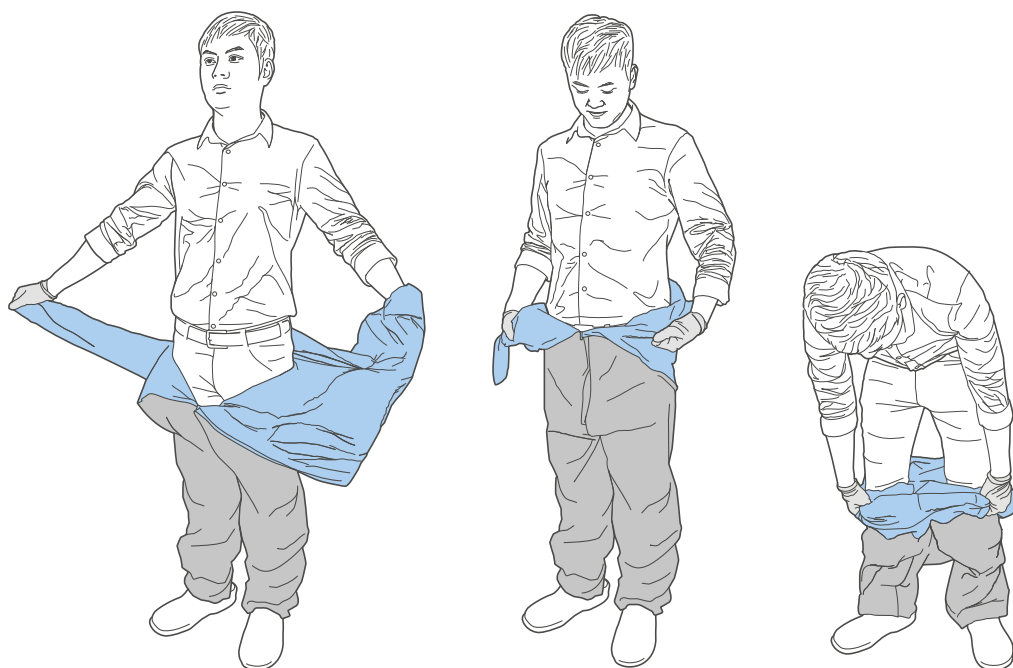


Figure 6.3 Procedimiento para retirar un mono de laboratorio desechable

CALZADO

Para trabajar en el laboratorio se requiere calzado adecuado, bien ajustado y cerrado que permita reducir al mínimo la probabilidad de resbalones y tropiezos y evitar lesiones por la caída de objetos. Las calzas para proteger los zapatos son útiles cuando se entra en el laboratorio para limpiar un derrame o para los visitantes. Puede ser necesario cambiar el calzado antes de entrar al laboratorio para evitar la contaminación del calzado personal, o si se requiere protección adicional para los pies contra salpicaduras, golpes, productos químicos o temperaturas extremas.

Existe calzado protector de diversos estilos, por ejemplo, zapatos, botas de caña baja y botas de caña alta. Respecto de cada tipo, hay una serie de requisitos de prestaciones obligatorios o facultativos.

Se tendrán en cuenta los siguientes factores al seleccionar y usar calzado de protección:

- talla, forma y comodidad,
- material del que está hecho el calzado (por ejemplo, material polimérico/sintético, piel o materiales mixtos) y facilidad de limpieza y desinfección,
- medios de sujeción o cierre,
- propiedades de la suela, por ejemplo, resistencia a la penetración por objetos punzantes, conducción eléctrica, aislamiento o propiedades antiestáticas, resistencia al calor, resistencia al aceite, aislamiento térmico/frío, y
- otras propiedades, por ejemplo, resistencia a la penetración o a la absorción de agua, protección de los huesos del pie, resistencia a los cortes.

Cuando se requieren botas, quizá convenga usar una o dos tallas por encima de lo normal, no demasiado grandes como para aumentar el riesgo de tropezar, pero lo bastante como para que se puedan quitar fácilmente sin ayuda.

7.1 Calzado de protección contra productos químicos

El grado de resistencia a un producto químico concreto se determina mediante pruebas normalizadas de degradación química o permeabilidad conformes con las normas internacionales. Véase la sección 14, «NORMAS Y REGLAMENTACIÓN».

7.2 Calzado antideslizante

El calzado «antideslizante» en realidad no existe, pero algunos tipos de suela (por su material y dibujo) ofrecen un rendimiento mucho mejor que otros. Existen pruebas biomecánicas normalizadas en máquinas especiales para evaluar la resistencia al deslizamiento, pero no reproducen de forma realista las interacciones entre el pie y el suelo, y puede que sus resultados no sean significativos. Existen otras técnicas de evaluación más realistas que se corresponden mucho mejor con los riesgos durante el uso, aunque no todas se basan en una norma concreta.

GUANTES

La mayoría de las tareas de laboratorio requieren el manejo y la manipulación de muestras. Esto hace que las manos sean la parte del cuerpo con más probabilidades de contaminarse al hacer trabajos de laboratorio. Se usarán guantes desechables apropiados para todos los procedimientos que entrañen un contacto previsto o involuntario con sangre, líquidos corporales u otros materiales potencialmente infecciosos. Los guantes de tipo quirúrgico desechables, de un solo uso, aprobados microbiológicamente, de vinilo, neopreno o nitrilo son los más utilizados para trabajos de laboratorio generales. También se pueden usar guantes reutilizables, pero deben limpiarse, desinfectarse y quitarse correctamente. Es importante tener en cuenta que los guantes solo son eficaces si se seleccionan, se ponen, se usan y se retiran correctamente. Los guantes no deben usarse fuera de las zonas de laboratorio.

Las personas tienen manos de diferentes tamaños e incluso las manos de una misma persona pueden cambiar de tamaño con el tiempo; por ejemplo, si el usuario gana o pierde peso, o cuando se producen cambios en la temperatura ambiente a lo largo del año. Es importante que se utilicen guantes de la talla correcta. Si los guantes están demasiado apretados, esto hará que se estiren demasiado y aumentará la probabilidad de fallo del material. Por el contrario, si son demasiado grandes, pueden caerse de las manos del usuario, o el exceso de material puede formar arrugas o engancharse en los equipos, lo que aumenta la probabilidad de desgarrar o contaminación. Por lo tanto, el personal del laboratorio debe tener a su disposición una gama de tallas de guantes distintas.

8.1 Tipos de guantes

Hay muchos tipos diferentes de guantes, y el tipo que se seleccione y utilice debe ser apropiado para las tareas previstas. Por ejemplo, los guantes que protegen contra agentes biológicos no necesariamente protegen contra productos químicos como los desinfectantes. Por lo tanto, es importante saber qué actividades se van a llevar a cabo, y las concentraciones y volúmenes probables de materiales peligrosos con las que se trabajará. Entonces se podrá adoptar una decisión informada sobre el tipo de guantes que deben usarse según la evaluación de riesgos.

Los guantes se fabrican en distintos materiales. El más utilizado es el nitrilo, pero también se utilizan otros, como el látex. Cabe señalar que la proteína de látex puede causar alergia con el tiempo; se han comunicado casos de reacciones alérgicas como dermatitis e hipersensibilidad inmediata en el laboratorio y en otro personal que utiliza guantes de látex, particularmente empolvados. Existen guantes que

no contienen polvo y están hechos con menor cantidad de proteína de látex, lo que puede reducir la probabilidad de alergia. Se dispondrá en el laboratorio de alternativas a los guantes de látex empolvados para las personas que tienen alergia conocida a esta sustancia.

8.1.1 Factores de protección

Los fabricantes de guantes deben informar en detalle sobre los niveles de protección que proporcionan los distintos tipos de guantes que ofrecen. La información del producto contendrá especificaciones y detalles útiles sobre la protección que ofrecen los guantes. Estas especificaciones se verificarán antes del uso. Puede encontrar más información sobre los factores de protección y las pruebas normalizadas en la sección 14, «NORMAS Y REGLAMENTOS».

8.1.2 Guantes reutilizables para otros peligros en el laboratorio

En ciertas actividades de laboratorio hay que proteger las manos contra otros peligros, además de los biológicos y químicos. Puede ser protección contra temperaturas extremas, como la exposición a temperaturas bajo cero o criogénicas al retirar muestras de congeladores o tanques de nitrógeno líquido, o a temperaturas muy altas al sacar artículos de un autoclave, una placa eléctrica o un microondas. La mayoría de las veces, los guantes que protegen contra temperaturas extremas no están clasificados para la protección contra agentes biológicos porque están previstos para actividades en las que no hay material infeccioso o este está inactivado o conservado en un recipiente primario en un estado (congelado) que presenta una probabilidad de exposición mínima.

A veces hay que utilizar ciertos tipos de guantes para protegerse de peligros mecánicos como objetos punzocortantes, por ejemplo bisturíes, agujas, tijeras y fresas para huesos. Los guantes diseñados para este fin llevan clasificaciones específicas de resistencia a los cortes o a los pinchazos de acuerdo con procedimientos de prueba normalizados, como BS EN 388: 2016 + A1: 2018 (véase la sección 14, «NORMAS Y REGLAMENTOS»). Como las características de estos guantes pueden limitar la destreza del usuario, su elección debe basarse en la evaluación de riesgos y los usuarios deben estar debidamente capacitados en su uso antes de manipular materiales infecciosos. Además, la mayoría de estos guantes están diseñados como reutilizables y no necesariamente protegen contra materiales biológicos, por lo que habrá que usar guantes de laboratorio desechables diseñados para la protección contra agentes biológicos por debajo o por encima de los guantes de protección mecánica a fin de minimizar la contaminación cruzada de los guantes reutilizables.

8.2 Comprobaciones previas al uso

Antes de ponerse un par de guantes, hay que revisarlos para asegurarse de que protegen contra los peligros que se manejan, y que no han caducado.

Es importante tener en cuenta que en cualquier lote de guantes siempre habrá un pequeño número de guantes dañados o que no se formaron correctamente en el proceso de fabricación. Por lo tanto, los fabricantes prueban varios guantes de cada lote con el fin de calcular el nivel de calidad de aceptación (AQL) para ese lote. Por ejemplo, si el embalaje de los guantes indica un nivel de calidad de aceptación de 1.5, esto significa que el 1.5% de los guantes de esta caja pueden ser defectuosos. Por lo tanto, es indispensable revisar cada guante antes de usarlo.

Para asegurarse de que un guante sea seguro de poner y usar, se buscará cualquier imperfección en el material del guante, como decoloración, agujeros o desgarros visibles, o lugares donde el material del guante se haya pegado firmemente a sí mismo. En ocasiones los agujeros en el guante no se ven fácilmente. Una forma sencilla de comprobarlo es inflar ligeramente el guante. No se insuflará aire respirado, ya que la humedad dificultará la colocación del guante; además, se debe evitar el contacto de mano a boca dentro del laboratorio. Siempre que sea posible, se sacudirá el guante varias veces para atrapar aire de la habitación y luego se empujará suavemente el aire atrapado hacia abajo para inflar las zonas de la palma y los dedos. Si el guante se mantiene inflado, es seguro ponérselo. Si se desinfla, debe desecharse.

Cuando se trate de guantes reutilizables más gruesos, siempre se examinarán para detectar signos visibles de deterioro antes de utilizarlos.

8.3 Cómo ponerse los guantes

Al ponerse un par de guantes, es importante no tensar demasiado el material, ya que esto puede hacer que los guantes se rasguen o se agujereen. Previamente se retirarán los anillos para evitar daños al material. El polvo de talco puede ser útil al ponerse guantes desechables. Cuando se utilicen guantes con puños más largos, estos se colocarán por encima de los puños de la bata de laboratorio.

En el caso de los guantes reutilizables contra un peligro químico o mecánico particular, es una buena práctica ponerse un par de guantes desechables limpios debajo para proteger la piel de toda contaminación residual del material del guante que pudiera proceder de un uso anterior.

8.4 Utilización de los guantes

Los guantes desechables no deben desinfectarse, por ejemplo, con etanol, antes de comenzar a trabajar; tampoco deben reutilizarse ya que la exposición a desinfectantes y el uso prolongado menoscaban la integridad del material.

