



***Riesgos Respiratorios en el Medio Hospitalario:  
Riesgos químicos y biológicos; Selección de Respiradores***

**3M España, S.A. Productos Protección Personal**

## **Introducción**

La selección de la protección respiratoria correcta es un factor de suma importancia en la prevención de riesgos para el trabajador en el medio hospitalario. El objetivo de este artículo es proporcionar las pautas a seguir para realizar una correcta selección del respirador adecuado con un énfasis especial en la protección frente a contaminantes en forma de partículas o aerosoles.

## **1. Evaluación del riesgo y contaminantes presentes**

Para protegernos adecuadamente, primero debemos conocer el riesgo al que estamos expuestos. La evaluación del riesgo incluye conocer el tipo de contaminante, la exposición en el lugar de trabajo y la comparación de esta exposición con los valores de referencias conocidos como límites de exposición ocupacionales.

### **1.1. Tipo de contaminante**

Las sustancias en la atmósfera pueden encontrarse en forma de partículas (o aerosoles) y en forma gaseosa. Esta distinción es muy importante puesto que como veremos más adelante determina el tipo de filtro a utilizar en nuestro equipo de protección respiratoria. A su vez, cada uno de estos dos tipos de contaminantes se subdividen en otras formas:

#### Partículas o Aerosoles:

*Polvos:* partículas sólidas que flotan en el aire hasta que se depositan por gravedad.

*Nieblas:* partículas líquidas que se esparcen en el aire al pulverizar o atomizar un líquido.

*Humos:* partículas muy pequeñas formadas cuando algunos materiales sólidos se vaporizan o subliman con calor y luego se enfrían bruscamente y condensan.

#### En forma gaseosa:

*Gases:* sustancias que se presentan en fase gaseosa a presión y temperatura ambiente.

*Vapores:* son las emanaciones producidas por la evaporación de un líquido o un sólido, bien sea a temperatura ambiente o por aportación de calor.

A continuación indicamos el tipo de contaminación que pueden producir algunas de las sustancias en el medio hospitalario.

Tabla 1 – Tipo de contaminante

Sustancia	Forma física
Oxido de etileno	Vapor
Formaldehído	Vapor
Glutaraldehído	Vapor/Nieblas
Gases anestésicos	Gas
Ribavirina	Polvo/Niebla
Pentamadina	Polvo/Niebla
Agentes citostáticos	Polvo

Los microorganismos patógenos, bacterias, virus, etc están en forma de partículas cuando se encuentran suspendidos en el aire. Sus propiedades físicas no son diferentes de las propiedades de cualquier otra partícula que tuviese el mismo tamaño.

## 1.2. Límites de exposición ocupacionales

De cara a prevenir riesgos profesionales, es fundamental conocer los valores límite ambientales de las sustancias químicas. El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene establece en nuestro país los valores VLA. Estos valores representan las concentraciones medias en el tiempo por debajo de las cuales se puede trabajar sin que haya riesgo de producir efectos en el organismo. Los valores están basados en estudios de toxicidad en animales y también en estudios epidemiológicos.

Los VLA pueden estar referidos a una exposición de 8 horas (VLA-ED) o también una exposición de corta duración (VLA-EC).

Por otro lado, en Estados Unidos la ACGIH define los valores TLV, que en algunos casos son más restrictivos que los valores VLA por lo que también es interesante conocerlos. La ACGIH define tres límites de exposición diferentes:

*TLV-TWA (Valor Límite Umbral - Media Ponderada en el Tiempo):*

Concentración media ponderada en el tiempo, para una jornada normal de 8 horas diarias y 40 horas semanales a la que se puede estar expuesto día tras día sin sufrir efectos adversos.

*TLV-STEL (Valor Límite Umbral - Límite de Exposición de Corta*

*Duración):* Concentración a la que se puede estar expuesto durante un corto período de tiempo (15 minutos) sin sufrir efectos. No es un límite de exposición independiente, sino que complementa al límite TWA cuando se admite la existencia de efectos agudos de una sustancia cuyos efectos tóxicos son, primordialmente, de carácter crónico.

*TLV-C (Valor Límite Umbral - Techo):* Es la concentración que no se debe sobrepasar en ningún momento durante la exposición en el trabajo.

