

Exposición a agentes biológicos. Equipos de seguridad: Cabinas de seguridad biológica.

*Exposure to biological agents. Safety equipment: Biological safety cabinets.
L'exposition aux agents biologiques. Équipements de sécurité: Cabines de sécurité biologique.*

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P.

Elaborado por:

Laura Gómez Guijarro.

CENTRO NACIONAL DE NUEVAS TECNOLOGÍAS (INSST).

Las cabinas de seguridad biológica constituyen un elemento esencial en los laboratorios donde se realizan actividades que implican la manipulación de agentes biológicos; por ejemplo, laboratorios clínicos, de microbiología, biomedicina y biotecnología. El objetivo fundamental es confinar al agente biológico en el área de manipulación y así garantizar una adecuada protección de las personas trabajadoras y el entorno. Algunas cabinas también ofrecen protección de la muestra o producto manipulado. En esta NTP se describen en detalle estos equipos, su clasificación y, además, se proporciona información para su selección, instalación, mantenimiento y certificación.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

1. INTRODUCCIÓN

El Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo, establece una clasificación de los agentes biológicos en cuatro grupos de riesgo, basándose en la patogenicidad en humanos, la facilidad de propagación entre la colectividad y la existencia de profilaxis o tratamiento eficaz.

El trabajo con agentes patógenos o materiales y muestras potencialmente contaminadas debe realizarse bajo estrictas condiciones de bioseguridad. Se entiende por bioseguridad la aplicación combinada de prácticas de trabajo, técnicas y elementos de contención con el objetivo de proteger a las personas trabajadoras y evitar la liberación de agentes biológicos. Existen cuatro niveles de bioseguridad o contención, al igual que hay cuatro grupos de riesgo para los agentes biológicos. El nivel de contención requerido para una instalación se determina en función de los resultados de la evaluación, teniendo en cuenta tanto el peligro intrínseco del agente biológico como las características de la actividad.

Dentro de los elementos de contención se distinguen las barreras físicas primarias, cuyo objetivo es el confinamiento físico del agente para impedir su fuga al ambiente de trabajo, y las barreras físicas secundarias, relacionadas con el diseño y construcción de la instalación para evitar la liberación de agentes biológicos al exterior.

Las cabinas de seguridad biológica (CSB) se encuentran dentro de estas barreras físicas primarias, y constituyen un elemento principal para la protección frente a la exposición a agentes biológicos.

El anexo IV del Real Decreto 664/1997 recoge indicaciones relativas a las medidas y los niveles de contención para los laboratorios que trabajan con agentes biológicos con fines de investigación, desarrollo, enseñanza o diagnóstico. Tal y como establece, el uso de las CSB está indicado o es exigible cuando durante el

procedimiento de trabajo existe la posibilidad de que se generen bioaerosoles peligrosos. Esto puede suceder en operaciones de centrifugación, trituración, mezclado, agitación, disrupción sónica, apertura de envases de materiales infecciosos cuya presión interna pueda diferir de la ambiental o determinadas operaciones con animales de experimentación infectados.

Las CSB se definen en la norma UNE-EN 12469¹. Dicha norma especifica la clasificación de las cabinas, los criterios de funcionamiento y los métodos de ensayo aplicables.

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS CABINAS DE SEGURIDAD BIOLÓGICA

Las CSB consisten en recintos cerrados que cuentan con una circulación forzada de aire, evitando el paso de bioaerosoles a la atmósfera de trabajo. Su fin es la contención del agente en su recipiente y área de manipulación, garantizando la protección de la persona trabajadora y el entorno. Según sus especificaciones y diseño, algunos tipos de CSB pueden proteger también al producto que se está manipulando en su interior frente a la contaminación ambiental y cruzada.

La protección en estos equipos se logra mediante una combinación de elementos físicos, estructurales y dinámicos, como el motor, los ventiladores, los filtros, los conductos, el flujo laminar y las diferencias de presión. Cuentan con algunas características generales:

- Las CSB proporcionan un **espacio de trabajo** que permite separar del resto del laboratorio aquellas actividades con riesgo de generar bioaerosoles. El cuerpo de la cabina debe estar totalmente sellado para evitar que

¹ Norma UNE-EN 12469:2001 "Biotecnología. Criterios de funcionamiento para las cabinas de seguridad microbiológica".

el aire introducido entre en contacto con el ambiente exterior del laboratorio.

