

NTP 233: Cabinas de seguridad biológica

Cabines de Sécurité Biologique Biological Safety Cabinets

Redactores:

Ana Hernández Lda. Ciencias Biológicas

Pablo Luna Mendaza Ldo. Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

Introducción

Es un hecho aceptado que una buena parte de las infecciones adquiridas en los laboratorios son debidas, además de a los accidentes que pueden tener lugar (roturas, salpicaduras, cortes y pinchazos, etc.), a la inhalación de aerosoles con potencialidad infectiva que se generan en las diversas operaciones del laboratorio clínico, como por ejemplo: pipeteo, flameado, apertura de recipientes a diferente presión de la atmosférica, agitación, centrifugación, etc.

Esta exposición puede ser prevenida en la medida en que se implante una correcta actuación en la manipulación de materiales peligrosos.

La estrategia habitualmente utilizada para la protección de los trabajadores frente a la exposición laboral a dichos materiales, se podría resumir en tres puntos:

- Control del material peligroso en la fuente, evitando así su liberación al ambiente de trabajo.
- Reducción de las consecuencias de una liberación accidental de dicho material al medio ambiente, mediante sistemas de protección colectiva.
- Protección al trabajador frente al contacto con los materiales peligrosos en el caso que éstos se encuentren en el medio ambiente.

Una actuación adecuada en el primero de los puntos evitará, o al menos reducirá al máximo, la intervención en los otros dos.

Es evidente que la eliminación o sustitución de los materiales peligrosos por otros seguros o menos dañinos sería lo deseable, pero no siempre es posible. Ello conduce a otro tipo de actuaciones cuya misión es separar físicamente el material peligroso del trabajador.

En este tipo de actuaciones se encuadra la utilización de las Cabinas de Seguridad Biológica, que surgen como evolución del fundamento de las

tradicionales Campanas de Humos, al precisarse tanto la protección del producto manipulado como la del trabajador, sumándose a esta necesidad la protección del medio ambiente laboral y comunitario.

Cabinas de seguridad biológica. Definición. Tipos

"Es una cabina proyectada para ofrecer protección al usuario y al ambiente de los riesgos asociados al manejo de material infeccioso y otros materiales biológicos peligrosos, excluyendo materiales radiactivos, tóxicos y corrosivos."

Esta definición, proporcionada por la norma BS5726 de 1979 (British Standard 5726), centra las aplicaciones de este tipo de cabinas. No obstante y mediante la ampliación de los equipos que les confieren sus especiales características, por ejemplo: tratamiento efectivo del aire extraído, variaciones en la velocidad de entrada de aire, porcentaje de aire que es recirculado, etc., el campo de aplicación se abre hacia otras actividades.

En este punto conviene aclarar el concepto que incluye su denominación, **seguridad biológica**, referida a la protección que proporcionan al trabajador y que está basada en la dinámica de los fluidos. Es habitual que estas cabinas sean denominadas "Cabinas de flujo laminar" que si bien es cierto que alguno de sus tipos está dotado de este tipo de flujo, no debe asociarse el término flujo laminar al de seguridad biológica, puesto que existen otros tipos de cámaras dotadas del mismo (Cabinas de Flujo Laminar Horizontal, Cabinas de Flujo Laminar Vertical), que únicamente aseguran un flujo de aire limpio y sin turbulencias sobre el trabajo que se realice, pero que en ningún modo proporcionan protección al trabajador.

Además de la anteriormente citada BS 5726, existen otras normas como: U.S. National Sanitation Foundation std. 49 (1976); Australian Standard 2252 part 1 and 2 (1979-80); German Research Association 1979 RFA, que hacen referencia al uso, construcción y funcionamiento de estas cabinas, clasificándolas en tres tipos denominados: Clase I, Clase II y Clase III.

Cabinas de seguridad biológica. Clase I

Su fundamento es similar al de una campana de humos, es una cabina que trabaja a presión negativa y está abierta frontalmente.

El aire procedente del local se introduce por la abertura frontal y es extraído al 100% de la misma. La figura 1 muestra un esquema general de este tipo de cabinas.

