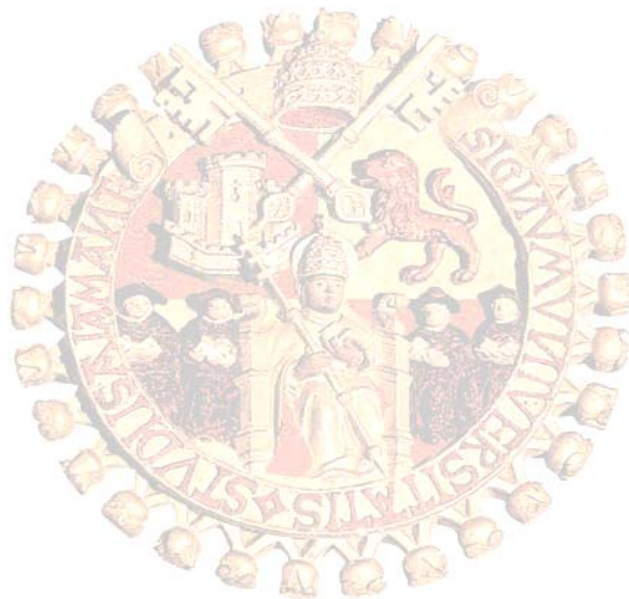


# GUÍA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES:

## RIESGO BIOLÓGICO EN LABORATORIOS



UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

## **GUÍA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**

### **RIESGO BIOLÓGICO EN LABORATORIOS**

1.	Introducción .....	2
2.	Definiciones .....	2
3.	Formas de transmisión .....	2
4.	Clasificación de los agentes biológicos .....	3
5.	Niveles de bioseguridad .....	5
6.	Medidas de protección suplementarias para agentes del grupo 2 .....	19
7.	Protección personal .....	21
8.	Precauciones universales .....	22
9.	Cabinas de seguridad biológica .....	31
10.	Manipulación de desechos: residuos .....	40
11.	Riesgos derivados del trabajo con cultivos celulares .....	41
12.	Trabajadoras embarazadas y en período de lactancia .....	44
13.	Técnicas generales en un laboratorio biológico .....	46
14.	Riesgos biológicos en la utilización, mantenimiento y reparación de instrumentos de laboratorio .....	47

## **1. INTRODUCCIÓN**

Se define la contaminación biológica como la invasión de un área, superficie o lugar por microorganismos o sustancias indeseables. La contaminación resulta de una desaparición o ausencia de protección apropiada frente a la recepción del material contaminado, de su tratamiento en el laboratorio y de la manipulación directa o indirecta de los objetos contaminados. El poder de contaminación depende del grado de virulencia del microorganismo y el de infección depende, a su vez, de la resistencia de cada individuo.

Para evaluar el riesgo de biocontaminación deben tenerse en cuenta, esencialmente, las características del microorganismo que se está manipulando, como son su patogeneidad y virulencia, la estabilidad biológica, las formas de transmisión, la endemidad y las posibilidades de tratamiento. De ahí la importancia de conocer los microorganismos y sus características previo a su manipulación.

## **2. DEFINICIONES**

Agentes biológicos: microorganismos, con inclusión de los genéticamente modificados, cultivos celulares y endoparásitos humanos, susceptibles de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad.

Microorganismo: toda entidad microbiológica, celular o no, capaz de reproducirse o transferir material genético.

Cultivo celular: el resultado del crecimiento "in vitro" de células obtenidas de organismos multicelulares.

## **3. FORMAS DE TRANSMISIÓN**

Las formas de transmisión de los agentes patógenos pueden ser:

- A través del aparato respiratorio.
- A través de la piel o de las mucosas. Esta penetración se ve muy favorecida si el estado de integridad de la piel es deficiente, existiendo cortes y heridas.

- A través del aparato digestivo. A través de una inadecuada limpieza de las manos, onicofagia o beber, comer o fumar en el lugar de trabajo.
- A través de la vía parenteral, generalmente de forma accidental.

#### **4. CLASIFICACIÓN DE LOS AGENTES BIOLÓGICOS**

Los agentes biológicos se clasifican, en función del riesgo de infección, en cuatro grupos:

Agente biológico del grupo 1: aquél que resulta poco probable que cause una enfermedad en el hombre.

Agente biológico del grupo 2: aquél que puede causar una enfermedad en el hombre y puede suponer un peligro para los trabajadores, siendo poco probable que se propague a la colectividad y existiendo generalmente profilaxis o tratamiento eficaz.

Agente biológico del grupo 3: aquél que puede causar una enfermedad grave en el hombre y presenta un serio peligro para los trabajadores, con riesgo de que se propague a la colectividad y existiendo generalmente una profilaxis o tratamiento eficaz.

Agente biológico del grupo 4: aquél que causando una enfermedad grave en el hombre supone un serio peligro para los trabajadores, con muchas probabilidades de que se propague a la colectividad y sin que exista generalmente una profilaxis o un tratamiento eficaz.

Todo agente biológico con el que se vaya a trabajar, debe ser clasificado en uno de estos grupos.

Lo ideal, antes de trabajar con un agente biológico, sería sustituirlo por otro de menor peligrosidad. Normalmente no habrá opción de cambio o sustitución de los agentes biológicos, sin embargo esta posibilidad siempre debe ser contemplada.

## GRUPOS DE RIESGO DE LOS AGENTES BIOLÓGICOS

AGENTES BIOLÓGICO DEL GRUPO DE RIESGO	RIESGO INFECCIOSO	RIESGO DE PROPAGACIÓN A LA COLECTIVIDAD	PROFILAXIS O TRATAMIENTO EFICAZ
1	Poco probable que cause enfermedad	No	Innecesario
2	Pueden causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores	Poco Probable	Posible generalmente
3	Puede provocar una enfermedad grave y constituir un serio peligro para los trabajadores	Probable	Posible generalmente
4	Provocan una enfermedad grave y constituyen un serio peligro para los trabajadores	Elevado	No conocido en la actualidad

En el Real Decreto 664/1997, figura una clasificación de los agentes biológicos que causan enfermedades en los seres humanos. Esta lista contiene, además, indicaciones específicas cuando los agentes pueden causar reacciones alérgicas o tóxicas, cuando una vacuna es eficaz y está disponible o cuando es conveniente conservar durante más de diez años las listas de los trabajadores que han estado expuestos. Estas indicaciones están sistematizadas en una serie de notas identificadas como sigue:

- A: Posibles efectos alérgicos
- D: La lista de los trabajadores expuestos a este agente biológico deberá conservarse durante más de diez años a partir de la última exposición de la que se tenga noticia.
- T: Producción de toxinas.
- V: Vacuna eficaz disponible.

## **5. NIVELES DE BIOSEGURIDAD.**

Atendiendo a los agentes biológicos con los que se va a trabajar, los laboratorios se clasifican como sigue:

- laboratorio básico – nivel de bioseguridad 1;
- laboratorio básico – nivel de bioseguridad 2;
- laboratorio de contención – nivel de bioseguridad 3, y
- laboratorio de contención máxima – nivel de bioseguridad 4.

Las designaciones del nivel de bioseguridad se basan en una combinación de las características de diseño, construcción, medios de contención, equipo, prácticas y procedimientos de operación necesarios para trabajar con agentes patógenos de los distintos grupos de riesgo.

### **Medidas de protección.**

Se reducirá el riesgo de exposición al nivel más bajo posible para garantizar adecuadamente la seguridad y la salud de los trabajadores afectados, en particular por medio de las siguientes medidas:

- a) Establecimiento de procedimientos de trabajo adecuados y utilización de medidas técnicas apropiadas para evitar o minimizar la liberación de agentes biológicos en el lugar de trabajo.

Al ser la vía aérea primordial en la propagación de los agentes biológicos, se deben establecer procedimientos de trabajo que minimicen la formación de bioaerosoles utilizando en su caso cabinas de seguridad biológica, como barrera de contención primaria. Entre las operaciones consideradas como de especial riesgo por ser generadoras de bioaerosoles pueden citarse: pipeteo, apertura de recipientes, flameado de asas, agitación, trituración, centrifugación de muestras biológicas, inoculación intranasal en animales, recolección de tejidos infectados, disgregaciones ultrasónicas,...

- b) Reducción, al mínimo posible, del número de trabajadores que estén o puedan estar expuestos.