- Incorporan mecanismos de ventilación que generan un **flujo de aire direccional**. Este movimiento controlado de aire permite dirigir los bioaerosoles peligrosos o potencialmente peligrosos a los filtros, protegiendo tanto al personal del laboratorio como al entorno circundante. Además, algunos tipos de cabinas evitan la contaminación de los materiales de trabajo que se encuentran en su interior. El flujo de aire direccional se crea mediante uno o varios ventiladores conectados a la cabina o alojados dentro, que impulsan el aire interior en una dirección determinada.
- Los **filtros** tienen como finalidad atrapar las partículas contenidas en los flujos de aire. La norma UNE-EN 12469 establece la utilización de filtros HEPA (*High Efficiency Particulate Air*), que cumplan con los requisitos de la norma UNE-EN 13091², y de clase H14 o superior, según la norma UNE-EN 1822-1³. Estos filtros tienen una eficiencia de filtración del 99,995 % para el tamaño de partícula más difícil de retener (0,3 µm).
- Existen **diferencias de presión** entre los distintos espacios dentro de la cabina que contribuyen a dirigir y controlar el aire en la dirección adecuada para garantizar la seguridad. Estas diferencias de presión se perderían rápidamente en caso de fallo eléctrico o del equipo y, en ausencia de intervención mecánica, la presión del aire se equilibraría naturalmente y se perdería el control del flujo de aire direccional. Por esta razón, los equipos deben estar equipados con sistemas que permitan monitorizar el flujo de aire y alarmas que adviertan fallos y condiciones inseguras, de modo que se puedan adoptar medidas correctivas.

3. DIFERENCIA ENTRE CABINAS DE FLUJO LAMINAR Y CABINAS DE SEGURIDAD BIOLÓGICA

Hay otro tipo de equipos que están destinados principalmente a proteger el producto, denominados *cabinas de flujo laminar*. Su nombre se debe a que en estos equipos existe un suministro constante de aire, previamente filtrado, que se mueve a una velocidad uniforme en una dirección única, lo que se conoce como *flujo laminar*. Este flujo de aire barre la superficie de trabajo, vertical u horizontalmente, disminuyendo el riesgo de contaminación del producto. En cabinas de flujo laminar horizontal, el material a manipular queda comprendido entre el filtro y la persona trabajadora, por lo que se produce una exposición al aire potencialmente contaminado ya que, tras barrer el área de trabajo, va a salir por la abertura de la cabina donde se sitúa la persona.

Algunas CSB cuentan también con el sistema de flujo laminar para proteger el producto manipulado en su interior frente a la contaminación ambiental y la contaminación cruzada. No obstante, es importante no confundir estos equipos ya que entre ellos existen diferencias de funcionamiento y, sobre todo, del tipo de protección que ofrecen. En las cabinas de flujo laminar el aire evacuado del equipo no necesariamente es filtrado y tampoco comparte las características de estanqueidad ni los sistemas de control de las CSB, por lo que no ofrece ninguna

garantía de protección para el personal ni el ambiente. Estos equipos no deben utilizarse cuando se sepa o se sospeche la presencia de agentes biológicos infecciosos, o con efectos tóxicos o alérgicos.

4. CLASES DE CABINAS DE SEGURIDAD BIOLÓGICA

Según la norma UNE-EN 12469 existen tres clases de CSB: clase I, clase II y clase III, que se diferencian por sus características técnicas y por los grados de protección que ofrecen (véase tabla 2).

CSB de clase I

Se trata de una cabina dotada de una abertura frontal a través de la cual se pueden efectuar las actividades en su interior. Este equipo trabaja a presión negativa y el flujo de aire procedente del local circula hacia su interior por la abertura frontal, lo que produce una barrera de aire que contribuye a prevenir el escape de bioaerosoles. Este aire es extraído al 100 % de la cabina a través de un filtro HEPA. La principal característica que ofrece es protección para la persona trabajadora y el entorno frente a bioaerosoles peligrosos, pero no para el material que se manipula en su interior.