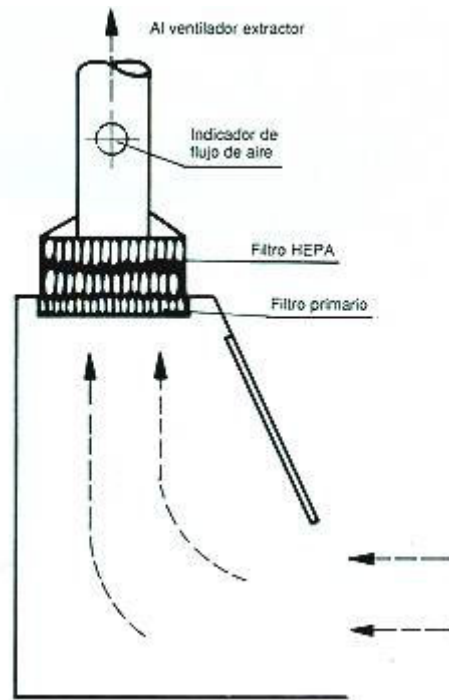


Fig. 1: Cabina de seguridad biológica Clase I

Las diversas normas técnicas existentes proporcionan recomendaciones precisas sobre las dimensiones de la abertura frontal y la velocidad de entrada de aire que permiten asegurar un adecuado grado de protección para el trabajador.

Así, recomiendan velocidades de entrada de aire, para aberturas frontales no superiores a 20 cm, de 0,4 m/seg como mínimo y no superiores a 1 m/seg (velocidades superiores a 1 m/seg dan lugar a turbulencias y posibles retornos con lo que disminuiría el grado de protección proporcionado por la cabina).

El aire extraído de la cabina es descontaminado antes de su vertido a la atmósfera a través de filtros HEPA (High Efficiency Particulate Air), filtros absolutos comprobados por test D.O.P., según normas MIL-F51068C y BS 3928 que dictaminan una eficacia mínima del 99,99% para partículas de 0,3 μ de diámetro.

El uso de estas cabinas no previene la exposición por contacto a materiales peligrosos. Así como tampoco garantizan la protección, en caso de que se requiera, del producto manipulado.

Cabinas de seguridad biológica. Clase II

Este tipo de cabinas se desarrolló para proteger a los trabajadores de los materiales manipulados y para al mismo tiempo, proteger dichos materiales de la contaminación externa.

El área de trabajo es recorrida por un flujo descendente de aire filtrado estéril (Flujo Laminar Vertical).

La protección del trabajador viene dada por la creación de una barrera de aire formada por la entrada de aire desde el local, a través de la abertura frontal, y por el mencionado flujo descendente de aire filtrado estéril.

Ambos flujos de aire son conducidos a través de unas rejillas situadas en la parte anterior y posterior del área de trabajo a un pleno desde el cual el aire es redistribuido. Un tanto por ciento del mismo es extraído mientras que el resto es recirculado sobre el área de trabajo.

El sistema de filtración (Filtros HEPA) del aire puede variar según los fabricantes, pero tanto el aire recirculado como el extraído deben ser filtrados al menos una vez.

El número de ventiladores es asimismo variable; algunos fabricantes utilizan un único ventilador para la extracción y la recirculación. Otros, utilizan hasta tres ventiladores, dos para la recirculación y otro para la extracción.

El ventilador o ventiladores fuerzan el paso del aire de la cabina y el que penetra por la abertura frontal, a través de rejillas situadas en la parte frontal y posterior del área de trabajo. Este aire es filtrado (Filtro HEPA) y reconducido a la parte superior de la cabina donde una parte del aire filtrado estéril es recirculado y otra parte es extraído a través de un sistema de filtración-purificación del aire, gracias a otro ventilador que suele estar instalado en el exterior de la cabina.

La disposición de ventiladores y filtros debe asegurar que todas aquellas zonas del circuito de aire contaminado (no filtrado) se hallan a presión negativa, de modo que ante cualquier eventualidad el aire no pueda escapar al exterior de la cabina.

El volumen de aire extraído es equivalente al tomado en la abertura frontal.