- c) Adopción de medidas seguras para la recepción, manipulación y transporte de los agentes biológicos dentro del lugar de trabajo.
- d) Adopción de medidas de protección colectiva o, en su defecto, de protección individual, cuando la exposición no pueda evitarse por otros medios, utilizando siempre las medidas de contención adecuadas en función del grupo de riesgo en que el agente biológico haya sido clasificado.
  - Sustitución de los agentes biológicos por otros de menor peligro.
  - Confinamiento de los agentes biológicos, obligatorio en el caso de utilización deliberada de los mismos, utilizando las medidas de contención adecuadas en función del grupo de riesgo en que el agente biológico haya sido clasificado.
  - Aplicación de procedimientos de trabajo que permitan el encerramiento o aislamiento de operaciones potencialmente peligrosas.
  - Extracción localizada, que consigue reducir las concentraciones de contaminantes antes de difundirse en el medio de propagación. Implica la utilización de cabinas de seguridad biológica.
  - La desinfección de los locales, vehículos de transporte, ropa, equipos de protección,... que debe realizarse siguiendo un protocolo que asegure la acción específica y eficaz sobre los agentes biológicos.
  - Desinsectación y desratización, que tienden a eliminar los vectores, como transportadores de la enfermedad. La realización de estas operaciones, puede ocasionar problemas de salud a los ocupantes de los lugares de trabajo, por lo que dichas operaciones han de efectuarse según procedimientos seguros.
  - Limpieza adecuada, que conduce en muchos casos a una disminución de los niveles de contaminación.

Las medidas de protección a nivel individual se basan fundamentalmente en los equipos individuales de protección. Su elección corresponderá a

dos criterios: seguridad, es decir, protección adecuada al riesgo específico, y confort.

- e) Utilización de medios seguros para la recogida, almacenamiento y evacuación de residuos por los trabajadores, incluido el uso de recipientes seguros e identificables, previo tratamiento adecuado si fuese necesario.
- f) Utilización de medidas de higiene que eviten o dificulten la dispersión del agente biológico fuera de lugar de trabajo.
- g) Utilización de una señal de peligro biológico así como de otras señales de advertencia pertinentes.

### **Requerimientos de los laboratorios según su nivel de contención**

Los laboratorios se clasifican en cuatro niveles de seguridad biológica que se estructuran siguiendo una combinación tanto de técnicas de laboratorio como de equipos de seguridad e instalaciones.

En cada departamento/servicio se deberá tener actualizada un listado del personal expuesto a agentes biológicos y la relación de estos agentes clasificados en sus correspondientes grupos. Este listado se deberá enviar a la Sección de Salud y RR.LL. indicando las actualizaciones realizadas.

Todo el personal que vaya a trabajar con agentes biológicos de los grupos 2, 3 o 4 deberá tener formación suficiente sobre las medidas de protección, los niveles de contención y procedimientos de trabajo antes de iniciar la actividad con este tipo de agentes.

### **Laboratorios de nivel de contención 1**

No está directamente reflejado en el R.D. 664/1997 ya que el trabajo que se lleva a cabo en él no supone riesgo significativo de enfermedad para un trabajador sano. No obstante, las recomendaciones serían:



### **Prácticas de laboratorio**

- El acceso al laboratorio estará limitado, a juicio del responsable del mismo, cuando los experimentos se hallen en marcha.
- Las superficies donde se trabaja deberían ser descontaminadas una vez al día y después del derramamiento de cualquier material infeccioso.
- Está prohibido pipetear con la boca.
- No está permitido comer, beber, fumar o maquillarse en el laboratorio.
- La comida se almacenará en armarios o refrigeradores destinados a tal fin y situados fuera de la zona de trabajo.
- Antes de dejar el laboratorio, el personal que haya manejado materiales o animales contaminados debe lavarse las manos.
- Cualquier técnica o manipulación debe ser efectuada de manera que minimice la creación de aerosoles.
- Se recomienda el empleo de batas u otro tipo de equipamiento que prevenga la contaminación de la ropa de calle.

### **Prácticas especiales**

- Los materiales contaminados se irán depositando en contenedores apropiados, que se podrán cerrar para su traslado.
- Debería existir un programa de desinsectación y desratización.

### **Equipo de seguridad**

- Normalmente no es necesario.

### **Instalaciones**

- El laboratorio estará diseñado de manera que su limpieza resulte cómoda y accesible.
- Las mesas serán impermeables y resistentes a ácidos, álcalis, disolventes orgánicos y al calor moderado.

- El mobiliario será robusto. Entre mesas, estanterías, armarios, cabinas y otros equipos deberá existir espacio suficiente para permitir la fácil limpieza del laboratorio.
- El laboratorio estará provisto de un lavabo donde lavarse las manos.
- Si el laboratorio dispusiera de ventanas que se pudieran abrir, éstas deberían llevar protección frente a la entrada de insectos.

## **Laboratorios de nivel de contención 2**

### **Prácticas de laboratorio**

- El responsable de seguridad e higiene podrá limitar o restringir el acceso al laboratorio cuando el trabajo esté en marcha.
- Las superficies de trabajo se descontaminarán, al menos, una vez al día y siempre que se produzca un derramamiento de material infeccioso.
- Todos los residuos, tanto líquidos como sólidos, deberían descontaminarse antes de su eliminación.
- Está prohibido pipetear con la boca.
- No se permite comer, beber, fumar, tomar medicamentos o maquillarse en el laboratorio.
- La comida se almacenará en armarios o refrigeradores destinados para tal fin, que se ubicarán fuera de la zona de trabajo.
- Antes de dejar el laboratorio el personal que haya manejado materiales o animales contaminados debe lavarse las manos.
- Cualquier técnica o manipulación debe ser efectuada de manera que minimice la creación de aerosoles.

### **Prácticas especiales**

- Los materiales contaminados que han de ser descontaminados fuera del laboratorio se irán depositando en contenedores apropiados que podrán cerrarse al ser trasladados del laboratorio.
- El responsable de seguridad e higiene limitará el acceso al mismo. De esta manera, personas con riesgo de adquirir infecciones o para las que

una infección pueda resultar especialmente peligrosa no tendrán permitida la entrada al laboratorio.

- Cuando los agentes infecciosos que se manejen requieran el empleo de medidas de seguridad adicionales (por ejemplo, estar vacunado), en la puerta de acceso al laboratorio deberá colocarse un cartel que lo indique claramente, junto con el símbolo de “peligro o riesgo biológico”.
- Se llevarán a cabo programas de desinsectación y desratización de la instalación.
- Siempre que se esté en el laboratorio, el personal llevará una bata o protección similar.
- Cuando se abandone el laboratorio para acceder a otras dependencias (cafetería, biblioteca,...), esta bata deberá dejarse siempre en el laboratorio.
- En el lugar de trabajo no se permitirá la presencia de animales no relacionados con el trabajo en marcha.
- Se prestará especial atención para evitar la contaminación a través de la piel, por lo que es recomendable llevar guantes cuando se manipule material infeccioso.
- Todos los residuos del laboratorio deben ser descontaminados adecuadamente antes de su eliminación.
- Las agujas hipodérmicas y jeringuillas que se empleen para la inoculación parenteral o extracción de fluidos de los animales o de contenedores irán provista de diafragma.
- Será necesario prestar especial atención a la autoinoculación y a la creación de aerosoles. Las agujas y jeringuillas se desecharán en contenedores destinados a tal fin, que se descontaminarán en autoclave antes de su eliminación.
- Los derramamientos y otros accidentes que tengan como consecuencia la sobreexposición del personal a materiales infectados deberán ser comunicados al responsable de seguridad e higiene.

## **Equipos de seguridad**

- Cabinas de seguridad de clase I o II u otros sistemas de protección física del personal, que se emplearán cuando se lleven a cabo técnicas con un alto riesgo de formación de aerosoles o se utilicen grandes volúmenes o altas concentraciones de agentes infecciosos.

## **Instalaciones**

- El laboratorio estará diseñado de manera que facilite al máximo su limpieza.
- Las mesas de trabajo serán impermeables y resistentes a ácidos, álcalis, disolventes orgánicos y al calor moderado.
- El mobiliario será robusto y el espacio entre mesas, armarios, estanterías, cabinas y otros equipos será lo suficientemente amplio para permitir una limpieza correcta.
- Cada laboratorio contará con un lavabo para lavarse las manos.
- Si el laboratorio posee ventanas que se puedan abrir, éstas irán provistas de una rejilla que impida la entrada de insectos.
- Se dispondrá de un autoclave para descontaminar los residuos que genere el laboratorio.
- Es aconsejable la instalación de una ventanilla de observación o un dispositivo alternativo (por ejemplo, cámaras) en la zona de trabajo, de manera que puedan verse sus ocupantes, así como poner de manifiesto los accidentes e incidentes que puedan producirse.

## **Laboratorios de nivel de contención 3**

### **Prácticas de laboratorio**

- El laboratorio debería encontrarse separado de toda actividad que se desarrolle en el mismo edificio.
- Las superficies de trabajo deben descontaminarse al menos una vez al día y después de cada derramamiento de material infectado.