Es importante garantizar una adecuada velocidad del flujo de aire para asegurar el nivel de protección. La norma UNE-EN 12469 establece una velocidad media del aire de entrada superior a 0,7 m/s e inferior a 1 m/s. Una velocidad superior daría lugar a turbulencias y posibles retornos por lo que disminuiría el grado de protección proporcionado.

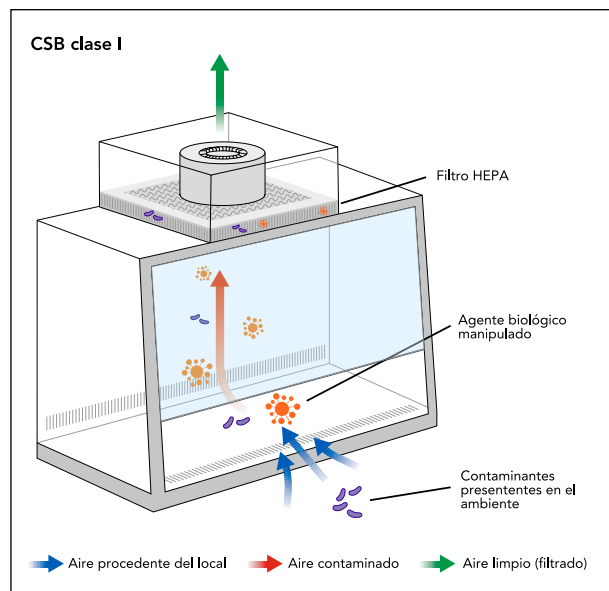


Figura 1. Esquema de CSB de clase I.

CSB de clase II

Este tipo de cabinas se desarrolló para proteger al personal, al ambiente y, al mismo tiempo, proteger a los materiales manipulados en su interior. Están dotadas también de una abertura frontal por donde entra el flujo de aire externo. Una de sus características principales es que la zona de trabajo es recorrida por un flujo descendente de aire filtrado estéril a una velocidad uniforme (flujo laminar vertical) que contribuye a la protección del producto con el que se está trabajando frente a la contaminación externa y la contaminación cruzada.

² Norma UNE-EN 13091:2000 "Biotecnología. Criterios de funcionamiento para elementos del filtro y equipo de filtración".

³ Norma UNE-EN 1822-1:2020 "Filtros absolutos (EPA, HEPA y ULPA). Parte 1: Clasificación, principios generales del ensayo y marcado".

Los flujos de aire son conducidos a través de unas rejillas situadas en la parte anterior y posterior del área de trabajo a un pleno (espacio de aire cerrado) en el interior de la cabina que se encuentra a presión negativa desde donde, con la ayuda de un ventilador integrado, el aire es redistribuido: un porcentaje se expulsa al exterior mientras que el resto es recirculado sobre el área de trabajo, pasando siempre por los

filtros absolutos. El aire recirculado desciende verticalmente hacia la superficie de trabajo (flujo laminar) donde se produce una división a una altura aproximada de entre 6 y 18 cm, dirigiéndose una parte hacia la rejilla frontal y otra parte hacia la rejilla trasera. La disposición de los ventiladores y los filtros debe asegurar que todas las zonas del circuito donde circula aire contaminado se encuentran a presión negativa.