Si los guantes desechables se contaminan de manera visible, deben retirarse de inmediato y desecharse correctamente para evitar una mayor contaminación de otros elementos de EPP, equipos y muestras. Los guantes reutilizables (por ejemplo, para trabajar con cisternas de inmersión en desinfectantes o de protección contra objetos punzantes) se limpiarán y descontaminarán correctamente antes de retirarlos y guardarlos para otro uso. Por lo tanto, se requiere un riguroso protocolo de limpieza y desinfección para la reutilización de dichos guantes especializados, con el fin de garantizar la eliminación de peligros biológicos o residuos químicos que pudieran comprometer la integridad del material. Esa limpieza debe hacerse siempre de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Si en algún momento durante el uso los guantes desechables o reutilizables muestran alguna pérdida notable de integridad (por ejemplo, permeabilidad a productos químicos, agujeros, abrasiones o desgarros), deben retirarse de inmediato y desecharse correctamente. Si los guantes se contaminan y no se retiran de forma correcta, las manos y las muñecas del usuario pueden quedar expuestas a materiales peligrosos.

8.5 Cómo quitarse los guantes

Para quitarse correctamente los guantes desechables, primero hay que juntar el pulgar y el índice de una mano. Con la otra mano, se toma un pellizco del guante justo debajo del borde superior del puño y se tira del guante hacia abajo, hacia el pulgar y el índice cerrados, volviendo el guante del revés en el proceso. Hay que detenerse al llegar al pulgar y el índice de modo que el guante quede solo parcialmente quitado. Se repite en la otra mano. En este punto, los guantes están parcialmente quitados, con la parte interior limpia de los guantes ahora mirando al exterior. Ahora ya se pueden quitar del todo los guantes tocando solamente la parte limpia del material (figura 8.1).

Los guantes desechables usados deben eliminarse junto con los desechos de laboratorio contaminados. Una vez retirados los guantes se deben lavar las manos.

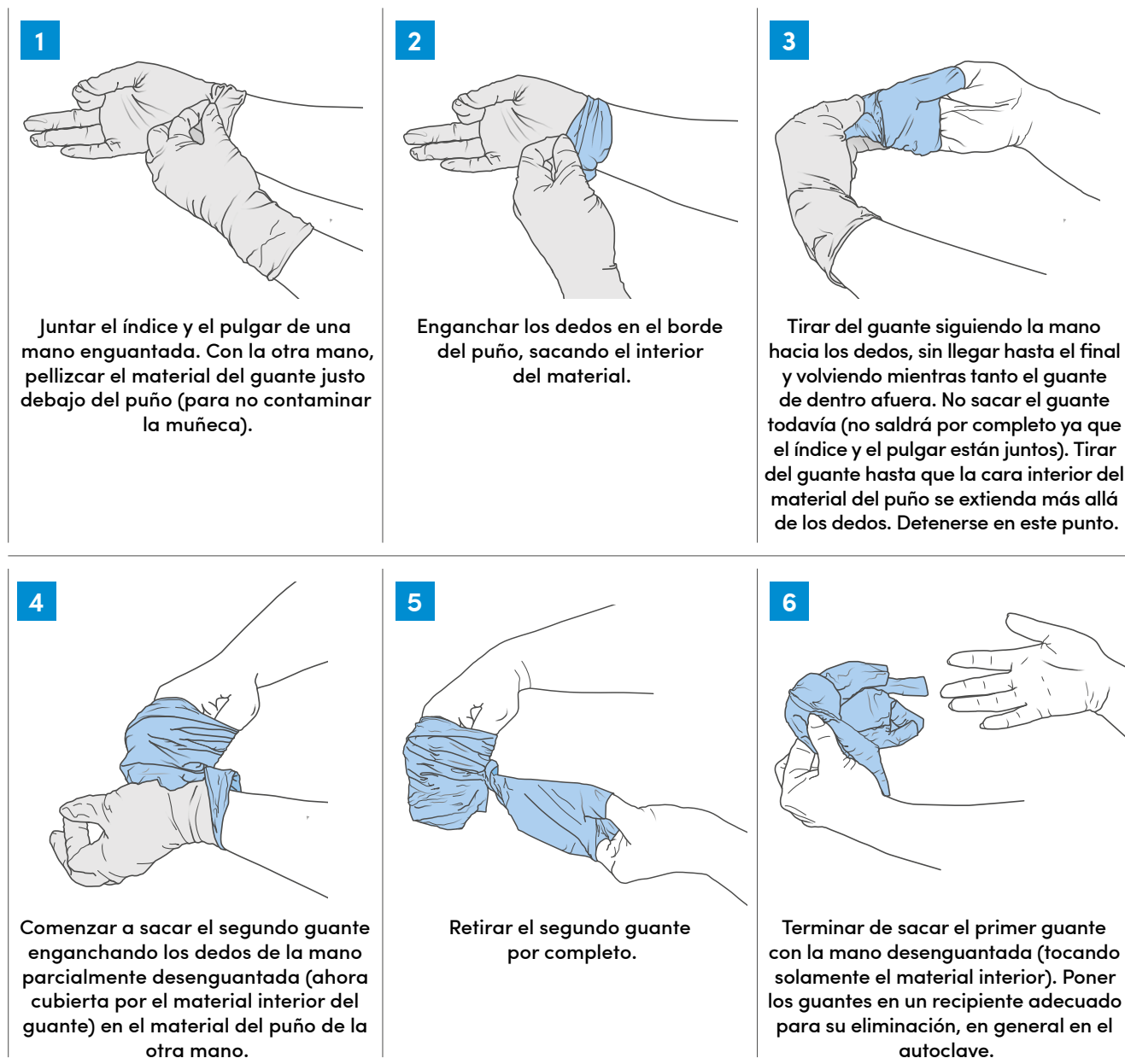


Figure 8.1 Cómo quitarse los guantes desechables

PROTECCIÓN DE LOS OJOS Y EL ROSTRO

La protección ocular está diseñada para evitar el contacto del usuario con cualquier cosa que pudiera afectar a sus ojos, como partículas y salpicaduras. También puede proteger contra la luz ultravioleta.

Existen varios tipos diferentes de protección ocular: gafas de seguridad de montura universal o de montura integral, y pantallas faciales o viseras. Es importante tener en cuenta que las gafas graduadas no se consideran protección ocular. Por lo tanto, no deben usarse como elemento de protección, ya no cubren de manera suficiente los ojos, particularmente a los lados de la cara, y no están necesariamente diseñadas para proteger contra la luz ultravioleta ni contra objetos proyectados. Cuando se requieran lentes graduadas, habrá que comprar gafas de seguridad graduadas o gafas integrales especializadas que estén diseñadas para utilizarse por encima de las gafas graduadas. Como los artículos de protección ocular suelen ser reutilizables, hay que limpiarlos y descontaminarlos regularmente con un desinfectante adecuado.

9.1 Cómo ponerse y utilizar la protección ocular

La protección ocular debe usarse en el laboratorio cuando existe probabilidad de salpicaduras o exposición a otros peligros como la luz ultravioleta. Para colocarla, las manos deben estar limpias (por ejemplo, no se pondrán inmediatamente después de manipular microorganismos) a fin de evitar la contaminación del rostro y de la protección propiamente dicha. Cuando lleven cintas, estas se colocarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

La protección ocular debe ajustarse correctamente y ser cómoda de usar. No deben llevarse gafas demasiado apretadas o dejar que las gafas de seguridad caigan por el puente de la nariz. La protección ocular mal ajustada no ofrece al usuario un nivel adecuado de protección. De hecho, aumenta la probabilidad de exposición a materiales peligrosos, al obligarle constantemente a recolocarla con manos potencialmente contaminadas.

Si la protección ocular se contamina visiblemente durante el uso, debe retirarse, limpiarse y descontaminarse antes de ponerla de nuevo.

9.2 Cómo quitarse la protección ocular

La protección ocular debe quitarse con las manos limpias para evitar la contaminación de la cabeza. Hay varias formas de hacerlo, dependiendo del tipo que se use (por ejemplo, gafas de seguridad con montura universal o montura integral), la utilización simultánea de otros elementos de EPP, el orden en que se retiran los elementos del EPP y el grado de contaminación. Un método común para retirar las gafas integrales y las pantallas de protección es tirar hacia adelante de la cinta en la parte posterior de la cabeza (figura 9.1). Esto debe hacerse con las manos limpias o las manos enguantadas limpias. Se debe tener cuidado para evitar que la parte delantera de las gafas integrales se voltee. Si se usan combinaciones de EPP, serán apropiados otros métodos.

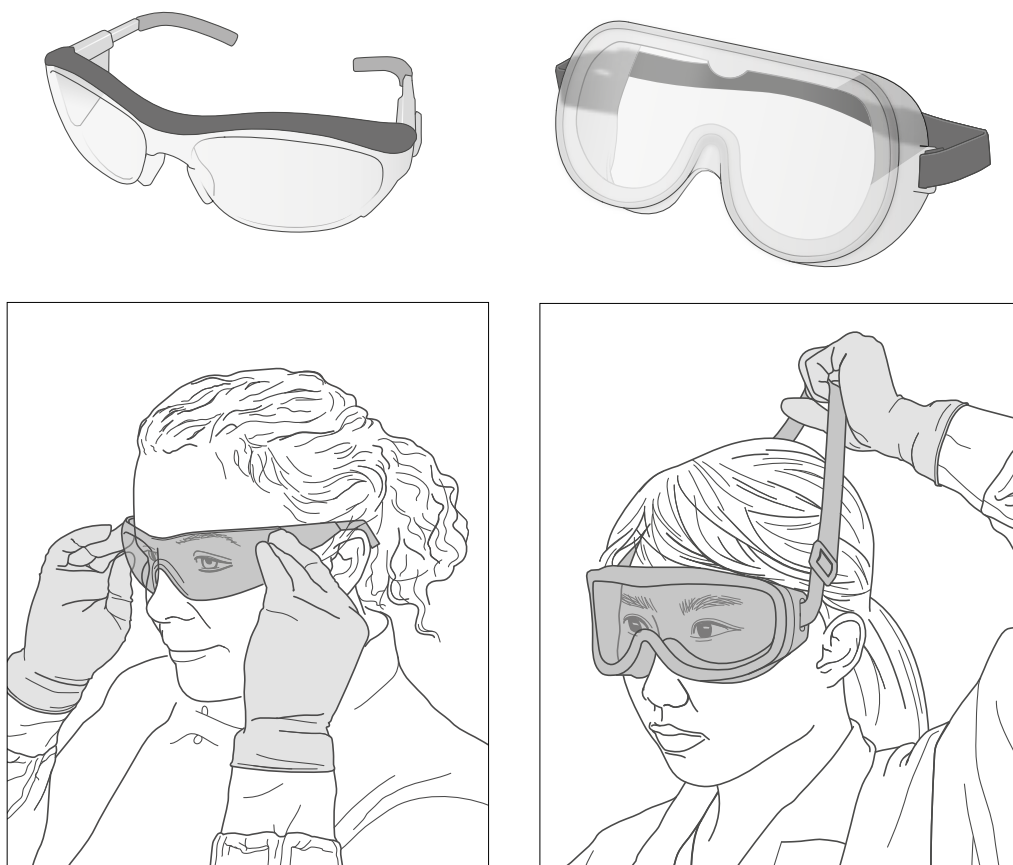


Figure 9.1 Tipos de protección ocular y retirada correcta

SECCIÓN 10 PROTECCIÓN RESPIRATORIA

El equipo de protección respiratoria es una categoría de EPP diseñada para evitar que el usuario inhale partículas y gases peligrosos, en particular agentes químicos y biológicos que puedan estar presentes en el aire ambiental. Cuando se trabaja con agentes biológicos, se puede utilizar protección respiratoria si se realizan procedimientos de alto riesgo o con posibilidad de generar aerosoles, por ejemplo, cuando se limpia un gran derrame de material infeccioso.

La elección del equipo de protección respiratoria dependerá del tipo de peligros presentes, el entorno de trabajo y el personal de laboratorio que pueda tener que usarlo con arreglo a la evaluación del riesgo.

Cuando se requiera equipo de protección respiratoria, se deben cumplir las siguientes condiciones.