La figura 2 muestra un esquema general de las Cabinas de Seguridad Biológica. Clase II

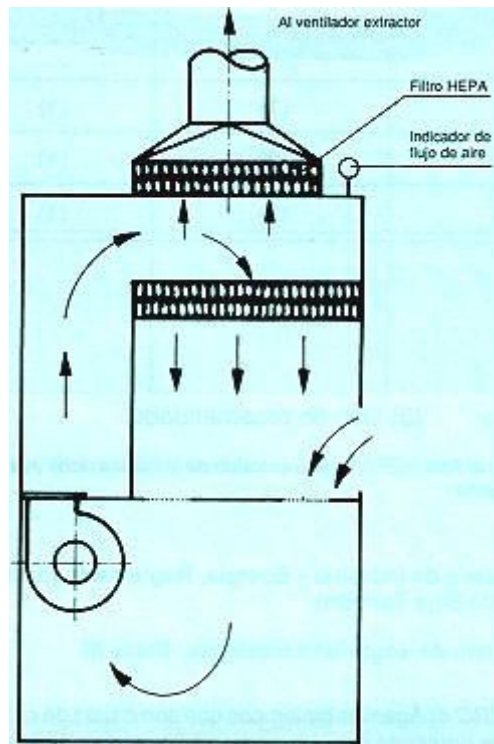


Fig. 2: Cabina de Seguridad Biológica. Clase II

Existen, básicamente, dos tipos de cabinas Clase II. Ambos tipos difieren en la proporción de aire recirculado, en las velocidades de aire en la abertura frontal y sobre el área de trabajo.

Cabinas de Seguridad Biológica. Clase II Tipo A

Ninguno de los dos tipos descritos (el A y el B) previene de las exposiciones por contacto a materiales peligrosos.

Aproximadamente un 70% del volumen total de aire es recirculado sobre el área de trabajo, mientras que el 30% restante es extraído.

La velocidad de entrada de aire para aberturas frontales de 20 cm debe ser como mínimo de 0,4 m/seg.

La velocidad de aire del flujo laminar descendente oscila según el diseño de la cabina, aunque es aconsejable, en media, un mínimo de 0,4 m/seg.

Cabinas de Seguridad Biológica. Clase II Tipo B

Aproximadamente un 30% del volumen total de aire es recirculado sobre el área de trabajo, mientras que en este caso el 70% restante es extraído.

La velocidad de entrada de aire para aberturas frontales de 20 cm debe ser como mínimo de 0,5 m/seg.

La velocidad de aire del flujo descendente, en media, debe ser de 0,25 m/seg.

Cabinas de seguridad biológica. Clase III

Estas cabinas son diferentes en concepto de las cabinas Clase I y II. En este caso la cabina está herméticamente sellada, separando completamente al trabajador del trabajo que esté realizando mediante barreras físicas (panel frontal completamente cerrado, manipulación a través de guantes de goma). La figura 3 muestra un esquema general de las Cabinas de Seguridad Biológica. Clase III

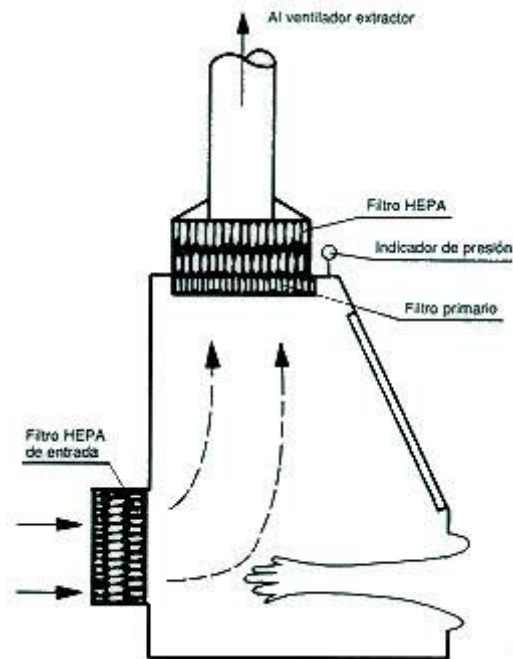


Fig. 3: Cabina de Seguridad Biológica. Clase III

El aire es tomado del local o del exterior y filtrado (Filtro HEPA). En su extracción (100%), suele haber dos filtros HEPA montados en serie para la completa purificación del aire extraído.