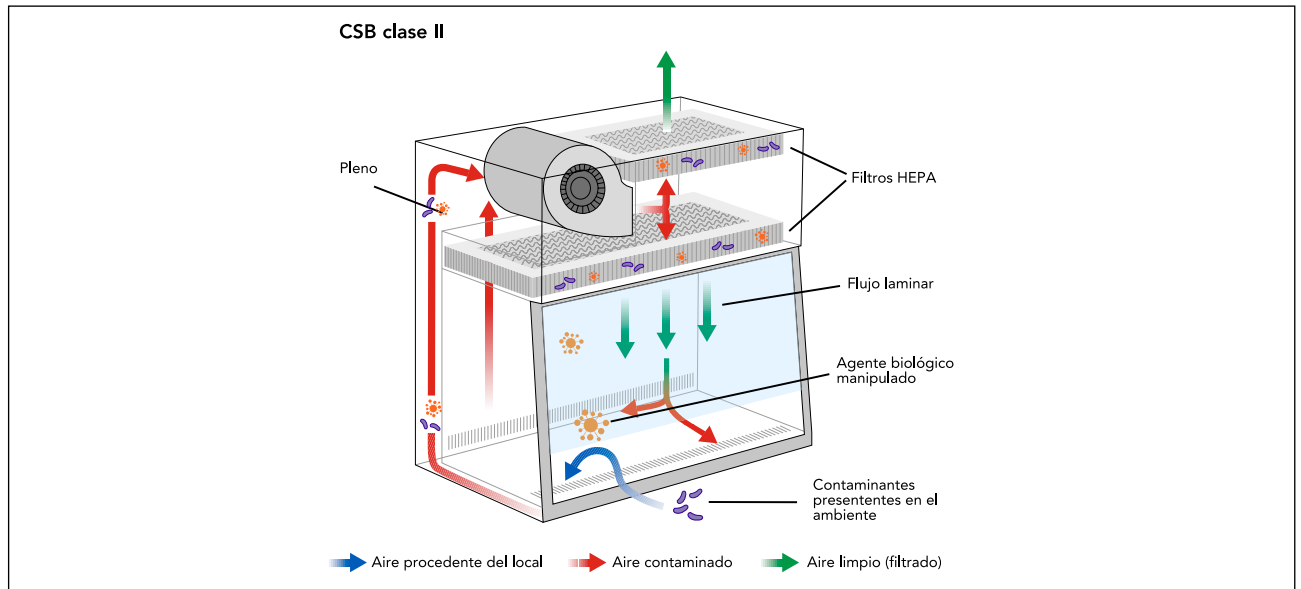


Figura 2. Esquema de CSB de clase II.

Para esta clase de CSB, la norma UNE-EN 12469 no describe diferentes tipos de cabinas. Sin embargo, la norma NSF/ANSI 49⁴, define cinco tipos: A1, A2, B1, B2 y C1. Estos tipos de cabinas difieren en los porcentajes de aire que es expulsado y recirculado a la superficie de

trabajo, las velocidades de las corrientes de aire, el sistema de extracción de aire o las presiones en el interior de la cabina. Si bien se trata de una norma americana, es relevante conocer las diferencias principales entre estos tipos de cabinas:

CSB CLASE II	VELOCIDAD MEDIA DEL AIRE EN LA ENTRADA	FLUJO DE AIRE		EVACUACIÓN DEL AIRE ⁵
		RECIRCULADO	EVACUADO	
Tipo A1	≥ 0,38 m/s	70 %	30 %	A la sala o directo al exterior a través de conducto con conexión tipo "dedal" o al exterior por el sistema general del edificio
Tipo A2 ⁶	≥ 0,51 m/s	70 %	30 %	A la sala o directo al exterior a través de conducto con conexión tipo "dedal" o al exterior por el sistema general del edificio
Tipo B1 ⁷	≥ 0,51 m/s	< 50 %	> 50 %	Evacuación al exterior a través de conducto rígido de forma directa o por el sistema general del edificio
Tipo B2	≥ 0,51 m/s	Evacuación del aire al 100 %		Evacuación al exterior a través de conducto rígido de forma directa o por el sistema general del edificio
Tipo C1 ⁸	≥ 0,51 m/s	< 50 %	> 50 %	Adecuada para cualquier configuración de extracción del aire

Tabla 1. Características de los tipos de CSB de clase II, según la norma NSF/ANSI 49.

⁴ NSF/ANSI 49-2022 "Biosafety Cabinetry: Design, Construction, Performance, And Field Certification".

⁵ Sistema de conducto rígido: configuración de la evacuación de aire en la que la cabina está firmemente conectada al sistema de evacuación de aire general del edificio o a un sistema de conductos de evacuación de aire exclusivo del laboratorio. También se puede conectar directamente a un sistema de extracción propio e independiente. Conexión tipo "dedal": accesorio especial que conecta la cabina con un sistema de evacuación y mediante el cual, al extraer el aire de salida del equipo, al mismo tiempo, se aspira aire de la habitación. Esto es posible a través de unos respiraderos o huecos que deja este accesorio.