- El nivel de protección proporcionado por el equipo de protección respiratoria es adecuado para los riesgos detectados y su uso reduce la exposición (por ejemplo, filtrando partículas infecciosas) al nivel necesario para proteger la salud del usuario.
- El usuario puede trabajar libremente mientras usa el equipo de protección respiratoria y sin estar expuesto a riesgos añadidos (por ejemplo, deterioro de la función pulmonar, claustrofobia).
- Se usa correctamente, tal y como se especifica en las instrucciones del fabricante solamente.
- Se ajusta correctamente al usuario. Debe ser adecuado y de la talla correcta para el usuario, lo que puede requerir la adquisición de diferentes tipos y marcas de equipos de protección respiratoria para diferentes trabajadores o procedimientos de laboratorio.
- Los equipos de protección respiratoria reutilizables se descontaminarán adecuadamente después de su uso y se almacenarán y mantendrán correctamente.
- Deben servir de complemento a cualquier otro artículo de EPP que se use. Esto es especialmente importante en el caso de la protección ocular.

Hay dos tipos principales de equipos de protección respiratoria disponibles: mascarillas (dispositivos filtrantes) y dispositivos respiratorios, que requieren un suministro de aire respirable de una fuente independiente, como una bombona o un compresor de aire. En la presente monografía se proporciona información sobre las mascarillas. En el contexto de la bioseguridad en el laboratorio, el requisito de utilización de aparatos respiratorios se restringe a las medidas de máxima contención (trajes de presión positiva) y, por lo tanto, no se tratará aquí.

10.1 Mascarillas médicas

El principal uso previsto de las mascarillas médicas o quirúrgicas es proteger a los pacientes y las zonas clínicas de los agentes biológicos presentes en la nariz y la boca del usuario de la mascarilla. En ese sentido, estas mascarillas no se clasifican como equipo de protección respiratoria. Sin embargo, en ciertas situaciones y si se usa correctamente, una mascarilla médica combinada con protección ocular puede proteger al usuario contra gotículas y salpicaduras de líquidos potencialmente contaminados. Se debe considerar la posibilidad de utilizar equipos de protección respiratoria si la evaluación del riesgo así lo indica; de lo contrario, el trabajo debe realizarse en un dispositivo de contención primaria. Es importante tener en cuenta que no todas las mascarillas médicas ofrecen protección contra salpicaduras.

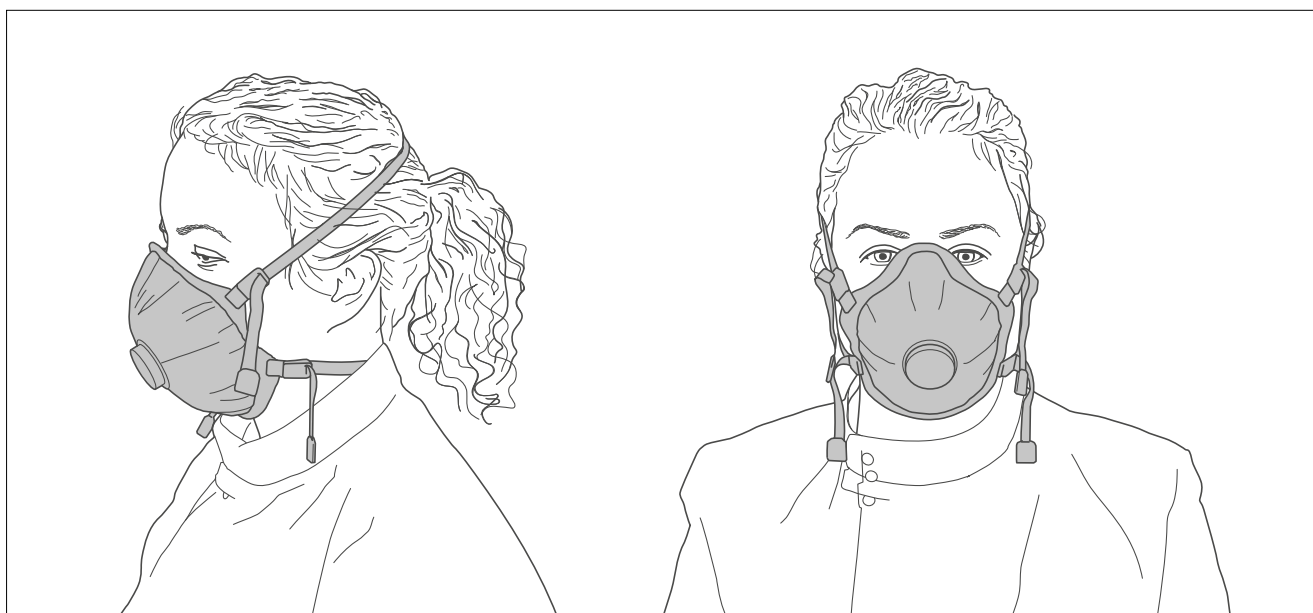
10.2 Mascarillas filtrantes

Las mascarillas filtrantes son un tipo de protección respiratoria que utiliza filtros para eliminar los contaminantes del aire que se inhala. Pueden encontrarse modelos con filtros intercambiables para la protección contra gases, vapores y partículas, incluidos los agentes biológicos. El filtro que se incorpore a la mascarilla deberá ser adecuado para el tipo de contaminante contra el que se requiera protección. Es decir, una mascarilla que ofrece protección contra agentes biológicos o partículas aerosolizados no protege al usuario contra gases o vapores nocivos. A su vez, las mascarillas filtrantes equipadas con filtros de gases no necesariamente protegen contra los agentes biológicos. Las mascarillas filtrantes pueden ser motorizadas o no.

- Las no motorizadas utilizan directamente la respiración del usuario para hacer pasar el aire a través del filtro.
- Las motorizadas utilizan un motor para pasar aire a través del filtro y suministrar aire limpio.

Mascarillas faciales filtrantes (figura 10.1)

- Están diseñadas para la filtración de partículas.
- Constan total o principalmente (si llevan válvula) de material filtrante.
- Cubren la nariz, la boca y el mentón.
- Se colocan en su lugar mediante cintas ajustables.
- El aire inhalado pasa directamente a través del material del filtro.
- El aire exhalado pasa directamente a través del material del filtro o la válvula de exhalación (en su caso).
- Las válvulas de exhalación aumentan la comodidad del usuario.
- Normalmente están previstas para un solo uso.

**Figure 10.1** Mascarilla facial filtrante

Semimáscaras o medias máscaras filtrantes (figura 10.2)

- Las semimáscaras están equipadas con filtros que protegen contra partículas o gases y vapores.
- Cubren la nariz, la boca y el mentón.
- Se colocan en su lugar mediante cintas ajustables.
- El aire se inhala a través de filtros.
- El aire se exhala a través de una válvula de exhalación.
- Por lo general, están diseñadas de tal modo que pueden limpiarse, desinfectarse y reutilizarse.

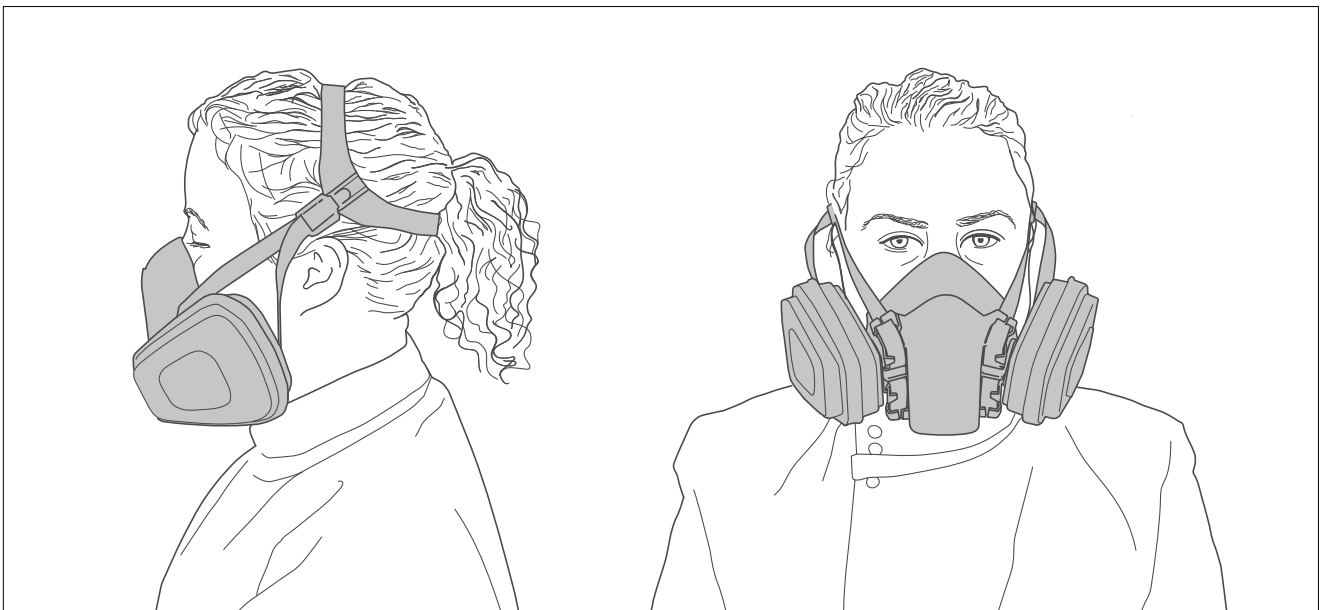


Figure 10.2 Semimáscara filtrante

Máscara respiratoria completa (figura 10.3)

- Las máscaras completas cubren los ojos, la nariz, la boca y el mentón.
- Se ajustan herméticamente al rostro del usuario y se mantienen en su lugar con cintas ajustables.
- Pueden estar provistas de filtros de partículas o filtros de gases y vapores.
- El aire se inhala a través de filtros.
- El aire se exhala a través de una válvula de exhalación.
- La mayoría de las máscaras faciales completas llevan una mascarilla interna que reduce la inhalación de dióxido de carbono exhalado, reduce la nebulización y mejora la comodidad.
- Algunos modelos están provistos de una membrana para el habla que facilita la comunicación.
- Algunos están diseñados para utilizarlos con gafas.
- Una pantalla integrada protege contra las salpicaduras.
- Por lo general, están diseñadas de tal modo que pueden limpiarse, desinfectarse y reutilizarse.

**Figure 10.3** Máscara respiratoria completa

Máscaras respiratorias motorizadas (figura 10.4)

- Se trata de dispositivos de filtrado motorizados, también conocidos como mascarillas purificadoras de aire.
- Tienen múltiples componentes, que incluyen la alimentación por batería para un ventilador, uno o varios filtros y una pieza facial, que puede ser ajustada al rostro, como las máscaras faciales completas o las semimáscaras, o bien holgada, si está integrada en una pantalla facial, un casco, una capucha o un traje completo.
- Están provistas de filtros de partículas, filtros de gases y vapores o filtros combinados.
- El ventilador capta aire de la habitación a través de un cartucho de filtro e insufla el aire filtrado en la cavidad, protegiendo al usuario al crear una presión de aire positiva. Por lo general, el ventilador puede funcionar a varias potencias.
- Un conducto suministra aire desde el ventilador hasta la cavidad donde respira el usuario.
- Suelen estar diseñadas de modo que pueden limpiarse, desinfectarse y reutilizarse.
- Los modelos con capuchas holgadas son apropiados para personas con vello facial y no requieren pruebas de ajuste.
- No ofrecen ninguna protección si falla la batería o el ventilador de suministro de aire o si el conducto de suministro de aire no está debidamente conectado; por lo tanto, es indispensable que este tipo de equipos de protección respiratoria tengan un mantenimiento correcto.

El flujo de aire del dispositivo debe verificarse antes de cada uso.

10.3 Tipos de filtros

Los filtros son dispositivos diseñados para crear una barrera entre el usuario y los posibles peligros atrapando la sustancia peligrosa en una matriz de fibras y permitiendo exclusivamente el paso de aire ambiente filtrado. Los filtros se clasifican según la forma de las sustancias peligrosas contra las que pueden utilizarse: partículas, gases o vapores, gases múltiples, o combinados (partículas y gases/vapores). Cuando se seleccionan adecuadamente, los filtros ofrecen protección adecuada contra diversos tipos de peligros en el lugar de trabajo; sin embargo, no protegen al usuario en caso de atmósfera deficiente en oxígeno.