- Todos los desechos líquidos y sólidos se descontaminarán antes de su eliminación.
- Está prohibido pipetear con la boca.
- En las zonas de trabajo no se puede comer, beber, fumar, tomar medicamentos o maquillarse.
- El personal debe lavarse las manos cada vez que maneje material o animales infectados y al abandonar el laboratorio.
- Se tomarán todas las medidas adecuadas para eliminar la producción de aerosoles.

### **Prácticas especiales**

- Cuando se estén llevando a cabo ensayos, las puertas deben permanecer siempre cerradas.
- Los materiales contaminados que han de salir del laboratorio para su descontaminación se irán depositando en contenedores apropiados para tal fin, contenedores que se cerrarán al ser trasladados fuera del laboratorio.
- El responsable de seguridad e higiene del laboratorio será quien controle el acceso al mismo y quien restrinja, a su criterio, la entrada a personas cuya presencia sea requerida por razones ajenas al trabajo que se realiza (personal de mantenimiento, visitantes,...).
- Las personas con un alto riesgo de contraer infecciones o para las que éstas puedan resultar especialmente peligrosas tienen prohibida la entrada.
- Cuando en el laboratorio se encuentre material infeccioso o animales infectados, en todas las puertas de acceso al mismo se colocará el signo de “peligro biológico” junto con cualquier requisito especial que, para acceder al laboratorio, sea necesario (inmunizaciones, respiradores, etc.).

- Todas las actividades que estén relacionadas con la manipulación de materiales infecciosos serán realizadas en cabinas de bioseguridad adecuada o mediante el empleo de cualquier otro equipo sustitutorio.
- Las superficies de trabajo de las cabinas y otros equipos de seguridad se descontaminarán una vez que el trabajo con el material infectado haya concluido. Puede ser de utilidad el empleo de materiales desechables especiales para cubrir determinadas superficies.
- Se llevará a cabo un programa de desinsectación y desratización.
- Deberá llevarse ropa de uso exclusivo en el laboratorio y nunca la ropa de calle. Esta ropa de trabajo será descontaminada antes de ser lavada.
- Se tendrá especial cuidado en evitar la contaminación a través de la piel, por lo que es imprescindible el empleo de guantes cuando se manejen animales infectados o cuando sea imposible evitar el contacto con material infectado.
- En el laboratorio no se permite la presencia de plantas o animales no relacionados con el trabajo en marcha.
- Todo el material de deshecho debe ser descontaminado antes de su eliminación.
- Las tomas de vacío deberán estar protegidas con filtros HEPA y los sifones deberán descontaminarse.
- Las jeringuillas y agujas hipodérmicas, que se empleen para la inoculación parenteral y aspiración de fluidos de animales así como para la aspiración de contenedores, deberán ir provistas de diafragma. Es preferible el empleo de jeringuillas que lleven la aguja incorporada. Al manejar estos elementos se pondrá un cuidado especial en evitar la autoinoculación así como la producción de aerosoles.
- Las jeringuillas usadas se desecharán en envases apropiados que serán descontaminados en autoclave.
- Los derramamientos o accidentes que traigan como consecuencia una potencial exposición al material infectado deberán ser inmediatamente comunicados al responsable de seguridad e higiene.

- De todo el personal que trabaje en el laboratorio se deberá hacer una toma anual de sangre o con la periodicidad que lo requiera el tipo de trabajo que se realice.
- Se dispondrá de un Manual de Seguridad Biológica.

### **Equipo de seguridad**

- En todas las actividades que impliquen manejo de material infectado, con peligro de producción de aerosoles, se deberán emplear cabinas de flujo laminar u otros equipos de seguridad apropiados.
- El laboratorio deberá estar separado de las zonas donde no exista restricción a la entrada de personal. Para acceder al mismo desde los pasillos u otras zonas contiguas es conveniente el paso a través de una doble puerta. La separación del laboratorio del resto de instalaciones también puede efectuarse mediante salas, como vestuarios, que contengan duchas, esclusas,... Las superficies de paredes, suelos y techos deben ser impermeables y de fácil limpieza.
- Cualquier canalización o entrada de tuberías a través de cualquiera de estas superficies irá cubierta de manera que se pueda efectuar la descontaminación del laboratorio en las condiciones adecuadas.
- Las mesas serán impermeables y resistentes a ácidos, álcalis, disolventes orgánicos y al calor moderado.
- El mobiliario será robusto. Entre mesas, estanterías, armarios, cabinas y otros equipos deberá existir espacio suficiente para permitir la fácil limpieza del laboratorio.
- Cada laboratorio dispondrá de un lavabo para lavarse las manos. Este lavabo deberá ponerse en funcionamiento con un pedal, con el codo o automáticamente, y estará situado cerca de la puerta de salida del laboratorio.
- Las ventanas permanecerán siempre cerradas y selladas.
- Las puertas de acceso al laboratorio deberán ser de cierre automático.

- La entrada y salida del aire estará canalizado, de manera que el sistema cree una corriente de aire que haga que éste entre al laboratorio desde las zonas de acceso al interior, y que el aire de salida vaya directamente al exterior sin recircularse.
- El personal deberá verificar si la dirección del aire dentro del laboratorio es en todo momento la correcta. El aire de salida se filtrará mediante filtros HEPA antes de llegar al exterior.
- Es aconsejable la instalación de una ventanilla de observación o un dispositivo alternativo (por ejemplo, cámaras) en la zona de trabajo, de manera que puedan verse sus ocupantes, así como poner de manifiesto los accidentes e incidentes que puedan producirse.

#### **Laboratorios de nivel de contención 4**

##### **Prácticas de laboratorio**

- El laboratorio se encontrará separado de toda actividad que se desarrolle en el mismo edificio.
- Las superficies de trabajo deben descontaminarse al menos una vez al día e inmediatamente después de que exista derramamiento de material infectado.
- Está prohibido pipetear con la boca.
- En las zonas de trabajo no se permite comer, beber, fumar, tomar medicamentos o maquillarse.
- Se instaurarán los procedimientos adecuados para evitar al máximo la producción de aerosoles.

##### **Prácticas especiales**

- Los materiales biológicos que tengan que salir del laboratorio o de las cabinas de Clase III lo harán en un contenedor irrompible, el cual irá a su vez en un segundo contenedor hermético y de fácil descontaminación. Para permitir la salida de este material, el segundo contenedor se pasará por un producto descontaminante.



- Ningún material, excepto el biológico que deba permanecer intacto, saldrá del laboratorio sin ser descontaminado en autoclave. El equipo o material que pueda resultar dañado por las condiciones de la esterilización se descontaminará de manera similar a como se hace con el biológico.
- Sólo las personas expresamente autorizadas para ello tendrán acceso al laboratorio. Las personas con alto riesgo de contraer infecciones o para las que éstas puedan ser particularmente peligrosas tienen prohibida la entrada. Por otro lado, la entrada al laboratorio estará limitada mediante medidas de seguridad adicionales.
- El personal que entra en el laboratorio sólo podrá salir a través de un vestuario con ducha; cada vez que abandone el laboratorio obligatoriamente deberá tomar una ducha.
- La ropa de calle se dejará en el vestuario y se la cambiará por otra de uso exclusivo para el laboratorio de nivel 4. Cuando se vaya a salir del laboratorio, esta ropa se introducirá en una caja hermética de transporte que se descontaminará antes de ser llevada al exterior.
- El símbolo universal de “peligro biológico” estará situado en la puerta de entrada. En los casos necesarios, se indicará además el tipo de agente biológico que se maneja, así como la identificación y modo de localización del responsable de seguridad e higiene, y también la necesidad de emplear determinados equipos de seguridad adicionales.
- El suministro de materiales se realizará a través de un autoclave de doble puerta, esclusa o cámara de descontaminación superficial.
- Se llevará a cabo un programa de desinsectación y desratización.
- Materiales tales como plantas, animales o ropa, no relacionados con el experimento, están totalmente prohibidos en el área de trabajo. Lo descrito anteriormente para otros niveles, en cuanto al uso de jeringuilla y agujas hipodérmicas, es aplicable en este caso, con la salvedad de que, siempre que la técnica lo permita, se preferirán cánulas a agujas.

- Se instalará una ventanilla de observación o un dispositivo alternativo (por ejemplo, cámaras) en la zona de trabajo, de manera que puedan verse sus ocupantes, así como poner de manifiesto los accidentes e incidentes que puedan producirse.

### **Equipos de seguridad**

- Todas las manipulaciones que se lleven a cabo en el laboratorio se efectuarán en cabinas de clase III o en cabinas de clase II en combinación con trajes autónomos de respiración asistida y presión positiva en el interior.