⁶ La cabina de clase II que se describe en la norma UNE-EN 12469, correspondería con la descripción de este tipo según la norma NSF/ANSI 49. Es el tipo de cabina más comercializada.

⁷ En estas CSB habitualmente se invierten los porcentajes de aire recirculado con respecto a las de tipo A, de manera que se expulsa un 70 % y se recircula un 30 %. Sin embargo, este porcentaje puede variar en función del modelo.

⁸ Este tipo de cabina normalmente funciona de forma similar a las de tipo B1, con una baja tasa de recirculación de aire, pero presentan mayor flexibilidad en el sistema de evacuación del aire.

CSB de clase III

Estas cabinas se encuentran completamente cerradas, existiendo así una barrera física que separa a la persona trabajadora de la zona de manipulación. El acceso a la superficie de trabajo se hace mediante guantes conectados a unos orificios en la parte frontal de la cabina. Existe un suministro continuo de aire filtrado a la cabina, lo que contribuye a la protección del material de trabajo frente a la contaminación externa. El aire es expulsado al exterior a través de doble filtro HEPA en serie. El interior de la cabina se encuentra en todo momento en presión negativa (al menos 200 Pa). Para el trasvase de materiales desde o hacia el interior de la cabina, suelen contar con una caja de paso en un lateral, en la que es posible descontaminar los materiales de trabajo, o un tanque de inmersión química. Además, puede ir conectada a un autoclave de doble puerta, donde se descontaminará todo el material que entre o salga del equipo, y también pueden unirse varias CSB de clase III para ampliar la superficie de trabajo.

Este tipo de cabinas ofrecen la máxima protección, incluyendo la protección frente a la exposición por contacto, y se utiliza para trabajar con agentes biológicos del grupo 4. También protegen al producto frente a la contaminación externa pero no contra la contaminación cruzada, ya que el flujo de aire en el interior es turbulento (no es flujo laminar).

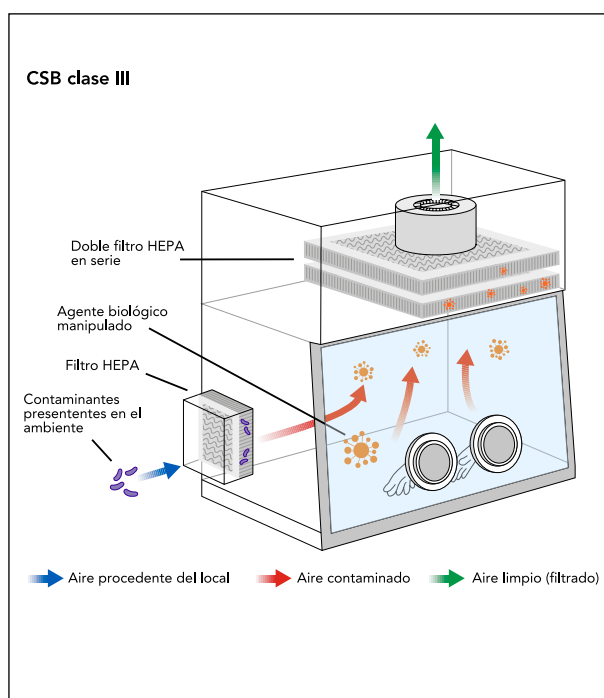


Figura 3. Esquema de CSB de clase III.

	CSB clase I	CSB clase II	CSB clase III
Zona de trabajo	Abertura frontal	Frontal, cerrado corredizo o con bisagras	Guantes sellados al frontal de la cabina
Protección	Trabajador/a y medio ambiente	Trabajador/a, medio ambiente y producto	Trabajador/a, medio ambiente y producto (frente a la contaminación externa)
Flujo de aire hacia el interior (frontal)	Sí	Sí	No
Velocidad del aire de entrada (m/s)	0,7-1	≥ 0,38	≥ 0,7 (con un guante quitado)
Flujo laminar	No	Sí	No
Velocidad del aire descendente (m/s)	N/A	0,25-0,4	N/A
Filtración del aire introducido	No	Sí	Sí
Filtración del aire extraído	Sí, a través de un filtro HEPA situado en la parte superior. Se expulsa a la sala o al exterior.	Sí, a través de filtro HEPA. Es expulsado a la sala, directamente al exterior mediante conducto exclusivo y conexión tipo "dedal" o conducto rígido, o al exterior por el sistema general del edificio (depende del tipo de cabina).	Sí, depurado mediante dos filtros HEPA en serie y expulsado al exterior a través de conducto rígido de forma directa o por el sistema general del edificio.
Aire extraído/recirculado	Se expulsa todo el aire.	Dependiendo del tipo de cabina se expulsa todo el aire o se recircula un porcentaje a la zona de trabajo.	Se expulsa todo el aire.