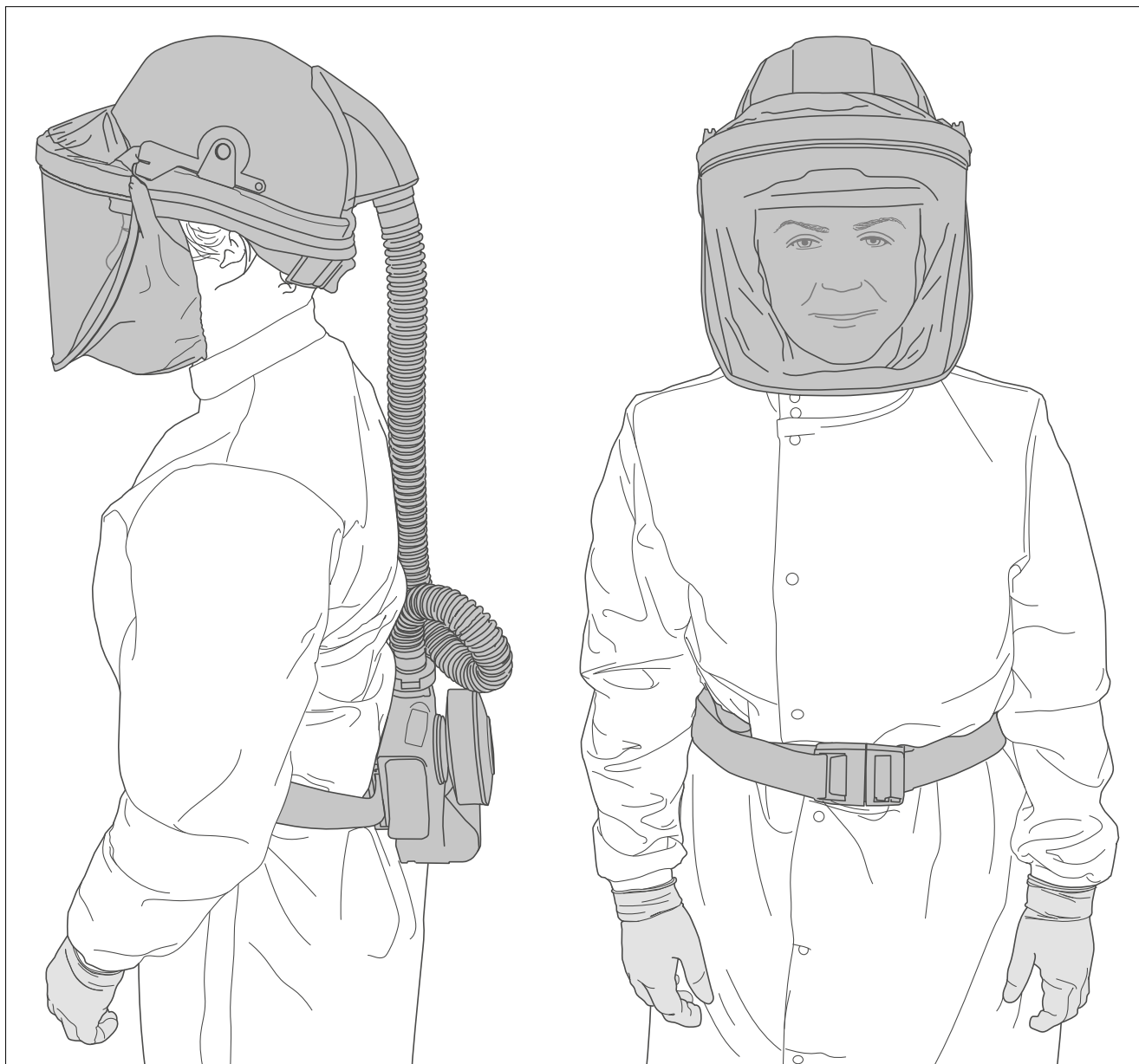


Figure 10.4 Máscara respiratoria motorizada

Tabla 10.1 Clasificación de los descriptores de filtro de la Unión Europea y los Estados Unidos

DESCRIPTOR DE FILTRO	CLASIFICACIÓN DE LA UNIÓN EUROPEA ^a	EFICIENCIA MÍNIMA DE FILTRACIÓN (%)	CLASIFICACIÓN DE LOS ESTADOS UNIDOS ^b	EFICIENCIA MÍNIMA DE FILTRACIÓN (%)
Baja eficiencia	P1 (por ejemplo, FFP1)	80	N95, P95, R95	95
Eficiencia media	P2 (por ejemplo, FFP2)	94	N99, P99, R99	99
Eficiencia muy alta	P3 (por ejemplo, FFP3)	99	N100, P100, R100	99,97

FFP = pieza facial filtrante (probada contra partículas secas y de aceite)

^a Clasificación del Comité Europeo de Normalización.

^b Clasificaciones del Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (N significa no resistente al aceite, R resistente al aceite y P a prueba de aceite).

10.3.1 Filtros de partículas

Estos filtros atrapan y retienen las partículas (polvo, sustancias nebulizadas, vapores, humo, microorganismos) contenidas en el aire que los atraviesa. Las partículas grandes son más fáciles de atrapar que las pequeñas. Estos filtros se pueden utilizar tanto para partículas sólidas como para partículas líquidas (sustancias nebulizadas, sustancias pulverizadas, aerosoles).

Los filtros de partículas se clasifican según su eficiencia. Existen diferentes sistemas de clasificación (basados en diversas normas nacionales e internacionales). En la tabla 10.1 se muestran las diferencias de nomenclatura entre los sistemas de clasificación actuales de Europa y los Estados Unidos de América.

Las distintas clasificaciones de los equipos de protección respiratoria se confunden fácilmente. Esta situación se puso de relieve en el brote de síndrome respiratorio agudo severo de 2002–2004, en el que las autoridades de salud recomendaban mascarillas N95, lo que provocó una escasez mundial de este tipo de mascarillas mientras había existencias de otras equivalentes, las de tipo FFP2. Las nuevas normas ISO 16900 (partes 1–14), ISO 16972; ISO 16973 e ISO 16974 se están revisando actualmente para normalizar la clasificación de las mascarillas filtrantes con el fin de reducir la confusión y favorecer una respuesta más rápida a los brotes. Una clasificación para una máscara N95/FFP2 equivalente podría ser, por ejemplo, PC3W1bTF2 RPD. Se dan más detalles en la sección 14, «NORMAS Y REGLAMENTOS».

A medida que va utilizándose un filtro, este se va cargando de contaminantes y acaba por saturarse, lo que dificulta el paso del aire a través del filtro e indica que debe ser reemplazado. A veces, el bloqueo puede reducir la eficiencia del medio de filtración al disminuir su carga eléctrica global o incluso invertirla. Esto puede provocar la formación de poros en el medio de filtración por los que podrían pasar partículas peligrosas. Para evitarlo, las mascarillas pueden someterse a una prueba de obstrucción con dolomita. Con ella se comprueba si la mascarilla todavía tiene un buen nivel de resistencia respiratoria después de haber sido expuesta a altas concentraciones de polvo de dolomita. Si una mascarilla pasa la prueba (lo que suele

indicarse con la letra «D»), entonces se puede usar durante un periodo largo incluso con elevadas concentraciones de polvo.

10.3.2 Filtros de gases/vapores

Existen filtros de gases/vapores que pueden utilizarse para grupos de contaminantes como vapores orgánicos o contaminantes concretos. Estos filtros suelen utilizarse para proteger contra los vapores o gases de ciertos desinfectantes como el formaldehído, por ejemplo, cuando se entra de nuevo en el laboratorio después de la fumigación, ya que pueden quedar residuos del fumigante. Los filtros de gases/vapores tienen diferentes periodos de vida útil en determinadas condiciones. Se clasifican de acuerdo con ese periodo y con el tipo de sustancia contra la que protegen.

A medida que se va utilizando, el filtro de gases se va saturando con el contaminante gaseoso hasta que ya no consigue eliminarlo del aire. En esta situación, la sustancia consigue franquear el filtro y este debe dejar de usarse. Es importante cambiar el filtro antes de que esto llegue a ocurrir; de lo contrario, el usuario estará expuesto al contaminante. Las especificaciones de los fabricantes proporcionan más información sobre la vida útil de los filtros de gases y deberán seguirse estrictamente.

Es importante tener en cuenta que los filtros de gases/vapores no protegen contra los agentes biológicos. Cuando se precise protección contra un gas o un vapor y contra un agente biológico, el filtro de gases/vapores habrá de combinarse con un filtro de partículas.

10.4 Pruebas de ajuste del equipo de protección respiratoria

Muchas mascarillas filtrantes cuyo grado de protección depende de que haya un ajuste hermético efectivo entre la pieza facial y el rostro del usuario deben ser sometidas a pruebas de ajuste. El propósito de estas pruebas es verificar que la marca, el modelo y la talla seleccionados de un equipo de protección respiratoria ajustado se adaptan correctamente al usuario. Las pruebas de ajuste también sirven para validar que el usuario sabe cómo inspeccionar, ponerse y quitarse correctamente el equipo de protección respiratoria y verificar el ajuste del sello facial.

El equipo de protección respiratoria ajustado solo protegerá de forma efectiva si el usuario tiene el rostro limpio, sin vello facial ni joyas en la zona de ajuste de la pieza facial. Los usuarios también deberán tener el rostro afeitado y no llevar joyas en las pruebas de ajuste. Es conveniente repetir las pruebas periódicamente, ya que los cambios físicos que se producen en los usuarios después de embarazos, pérdidas o aumentos de peso, o cualquier otro cambio físico importante pueden influir en el sello de ciertos tipos de piezas faciales ajustadas y mermar la protección.

El equipo de protección respiratoria holgado, como las capuchas, no requiere de un ajuste facial estrecho, de modo que no necesita pruebas de ajuste.

El equipo de protección respiratoria está disponible en diferentes tallas para que se adapte a las características faciales de distintas personas. El género, el origen étnico, la constitución y muchos otros factores hacen poco probable que un solo tamaño y tipo de equipo de protección respiratoria sirva para todos.

Existen dos métodos de prueba de ajuste: cuantitativo y cualitativo (figura 10.5). Son igualmente eficaces para determinar si una pieza facial se ajusta debidamente.

10.4.1 Pruebas de ajuste cuantitativas

Las pruebas de ajuste cuantitativas proporcionan un indicador numérico denominado factor de ajuste. Este tipo de pruebas se puede utilizar para probar las mascarillas filtrantes, las semimáscaras y las máscaras faciales completas. El método más común utiliza un instrumento de recuento de núcleos de condensación de aerosol ambiental.

Los instrumentos que se utilizan en este método miden la concentración (c) de partículas en el aire ambiente que rodea al usuario (c exterior) y la concentración de partículas en la zona de respiración dentro del dispositivo respiratorio (c interior). Las concentraciones de partículas se miden mientras el usuario del dispositivo que se está probando realiza una serie de ejercicios diseñados para poner a prueba el sello facial con movimientos parecidos a los previstos en el lugar de trabajo. El factor de ajuste cuantitativo se calcula a partir del cociente de ambas medidas para asegurarse de que la mascarilla respiratoria protegerá al usuario de manera suficiente durante las actividades previstas en el trabajo.

Los instrumentos de recuento de núcleos de condensación para las pruebas de ajuste suelen utilizar las partículas del aire ambiente como aerosol de ataque. Esto elimina la necesidad de generadores de aerosoles y cámaras especiales para realizar las pruebas de ajuste; con todo, pueden utilizarse generadores de aerosoles para incrementar la concentración de aerosoles en caso necesario (en entornos limpios como hospitales).

10.4.2 Pruebas de ajuste cualitativas

Las pruebas de ajuste cualitativas utilizan agentes de prueba con sabores u olores distintivos que permiten detectar fugas a través del sello facial. En estas pruebas se utilizan comúnmente tres aerosoles de detección (partículas): un aerosol de sabor dulce (sacarina sódica), un aerosol de sabor amargo (benzoato de denatonio) y un vapor de olor dulce (banana, acetato de isoamilo). Solo es necesario realizar las pruebas de ajuste con una de las sustancias.