### **Instalaciones**

- Un laboratorio de máxima seguridad, P-4 o de nivel de contención 4, puede considerarse tanto una instalación independiente como parte de una zona claramente demarcada dentro del edificio general. Se requieren vestuario de entrada y de salida con duchas. Para aquellos materiales que no puedan pasar a través de los vestuarios, es imprescindible contar con un autoclave con doble puerta, o una esclusa o cámara de descontaminación superficial.
- Las paredes, techos y suelos estarán contruidos de manera que formen una “cámara” sellada que facilite la descontaminación y no permita la entrada de insectos o roedores. Las superficies internas de esta cámara serán resistentes a los productos químicos, de manera que sea posible la limpieza y descontaminación por la vía más conveniente para cada caso. Todas las conducciones que penetren en el laboratorio irán cubiertas. Todos los desagües estarán conectados directamente con el sistema de descontaminación de desechos. La salida del aire debe ser a través de un filtro HEPA.
- Se evitarán las juntas en las mesas de trabajo y sus superficies serán impermeables y resistente a ácidos, álcalis, disolventes orgánicos y al calor moderado.
- El mobiliario será robusto y simple y el espacio que deje con las paredes será el suficiente como para permitir una limpieza fácil y eficaz.

- Cerca de la puerta de salida se dispondrá de un lavabo automático o accionado por pedal o con el codo.
- Si existe un sistema centralizado de vacío debe serlo a través de filtros HEPA; otros servicios que se suministran al laboratorio, tanto de líquidos como de gases, estarán protegidos por un dispositivo que evite el reflujo.
- Las puertas de acceso serán de cierre automático y con posibilidad de ser cerradas con llave.
- Cualquier ventana que exista llevará cristal irrompible.
- Para pasar materiales dentro del laboratorio existirá un autoclave de doble puerta. La puerta que da a la parte exterior del laboratorio estará controlada automáticamente, de manera que sólo se pueda abrir cuando el ciclo de esterilización haya finalizado.
- Para los equipos que no puedan ser introducidos en el autoclave existirá un contenedor con líquido descontaminante o algún sistema similar.
- Los efluentes de las pilas de lavado, cabinas de seguridad, suelos y autoclaves se tratarán con calor antes de salir del laboratorio.
- La entrada y salida del aire estarán individualizadas del resto del edificio.
- El aire de salida se filtrará a través de un filtro HEPA, que se situará lo más cerca posible del laboratorio, con el fin de reducir al máximo la contaminación de las conducciones.
- Para este laboratorio se debe suministrar un traje especial, hecho de una sola pieza, con presión positiva en su interior y respiración asistida. Incluye alarmas y bombonas de oxígeno de emergencia. Para entrar a este laboratorio se hará a través de una esclusa. Antes de abandonar por completo la zona, el personal que lleve este tipo de traje tomará, para su descontaminación, una ducha química.

## **6. MEDIDAS DE PROTECCIÓN SUPLEMENTARIAS PARA AGENTES DEL GRUPO 2.**

El trabajo con agentes biológicos del grupo 2 requiere que se manejen en laboratorios o instalaciones de, como mínimo, nivel de contención 2. En este sentido el trabajo con estos agentes se podría realizar directamente sobre el banco de pruebas o mesa de trabajo, teniendo cuidado de reducir al máximo la producción de aerosoles, recomendándose, para operaciones en que esta producción sea probable (agitación vigorosa, interrupciones con ultrasonidos,...), cabinas de bioseguridad o equipos similares.

Sin embargo, hay patógenos de este grupo que han sido la causa de serias infecciones como consecuencia de operaciones en apariencias tan simples como realizar suspensiones de serotipos o simplemente abrir una centrifuga. Se sabe además que algunos agentes de este tipo son infectivos a través de mucosas aparentemente intactas o por contacto con la piel y con dosis infectivas bajas, por lo que parecen justificadas unas medidas de control adicionales a aquellas que generalmente se aplican para la mayoría de los agentes del grupo 2.

En el listado adjunto se recogen algunos agentes para los que sería recomendable un nivel de contención superior, y para los cuales los guantes deberían utilizarse necesariamente (notación "G") así como cabinas de bioseguridad, mínimo clase II, (notación "C") en cualquier tarea que pueda suponer formación de aerosoles.

## Agentes biológicos, del grupo 2, que necesitan protección suplementaria

AGENTE BIOLÓGICO	NOTAS
<i>Ancylostoma duodenale</i>	G
<i>Borrelia burgdorferi</i>	G
<i>Borrelia duttonii</i>	G
<i>Borrelia recurrentis</i>	G
<i>Chlamydia trachomatis</i>	C
<i>Clostridium botulinum</i>	C
<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	G
<i>Cryptococcus neoformans</i>	C
<i>Legionella pneumophila</i>	C
<i>Leptospira interrogans</i> var. <i>Icterohaemorrhagiae</i> , <i>canicola</i> , <i>hebdomadis</i>	G
<i>Necator americanus</i>	G
<i>Neisseria meningitidis</i>	C
Poxviridae:	
Buffalopox virus	G
Cowpox virus	G
Virus del nódulo de los ordeñadores	G
Molluscum contagiosum virus	G
<i>Schistosoma haematobium</i>	G
<i>Schistosoma intercalatum</i>	G
<i>Schistosoma japonicum</i>	G
<i>Schistosoma mansoni</i>	G
<i>Schistosoma mekongi</i>	G
<i>Schistosoma</i> spp.	G
<i>Sporothrix schenckii</i>	G
<i>Streptobacillus moniliformis</i>	G
<i>Treponema carateum</i>	G
<i>Treponema pallidum</i>	G
<i>Treponema pertenue</i>	G
<i>Treponema</i> spp.	G

## **7. PROTECCIÓN PERSONAL.**

***En ningún caso, la protección individual sustituirá a las medidas de contención establecidas en función de la clasificación del agente biológico.***

**Se deberá cumplir el protocolo de adquisición, mantenimiento y gestión de equipos de protección individual de la USAL**

### **Protección de las vías respiratorias.**

En principio, los filtros clasificados, por su eficacia filtrante, como P3 (alta eficacia frente a partículas sólidas y aerosoles líquidos) conectados a un adaptador facial (máscara o mascarilla) pueden recomendarse para su uso frente a microorganismos.

### **Protección de la piel (manos y brazos).**

Las manos y brazos son las partes del cuerpo que suelen entrar en contacto con mayor frecuencia con objetos punzantes y cortantes potencialmente contaminados o con salpicaduras de fluidos biológicos o líquidos contaminados. Los guantes y manguitos son las prendas idóneas para proteger manos y brazos.

En la actualidad no existen guantes específicos frente al riesgo biológico. Se considera que los guantes que superan los ensayos resistencia a la penetración (al agua y al aire) y se ensayan según la Norma UNE-EN 374-2 protegen contra los microorganismos, constituyendo una barrera efectiva contra los riesgos microbiológicos. Este tipo de guantes es impermeable y por supuesto ausente de poros e imperfecciones. Se recomiendan guantes de nitrilo.



Pictograma frente al riesgo biológico

En la entrada de los laboratorios se colocará un dispensador de guantes. Los guantes deberán quitarse al salir para evitar contaminar objetos de acceso común como puertas y otros equipos.

En trabajos con objetos punzantes/cortantes se recomienda la utilización de doble guante.

### **Protecciones oculares-faciales.**

Cuando no haya riesgo de contaminación a través del aire, pero exista riesgo de salpicadura o proyección de aerosoles infectados sobre la mucosa ocular, así como por la proyección de agua contaminada, sangre o de gotas de cultivos infecciosos, se utilizarán elementos de protección para los ojos y el rostro.

Las protecciones oculares se utilizarán cuando se prevea la posibilidad de salpicaduras a la mucosa ocular. Es evidente que, en el caso que se pretenda una protección frente a salpicaduras de las mucosas de los ojos, boca y nariz, tiene más sentido la utilización de una pantalla facial que el empleo de gafas para los ojos y mascarilla quirúrgica para nariz y boca.

## **8. PRECAUCIONES UNIVERSALES.**

Constituyen la estrategia fundamental para la prevención del riesgo ocupacional para todos los microorganismos vehiculizados por la sangre. Su principio básico es que la sangre y otros fluidos corporales deben considerarse potencialmente infecciosos, por lo que se han de adoptar precauciones utilizando las barreras protectoras adecuadas en todas las maniobras o procedimientos en los que exista la posibilidad de contacto con la sangre y/ o fluidos corporales a través de la piel o las mucosas.

Es de especial importancia que:

- todo el personal esté informado de dichas precauciones,
- todo el personal conozca las razones por las que debe proceder de la manera indicada y
- se promueva el conocimiento y la utilización adecuados.

Se pueden distinguir las siguientes precauciones universales:

- a. Vacunación (inmunización activa).
- b. Normas de higiene personal.
- c. Elementos de protección de barrera.
- d. Cuidado con los objetos cortantes.
- e. Esterilización y desinfección correcta de instrumentales y superficies.

### **a) Vacunación (inmunización activa)**

La inmunización activa frente a enfermedades infecciosas ha demostrado ser, junto con las medidas generales de prevención, una de las principales formas de proteger a los trabajadores.