Tabla 2. Características de los distintos tipos de CSB.

5. SELECCIÓN DE LA CABINA DE SEGURIDAD BIOLÓGICA

La selección del tipo de CSB se basa principalmente en el grupo de riesgo del agente biológico que se va a manipular y las características específicas de la actividad que se va a realizar. Esto implica la evaluación de aspectos como los riesgos por exposición a agentes biológicos que presenta el material manipulado, la posible generación de bioaerosoles durante las técnicas de manipulación, la cantidad de material biológico manipulado y el grado de protección necesario según la actividad a realizar.

De manera general, las CSB de tipo I pueden ser utilizadas para trabajar con agentes biológicos de los grupos de riesgo 1 y 2, aunque los agentes de grupo de riesgo 2 suelen manejarse principalmente en CSB de clase II. Para su adecuada selección es fundamental evaluar los aspectos citados en el párrafo anterior, principalmente si los agentes biológicos son infecciosos por vía aérea o por contacto y si la actividad implica grandes cantidades de material biológico o la generación de bioaerosoles.

Para la manipulación de los agentes biológicos más peligrosos se requiere el uso de CSB de clase III. No obstante, también pueden utilizarse CSB de clase II para trabajar con agentes del grupo de riesgo 3, e incluso con agentes infecciosos del grupo de riesgo 4, siempre que se utilicen trajes especiales⁹.

Siempre que se use una CSB, se deberán llevar los equipos de protección individual (EPI) que se indiquen en la evaluación de riesgos.

Además, si la actividad requiere el uso de agentes químicos, es importante considerar que los filtros HEPA no van a filtrar gases o vapores derivados de la manipulación de compuestos químicos volátiles. Por tanto, será necesario seleccionar la CSB más adecuada en función de las características y cantidad de los compuestos químicos utilizados, modificar el sistema de tratamiento del aire expulsado mediante la inclusión, además de los filtros HEPA, de aquellos elementos que aseguren la limpieza del aire y conducir la extracción directamente al exterior.

6. INSTALACIÓN, MANTENIMIENTO Y CONTROL

Ubicación

Es recomendable instalar la CSB en una zona que esté alejada de potenciales corrientes de aire. Para ello hay que considerar varios aspectos:

- La ubicación de puertas y ventanas.
- Las rutas de circulación del personal dentro del laboratorio.
- La ubicación de las tomas de suministro y extracción de aire acondicionado o ventilación.
- La ubicación, disposición y distancia de otras CSB u otros equipos, como cabinas de flujo laminar, en el mismo local.
- El tamaño del laboratorio comparado con el tamaño de las tomas de suministro/extracción de aire.
- Las corrientes de convección de aire creadas por diferencias térmicas.
- Cualquier causa o evento que afecte los patrones de flujo de aire.

Siempre que sea posible, es recomendable dejar un

espacio mínimo de 30 cm por detrás y a ambos lados de la cabina para las tareas de mantenimiento. También es conveniente dejar espacio superior libre, como mínimo 45 cm.

Certificación, validación y control

La norma de referencia para la fabricación de CSB es la UNE-EN 12469. Las CSB diseñadas y certificadas conforme a la norma deben contar con el marcado CE, sin perjuicio de cumplir con otras especificaciones técnicas contenidas en otras normas internacionales. Dicha norma especifica la clasificación de las cabinas, los criterios mínimos de funcionamiento y los métodos de ensayo aplicables respecto a la protección del personal y del ambiente, a la protección del producto y a la contaminación cruzada. También recoge recomendaciones sobre los materiales, diseño y fabricación.