Las pruebas se sirven de la capacidad del usuario para detectar mediante el gusto o el olfato pequeñas cantidades del aerosol de prueba para determinar la eficacia del sello facial. Hay una pequeña proporción de personas que no son capaces de saborear u oler los agentes de prueba, de modo que esto debe verificarse antes del procedimiento. Para probar la capacidad del usuario para detectar mediante el gusto

o el olfato bajas concentraciones del agente de prueba, se rocía una solución débil de la sustancia seleccionada en una capucha de prueba de ajuste colocada sobre la cabeza del usuario sin la pieza facial. Si el usuario no puede detectar el agente, se probará otra sustancia, o bien se utilizará el método cuantitativo.

Cuando se haya determinado que el usuario es capaz de saborear u oler el agente seleccionado, entonces se puede realizar la prueba de ajuste cualitativa. Mientras el usuario lleva una pieza facial, la capucha de la prueba se coloca sobre la cabeza y se rocía una solución más fuerte (respecto de la utilizada en la comprobación inicial de sabor u olor) en la capucha a intervalos medidos, mientras el usuario realiza uno de los ejercicios de la prueba (por ejemplo, moverse, hablar). Si el usuario no detecta el sabor de la solución de prueba, se considera que la prueba de ajuste ha sido satisfactoria.

Este tipo de pruebas se puede utilizar para probar las mascarillas filtrantes y las medias máscaras, pero no las máscaras faciales completas.

10.5 Comprobaciones previas al uso

Cada vez que se va a usar un equipo de protección respiratoria nuevo o reutilizable, es indispensable comprobar que sea seguro usarlo antes de ponérselo. Todo el equipo de protección respiratoria debe revisarse en todos los puntos siguientes antes de ponérselo.

- La talla y la clase de equipo de protección respiratoria son correctas.
- Se están utilizando los filtros correctos.
- No hay signos evidentes de deterioro, por ejemplo, cintas rotas o desgarros en el material del filtro; si se observan daños, se desechará este equipo de protección respiratoria.

Para ciertos tipos de equipo de protección respiratoria, también habrá que comprobar lo siguiente antes de utilizarlo:

- La válvula de inhalación está correctamente situada frente a los filtros.
- La válvula de exhalación está correctamente situada.
- El visor está intacto y libre de arañazos.
- El cuerpo de la pieza facial y las juntas no presentan grietas ni roturas.
- Las roscas de tornillo para colocar los filtros están intactas.

- El arnés de cabeza está intacto.
- La batería está completamente cargada si se utiliza una mascarilla purificadora de aire que funciona con batería.

10.6 Colocación del equipo de protección respiratoria

El equipo de protección respiratoria debe colocarse según las instrucciones del fabricante. Como guía general, se aplicarán los siguientes principios al ponerse equipo de protección respiratoria.

- El usuario debe estar afeitado; si tiene el pelo largo lo llevará atado hacia atrás y se habrá quitado cualquier joya en la zona del ajuste facial.
- El mentón debe estar cómodamente situado dentro del borde inferior de la máscara facial.
- La parte superior de la junta facial debe asentarse cómodamente en la frente bajo de la línea del cabello en el caso de las máscaras faciales completas.
- La cinta de sujeción de la cabeza debe estar centrada en la parte posterior de la cabeza en el caso de las máscaras faciales completas.
- Las cintas deben colocarse en el ángulo definido por el fabricante, y no en ningún otro ángulo, ya que esto puede mermar la protección.
- Las cintas deben colocarse en la misma línea de dirección a la máscara que los puntos de anclaje (figura 10.5).

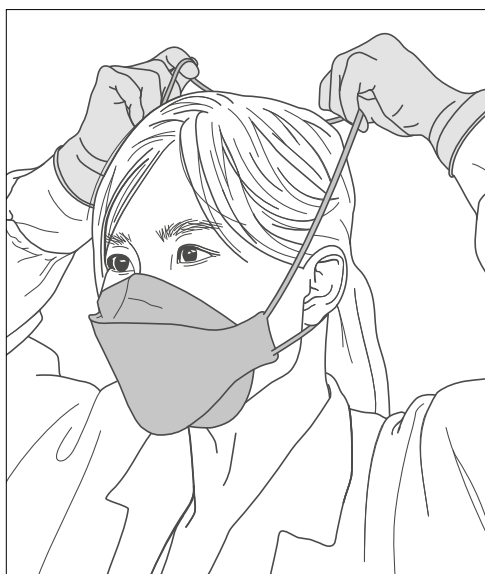


Figure 10.5 Cómo ponerse el equipo de protección respiratoria



Figure 10.6 Comprobación del ajuste de una pieza facial filtrante

- Las cintas no deben estar retorcidas.
- Las cintas se apretarán por parejas, al mismo tiempo (primero las más bajas).
- Se tirará de las cintas con la misma fuerza en ambos lados de modo que la pieza facial quede centrada en el rostro.
- Las cintas se apretarán lo suficiente como para sujetar el equipo firmemente en la cara, pero no demasiado.
- Se comprobará que ningún cabello quede atrapado en la junta.

10.7 Comprobación del ajuste

El equipo de protección respiratoria se revisará antes de utilizarlo para asegurarse de que el ajuste es correcto. Para ello, se hará lo siguiente:

- comprobar el ajuste alrededor de la nariz si se están utilizando medias máscaras,
- comprobar el ajuste alrededor del mentón,
- comprobar la posición de las cintas, y
- realizar una verificación de ajuste entre la junta y la piel del rostro.

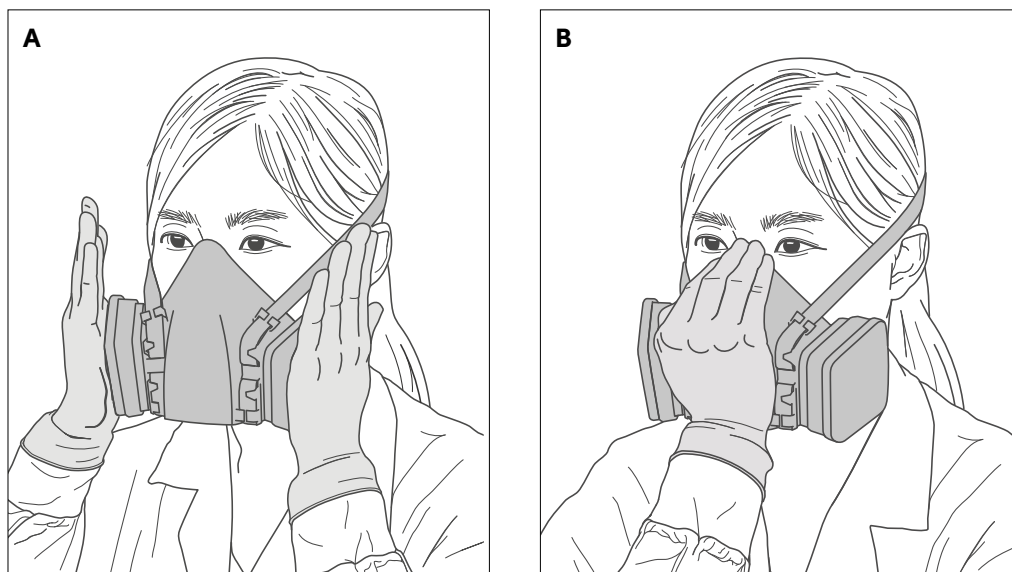


Figure 10.7 Controles de ajuste por inhalación (A) y exhalación (B) para el uso de semimáscaras y máscaras faciales completas. En A, la mascarilla debe hundirse hacia el rostro y mantenerse así. En B, la pieza facial debe expandirse ligeramente y el aire no debe salir por la junta entre el rostro y el borde de la máscara.

Para comprobar la hermeticidad de ajuste de la pieza facial de una mascarilla autofiltrante, se cubrirá con las manos la mayor superficie posible del material del filtro, inhalando fuertemente y manteniendo la respiración durante 10 segundos (figura 10.6). La mascarilla debe hundirse hacia el rostro. A continuación, con las manos aún cubriendo el material del filtro, se exhalará de forma suave y uniforme. Ahora la pieza facial debería expandirse ligeramente, pero no debe pasar aire entre el rostro y el borde de la máscara.

Si hay alguna indicación de que el aire se está filtrando por la junta, la hermeticidad no es suficiente. Será preciso reajustar la mascarilla y realizar de nuevo la prueba; si tampoco en este caso el resultado es satisfactorio, se desechará la mascarilla, ya que el ajuste no es correcto. Cuando se utilicen gafas de seguridad además de una mascarilla, quizá sea necesario verificar de nuevo el ajuste de esta una vez colocada la protección ocular.

Cuando se usa una máscara facial media o completa, se puede comprobar el ajuste de manera similar cubriendo las aberturas del filtro, inhalando fuertemente y manteniendo la respiración durante 10 segundos (figura 10.7 A). La mascarilla debe hundirse hacia el rostro y mantenerse así.

Para la fase de exhalación, se cubrirá la válvula antes de exhalar de manera uniforme (figura 10.7 B). En B, la pieza facial debe expandirse ligeramente y el aire no debe filtrarse por la junta entre el rostro y el borde de la máscara. Una vez más, si esto

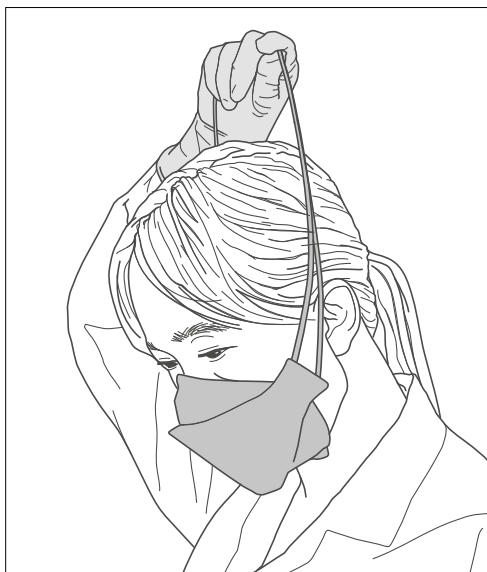


Figure 10.8 Cómo quitarse el equipo de protección respiratoria

no sucede, es probable que el aire esté pasando entre la máscara facial y la piel y la hermeticidad no sea adecuada. También en este caso, puede volver a ajustarse la máscara y comprobar de nuevo la hermeticidad; sin embargo, si esta prueba tampoco funciona, no se debe usar la máscara. La prueba debe repetirse después de ponerse la protección ocular, en su caso.

10.8 Cómo quitarse el equipo de protección respiratoria

El equipo de protección respiratoria se retirará siguiendo las instrucciones del fabricante. Puede hacerse de distintas maneras, a menudo según el tipo que se utilice. El objetivo es velar por que el usuario no esté expuesto a una posible contaminación en la superficie exterior del equipo y otras posibles fuentes de contaminación mientras se lo quita. Cuando se hayan utilizado guantes, la evaluación del riesgo será la que determine los pasos más adecuados antes de retirar la mascarilla. Antes de quitarse la mascarilla, los guantes pueden ser:

- retirados en primer lugar para a continuación lavarse las manos, o
- descontaminados, o
- retirados y reemplazados por guantes limpios, o retirados dejando los guantes limpios debajo si se han usado guantes dobles.

Si se ha usado protección ocular, esta se retirará antes de quitarse el equipo de protección respiratoria. Para quitarse la mascarilla, tome la cinta inferior de la parte posterior de la cabeza y muévela hacia arriba para recoger la cinta superior. Inclínese ligeramente hacia adelante y retire ambas cintas de detrás de la cabeza de modo que la mascarilla cuelgue hacia abajo. A continuación, sáquela y deséchela de forma segura (figura 10.8). Lávese las manos antes de retirar cualquier otro elemento del EPP, por ejemplo, la bata de laboratorio. Existen otros procedimientos para quitarse las mascarillas que pueden ser apropiados.

PROTECCIÓN DE LA CABEZA Y LOS OÍDOS

11.1 Protección de la cabeza

Para ciertas actividades se utilizan artículos de seguridad adicionales, como redes para el cabello y pañuelos o gorros para la cabeza, con el fin de proteger el cabello de la contaminación. La necesidad y selección de los elementos de protección de la cabeza deben basarse en la evaluación del riesgo. La protección de la cabeza en los laboratorios también se puede utilizar en combinación con un dispositivo de protección respiratoria, como una mascarilla purificadora de aire motorizada.