Deberá vacunarse todo el personal que desarrolle su labor en ambientes que tengan contacto, tanto directo como indirecto, con la sangre u otros fluidos biológicos de otras personas infectadas. Dado que no es posible disponer de una información fidedigna la respecto, se consideran todas las muestras como susceptibles de ser infecciosas.

Cuando exista riesgo por exposición a agentes biológicos para los que haya vacunas eficaces, éstas deberán ponerse a disposición de los trabajadores, informándoles de las ventajas e inconvenientes de la vacunación.

El ofrecimiento al trabajador de la medida correspondiente, y su aceptación de la misma, deberán constar por escrito.

La existencia de una vacuna eficaz disponible no exime de adoptar el resto de medidas preventivas.

### **b) Normas de higiene personal:**

A continuación se resumen un conjunto de normas de higiene personal a seguir por los trabajadores:



- Cubrir heridas y lesiones de las manos con apósito impermeable, al iniciar la actividad laboral.
- Cuando existan lesiones que no se puedan cubrir, deberá evitarse el contacto directo con cualquier agente infeccioso.
- El lavado de manos debe realizarse al comenzar y terminar la jornada y después de realizar cualquier técnica que puede implicar el contacto con material infeccioso. Dicho lavado se realizará con agua y jabón líquido.
- En situaciones especiales se emplearán sustancias antimicrobianas. Tras el lavado de las manos éstas se secarán con toallas de papel desechables o corriente de aire.
- No comer, beber ni fumar en el área de trabajo.
- Llevar bata es obligatorio en cualquier laboratorio y nunca se llevará puesta al abandonarlo principalmente en cafeterías, aulas, bibliotecas, etc.
- El pipeteo con la boca no debe realizarse nunca.

**c) Elementos de protección de barrera (ver protección personal):**

Todos los trabajadores deben utilizar rutinariamente los elementos de protección de barrera apropiados cuando deban realizar actividades que los pongan en contacto directo con algún agente biológico o sustancia que pueda contenerlo. Dicho contacto puede producirse tanto de forma directa como durante la manipulación de instrumental o de materiales extraídos para fines diagnósticos como es el caso de la realización de procesos invasivos.

Dentro de los elementos de protección de barrera podemos distinguir los siguientes:

1. Guantes.
2. Mascarillas.
3. Batas.

## **1. Guantes:**

El uso de guantes será obligatorio para manipular agentes biológicos, material o animales que puedan contenerlos. De forma general, se recomienda guantes de nitrilo para el trabajo con agentes infecciosos.

Los guantes reducen el riesgo de contaminación de las manos con sangre, pero no evitan los pinchazos o cortes causados por agujas, otros instrumentos afilados o vidrio o plástico roto. Es importante recordar que el empleo de guantes tiene por objeto complementar, y no sustituir, una buena técnica de trabajo y unas prácticas apropiadas de control de infecciones, en particular el lavado correcto de las manos.

En relación con el uso de los guantes, se han de adoptar las siguientes precauciones generales:

- Proveerse de guantes para toda manipulación de material potencialmente peligroso.
- Desechar los guantes siempre que se piense que se han contaminado. Utilizar un par nuevo.
- Con las manos enguantadas no hay que tocarse los ojos, la nariz, las mucosas o la piel.
- No abandonar el lugar de trabajo, ni pasearse por el laboratorio con los guantes puestos.
- Lavarse las manos después de quitarse los guantes.
- Para agentes biológicos, se recomienda guantes de nitrilo.

## **2. Mascarillas y protección ocular:**

Se emplearán en aquellos casos en los que, por la índole del procedimiento a realizar, se prevea la producción de salpicaduras que afecten las mucosas de ojos, boca o nariz.

Las mascarillas para agentes biológicos deberán poseer un filtro P3. No hay que olvidar que en función de la clasificación es obligatorio adoptar las medidas correspondientes.

## **3. Batas:**

Las batas deberían utilizarse en las situaciones en las que pueda darse un contacto con la sangre u otros fluidos orgánicos o que puedan contener algún agente biológico, que puedan afectar las propias vestimentas del trabajador.

La bata sólo se llevará puesta en los laboratorios y nunca se debe llevar en zonas como cafeterías o despachos.

## **d) Cuidado con los objetos cortantes y punzantes:**

Se deben tomar todas las precauciones necesarias para reducir al mínimo las lesiones producidas en el personal por pinchazos y cortes.

Para ello es necesario:

- Tomar precauciones en la utilización del material cortante, de las agujas y de las jeringas durante y después de su utilización, así como en los procedimientos de limpieza y de eliminación.
- No encapsular agujas ni objetos cortantes ni punzantes ni someterlas a ninguna manipulación.
- Los objetos punzantes y cortantes (agujas, jeringas y otros instrumentos afilados) deberán ser depositados en contenedores apropiados con tapa de seguridad, para impedir su pérdida durante el transporte, estando

estos contenedores cerca del lugar de trabajo y evitando su llenado excesivo. Deben eliminarse según lo establecido para los Residuos sanitarios específicos o de tipo III.

- El personal que manipule objetos cortantes se responsabilizará de su eliminación.

## **e) Desinfección y esterilización correcta de instrumentales y superficies:**

### **Desinfección:**

El empleo de productos químicos permite desinfectar a temperatura ambiente los instrumentos y superficies que no resisten el calor seco o la temperatura elevada.

Para llevar a cabo una desinfección del tipo que sea, es necesario tener en cuenta:

- a. La actividad desinfectante del producto.
- b. La concentración que ha de tener para su aplicación.
- c. El tiempo de contacto con la superficie que se ha de descontaminar.
- d. Las especies y el número de gérmenes que se han de eliminar.

El producto desinfectante debe tener un amplio espectro de actividad y una acción rápida e irreversible, presentando la máxima estabilidad posible frente a ciertos agentes físicos, no debiendo deteriorar los objetos que se han de desinfectar ni tener un umbral olfativo alto ni especialmente molesto.

El producto desinfectante se debe poder aplicar de tal manera que no presente toxicidad aguda o crónica para los animales y el hombre que puedan entrar en contacto con él.

Debe tenerse en cuenta que por su propia función, destrucción de microorganismos, muchos desinfectantes tienen características de toxicidad importantes para el hombre, por lo que se deberán adoptar las medidas de

protección y prevención adecuadas y seguir siempre las instrucciones para su aplicación, contenidas en la etiqueta y en las fichas de seguridad.

Al adquirir productos químicos, debe exigirse siempre la entrega de la ficha de seguridad correspondiente.

La eficacia de los desinfectantes está limitada por la presencia de materia orgánica, por lo que los tiempos de aplicación de los mismos disminuirá cuando el instrumental que se deba desinfectar esté limpio.

En función de los microorganismos manipulados, se redactarán las instrucciones de desinfección en las que consten los desinfectantes y las diluciones a las que se deban emplear.

En la tabla adjunta se presenta un listado de productos químicos empleados habitualmente como desinfectantes:

TIPO	CONC. UTILIZADAS	ACCIÓN	MECANISMO	VENTAJAS	INCONVENIENTES	EFECTOS SOBRE HUMANOS
ALCOHOLES (etanol, isopropanol)	60-90%	B,F,V	DES NATURALIZACIÓN PROTEÍNAS	NO MANCHA NI IRRITA	INACTIVADO POR MATERIA ORGÁNICA; INFLAMABLE	-
COMPUESTOS DE AMONIO CUATERNARIO	0,4-1,6%	B*,F,V*	INCREMENTOS PERMEABILIDAD CELULAR	BARATO	NO BACTERIAS GRAM (-); PUEDE ACTUAR COMO FUENTE DE N; INACTIVACIÓN MATERIA ORGÁNICA	IRRITANTE; TÓXICO
COMPUESTOS FENÓLICOS	0,4-0,5%	B,F,V (T)	DES NATURALIZACIÓN PROTEÍNAS	BARATO	TÓXICO; CORROSIVO; PERMISO RESIDUOS	IRRITANTE TÓXICO; CORROSIVO
IODÓFOROS	75 ppm	B,F,V,T	IODACIÓN Y OXIDACIÓN DE PROTEÍNAS	ESTABLE; ACCIÓN RESIDUAL	CARO; INACTIVADOS POR MATERIA ORGÁNICA	IRRITANTE DE PIEL Y MUCOSAS
GLUTARALDEHIDO	2,0%	B,F,V,T, E	ENTRECruzamiento DE PROTEÍNAS	NO CORROSIVO; INAFECTADO POR OTROS COMPUESTOS	VAPORES IRRITANTES; TÓXICO	TÓXICO; IRRITANTE
HIPOCLORITO	500 ppm (Cloro libre)	B,F,V,T	INACTIVACIÓN ENZIMÁTICA	BARATO	TÓXICO; CORROSIVO; INACTIVADO POR MATERIA ORGÁNICA	TÓXICO; CORROSIVO