Además la ACGIH define ciertas categorías específicas para algunos contaminantes:

- A1: Compuestos confirmados como cancerígenos para el hombre
- A2: Compuestos sospechosos de ser cancerígenos en el hombre
- A3: Compuesto cancerígeno en animales pero sin evidencia de ser cancerígeno para el hombre.
- A4: No clasificado como cancerígeno

Para las sustancias más habitualmente utilizadas en el ambiente hospitalario, los valores TLV son los siguientes:

Tabla 2 - Valores TLV según ACGIH

Sustancia	TLV-TWA	TLV-STEL	Categoría
Oxido de etileno	1 ppm	-	A2
Formaldehído	-	C(*) 0.3 ppm	A2
Glutaraldehído	-	C 0.05 ppm	A4
Gases anestésicos:			
Halotano	50 ppm		A4
Enflorano	75 ppm		A4
Protóxido de nitrógeno	50 ppm		A4
Ribavirina	-		
Pentamidina	-		
Agentes citostáticos	-		

(\*) C representa el valor techo

Para ribavirina y pentamidina, dos de los antibióticos más recientemente utilizados, y para los agentes citostáticos, no se han definido hasta el momento valores límites de exposición ocupacional.

### 1.3. Exposición en el lugar de trabajo

Los sistemas de medida de concentraciones ambientales varían con la forma física del contaminante.

Si el contaminante está en forma de partícula se utiliza un sistema de bombeo de aire, previamente calibrado a un caudal conocido, provisto de un filtro en el que quedarán las partículas retenidas. Este filtro en el interior de un cassette se lleva en la solapa para que sea lo más representativo posible de la inhalación del trabajador. Posteriormente por gravimetría se puede determinar la cantidad de polvo total ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) al que se ha estado expuesto durante el tiempo de operación.

Si el contaminante es un gas o vapor, los métodos de medida pueden ser: tubos colorimétricos, bomba de aire acoplada a tubos de carbón activo o monitores pasivos basados en el principio de difusión.

Las mediciones nos permitirán evaluar la concentración y determinar la exposición durante 8 horas o 15 minutos a fin de poder compararla con el valor límite de exposición TLV-TWA o TLV-STEL.

## 2. Medidas de prevención

Si en nuestra evaluación de riesgos hemos llegado a la conclusión de que estamos superando el límite de exposición ocupacional, será necesario poner en marcha medidas de control para prevenir el riesgo.

Aunque la sustancia no tenga un valor límite de exposición conocido, debemos poner en marcha también estas medidas de control para minimizar el riesgo de exposición.

Podemos adoptar las siguientes medidas:

- a) Limitar la exposición mediante controles tales como ventilación localizada, aislamiento de la zona de exposición, etc. Estas son medidas de carácter colectivo.
- b) Utilización de equipos de protección individual para prevenir la inhalación de contaminantes.

Como hemos indicado anteriormente, en la selección de protección respiratoria hay que tener en cuenta si los contaminantes están en forma de partículas o en forma de gas, o quizás como mezcla de los dos.

### 2.1. Protección frente a partículas

Como protección frente a aerosoles o contaminantes en forma de partículas puede utilizarse un respirador autofiltrante para partículas o bien un filtro de partículas acoplado a una pieza facial de media máscara o máscara completa.

Estos equipos de protección se ensayan siguiendo Normas Europeas tales como EN143:2000 y EN149:2001 que especifican los procedimientos de ensayo.

De acuerdo con dichas normas, los respiradores para partículas se clasifican en tres categorías según la eficacia de la filtración:

Tabla 3 – Categorías de respiradores para partículas

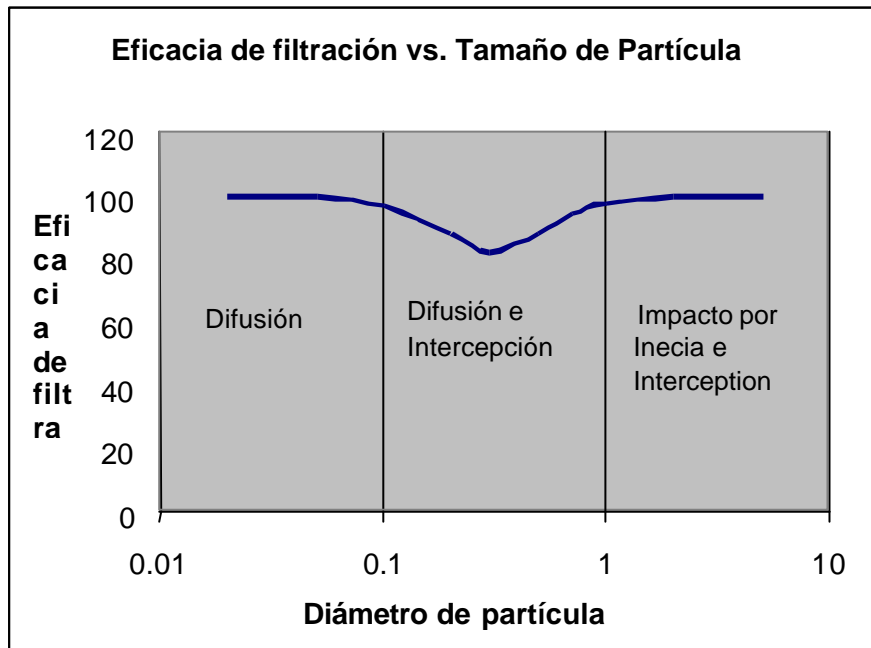
<b>Categoría</b>	<b>Fuga hacia el interior</b>	<b>Eficacia de filtración</b>	<b>Ejemplos</b>
FFP1 o P1	< 22 %	> 88 %	1861
FFP2 o P2	< 8 %	> 92 %	1862,1872
FFP3 o P3	< 2%	> 98 %	1873