Cuando el cabello sea lo bastante largo como para recogerlo y atarlo hacia atrás, esto se hará antes de entrar en el laboratorio. El fin es prevenir o reducir el contacto de las manos con la cabeza mientras se está en el laboratorio, por ejemplo, para colocar el cabello detrás de las orejas. En algunos casos, puede ser conveniente usar redecillas para el cabello con fines de control de la calidad del producto, por ejemplo, en los laboratorios farmacéuticos.

Si se usan prendas para cubrir la cabeza, los bordes se colocarán por debajo del cuello de la bata de laboratorio para evitar que se contaminen en caso de salpicaduras.

11.2 Protección de los oídos

Ciertos procedimientos de laboratorio, como la homogeneización por ultrasonidos o la mezcla, pueden producir un nivel de ruido incómodo para el personal. Este nivel de ruido puede ser perjudicial para la audición si el trabajador se expone a él de forma regular durante periodos prolongados. Con los trajes de presión positiva, el flujo de aire en el propio traje crea un microambiente de alto ruido para el usuario. El uso de protección auditiva, como orejeras reutilizables o tapones desechables de un solo uso, se decidirá en función de la evaluación del riesgo para tareas y procesos asociados a altos niveles de ruido.

HIGIENE DE LAS MANOS

Por muy bien que se use y retire un artículo de EPP, siempre existe la posibilidad de que las manos se contaminen con materiales peligrosos. Por lo tanto, es indispensable que la higiene de las manos (preferiblemente el lavado de manos) se realice antes de salir de la zona del laboratorio.

Siempre que sea posible, se instalarán grifos accionados mediante el codo o el pie para evitar volver a contaminar las manos después de lavarlas. Si esto no es posible, se usará una toalla de papel limpia para abrir el grifo y, una vez lavadas las manos, se usará otra toalla de papel limpia para cerrarlo. Si es necesario abrir y cerrar los grifos a mano, se debe usar una toalla de papel limpia para cerrarlos.

Las técnicas de lavado de las manos pueden variar ligeramente, pero en general hay que aplicar un jabón o una loción limpiadora en una mano y utilizar la otra mano para abrir el grifo y luego sostenerla debajo del grifo para mojarla. A continuación se frotarán las manos hasta que se forme espuma. Todas las zonas de las manos y las muñecas deben frotarse y cubrirse con jabón. Las zonas comúnmente olvidadas son las caras internas de los dedos, la parte posterior del pulgar, las uñas, los pliegues de las palmas de las manos y las muñecas. Por lo tanto, se debe prestar atención a estas zonas. Después se enjuagarán las manos, preferiblemente con agua tibia, hasta retirar todo el jabón, antes de secarlas por completo (figura 12.1).

Es importante tener en cuenta que el jabón puede irritar la piel. Enjuagar y secar a fondo las manos después del lavado (particularmente debajo de los anillos) puede reducir la probabilidad de dermatitis e irritación de la piel. Las lociones y cremas hidratantes para las manos después del lavado también pueden reducir la probabilidad de irritación de la piel.



Figure 12.1 Higiene de las manos – procedimiento recomendado

LIMPIEZA, MANTENIMIENTO, ALMACENAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE EPP

El EPP debe guardarse y mantenerse correctamente. Para ello se necesitará suficiente espacio de almacenamiento, que estará separado de los casilleros personales. Para algunos artículos, como las botas o las cantidades grandes de cajas de guantes, esto puede requerir una cantidad considerable de espacio.

13.1 Limpieza y desinfección

Los EPP reutilizables contaminados se limpiarán antes de la desinfección. A continuación se enjuagarán con agua para eliminar los residuos de desinfectante, antes de almacenarlos o eliminarlos. La excepción a esta regla general son las batas y los delantales de laboratorio de distintos tipos, que deben ser esterilizados en autoclave o desinfectados antes del lavado. Todo procedimiento de limpieza y desinfección se llevará a cabo de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Los agentes de limpieza y desinfectantes deben ser compatibles con los materiales de los EPP y eficaces contra los agentes biológicos que se manipulan en el laboratorio. En algunos casos, los desinfectantes necesarios para inactivar cierto agente biológico pueden dañar el EPP; en ese caso, los EPP reutilizables deberán sustituirse por alternativas desechables.

También es importante tener en cuenta que las operaciones repetidas de desinfección pueden acortar la vida útil del EPP y causar degradación con el tiempo, hasta anular su eficacia. Por lo tanto, los EPP reutilizables deben verificarse después de limpiarlos y desinfectarlos, así como antes de utilizarlos de nuevo.

13.2 Mantenimiento y almacenamiento

Todos los tipos de EPP reutilizables han de ser sometidos a controles regulares para cerciorarse de que siguen visiblemente intactos y ofrezcan la protección requerida. Esto es cierto tanto para los artículos que se utilizan a menudo como para los que se usan con poca frecuencia. También deben realizarse comprobaciones de la vida útil, en particular en los artículos que se usan con poca frecuencia, como parte de un programa de mantenimiento regular. Para el EPP formado por múltiples componentes, se verificarán todos los componentes por separado (filtros

de mascarillas, cartuchos y máscaras), se calibrarán regularmente los monitores asociados y se notificará de inmediato cualquier problema observado.

El EPP debe cuidarse y almacenarse adecuadamente cuando no esté en uso, por ejemplo en un armario limpio y seco. Si es reutilizable, debe limpiarse y mantenerse en buenas condiciones.

Deben tenerse en cuenta los siguientes elementos:

- Habrá existencias suficientes de piezas de repuesto compatibles con el original (por ejemplo, filtros para las mascarillas filtrantes).
- Habrá existencias suficientes de EPP de sustitución.
- Estarán definidas las responsabilidades de mantenimiento y cómo se debe hacer este.
- Habrá existencias de EPP de sobra, con instrucciones claras de uso, para los visitantes o el personal que esté presente solo por tiempo limitado, por ejemplo, batas de laboratorio desechables y calzas para los zapatos en diferentes tallas.
- Se dispondrá de reservas de EPP desechables para situaciones de emergencia.
- Se llevará un registro del uso del EPP reutilizable, por ejemplo, la fecha del primer uso, cada uso posterior, el tiempo de conservación, la persona que lo utiliza.
- Cuando se carguen las baterías, no se dejarán desatendidas en el cargador.

El personal debe hacer un uso adecuado de los EPP e informar de su pérdida o destrucción o de cualquier defecto que observe en ellos.

13.3 Batas de laboratorio

Las batas de laboratorio deben almacenarse, limpiarse y eliminarse adecuadamente.

Cuando no estén en uso, las batas se colgarán en un perchero, ya sea en una antesala para ponérselas antes de entrar en el laboratorio o en una percha cerca de la entrada dentro del laboratorio. No deben colgarse encima de otras batas de laboratorio ni en los casilleros junto a la ropa y los efectos personales, ya que esto aumentaría la probabilidad de contaminación cruzada. Cuando las batas se almacenan dentro del laboratorio, deben guardarse cerca de la entrada para evitar tener que caminar por el laboratorio hasta donde se encuentran.

Las batas de laboratorio reutilizables deben lavarse a intervalos regulares, idealmente en las mismas instalaciones. Cuando se sepa o se sospeche que se han producido salpicaduras o manchas de un agente biológico, las batas se esterilizarán en autoclave antes del lavado. Cuando esto no sea posible, las batas de laboratorio se remojarán en un desinfectante apropiado durante el tiempo recomendado por el fabricante de este; después se escurrirán y se enjuagarán con agua limpia (preferiblemente dos veces) para eliminar el desinfectante. En caso necesario, las batas de laboratorio se enviarán a la lavandería, si hay un servicio cercano. El personal no se llevará a casa las batas de laboratorio.

Las batas de laboratorio deben ser esterilizadas en autoclave o desinfectadas antes de desecharlas.

13.4 Guantes reutilizables

Los guantes reutilizables, por ejemplo, como protección contra productos químicos, solo se pueden reutilizar durante un periodo de tiempo determinado, dependiendo del tiempo de resistencia al deterioro definido por el fabricante. La mayoría de los productos químicos solo se prueban durante un máximo de ocho horas. Los guantes deben limpiarse antes de almacenarlos para eliminar toda contaminación química y evitar la acción prolongada de la sustancia química sobre el material del guante, que podría provocar un deterioro y el consiguiente paso del producto a través del material. Todo procedimiento de limpieza y desinfección se llevará a cabo de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Los guantes nuevos y los que se guarden para volverlos a utilizar se almacenarán en un lugar seco y alejado de la luz solar directa, ya que la luz ultravioleta puede deteriorar los materiales. Los guantes desechables, incluso cuando se almacenan en cajas sin abrir, también deben protegerse de la humedad y mantenerse a temperaturas entre 4 °C y 35 °C para mantener su vida útil.

Los guantes reutilizables se descontaminarán adecuadamente (en autoclave o por medios químicos) antes de eliminarlos.

13.5 Protección ocular

La protección ocular suele ser reutilizable. Debe limpiarse y descontaminarse antes de guardarla para eliminar toda posible contaminación. Se almacenará en un lugar limpio, seco y alejado de la luz solar directa, ya que la luz ultravioleta puede deteriorar las lentes y el material de la cinta elástica con el tiempo.

La protección ocular se descontaminará antes de desecharla.

13.6 Equipo de protección respiratoria

El equipo de protección respiratoria reutilizable, como las máscaras faciales completas, las medias máscaras o las mascarillas respiratorias motorizadas, debe limpiarse y descontaminarse después de cada uso de acuerdo con las instrucciones del fabricante con el fin de preservar la integridad del material.

13.6.1 Máscaras filtrantes completas y medias máscaras

Antes de limpiarlo, el equipo de protección respiratoria reutilizable debe separarse en sus distintos componentes, como cartuchos, filtros y cualquier otro accesorio. El uso del desinfectante y los agentes de limpieza seleccionados debe seguir las pautas del fabricante del EPP para minimizar el daño potencial a los plásticos u otros materiales, lo que podría menoscabar el rendimiento y, por consiguiente, la protección.

El procedimiento de limpieza general para las máscaras respiratorias completas y semimáscaras es el siguiente.

- Limpiar la máscara en agua tibia con un agente de limpieza suave y una esponja.
- Descontaminar utilizando un desinfectante recomendado por el fabricante de la máscara durante un tiempo de contacto adecuado.
- Aclarar bien con agua tibia.
- Secar al aire.
- Volver a ensamblar.

Una vez secas, las mascarillas filtrantes se almacenarán en zonas limpias protegidas del polvo y la posible contaminación. Se recomiendan bolsas o recipientes de almacenamiento designados para proteger las mascarillas filtrantes y mantenerlas limpias entre usos.

13.6.2 Mascarillas purificadoras de aire motorizadas

Las mascarillas purificadoras de aire motorizadas deben ser descontaminadas después de cada uso y antes de almacenarlas. El casco, el tubo de respiración y los ventiladores se separarán del cajetín de la batería. Debido a la presencia de componentes eléctricos, se debe cuidar especialmente de que no entre agua en los cajetines de baterías y los motores durante el proceso de limpieza.

El procedimiento consta de las siguientes operaciones:

- Limpiar los componentes reutilizables con un paño humedecido en agua tibia y un detergente suave.
- Descontaminar con un paño limpio humedecido en una solución de cloro de 5000 ppm u otro desinfectante recomendado por el fabricante de la mascarilla durante un tiempo de contacto adecuado.
- Aclarar todos los componentes limpios y desinfectados con un paño suave y limpio humedecido en agua tibia limpia.
- Secar al aire.
- Volver a ensamblar.

Se debe disponer de suficiente capacidad de almacenamiento para las unidades por separado, por ejemplo, ganchos para colgar las mascarillas respiratorias, las capuchas y los cinturones. Las mascarillas purificadoras de aire motorizadas también requieren una estación de carga de baterías. Por lo tanto, habrá que disponer de un número suficiente de tomas de corriente para que todas las baterías en uso puedan cargarse simultáneamente.