PERÓXIDO DE HIDRÓGENO	3,0%	B,F,V,T, E	RADICALES LIBRES	ESTABLE	CORROSIVO; CARO	-
-----------------------	------	---------------	------------------	---------	--------------------	---

NOTAS: F: Fungicida; B: Bactericida; V: Virucida; T: Tuberculocida; E: Esporicida; \*: Efectividad limitada; ( ): No todas las formulaciones

### Qué hacer y qué no hacer con un desinfectante

SÍ	NO
<ul style="list-style-type: none"> <li>Preparar las soluciones correctamente.</li> <li>Utilizar recipientes limpios y secos para preparar las soluciones.</li> <li>Eliminar la suciedad, si es posible, antes de utilizar el desinfectante.</li> <li>Desechar la solución al finalizar el trabajo.</li> <li>Recordar que una solución desinfectante mal utilizada puede sostener el desarrollo de microorganismos y difundir una infección.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar un desinfectante como un esterilizante.</li> <li>Almacenar instrumental o limpiarlo en desinfectante.</li> <li>Colocar demasiado material a la vez en la solución desinfectante.</li> <li>Utilizar soluciones antiguas.</li> <li>Mezclar desinfectantes sin conocer sus características.</li> <li>Añadir detergentes a los desinfectantes sin conocer sus características.</li> </ul>

### Características y propiedades de los desinfectantes

DESINFECTANTE	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES				
	Conservación >1 semana	Corrosivo	Irritante cutáneo	Irritante ocular	Irritante respiratorio
Alcoholes: Etilico e Isopropílico	+			+	
Aldehídos: Formaldehído	+		+	+	+
Aldehídos: Glutaraldehído	+		+	+	
Halógenos: Cloro Hipoclorito		+	+	+	+
Halógenos: Yodo Yodóforos	+	+	+	+	
Compuestos fenólicos	+	+	+	+	
Compuestos de amonio cuaternario	+		+	+	

### Esterilización:

Con la esterilización se produce la destrucción de todos los gérmenes, incluidos esporas bacterianas, que pueda contener un material.

Existen diferentes tipos de esterilización de los cuales, a continuación, se ofrece un listado:

### **Esterilización por calor húmedo bajo presión (autoclave):**

Es el método de elección, por ser el más fiable, eficaz y de fácil empleo. Se introduce el material a esterilizar en bolsas adecuadas y cerradas, dejándose durante 20 minutos a 121°C (para algunos agentes pueden ser necesarias otras condiciones), teniendo la precaución de que la atmósfera del autoclave esté a saturación y desprovista de aire.

En este sentido es recomendable disponer de un manual de procedimiento para el trabajo con el autoclave, siguiendo las instrucciones del fabricante.

Si no se dispone de autoclave, para instrumental de pequeño volumen, cabe recurrir a ebullición del agua, preferentemente conteniendo bicarbonato sódico, durante 30 minutos, o bien al empleo de una olla a presión al nivel máximo de presión de trabajo.

### **Esterilización por calor seco:**

Debe mantenerse por dos horas a partir del momento en que el material ha llegado a los 170°C.

### **Radiaciones ionizantes:**

Basan sus efectos en la capacidad de destrucción celular. Debido a su poder de penetración, la radiación  $\gamma$  es la empleada en la esterilización del material sanitario, sobre todo en el ámbito industrial.

La instalación de esterilización por rayos  $\gamma$  ha de cumplir unos requisitos especiales como instalación radiactiva.

### **Esterilización con vapores químicos:**

Los agentes gaseosos, tales como el formaldehído o el óxido de etileno, tienen una actividad bactericida y esporicida en el intervalo de 30-80°C.

La esterilización, en este caso, se lleva a cabo en esterilizadores diseñados específicamente, que también se llaman autoclaves, y que permiten obtener las condiciones de presión, de temperatura y de humedad adecuadas. Funcionan de manera automática, por ciclos, e incluyen la evacuación de los fluidos.

### **Esterilización por óxido de etileno:**

Este tipo de esterilización sólo debe aplicarse a aquel material que no pueda ser esterilizado al vapor y debe llevarse a cabo por personal cualificado, informado de los riesgos que presenta su utilización, disponiendo de un protocolo de actuación bien establecido y, cuando el caso lo requiera, de los equipos de protección individual adecuados.

Los autoclaves de óxido de etileno deben ser de estanqueidad contrastada, a ser posible de doble puerta con extracción por encima de la de descarga y con aireación incorporada. Deben ubicarse en áreas aisladas, bien ventiladas y mantenidas a depresión con las adyacentes, procediéndose a un control ambiental periódico de la presencia en aire del compuesto.

Actualmente se están desarrollando sistemas denominados “de Plasma de baja temperatura” basados en el empleo de peróxido de hidrógeno y radiofrecuencias, como alternativa al empleo de óxido de etileno y formaldehído, considerados como compuestos peligrosos para la salud.

## **9. CABINAS DE SEGURIDAD BIOLÓGICA**

### **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.

### **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."

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.

Estas cabinas se clasifican 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.

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).

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.

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.

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

### **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).

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

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.

El siguiente cuadro muestra un resumen de la información que sobre el tema aparece en la bibliografía.

		CLASE I	CLASE II TIPO A	CLASE II TIPO B	CLASE III
<b>AGENTES BIOLÓGICOS</b>	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

### 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.

## **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.

## **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.

## 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, así como la lámpara de UV que llevan incorporada unos 15 - 30 minutos antes del inicio del trabajo. Asimismo debe mantenerse en funcionamiento durante un tiempo prudencial después de finalizado el trabajo. Los rayos ultravioleta no deben utilizarse cuando haya alguien trabajando en la cabina. Deben desconectarse antes de iniciar un trabajo en la misma. Los tubos UV tienen una vida limitada, por lo que se controlarán y cambiarán regularmente.

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.

### **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.

### **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.

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.

### **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  $0,3 \mu$ , 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 para trabajos en cabinas.**

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.

## **10. MANIPULACIÓN DE DESECHOS: RESIDUOS.**

En el Decreto 204/1994 de 15 de septiembre, de Ordenación de la Gestión de Residuos Sanitarios se resalta, entre las obligaciones del productor de residuos, que las distintas operaciones de recogida, separación, envasado y evacuación sean realizadas correctamente y en condiciones de seguridad para los trabajadores. La correcta gestión de estas residuos está recogida en el Manual de Gestión de Residuos Peligrosos de la Universidad de Salamanca.

## **11. RIESGOS DERIVADOS DEL TRABAJO CON CULTIVOS CELULARES**

Los cultivos celulares son el resultado del crecimiento “in vitro” de células obtenidas de organismos pluricelulares. Tienen la categoría de agentes biológicos y se refiere, tanto a los cultivos celulares primarios, como a los de líneas continuas celulares o cepas celulares bien definidas.

Los cultivos celulares no contaminados generalmente no presentan un riesgo significativo, y aun la inoculación dérmica origina sólo una inflamación local. Sin embargo, estos cultivos pueden contribuir sustancialmente al riesgo de exposición a agentes biológicos ya que pueden actuar como la base o ayudar a la supervivencia y/o la replicación de agentes oportunistas, o ser origen de otros riesgos potenciales. Los agentes oportunistas más característicos son los virus y entre los otros riesgos pueden citarse la contaminación por mycoplasmas, o productos celulares que pueden ser moléculas biológicamente activas con propiedades farmacológicas, de inmunomodulación o sensibilizantes.

El nivel de riesgo que presenta el trabajo con cultivos celulares es variado. Por un lado se debe considerar si las cepas o líneas celulares utilizadas tienen una procedencia lo suficientemente documentada para garantizar y evitar la problemática asociada con la contaminación cruzada de la línea celular original por otro tipo de células.

Respecto a los cultivos celulares habrá que considerar asimismo tanto su origen anatómico como el de la especie, ya que está directamente relacionado con su potencial infeccioso por virus u otros agentes patógenos en humanos. En ningún caso el trabajador que realice los cultivos celulares podrá utilizar sus propias células para el desarrollo “in vitro”. Las células humanas para cultivo deberán obtenerse solamente de individuos que no tengan relación con el trabajo experimental.

Los cultivos celulares de mayor riesgo son los que proceden de primates y humanos, especialmente si derivan de sangre periférica, tejido linfoide y

nervioso. Cuando se sospeche la infección del cultivo celular por un agente patógeno para el hombre, dichos cultivos deberán ser manejados en un nivel de contención adecuado al agente en cuestión.