Este tipo de cabinas ofrece el grado máximo de protección al trabajador, obviando incluso la exposición por contacto.

Selección de la cabina de seguridad biológica

Como se indica en la introducción, las Cabinas de Seguridad Biológica constituyen el principal elemento del equipo de contención física, actuando como barreras que evitan el paso de los aerosoles generados en su interior al ambiente del local de trabajo.

Así pues, la selección del tipo de cabina más adecuado deberá basarse en los siguientes criterios:

- Riesgos que presenta el material manipulado.

- Posible generación de aerosoles debidos a las técnicas manipulativas empleadas.
- Grado de protección a obtener frente a la contaminación ambiental.

En cuanto al primero de los criterios, al revisar la bibliografía se encuentra una leve disparidad debida a las diferencias que presentan las distintas clasificaciones de agentes biológicos según el grupo de riesgo en que han sido incluidos.

Es de reseñar que en nuestro país y por el momento no se dispone de esta clasificación, aunque el hecho de que el Anexo V de la Propuesta de Directiva del Consejo "Sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo", contemple el compromiso por parte de los Estados miembro de elaborarla según las definiciones de los grupos de riesgo, hace previsible su aparición.

El cuadro 1 muestra en resumen la información que sobre el tema aparece en la bibliografía.

		CLASE I	CLASE II TIPO A	CLASE II TIPO B	CLASE III
AGENTES BIOLÓGICOS	GRUPO RIESGO 1	(1)	(1)	(1)	(1)
	GRUPO RIESGO 2	(1)	(1)	(1)	(1)
	GRUPO RIESGO 3	(3)	(2)	(2)	(1)
	GRUPO RIESGO 4	(3)	(3)	(3)	(1)
PRODUCTOS DE ALTA TOXICIDAD CANCERIGENOS SENSIBILIZANTES OTROS		(2) (*)	(1) (*)	(1) (*)	(1) (*)

(1) Totalmente indicada (2) Puede utilizarse (3) Uso no recomendado

Cuadro 1: Selección de cabinas de seguridad biológica

(*) Ante la eventualidad de que partículas de diámetro inferior a 0,3 μ atraviesen el filtro HEPA, el aire extraído de la cabina debe evacuarse al exterior y/o incorporar un sistema complementario de tratamiento del mismo.

Cabinas de seguridad biológica. Clase I

Agentes biológicos

Aquellos pertenecientes a los grupos de riesgo 1 y 2 que según la propuesta de Directiva anteriormente citada se definen como:

GRUPO 1: Agentes biológicos que tienen escasísimas probabilidades de causar enfermedades en el ser humano. No producen infecciones y tienen pocas probabilidades de propagarse en la colectividad.

GRUPO 2: Agentes biológicos que pueden ser causa de enfermedades humanas y que podrían constituir un peligro para los trabajadores. Rara vez producen infecciones. Es poco probable que se propaguen en la colectividad y se suele disponer de profilaxis o tratamientos efectivos.

Otros compuestos

Las cabinas Clase I pueden ser usadas para aquellas operaciones que impliquen la manipulación de compuestos químicos tóxicos y/o cancerígenos modificando el sistema de tratamiento del aire expulsado mediante la inclusión, además de los filtros HEPA, de aquellos elementos que aseguren la limpieza del aire expulsado (filtros de carbón activo, convertidores catalíticos, incineradores, etc.). Siempre teniendo en cuenta que muchas de las operaciones con estos compuestos precisan ser realizadas en un ambiente estéril y que este tipo de cabinas no lo proporcionan puesto que el aire es tomado del ambiente de trabajo y no recibe ningún tratamiento.

Cabinas de seguridad biológica. Clase II

Agentes biológicos

Todos aquellos agentes pertenecientes a los grupos 1 y 2; algunos autores incluyen los agentes pertenecientes al grupo 3 que se definen como:

GRUPO 3: Agentes biológicos que pueden ser causa de enfermedades humanas graves y que representan un serio peligro para los trabajadores. Puede existir el riesgo de que se propaguen en la colectividad, pero se suele disponer de profilaxis y tratamientos efectivos.