Los tres tipos de ensayos que establece para la verificación del funcionamiento de las CSB son los siguientes:

- Examen de tipo. Normalmente es único y realizado por el fabricante. Los métodos de ensayo utilizados en este examen son: retención en la abertura frontal, estanqueidad de la carcasa y filtros. En las CSB clase II, además, se ensaya la protección del producto y la contaminación cruzada.
- Ensayo de instalación. Este ensayo se lleva a cabo tras la puesta en servicio, al cambiar la instalación o cuando cambia el entorno de esta. En este punto se realizan los ensayos anteriores a excepción de la estanqueidad de la carcasa.
- Ensayo de mantenimiento de rutina. Debe realizarse a intervalos regulares o según lo determinen las autoridades competentes. Como en el caso anterior, el único ensayo que no se aplica es el de estanqueidad de la carcasa.

Los anexos de la norma contienen las especificaciones de los diferentes métodos de ensayo aplicables.

El fabricante deberá suministrar una copia del certificado de los test de comportamiento y contención. El funcionamiento y la integridad de cada CSB deben ser certificados en el momento de la instalación y después, de forma periódica, por personal técnico cualificado, utilizando protocolos escritos en los que se detallarán las operaciones realizadas. Debería realizarse por lo menos una vez al año, cuando se cambia su ubicación o tras operaciones de mantenimiento, e incluir pruebas de integridad, de fugas de los filtros HEPA, perfil de velocidad del flujo de aire descendente, velocidad del aire en la abertura frontal, tasa de presión negativa/ventilación, características del flujo de aire, alarmas e interruptores de interbloqueo. Además, pueden realizarse otras pruebas de forma facultativa.

Cada CSB deberá contar con un manual completo de uso. Además, se podrá requerir información adicional al distribuidor. Es necesario disponer, para cada cabina, de una ficha de mantenimiento y control situada en un lugar visible, en la que se reflejarán las modificaciones realizadas, las operaciones de mantenimiento y su periodicidad.

7. UTILIZACIÓN

Antes de iniciar el trabajo

- Planificar con anticipación el trabajo a realizar en la CSB. Determinar qué procedimientos y equipos serán utilizados. Informar y coordinarse con otros/as traba-

⁹ Trajes especiales de una sola pieza, a presión positiva y suministro de aire filtrado por filtro absoluto.

jadores/as del laboratorio para evitar interrupciones y tráfico en el entorno.

- Verificar previamente el correcto funcionamiento del equipo. Poner en marcha la cabina (en caso de que no sea de funcionamiento continuado); apagar la lámpara UV si está encendida; encender el fluorescente y el ventilador de la cabina; comprobar que las rejillas se encuentran libres de obstrucciones; permitir que funcione libremente durante 5-10 minutos.
- Lavarse las manos y antebrazos con jabón germicida y colocarse los EPI asignados.
- Desinfectar la superficie interior de la CSB con productos adecuados, por ejemplo, empleando alcohol al 70 %.
- Limpiar los materiales cuidadosamente antes de introducirlos en la CSB. No introducir materiales que emitan partículas con facilidad como puede ser papel, madera, lápices, tapones de algodón, etc.
- Colocar los materiales y equipos de forma ordenada conforme al trabajo que se vaya a realizar, incluyendo las bolsas o recipientes para la recogida de material contaminado. El trabajo debe desarrollarse desde las zonas limpias a las contaminadas a lo largo de la superficie de trabajo.
- Evitar colocar objetos grandes próximos entre sí. Una vez colocado todo, dejar que el aire barra la cabina durante 3 - 5 minutos.
- No se debe colocar nada sobre la CSB.