La elección del nivel de contención, según el origen del cultivo celular, se muestra en la siguiente Tabla:

CULTIVO CELULAR	CONTENCIÓN
Líneas celulares bien caracterizadas de origen humano o de simios.	Nivel de contención 2 y empleo de cabina de bioseguridad.
Líneas celulares no humanas ni de simios bien caracterizadas, con bajo riesgo de infección endógena con patógenos humanos.	
Líneas celulares o cepas no totalmente caracterizadas o autenticadas.	Nivel de contención 2 y empleo de cabina de bioseguridad.
Células con patógenos endógenos y células deliberadamente infectadas.	Contención apropiada al patógeno.
Células sanguíneas humanas, células linfoides, tejido nervioso de origen humano o simio.	Contención apropiada al riesgo potencial.

Hay un riesgo adicional en el caso de cultivos celulares genéticamente modificados.

### **Riesgos en los procedimientos de cultivos celulares**

En la manipulación de cultivos celulares deberán minimizarse todas las tareas que contribuyan a la formación de aerosoles o salpicaduras: trasvases, derrames, pipeteos continuados y rápidos,... Las agujas no deberán utilizarse si existe una alternativa razonable. Como en todo trabajo con material infeccioso o potencialmente infeccioso, deberán utilizarse cabinas de seguridad biológica, las cuales estarán correctamente instaladas y regularmente mantenidas y comprobadas.

Algunos productos celulares pueden ser alergénicos por lo que en estos casos se requerirán unos estrictos niveles de contención primaria y/o protección personal de los trabajadores para prevenir la inhalación o el contacto con las mucosas.

## **Contención**

Como se indicó en la Tabla anterior, cuando hay evidencia o sospecha de la presencia de patógenos (por ejemplo: Herpesvirus simiae en tejidos de simios o VIH en células blancas de sangre periférica), los cultivos celulares se manipularán en el nivel de contención requerido para el patógeno en cuestión. Todos los procedimientos implicados en la propagación de cultivos celulares que estén contaminados deberían llevarse a cabo como mínimo en el nivel de contención 2, en la realización de las manipulaciones.

Cuando se utilice sólo un pequeño número de células con un bajo riesgo de infección y no se encuentren en fase proliferativa podrá no ser necesaria la cabina de seguridad.

## **Desinfección y desecho de residuos de cultivos celulares.**

Es necesaria la existencia de normas efectivas para la descontaminación de todos los materiales utilizados en relación con los cultivos celulares y fluidos de desecho.

Los procedimientos de descontaminación deberán ser capaces de inactivar virus y otros agentes contaminantes aun en presencia de fluidos con una elevada carga de material orgánico. La descontaminación química es por esta causa menos efectiva que la que se obtiene por calor.

## **Conclusiones**

Para el manejo seguro de los cultivos celulares es necesaria una valoración adecuada de los riesgos, una buena organización del trabajo y la aplicación de los principios de las buenas prácticas en el laboratorio. Es importante adoptar procedimientos de separación que prevengan la transmisión accidental de agentes infecciosos de un cultivo a otro. Para evitar dicha transmisión así como la contaminación cruzada entre células, sólo deberá manipularse una línea celular cada vez, utilizando métodos adecuados de descontaminación, especialmente en las operaciones desarrolladas entre diferentes tipos de células.

Es recomendable que los cultivos celulares que están infectados se manipulen al final del período de trabajo o preferiblemente en un laboratorio diferente de los que se reconocen como libres de infección.

## **12. TRABAJADORAS EMBARAZADAS Y EN PERÍODO DE LACTANCIA**

Las trabajadoras embarazadas o en período de lactancia, constituyen un grupo de riesgo especial frente a la acción de los agentes biológicos por el efecto directo que dichos agentes pueden ejercer sobre ellas o sobre el feto.

Se pueden contemplar al menos tres tipos de exposiciones específicas a agentes biológicos:

1. Trabajadoras con decisión consciente de manipular con agentes biológicos: microbiólogas identificando estos agentes, en control de procesos industriales de biotecnología, ...
2. Aquellas que, inevitable y conscientemente, están expuestas a agentes biológicos en su tarea diaria: enfermeras, etc.
3. Aquellas que tienen riesgo de contacto accidental: agentes de la ley con riesgo de infectarse a través de los fluidos corporales (hepatitis B, VIH), maestras de escuela (rubéola).

Para el estudio de la posible repercusión en la salud de la mujer trabajadora y el feto, los agentes biológicos pueden dividirse en dos grandes grupos:

- a. Rubivirus (virus de la rubéola) y *Toxoplasma gondii* (protozoo que originan la toxoplasmosis).
- b. Resto de agentes biológicos.

La trabajadora embarazada no podrá verse obligada, en ningún caso, a realizar actividades que supongan el riesgo de una exposición a los agentes contemplados en el grupo a) anterior, salvo si existen pruebas de que dicha trabajadora está suficientemente protegida contra estos agentes por su estado de inmunización.

Frente a la rubéola se dispone de una vacuna eficaz, recomendándose la vacunación a las trabajadoras seronegativas, como maestras y personal sanitario de las áreas de pediatría, tocología, transporte sanitario y en general a todo el personal femenino seronegativo en edad fértil.

Hay otros agentes infecciosos, que tienen un efecto más pronunciado y específico en la embarazada o en el feto. En la siguiente tabla se resumen alguna de estas especies y sus efectos más importantes:

AGENTES BIOLÓGICOS	EFFECTOS
Campylobacter fetus	Neumonía, bacteriemia, mortinato
Treponema pallidum	Sífilis congénita
Cytomegalovirus	Bajo peso fetal, sordera, mortinato
Herpes simplex virus	Ictericia, microcefalia
Coccidioides immitis	Coccidioidosis diseminada en la madre, nacimientos prematuros y mortinato.

En definitiva y para guía en la investigación de la exposición, se pueden distinguir dos tipos de situaciones:

- a. La exposición es predecible y controlada: el patógeno es conocido y pueden tomarse unas adecuadas medidas de contención y prevención, es el caso, v.gr., de los laboratorios de investigación en microbiología.
- b. Existe la posibilidad de exposición a agentes biológicos, pero dicha exposición es difícil de prever y/o el patógeno no esté identificado. Si ocurriera una exposición en una trabajadora embarazada, la evaluación, caso por caso, incluirá la determinación del estatus inmunológico (si ello es posible). Si la investigación concluye que la trabajadora embarazada no está inmunizada frente al posible patógeno(s) y que éste pertenece al grupo 2 de la clasificación de agentes biológicos, frente al que las medidas terapéuticas a tomar pueden tener un efecto fetotóxico, o que los patógenos pertenecen a los grupos 3 o 4, entonces la exposición no será permitida.

Respecto a los problemas relacionados con las trabajadoras en el período de lactancia, es frecuente la presentación de mastitis; no se ha encontrado una

relación directa entre factores ambientales y mastitis lo que no excluye que se deban extremar las medidas higiénicas generales y específicas con fines preventivos.

Así, si la actividad laboral implica el contacto directo con materiales infecciosos (hospitales, laboratorios de microbiología, manejo de animales infectados,...), se debe tener un gran cuidado para evitar la contaminación de la piel y la ropa de la madre, tanto para prevenir la mastitis como las infecciones del recién nacido.

### **13. TÉCNICAS GENERALES DE UN LABORATORIO BIOLÓGICO.**

Las técnicas de laboratorio son los procedimientos de trabajo recomendados. Hay que tener en cuenta que un procedimiento ordenado de trabajo es indispensable para la seguridad.

- Nunca se pipeteará con la boca, empleándose los dispositivos de tipo mecánico.
- Deben utilizarse guantes adecuados en todos los trabajos que entrañen algún contacto con sangre, material infeccioso o animales infectados.
- Hay que utilizar batas o uniformes de trabajo para evitar la contaminación de los vestidos de calle. No se utilizará la ropa de laboratorio fuera de éste (cafetería, biblioteca, etc.).
- Siempre que haya peligro de salpicaduras se utilizarán gafas de seguridad, pantallas faciales u otros dispositivos de protección.
- A fin de evitar los cortes accidentales, se preferirá el uso de material plástico al de cristal.
- En la zona del laboratorio no se permitirá comer, guardar alimentos, beber, fumar ni usar cosméticos.

- El uso de agujas hipodérmicas y de jeringas debe evitarse. Cuando ello no sea posible, las agujas se recogerán en recipientes adecuados que eviten los pinchazos accidentales.
- Las superficies de trabajo se descontaminarán por lo menos una vez al día y siempre que haya un derrame. Una nota debe especificar el modo de empleo de los desinfectantes, la naturaleza del desinfectante a utilizar y su concentración.
- Todos los desechos biológicos, ya sean líquidos o sólidos, tienen que ser descontaminados antes de su eliminación y se seguirán las normas existentes sobre la gestión de residuos contenidos en las reglamentaciones referentes a residuos sanitarios.
- Todo el personal se lavará las manos después de haber manipulado material o animales infecciosos, así como al abandonar el laboratorio.
- El acceso al laboratorio debe ser controlado.
- El material contaminado, que deba ser descontaminado en un lugar exterior al laboratorio, se colocará en un contenedor especial, y se cerrará antes de sacarlo del laboratorio.
- Deberá existir un programa de lucha contra insectos y roedores que se pondrá en práctica.