Otros compuestos

En general estos tipos de cabinas pueden ser utilizados para la manipulación de compuestos químicos de alta toxicidad siempre y cuando se modifique el sistema de tratamiento del aire expulsado según lo indicado anteriormente.

Por otra parte, diversos autores desaconsejan el uso de las cabinas Clase II, Tipo A en operaciones con compuestos inflamables y/o explosivos debido al alto porcentaje (70%) de aire recirculado reseñando un posible riesgo de explosión, en favor de las cabinas Clase II, Tipo B en las que el porcentaje de aire recirculado es menor (30%). En cualquier caso, la instalación eléctrica de la Cabina debe estar convenientemente protegida (MIE - 026 del REBT; Ministerio de Industria y Energía, Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión).

Cabinas de seguridad biológica. Clase III

Agentes biológicos

Todos aquellos agentes pertenecientes a los grupos 3 y 4.

GRUPO 4: Agentes biológicos que son causa de enfermedades humanas graves y que constituyen un serio peligro para los trabajadores. Puede existir el riesgo de que se propague en la colectividad y no se suele disponer de profilaxis o tratamientos efectivos.

Otros compuestos

Este tipo de cabinas puede ser utilizado para la manipulación de compuestos químicos tóxicos y/o cancerígenos, siempre y cuando se modifique el sistema de tratamiento del aire expulsado según lo indicado anteriormente.

Recomendaciones para el uso de cabinas de seguridad biológica

Materiales y equipos

Se recomienda ubicar todo el material a utilizar en el interior de la Cabina antes de empezar a trabajar. De esta forma se evita que nada pase hacia dentro o hacia fuera de la misma hasta que el trabajo haya terminado.

No es recomendable el uso de mecheros Bunsen o similares, puesto que su incorrecta ubicación en el interior de la Cabina puede provocar desviaciones y turbulencias del flujo laminar y quemar los filtros HEPA. Cuando su uso sea necesario deberá estudiarse su ubicación de modo que las turbulencias provocadas por el calor de la llama influyan lo menos posible en la zona estéril de trabajo.

Es recomendable el uso de microincineradores eléctricos para la esterilización de asas de siembra microbiológicas, aunque es preferible que éstas sean desechables.

Es recomendable que el material a introducir en la Cabina esté libre de partículas, por ello debería limpiarse cuidadosamente antes de su introducción en la misma.

No es aconsejable introducir en la zona de trabajo materiales que emitan fácilmente partículas tales como: papel, madera, cartón, lápices, goma de borrar, etc.

Es preferible utilizar tubos y/o frascos con tapones de rosca en lugar de tapones de algodón, ya que estos desprenden fibras.

No se deben utilizar las Cabinas como almacén de materiales y equipos de laboratorio.

Todos los productos de desecho (asas de siembra, placas de cultivo, medios de cultivo, muestras, etc.), se evacuarán de la Cabina en recipientes impermeables y aptos para ser esterilizados.

Procedimiento de trabajo

Es aconsejable realizar movimientos lentos de brazos y manos en el interior de las Cabinas, ya que de lo contrario se crean corrientes de aire que rompen la laminaridad del flujo y pueden provocar la entrada o salida de contaminantes transportados por el aire.

Las manipulaciones a realizar en las Cabinas no deben efectuarse cerca de la superficie de trabajo, ya que el aire al chocar con la superficie se desplaza horizontalmente pudiendo recoger la contaminación depositada sobre la misma.

Se recomienda trabajar entre 5 y 10 cm sobre la mesa de la Cabina, y por detrás de la "zona de partición de humos" (zona en la que el aire estéril descendente se divide para seguir su recorrido a través de las rejillas anterior y posterior de las Cabinas. Clase II). Esa zona es variable y debe conocerse para cada Cabina. En general, la zona de menor seguridad para el trabajador y el producto son los 8 cm más próximos a la abertura frontal.

A fin de preservar al máximo los filtros HEPA deben evitarse, en cualquier tipo de operación, los golpes, la proyección de líquidos o salpicaduras, perforaciones, etc., contra la rejilla de protección del mismo.