Durante el trabajo

- Introducir las manos lentamente en el área de trabajo y trabajar con movimientos lentos.
- Mantener los elementos al menos 10 cm detrás de la rejilla frontal y procurar realizar las operaciones más contaminantes hacia el fondo de la cabina. En general se recomienda trabajar a unos 5 - 10 cm de la superficie y alejado de los bordes. Prestar especial atención a no tapar las rejillas.
- Realizar el trabajo sobre paños absorbentes empapados de desinfectante para la recogida de salpicaduras y derrames. Recoger y descontaminar inmediatamente en caso de vertidos o salpicaduras.
- Evitar en lo posible el uso de llamas, los golpes, las proyecciones o las perforaciones que puedan deteriorar el filtro y alterar el flujo de aire.
- Cuando sea imprescindible introducir un nuevo material, se recomienda esperar 2-3 minutos antes de reiniciar la tarea para estabilizar el flujo de aire. Es conveniente recordar que, cuanto más material se introduzca en la CSB, la probabilidad de turbulencias se incrementa.
- No trabajar más de una persona al mismo tiempo en la cabina.

Al finalizar el trabajo

- Limpiar la cabina permitiendo que el aire fluya unos minutos.
- Desinfectar el material antes de sacarlo de la cabina.
- Retirar los contenedores de residuos y los materiales y equipos que hayan estado en contacto con el producto potencialmente contaminado y descontaminar. La retirada de material potencialmente contaminado se realizará según los protocolos establecidos de gestión de residuos.
- La descontaminación o la esterilización de las CSB se realizará siguiendo los procedimientos establecidos que deben estar a disposición del personal.
- Los equipos de protección individual usados se tratarán siguiendo las instrucciones o protocolos que tenga establecidos el laboratorio. Es importante lavarse las manos con agua y jabón abundantes tras quitarse los guantes.
- Apagar el ventilador (en caso de que no sea de funcionamiento continuado) y la lámpara fluorescente; cerrar la abertura frontal y encender la lámpara UV (en su caso).
- Hay que recordar que no debe utilizarse la zona de trabajo de las CSB como almacén.

8. DESCONTAMINACIÓN

Todas las CSB deben mantenerse limpias y libres de equipos innecesarios. Las operaciones de desinfección y limpieza deben realizarse tras cada uso de la CSB, utilizando desinfectantes adecuados. En su elección se tendrá en cuenta su eficacia sobre el agente biológico en cuestión, su acción sobre los materiales de la cabina, los riesgos de seguridad que puedan suponer y la seguridad de la persona que lleva a cabo la operación. Para la realización de esta tarea el personal llevará los EPI que la evaluación de riesgos determine necesarios.

Además, puede ser necesario someter a las CSB a una descontaminación por gases o por vapor, sobre todo antes de cambiarlas de lugar, cuando cambie la naturaleza del trabajo (trabajo con distintos agentes biológicos), tras un derrame que pudiera haber afectado a las partes más inaccesibles del equipo, antes de los ensayos de penetración del filtro y previo a las operaciones de mantenimiento que impliquen el acceso a partes potencialmente contaminadas, como la sustitución de los filtros.

La fumigación debe ser realizada por personal competente con conocimiento adecuado del procedimiento y de las precauciones a llevar a cabo. Debe advertirse visualmente que se está realizando este proceso. Frecuentemente, se realiza mediante vaporización de peróxido de hidrógeno. Durante el proceso, las CSB que presentan una abertura frontal, se cerrarán con puertas adaptadas que sellan esta abertura y se utilizarán monitores para detectar toda posible fuga.

BIBLIOGRAFÍA

Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. Boletín Oficial del Estado, nº 124 (24-05-1997).

UNE-EN 12469: 2001. Biotecnología. Criterios de funcionamiento para las cabinas de seguridad microbiológica.

UNE-EN 13091:2000. Biotecnología. Criterios de funcionamiento para elementos del filtro y equipo de filtración.

UNE-EN 1822-1:2020. Filtros absolutos (EPA, HEPA y ULPA). Parte 1: Clasificación, principios generales del ensayo y marcado.

NSF/ANSI 49-2019. Annex 1. Biosafety Cabinetry: Design, Construction, Performance, and Field Certification.

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2020). Biosafety in microbiological and biomedical laboratories (6th ed.). Disponible en: <https://www.cdc.gov/labs/bmbi/index.html>.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (2014). Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos.

World Health Organization (WHO). (2020). Biological safety cabinets and other primary containment devices. Laboratory biosafety manual fourth edition and associated monographs. Disponible en: <https://www.who.int/publications/item/9789240011335>.