13.6.3 Eliminación de equipos de protección respiratoria

Todas las mascarillas filtrantes, ya sean máscaras faciales completas, semimáscaras o mascarillas purificadoras de aire motorizadas, se descontaminarán en autoclave o por otro método aprobado antes de eliminarlas.

NORMAS Y REGLAMENTOS

Las normas se refieren a un conjunto de principios, ejemplos o medidas que se utilizan con fines de comparación. Por ejemplo, pueden utilizarse pruebas normalizadas para evaluar los materiales mediante la determinación y comparación de su resistencia a agentes biológicos, productos químicos o agua, o sus cualidades de protección mecánica (por ejemplo, contra la punción). El propósito de utilizar patrones y normas para el EPP es velar por que se cumpla un nivel mínimo de protección y por que el EPP se seleccione y use correctamente.

14.1 Normas nacionales

Las normas son elaboradas por equipos de expertos de la industria, consumidores, centros de investigación, departamentos oficiales y otros. Las normas tienen diferentes estructuras: algunas son sumamente detalladas, otras ofrecen información más general y otras simplemente definen términos. Muchos países tienen sus propias normas; por ejemplo, las normas BSEN son las normas británicas / europeas, las ANSI son normas estadounidenses y las normas DIN son alemanas. Los procedimientos y pruebas específicos dentro de las distintas normas pueden diferir de unos países a otros. Se deben tener presente qué normas son aplicables en un país o situación determinada. En la tabla 14.1 se muestran ejemplos de normas análogas de diferentes países en relación con los guantes.

14.2 Patrones internacionales

Para facilitar la coordinación y unificación de las normas industriales, la ISO publica normas internacionales (también conocidas como normas ISO) para uso internacional. Estas normas sirven como referencia mundial con la que se pueden comparar los artículos de EPP, lo que ayuda al comercio internacional de dichos productos. En la tabla 14.2 se ofrecen ejemplos de normas ISO útiles en relación con los EPP.

Tabla 14.1 Ejemplos de normas de diferentes regiones para probar la resistencia de los guantes a productos químicos y agentes biológicos

PAÍS/REGIÓN	NORMAS DE RESISTENCIA DE LOS GUANTES A PRODUCTOS QUÍMICOS Y MICROORGANISMOS
Europa/ internacional	EN 374: 2016 Guantes protectores contra productos químicos y microorganismos peligrosos (esta norma consta de cinco partes con pruebas separadas: parte 5 = prueba de exposición a virus)
Estados Unidos de América	ANSI/ISEA 105-2016 Norma Nacional Estadounidense para la clasificación de la protección de las manos. Las pruebas de permeabilidad se realizan de acuerdo con ASTM F739-12e1 y las pruebas de penetración de acuerdo con ASTM F903-18
Australia/ Nueva Zelandia	AS/NZS 2161.10.3: 2005 (R2016) Guantes protectores de trabajo. Guantes protectores contra sustancias químicas y microorganismos – Determinación de la resistencia a la permeación por sustancias químicas
Asia	EN 374: 2003 Muchos países de la región de Asia y el Pacífico han adoptado las normas EN para su propio uso
China	GB 2888 1-2012 Protección de las manos. Guantes protectores contra productos químicos y microorganismos
África/Sudáfrica	EN 374-1:2003 SANS 416:122012 Guantes de PVC de tipo 1. Guantes protectores contra sustancias químicas (Sudáfrica)

PVC = cloruro de polivinilo.

14.3 Niveles de protección de los EPP

Cuando se hayan utilizado normas para evaluar y comparar un elemento de EPP, el nivel de protección y la norma o las normas utilizadas para probarlo se indicarán en una o más de las formas siguientes:

- ficha informativa facilitada con el EPP,
- en el embalaje del EPP,
- impreso directamente en el EPP, o
- instrucciones del fabricante, por ejemplo, en un sitio web.

Esta información suele ir acompañada de pictogramas, códigos y la norma asociada. En la tabla 14.3 se muestran ejemplos útiles de pictogramas que indican tipos de protección.

Tabla 14.2 Ejemplos de normas ISO útiles para diversos tipos de equipos de protección personal





NORMA ISO	TIPOS DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL
	Ropa
ISO 16602:2007	Ropa de protección contra productos químicos – Requisitos de clasificación, etiquetado y prestaciones
ISO 16603:2004	Resistencia a la penetración de sangre y líquidos corporales – Método de ensayo con sangre sintética
ISO 16604:2004-04 BS ISO 16604:2004-09-08	Ropa de protección contra el contacto con sangre y líquidos corporales – Determinación de la resistencia de los materiales de la ropa de protección a la penetración de patógenos transmitidos por la sangre – Método de ensayo con bacteriófago Phi-X 174
ISO 22612:2005-05	Ropa para de protección contra agentes infecciosos – Método de ensayo de la resistencia a la penetración microbiana en seco
	Guantes
ISO 374-1:2016	Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos peligrosos – Parte 1: Terminología y requisitos de prestaciones para riesgos químicos.
ISO 374-2:2018	Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos peligrosos– Determinación de la resistencia a la penetración
ISO 374-4:2019	Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos peligrosos – Determinación de la resistencia a la degradación por productos químicos
ISO 374-5:2016	Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos peligrosos – Parte 5: Terminología y requisitos de prestaciones para riesgos por microorganismos
	Calzado
ISO 20346: 2014	Equipo de protección personal – Calzado de protección
ISO 20345: 2011	Equipo de protección personal – Calzado de seguridad
ISO 20347: 2012	Equipo de protección personal – Calzado de trabajo
ISO/TR 18690: 2012	Guía para la selección, uso y mantenimiento del calzado de seguridad y trabajo, y de otros equipos que brindan protección a los pies y piernas
	Equipo de protección respiratoria
ISO 16972:2010	Dispositivos de protección respiratoria – Términos, definiciones, símbolos gráficos y unidades de medida
ISO 16900-7:2015	Dispositivos de protección respiratoria – Métodos de ensayo y equipos de ensayo – Parte 7: Métodos prácticos de ensayo de prestaciones

Tabla 14.2 Ejemplos de normas ISO útiles para diversos tipos de equipos de protección personal

NORMA ISO	TIPOS DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL
	Ojos y rostro
ISO 12311:2013	Equipo de protección personal: métodos de ensayo para gafas de sol y artículos asociados
ISO 4007:2012	Equipo de protección personal – Protección ocular y facial



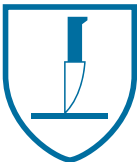

ISO: Organización Internacional de Normalización.

Tabla 14.3 Ejemplos de pictogramas comunes utilizados en EPP y norma ISO referenciada

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	EJEMPLO ISO U OTRAS NORMAS
	Nombre del operador: instrucciones de funcionamiento (número de referencia 1641). Suele proporcionar información sobre el nivel de protección que ofrece el EPP	ISO 374-1:2016+A1:2018 Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos peligrosos – Parte 1: Terminología y requisitos de prestaciones para riesgos químicos
	Fecha de caducidad (número de referencia 2607). La fecha de caducidad se indica junto a este símbolo. Cualquier EPP que se utilice después de esta fecha puede no ofrecer la protección exigida	ISO 7000: Símbolos gráficos para el uso en equipos
	Ofrece protección contra bacterias y hongos. También puede proporcionar protección contra virus, pero no se han hecho ensayos específicos	ISO 374-5:2016 Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos peligrosos – Parte 5: Terminología y requisitos de prestaciones para riesgos por microorganismos
	Ofrece protección contra virus, bacterias y hongos (más información sobre la protección biológica en el apartado 14.3.1)	ISO 374-5:2016 Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos peligrosos – Parte 5: Terminología y requisitos de prestaciones para riesgos por microorganismos

ISO = Organización Internacional de Normalización, EPP = equipo de protección personal.

Tabla 14.3 Ejemplos de pictogramas comunes utilizados en EPP y norma ISO referenciada (continuación)

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	EJEMPLO DE NORMA ISO U OTRAS NORMAS
	Ofrece cierta protección contra los productos químicos. Se leerán las instrucciones del fabricante para encontrar el tipo y el nivel de protección ofrecidos frente a diversos productos químicos (más información en el apartado 14.3.2)	ISO 374-1:2016+A1:2018 Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos peligrosos Parte 1: Terminología y requisitos de prestaciones para riesgos por productos químicos
	Protección contra el calor y las llamas (núm. de referencia 2417). Ejemplos de requisitos: guantes cuando se manipulan artículos de agarosa fundida y artículos aún calientes procedentes del autoclave)	BS EN 407:2017 (Proyecto) Guantes de protección contra riesgos térmicos (calor o fuego)
	Protección contra el frío (núm. de referencia 2412). Ejemplo de requisito: EPP para manipular nitrógeno líquido	BS EN 511:2006 Guantes de protección contra el frío
	Protección contra cortes y pinchazos (núm. de referencia 2483). Ejemplo de requisito: posiblemente para guantes cuando se usan bisturíes y agujas	ISO 13999-1:1999. Ropa de protección. Guantes y protectores de brazos contra cortes y punzadas por cuchillos de mano – Parte 1: Guantes de malla metálica y protectores de brazos ISO 13999-3:2002. Ropa de protección. Guantes y protectores de brazos contra cortes y punzadas por cuchillos de mano – Parte 3: Ensayo de corte por impacto para tela, cuero y otros materiales
	Protección contra peligros mecánicos (núm. de referencia 2490). Ejemplo de requisito: algunos EPP para utilizarlos en necropsias	IBS ES 388:2016+A1:2018 Guantes de protección contra riesgos mecánicos. La norma describe cómo fabricar, ensayar y suministrar guantes para proteger a los usuarios de lesiones mecánicas

ISO = Organización Internacional de Normalización, EPP = equipo de protección personal.

14.3.1 Protección biológica

Los materiales de ensayo para la protección contra bacterias y hongos se basan únicamente en la norma ISO 374- 2: 2018: Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos peligrosos – Parte 2: Determinación de la resistencia a la penetración. La protección contra la penetración del material se determina mediante uno de los dos métodos siguientes: se llenan varios guantes de un lote con agua y se verifica si hay fugas, o se inflan los guantes con aire, se sumergen en agua y se comprueba si aparecen burbujas. Se considera que esto basta para asegurar la protección contra bacterias y hongos.

Debido a que los virus son más pequeños, se puede llevar a cabo una prueba de exposición a virus colocando un bacteriófago (por ejemplo, Phi-X174) en un trozo de material de guante y analizando la parte inferior para comprobar si ha traspasado.

También se realizan otros ensayos análogos especificados en las normas ISO pertinentes para determinar la resistencia de la ropa de protección frente a los agentes biológicos.

14.3.2 Protección química

Si bien la cuarta edición del *Manual* (5) se refiere principalmente a los peligros biológicos, la protección química es una consideración importante en la mayoría de los laboratorios. Los EPP deben ofrecer protección adecuada contra los productos químicos que se manejan en el laboratorio. Si no se tienen en cuenta los peligros químicos, puede suceder que se utilice un EPP inapropiado. A su vez, esos productos químicos pueden permear o atacar el material del EPP expuesto a ellos. Si esto sucediera, la piel quedaría directamente expuesta a esos productos químicos y a los agentes biológicos utilizados que hubieran podido ser transportados a través del material por los productos químicos. Esto reviste particular importancia en el uso de guantes, ya que las manos son la parte del cuerpo más propensa a quedar expuesta durante el manejo de agentes biológicos y productos químicos.

La norma ISO 374: 2016 + A1: 2018 (Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos peligrosos) es la norma internacional respecto de la que se prueban los guantes contra productos químicos. Es importante tener en cuenta que los guantes especificados como probados con arreglo a esta norma no protegen al usuario contra todos los productos químicos a una concentración absoluta o sin diluir. Los tipos y concentraciones de los productos químicos contra los que el EPP protege al usuario están representados por una letra situada bajo el pictograma de protección química. Estas letras representan diferentes productos químicos (tabla 14.4). Los tipos de productos químicos que vayan a utilizarse y, por ende, el tipo de EPP requerido (por ejemplo, el tipo de material del guante) para proteger al trabajador contra esos productos químicos deben identificarse antes del uso. Es importante tener en cuenta que una «i» minúscula en los pictogramas indica que es preciso consultar las instrucciones del fabricante. Esto reviste particular importancia cuando se requiere protección contra un producto químico no incluido en la norma o

cuando el producto químico se utiliza a una concentración superior a la indicada en la norma. La lista que aparece a continuación se basa en una norma para guantes, pero también se aplica a otros EPP.