Es recomendable la puesta en funcionamiento de la Cabina unos 15 - 30 min. antes del inicio del trabajo. Asimismo debe mantenerse en funcionamiento durante un tiempo prudencial después de finalizado el trabajo (algunos autores recomiendan el funcionamiento continuado de las Cabinas para conseguir su óptimo rendimiento).

Se recomienda esperar de 2 a 3 minutos antes de empezar a trabajar, cuando se haya introducido algún material en el interior de Cabinas dotadas del flujo laminar. Ello dará lugar a que éste se reconstituya y purifique la posible contaminación transportada del exterior a la zona de trabajo estéril.

En la zona de trabajo sólo debe introducirse el material verdaderamente necesario y de uso inmediato. Preferiblemente se colocará de modo que se eviten movimientos innecesarios en el interior de la Cabina.

No deben colocarse objetos entre el filtro HEPA y el área en que se vaya a trabajar puesto que se producirán sombras y turbulencias (la laminaridad del flujo de aire no vuelve a recuperarse hasta una distancia de 2,5 veces el diámetro del objeto interpuesto).

Ubicación de las cabinas

Es recomendable instalar las Cabinas de Seguridad Biológica de modo que estén alejadas de puertas, ventanas y salidas de la ventilación general forzada o mejor dicho de las corrientes de aire que éstas puedan generar.

Es asimismo aconsejable mantener una baja actividad en el local o habitación en la que se encuentre instalada la Cabina, ya que corrientes de aire provocadas por el paso o movimiento de personas pueden alterar el equilibrio de flujos de aire. La figura 4 muestra un esquema de aquellas zonas más (++) adecuadas y menos (--) adecuadas para la ubicación de las Cabinas respecto a las corrientes de aire que se pueden generar en un local.

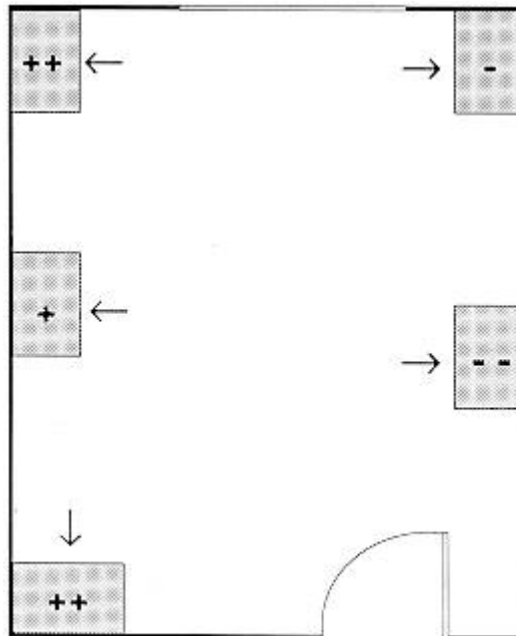


Fig. 4: Esquema de las posibles ubicaciones de las cabinas de seguridad biológica

Mantenimiento de las cabinas

Es necesario disponer, para cada Cabina, de una ficha de mantenimiento y control situada en lugar visible, en la que se reflejarán las modificaciones realizadas y su periodicidad y las operaciones de mantenimiento. En la ficha deberá constar:

- Modelo y referencia.
- Fecha de control.
- Horas de funcionamiento.
- Presión de trabajo en mm de c.d.a.
- Velocidad de aire en m/seg.
- Test D.O.P.
- Fecha de sustitución de filtro HEPA.
- Fecha de sustitución del prefiltro.
- Fecha de la próxima revisión aconsejada.

No es aconsejable trasladar las Cabinas una vez instaladas y verificadas, ya que ello podría provocar fisuras en la continuidad del sello estanco del filtro y provocar fugas de aire no tratado. En caso de traslado, es necesario efectuar un nuevo Test D.O.P. de control de fugas.

Limpieza y desinfección de las cabinas

Es aconsejable realizar una limpieza y desinfección de las superficies de las Cabinas antes de iniciar el trabajo. El uso de aspiradores eliminará el polvo acumulado durante el montaje y transporte. La desinfección se realizará, bien con una solución bactericida de elevado poder esterilizante, o bien empleando alcohol al 70% (alcohol isopropílico).