La fuga total hacia el interior representa una medida de la eficacia del filtro y también de la pérdida de ajuste por el sellado facial. Es una medida de la eficacia total del respirador.

Existen diferentes mecanismos que intervienen en la filtración de partículas: difusión, inercia e intercepción. Como resultado de la combinación de todos estos mecanismos, se observa que las partículas cuya filtración resulta más difícil son las que están comprendidas entre 0,1 y 1,0 micras (ver figura 1).

Este hecho se tiene en cuenta en las normas que se utilizan para el ensayo de los respiradores. Los ensayos se realizan generando un aerosol de cloruro sódico con un diámetro medio de 0.6 micras. Como hemos visto, es precisamente en esta zona donde la mayoría de los filtros de partículas tienen una región de mínima eficacia de filtrado. Las partículas más grandes o más pequeñas son retenidas con una eficacia incluso mayor. Por tanto, la medición de la eficacia del respirador se realiza en las condiciones más desfavorables. Es por esta razón que el tamaño de partícula no es un factor relevante a la hora de seleccionar un respirador. El parámetro más importante es la concentración del contaminante y cuantas veces nos encontramos por encima del límite de exposición ocupacional.

Figura 1



## 2.2. Mascarillas de higiene y Respiradores de Protección: Dos conceptos diferentes

Las mascarillas de higiene están diseñadas para trabajar de “dentro hacia afuera”, es decir, pretenden evitar la diseminación de partículas de la boca o nariz del usuario de dicha mascarilla. Por otro lado, los respiradores están diseñados para trabajar de “fuera hacia adentro”, protegen al usuario de la inhalación de contaminantes ambientales.

En una mascarilla de higiene la resistencia a fluidos de dentro a fuera es muy alta, sin embargo, el ajuste facial es poco eficaz, y por tanto no puede considerarse un equipo de protección para el usuario.

### 3. Selección del respirador adecuado

Los ensayos previstos en las Normas Europeas para los respiradores de partículas obtienen los valores de fuga hacia el interior anteriormente citados y a partir de ellos puede derivarse el factor de protección para cada categoría prevista en la norma.

Así pues, los factores de protección, o las máximas concentraciones de uso en cada caso son las siguientes:

Tabla 4 – Máximas concentraciones de uso

FFP1 o P1	4 veces el TLV o límite de exposición ocupacional
FFP2 o P2	10 veces el TLV
FFP3 o P3	50 veces el TLV

En los casos en los que no se haya definido ningún límite de exposición ocupacional para el contaminante, 3M recomienda optar por el nivel de protección más alto, esto es, un respirador autofiltrante tipo FFP3 o bien un filtro P3 acoplado a una pieza facial.

Si el nivel de exposición se prevee que sea bajo, puede también optarse por un nivel FFP2 o P2.

En España no existen recomendaciones específicas en la protección frente a riesgos biológicos. A modo de información recogemos a continuación las recomendaciones (en caso de que existan) en algunos países Europeos:

Tabla 5 – Recomendaciones de protección para riesgos biológicos

País	Bacterias	Virus	Tuberculosis	Comentarios
Alemania	P2 / FFP2	P3 / FFP3	P2 / FFP2	Directrices oficiales
Austria	No	No	P2	Recomendación
Bélgica	No	No	FFP2	Recomendación
Dinamarca	P3	P3	P3	Obligatorio
España	No	No	No	
Finlandia	P3	P3	P3	Obligatorio
Francia	No	No	FFP1 general/ FFP3 zonas alto riesgo	Recomendación
Holanda	No	No	Filtro para partículas finas	Recomendación
Italia	No	No	FFP2 / FFP3	
Noruega	P3	P3	P3	Obligatorio
Reino Unido	No	No	No	
Suecia	P3	P3	P3	
Suiza	No	No	P2 (sin válvula)	

En conclusión, para prevenir riesgos profesionales en el medio hospitalario es importante realizar una correcta selección de la protección respiratoria. Esta selección pasa por una evaluación del riesgo y un análisis de los diferentes equipos de protección y los más indicados en cada caso.