#### **14. RIESGOS BIOLÓGICOS EN LA UTILIZACIÓN, MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE INSTRUMENTOS DE LABORATORIO**

Uno de los principios fundamentales de protección frente al riesgo biológico es evitar siempre que el agente pueda salir del lugar de confinamiento primario: envase, cápsula, cabina de seguridad biológica, etc. El peligro fundamental, en caso contrario, es el paso del agente al aire en forma de bioaerosol, lo que provoca automáticamente el riesgo de contagio, principalmente por inhalación. Consecuentemente, las medidas de prevención y protección están destinadas a:



- Impedir la presencia de agentes biológicos fuera del lugar de confinamiento primario.
- Evitar la formación de bioaerosoles.
- Protegerse del contacto con los bioaerosoles, principalmente por inhalación.

Cuando no existan garantías de que se pueda evitar la formación de un aerosol, el trabajador debe utilizar un equipo de protección personal adecuado y llevar a cabo una política eficaz de limpieza, descontaminación y desinfección del instrumento y de la zona de trabajo después de su uso.

### **Autoanalizadores**

La preparación de los especímenes debe llevarse a cabo minimizando el contacto del trabajador con las muestras.

Las puntas de pipetas y puntas de los muestreadores automáticos que se mueven o liberan los fluidos de forma rápida, pueden generar un bioaerosol. Debe comprobarse que se hallen con las tapas colocadas o los protectores frontales en los carros de muestras colocados. La superficie del analizador debe ser examinada frecuentemente para detectar la posible contaminación visible.

La limpieza de las puntas después de la toma de muestra debe realizarse con un cuidado extremo. Debe llevarse guantes. Los papeles absorbentes empleados para tal efecto deben ser eliminados con frecuencia para evitar se empapen de sangre o suero. Es recomendable utilizar paños que son impermeables por un lado para evitar que contaminen los guantes.

Las gradillas que contengan tubos de plástico o de vidrio, deben ser manejadas con precaución para prevenir derrame de la muestra. Los tubos deben permanecer tapados en todo momento y deben ser rellenados con sistemas mecánicos. Las muestras tampoco deberían ser decantadas.

El efluente de los analizadores clínicos debe ser considerado contaminado, eliminándose directamente por el desagüe. No es necesario tratamiento descontaminador antes de su vertido.

### **Laboratorios de hematología**

Los laboratorios de hematología deben tener especial cuidado con los tubos de hematocrito, ya que son muy fáciles de romper. Las preparaciones para ver al microscopio que no estén fijadas, deben considerarse material infeccioso.

### **Laboratorios de microbiología**

Los laboratorios de Microbiología están acostumbrados a manejar especímenes contaminados y cultivos. Por lo tanto, la adecuada descripción de los procedimientos habituales, incluyendo las precauciones universales, debe considerarse como fundamental para la protección de los trabajadores del laboratorio.

Se ha de prestar especial atención cuando se penetren botellas de medio de cultivo con una aguja, dado que se produce una presión positiva y puede salpicar y formar, además, un bioaerosol. Es frecuente que ocurra en los sistemas automáticos que miden el CO<sub>2</sub>. Cuando se penetre alguna botella inoculada con una aguja es recomendable colocar una torunda de algodón o un paño estéril en el tapón al pinchar y así contener la posible formación del aerosol.

Cuando se penetre alguna botella con cultivo biológico con una aguja y jeringa, la botella es preferible que no se sostenga con la mano, fijándola de forma segura a algún sistema que permita tanto perforarla de forma sencilla y segura así como retirar la aguja también de forma segura. Una vez se haya utilizado, tanto la aguja como la jeringa deben ser desechadas evitando siempre reencapsular la aguja.

Si se recibe en el laboratorio alguna muestra en una jeringa con aguja, esta debe haberse reencapsulado previamente con la técnica de una mano, por la persona que realizó la toma de muestra.

Se deben tomar precauciones especiales cuando se inoculen medios de cultivo o se realicen preparaciones para visualizar al microscopio. Después, tanto la aguja como la jeringa, deben ser desechadas como una única unidad en un recipiente para agujas. Debe tenerse en cuenta que las preparaciones que no han sido fijadas todavía, pueden contener material infeccioso.

### **Mantenimiento y reparación de instrumentos**

Todo servicio de mantenimiento debe ser realizado utilizando precauciones universales. Los instrumentos a reparar deben ser descontaminados antes del servicio. El personal del servicio que esté expuesto debería llevar guantes y todo equipo barrera adecuado al riesgo existente.

El drenaje (waste) de los instrumentos debe ser considerado como peligro biológico potencial. Es necesario un cuidado especial al abrir líneas conteniendo fluidos bajo presión, para evitar que salpiquen las gotículas y se formen bioaerosoles.

Los instrumentos o componentes que sean enviados a otro departamento, fabricante o cliente, deben estar limpios de sangre seca o fluidos biológicos, y por tanto deben ser descontaminados antes de salir del laboratorio. Al personal del servicio de mantenimiento del fabricante no se le debería permitir la entrada en un área de riesgo biológico hasta que los requisitos establecidos y las medidas de seguridad hayan sido revisadas, hayan recibido instrucciones apropiadas y, en su caso, dispongan de los equipos de protección adecuados.

### **Instrumentación con partes contaminadas**

Cualquier parte de un instrumento que haya estado en contacto con sangre, fluidos biológicos, tejidos o cultivos, debe considerarse contaminada. La parte exterior del instrumento en la zona del muestreo, el recipiente en el que la muestra se haya transferido y el del residuo del líquido efluente, deben considerarse contaminados, incluso aunque no exista evidencia visible, al igual que cualquier área donde pudiera haber ocurrido un derrame de una muestra.

Debe prestarse especial atención a la contaminación cruzada, especialmente por la utilización de guantes de forma indiscriminada o incorrecta. Téngase en

cuenta que cualquier parte de un instrumento puede haberse contaminado por haber estado en contacto con guantes a su vez contaminados. En consecuencia, después de manipular con los guantes sólo partes específicas del instrumento, deben quitarse (de dentro a fuera) antes de tocar cualquier parte no contaminada, no colocándolos encima de la mesa de trabajo, o zonas no contaminadas del laboratorio. Tampoco tocarse la cara ni otra parte del cuerpo con los guantes. Deben eliminarse como residuo sanitario.

Siempre que sea posible, antes de realizar cualquier mantenimiento o reparación, la zona en que se va a trabajar debería ser descontaminada.

### **Procedimientos de descontaminación**

Debido a los riesgos biológicos involucrados en la reparación o mantenimiento de los instrumentos, además de tener en cuenta las precauciones universales, es conveniente que el fabricante proporcione unas instrucciones específicas para el instrumento: procedimiento, desinfectantes adecuados, tiempo de contacto y forma de eliminar los residuos.

### **Descontaminación de centrifugas en caso de rotura**

Si se detecta que se ha roto un tubo en el interior de una centrifuga estando en marcha el aparato, debe interrumpirse la centrifugación y no abrirla hasta transcurridos unos 30 minutos. Si el problema se descubre cuando el instrumento se ha parado, debe cerrarse y esperar los 30 minutos. El objetivo de esta espera es dar tiempo a que se sedimente el posible bioaerosol formado.

La recolección de los trozos de vidrio debe llevarse a cabo con guantes resistentes y empleando si es posible pinzas y torundas de algodón. El material recogido se considera biopeligroso y debe tratarse o eliminarse según los procedimientos establecidos para estos residuos.

Debe limpiarse cuidadosamente la cubeta y el rotor de la centrifuga empleando un desinfectante; si es factible, el rotor debe sumergirse en el desinfectante durante un tiempo prolongado. Posteriormente se limpian con agua y

detergente. Dado el tipo de material habitual no es conveniente emplear hipoclorito (lejía) como desinfectante, ya que podría dañar el instrumental.

Si se emplean cestillos de seguridad para el material biopeligroso, es conveniente abrirlos en cabinas de seguridad biológica, colocando el tapón del cestillo sin forzarlo y desinfectar o esterilizarlo.

Descontaminación antes de realizar el servicio todos los instrumentos deberían ser descontaminados antes de que sea realizado el mantenimiento, servicio, o reparación en el laboratorio, o antes de su envío a cualquier otra instalación. El orden de operaciones lógico implica la limpieza en primer lugar y, a continuación la desinfección. Sin embargo, por motivos de seguridad biológica puede ser conveniente proceder al revés, teniendo en cuenta siempre la disminución de la efectividad del desinfectante en contacto con materiales sucios.