La limpieza y desinfección de la Cabina se efectuará en los siguientes casos:

- Antes de cualquier trabajo de mantenimiento rutinario o accidental de la Cabina.
- Antes de realizar un test de control mecánico o biológico en la zona de trabajo.
- Antes de empezar a trabajar.
- Siempre que se cambie de programa de trabajo.
- En caso de que se haya producido un derramamiento de líquido en la mesa de trabajo.

Todas aquellas partes de la Cabina que están contaminadas (ventiladores, plenos, filtros, etc.) y que no son accesibles en operaciones normales de limpieza y desinfección, deben ser descontaminadas mediante esterilización gaseosa.

El procedimiento más sencillo consiste en la depolimerización de paraformaldehído por calentamiento. Esta operación debe realizarse en los siguientes casos:

- Antes de trabajos de mantenimiento.
- Antes del cambio de los filtros.
- Antes de realizar los test básicos de control.

Asimismo es aconsejable realizar esta descontaminación:

- Antes del traslado de la Cabina.
- Antes de cambiar el programa de trabajo.
- Después de un derrame que contenga una alta concentración del agente manipulado.

Sistema de extracción de las cabinas

Preferiblemente la descarga de aire se efectuará al exterior, de este modo, a pesar de que el aire extraído es microbiológicamente limpio, se consigue una seguridad adicional que consiste en el factor de dilución atmosférico en los casos en que se produzcan fallos en el sellado de los filtros o en los propios filtros.

En los casos en que la descarga se haga en el interior de los locales hay que tener en cuenta que en función de los materiales manipulados, partículas de diámetro inferior a 0,3 μ , pueden no ser retenidas por los filtros HEPA, por lo

que deberá incorporarse un sistema complementario de tratamiento del aire extraído.

Equipos de protección personal

Se recomienda el uso de batas de manga larga con bocamangas ajustadas.

Se recomienda la utilización de guantes impermeables a las soluciones manipuladas.

No es preciso el uso de mascarillas respiratorias en cualquiera de los diferentes tipos de Cabinas descritos.

Bibliografía

(1) CLARK, R. P. **The Performance, Installation, Testing and Limitations of Microbiological Safety Cabinets** Leeds. Series Editor Dr. D. Hughes (University of Leeds). 1983. pp: 110

(2) AIHA Biohazards Committee **Biohazards Reference Manual** Akron (Ohio). American Industrial Association. 1986. pp:160

(3) ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD **Manual de Bioseguridad en el Laboratorio** Ginebra. OMS. 1983

(4) DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY **Code of Practice for Prevention of Infection in Clinical Laboratories and Post-mortem Rooms** London. HMSO. 1980. pp: 85

(5) CLARK, R. P. **Containment facilities for pathological material** Environmental International. 1982, Vol 8, pp: 387 - 394

(6) BRIGGS, G. & RUNKLE, R. S. **Laboratory design for microbiological safety** Applied Microbiology. 1967, Mar. pp: 378 - 389

(7) CORIELL, L. L. & McGARRITY, G. J. **Biohazard hood to prevent infection during microbiological procedures** Applied Microbiology. 1968. Dec. pp: 1895 - 1900(8) COLLINS, C. H. **Safety in microbiology: a review** Biotechnology and Genetic Engineering Reviews. 1984. Vol. 1. pp: 141 - 164

(9) FEINER, B. **Occupational biohazards** Dangerous Properties of Industrial Materials. Section 4. Sixth Edition. 1984

(10) U. S. Department of Health, Education and Welfare **Selecting a biological safety cabinet** Bethesda, Maryland 20014. 1986

(11) U.S. Department of Health, Education and Welfare **Formaldehyde decontamination of laminar flow biological safety cabinets** Bethesda, Maryland 20014

(12) U.S. Department of Health, Education and Welfare **Certification of Clas II (laminar flow) biological safety cabinets** Bethesda, Maryland 20014. 1975.

(13) Propuesta modificada de Directiva del Consejo **"sobre la exposición de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo"** COM (89) 404 final - SYN 129. Diario Oficial de las Comunidades Europeas (24-8-1989) Información Técnica. TELSTAR - José Tapiolas 120. Terrasa 08226. Barcelona