Tabla 14.4: Código de letras para productos químicos, y su número y clase CAS (ISO 374:2016+A1:2018)

LETRA DE CÓDIGO	SUSTANCIA QUÍMICA	NÚMERO CAS	CLASE
A	Metanol	67-56-1	Alcohol primario
B	Acetona	67-64-1	Cetona
C	Acetonitrilo	75-05-8	Compuesto de nitrilo
D	Diclorometano	75-09-2	Hidrocarburo clorado
E	Disulfuro de carbono	75-15-0	Compuesto orgánico que contiene azufre
F	Tolueno	108-88-3	Hidrocarburo aromático
G	Dietilamina	109-89-7	Amina
H	Tetrahidrofurano	109-99-9	Compuesto heterocíclico y de éter
I	Acetato de etilo	141-78-6	Éster
J	n-heptano	142-82-5	Hidrocarburo saturado
K	Hidróxido de sodio 40%	1310-73-2	Base inorgánica
L	Ácido sulfúrico 96%	7664-93-9	Ácido mineral inorgánico, oxidante
M	Ácido nítrico 65%	7697-37-2	Ácido mineral inorgánico, oxidante
N	Ácido acético 99%	64-19-7	Ácido orgánico
O	Hidróxido de amonio 25%	1336-21-6	Base orgánica
P	Peróxido de hidrógeno 30%	7722-84-1	Peróxido
S	Ácido fluorhídrico 40%	7664-39-3	Ácido mineral inorgánico
T	Formaldehído 37%	50-00-0	Aldehído

CAS = Chemical Abstract Service.

El EPP a menudo se clasifica en función de la cantidad de productos químicos contra los que protege, así como los tiempos de traspaso medidos y otros parámetros. Un ejemplo de esa clasificación de los guantes se muestra en la tabla 14.5, basada en la norma ISO 374- 1:2016+A1:2018.

Cuando el EPP se haya probado con arreglo a una norma y se haya demostrado que protege contra algunas de las sustancias químicas de la tabla 14.4, la letra del código químico se indicará debajo del pictograma de protección, y la norma con la que se ha probado el EPP se anotará encima del pictograma de protección. Asimismo se indicará si el EPP también ha sido clasificado, como en el caso de los guantes en la tabla 14.5 (figura 14.1).

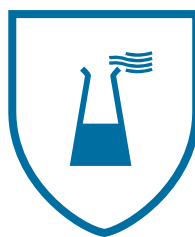
Tabla 14.5 Ejemplo de categorización y requisitos asociados para EPP (guantes) basados en la norma ISO 374-1:2016+A1:2018

CATEGORIZACIÓN	REQUISITOS
Tipo A	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prueba de permeabilidad superada: mínimo de seis productos químicos de prueba (enumerados en la tabla 14.4) a un tiempo de paso de nivel 2 como mínimo, es decir, > 30 min ▪ Requisitos generales cumplidos (EN 420:2009)^a ▪ Prueba de penetración superada (ISO 374-2:2014)^a
Tipo B	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prueba de permeabilidad: mínimo de seis productos químicos de prueba (enumerados en la tabla 14.4) a un tiempo de paso de nivel 2 como mínimo, es decir, > 30 min ▪ Requisitos generales cumplidos (EN 420:2009)^a ▪ Prueba de penetración superada (ISO 374-2:2014)^a
Tipo C	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prueba de permeabilidad superada: mínimo de un producto químico de prueba (de los enumerados en la tabla 14.4) a un tiempo de paso de nivel 1 como mínimo, es decir, > 10 min ▪ Requisitos generales cumplidos (EN 420:2009)^a ▪ Prueba de penetración superada (ISO 374-2:2014)^a

ISO: Organización Internacional de Normalización.

^a La norma ISO 374-1:2016+A1:2018 estipula que estas pruebas deben ser superadas.

EN ISO 374-1 2016/type A



UVWXYZ

Figure 14.1 Ejemplo de distintivo de protección química para equipos de protección personal

14.3.3 Protección proporcionada por las mascarillas filtrantes

Muchos países tienen sus propias normas en materia de prestaciones y sus propios métodos para evaluar el equipo de protección respiratoria. Por lo tanto, la clasificación de los equipos de protección respiratoria puede variar considerablemente de un país a otro. La existencia de muchas normas diferentes y los sistemas de clasificación derivados pueden hacer que la selección de mascarillas filtrantes resulte confusa.

Por ejemplo, los requisitos de eficiencia del filtro para dos productos pueden ser los mismos, pero medidos de manera diferente según el método que se utilice en las pruebas. Esto puede dar lugar a un rendimiento de laboratorio ligeramente diferente. Así, una mascarilla que se venda en todo el mundo puede ser idéntica en su fabricación, pero diferentes países le asignan un nivel distinto de protección.

La Organización Internacional de Normalización (ISO) ha publicado un nuevo conjunto de normas que prevén una sola serie de pruebas y un sistema de clasificación para mascarillas filtrantes que podrían adoptarse en todo el mundo. Esto permitiría a los fabricantes adherirse a un único conjunto de normas para distribuir el mismo producto entre países y así reducir la confusión para los usuarios finales. De este modo las mascarillas filtrantes podrán clasificarse dentro de un solo sistema. Por ejemplo, las mascarillas N95 y FFP2, que por lo general son equivalentes en cuanto a su eficiencia de filtración mínima porcentual, podrían pasar a considerarse un único tipo de mascarilla, por ejemplo, PC3W1bTF2 RPD. Este sistema de clasificación se basa en la información descrita en la tabla 14.6. Aunque este sistema puede parecer más complicado inicialmente, en última instancia simplificaría la selección de equipo de protección respiratoria.

14.4 Normativa y requisitos nacionales

A menudo las autoridades nacionales establecen políticas, leyes, reglamentos o documentos de orientación nacionales que estipulan el tipo de medidas de control de riesgos que debe aplicar un laboratorio para que se autorice su funcionamiento. Los EPP a menudo están incluidos entre esas medidas de control de riesgos. En la mayoría de los casos se ha elaborado un sistema de supervisión para asegurar el cumplimiento de la normativa. La elaboración de las normas nacionales en materia de bioseguridad comienza con la evaluación de riesgos, un proceso sistemático de acopio y evaluación de información para apoyar el establecimiento de un marco regulatorio basado en el riesgo y en la evidencia. Es importante que la normativa logre un equilibrio entre asegurar la mitigación de los riesgos nacionales y permitir a los laboratorios la suficiente flexibilidad para operar de forma sostenible, dentro de sus posibilidades, y continuar con su labor en beneficio de las comunidades a las que sirven. Las pruebas de diagnóstico rápido de enfermedades, los tratamientos innovadores y los nuevos conocimientos sobre agentes biológicos son actividades indispensables para mejorar la atención de la salud a nivel local y mundial y siempre deben recibir prioridad.

14.5 Prácticas locales

Algunas prácticas, como ponerse una bata antes de entrar en el laboratorio, son comunes en muchos centros. Es importante tener en cuenta que las prácticas locales, que se basan en evaluaciones de riesgos locales, pueden diferir entre organizaciones e incluso entre diferentes laboratorios dentro de la misma organización. Por ejemplo,

en algunos laboratorios existe el requisito de ponerse protección ocular antes de entrar en el laboratorio del mismo modo que se requiere la bata. Otros pueden requerir protección ocular solo para ciertos procedimientos, como la manipulación de agentes biológicos fuera de un dispositivo de contención primaria. Es importante conocer y comprender las prácticas y normas locales para el laboratorio antes de comenzar cualquier trabajo.

Tabla 14.6 Clasificación básica para todos los equipos de protección respiratoria basada en: ISO/TS 16973:2016 Dispositivos de protección respiratoria – Clasificación para dispositivos de protección respiratoria (RPD), excluidos los destinados a aplicaciones submarinas.

CLASIFICACIÓN BÁSICA DE DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA			
CLASE DE PROTECCIÓN	CLASE DE TIPO DE TRABAJO	CLASE DE INTERFAZ RESPIRATORIA	
PC1 (20% TILmax)	W1 Moderada (35 l/min y menos)	a Solo boca	T apretado L suelto
PC2 (5% TILmax)	W2 Muy pesado y más bajo (135 l/min y menos)	b Boca y nariz	T apretado L suelto
PC3 (1% TILmax)	W3 Muy pesado (105 l/min y menos)	c Rostro	T apretado L suelto
PC4 (0,1% TILmax)	W4 Máximo (135 l/min y menos)	d Cabeza	T apretado L suelto
PC5 (0,01% TILmax)		e Cuerpo	T apretado L suelto

TIL = fuga total hacia el interior.

Referencias

1. Campbell MJ. Characterizing accidents, exposures, and laboratory-acquired infections reported to the National Institutes of Health's Office of Biotechnology Activities (NIH/OBA) Division under the NIH Guidelines for Work with Recombinant DNA Materials from 1976–2010. *Appl Biosaf.* 2015;20(1):12–26. doi: 1177/153567601502000103.
2. Coelho AC, García Díez J. Biological risks and laboratory-acquired infections: a reality that cannot be ignored in health biotechnology. *Front Bioeng Biotechnol.* 2015;3:56. doi: 10.3389/fbioe.2015.00056.
3. Choucraallah D, Sarmiento L, Ettles S, Tanguay F, Heisz M, Falardeau E. Surveillance of laboratory exposures to human pathogens and toxins: Canada 2018. *Can Commun Dis Rep* 2019;45(9):244–51. doi: 10.14745/ccdr.v45i09a04.
4. Siengsan-Lamont J, Blacksell SD. A review of laboratory-acquired infections in the Asia-Pacific: understanding risk and the need for improved biosafety for veterinary and zoonotic diseases. *Trop Med Infect Dis.* 2018;3(2). doi: 10.3390/tropicalmed3020036.
5. Manual de bioseguridad en el laboratorio, cuarta edición. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2023 (Manual de bioseguridad en el laboratorio, cuarta edición y monografías complementarias).
6. Evaluación del riesgo; Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2023 (Manual de bioseguridad en el laboratorio, cuarta edición y monografías complementarias).
7. Diseño y mantenimiento del laboratorio. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2023 (Manual de bioseguridad en el laboratorio, cuarta edición y monografías complementarias).
8. Cámaras de seguridad biológica y otros dispositivos de contención primaria. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2023 (Manual de bioseguridad en el laboratorio, cuarta edición y monografías complementarias).
9. Descontaminación y gestión de desechos. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2023 (Manual de bioseguridad en el laboratorio, cuarta edición y monografías complementarias).
10. Gestión de proyectos de bioseguridad Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2023 (Manual de bioseguridad en el laboratorio, cuarta edición y monografías complementarias).
11. Preparación y capacidad de recuperación ante brotes epidémicos. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2023 (Manual de bioseguridad en el laboratorio, cuarta edición y monografías complementarias).
12. Chemical protective clothing. In: OSHA technical manual. Section VIII: Chapter 1. Washington, DC: Occupational Safety and Health Administration; 2017 (<https://www.osha.gov/otm/section-8-ppe/chapter-1>, consultado el 21 de octubre de 2019).

Información complementaria

Coia JE, Ritchie L, Adisesh A, Makison Booth C, Bradley C, Bunyan D, et al. Guidance on the use of respiratory and facial protection equipment. *J Hosp Infect.* 2013;85(3):170–82. doi: 10.1016/j.jhin.2013.06.020.

Good microbiological practices and procedures (GMPP) 1: personal protective equipment (PPE) [Biosafety video series]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2019 (<https://youtu.be/Cuw8fqhwDZA>, consultado el 6 de diciembre de 2019).

Respiratory protective equipment at work: a practical guide. Londres: Health and Safety Executive; 2013 (<http://www.hse.gov.uk/pUbns/priced/hsg53.pdf>, consultado el 18 de octubre de 2019).

Standards [sitio web]. Ginebra: International Organization for Standardization (<https://www.iso.org/standards.html>, consultado el 18 de octubre de 2019).



Organización
Mundial de la Salud

9789240059801

