

# Mesas de tallado: diseño participativo para la mejora de la seguridad y la productividad

Jorge Pascual<sup>1</sup>, Alicia Córdoba<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Prevención de Riesgos Laborales.Servicio Navarro de Salud. Osasunbidea;

<sup>2</sup>Complejo Hospitalario de Navarra (Pamplona)

## 1. INTRODUCCIÓN

La descripción macroscópica y la selección de las áreas sobre las que se va a realizar el estudio microscópico de las biopsias fijadas en formol, proceso comúnmente conocido como “tallado”, es una de las operaciones que más riesgos presenta dentro de las tareas que se realizan en el Servicio de Anatomía Patológica.

El riesgo principal consiste en la inhalación de vapores de formaldehído, pero también pueden existir otro tipo de riesgos como:

- Riesgos biológicos, como por ejemplo en el caso del tallado de piezas infectadas con priones.
- Riesgos ergonómicos, como las alteraciones musculoesqueléticas derivadas de la postura de trabajo o el discomfort por ruido.
- Riesgos de seguridad, como las proyecciones de líquidos, los cortes con instrumental o los derrames de formol.

En relación con la exposición a formaldehído por vía inhalatoria, en la Tabla 1 y Tabla 2 se presentan resultados obtenidos en diversos estudios realizados. El Valor Límite Ambiental de Corta Exposición para este agente químico es 0,3 ppm.

**Tabla 1. Resultados obtenidos de concentración de formaldehído en aire en distintos estudios ambientales. (Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo)**

ACTIVIDAD/ÁREA	CONCENTRACIÓN (PPM)
Hospitales: Anatomía patológica: Laboratorio	0,08 – 6,90
Hospitales: Anatomía patológica: Archivo muestras	0,22 – 0,36
Hospitales: Autopsias (Sala)	0,07– 8,40
Hospitales: Autopsias (Archivo muestras)	1,10 – 1,60
Prácticas disección de cadáveres	0,38 – 2,94

**Tabla 2. Niveles de exposición a formaldehído en servicios de anatomía patológica.  
(Fuente: Institut de Recherche Robert-Sauvé en Santé et en Sécurité du Travail)**

FUENTES DE EXPOSICIÓN	CONCENTRACIÓN (PPM)
<b>Manipulación de formaldehído</b>	
Preparación de soluciones de formaldehído	1 – 2
Rellenado de botes	1 – 2
Decantación de residuos de formaldehído en máquina reciclaje	0,3 – 0,75
<b>Manipulación de muestras</b>	
Manipulaciones de muestras durante etapa macroscópica	< 0,3 – >2
Actividades no realizadas bajo campana extractora	0,7 – > 2
Inserción de casetes en procesador de muestras	1 – 2
<b>Manipulación de residuos – Almacenamiento</b>	
Vaciado de los residuos de las muestras y soluciones	0,3 – >2
Mantenimiento procesador de muestras	1 – > 2
Mantenimiento máquina reciclado	0,3 – 0, 75
Almacenamiento de muestras	0,3 – 0,75
Cubo residuos de muestras	> 2

El Real Decreto 374/2001 de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo, establece que las medidas preventivas a adoptar cuando no es posible sustituir total o parcialmente el agente químico o no es posible modificar el proceso, son las siguientes por orden de prioridad:

- a. La concepción y la utilización de procedimientos de trabajo, controles técnicos, equipos y materiales que permitan, **aislando al agente** en la medida de lo posible, **evitar o reducir al mínimo cualquier escape o difusión al ambiente** o cualquier contacto directo con el trabajador que pueda suponer un peligro para la salud y seguridad de éste.*
- b. **Medidas de ventilación** u otras medidas de protección colectiva, **aplicadas preferentemente en el origen del riesgo**, y medidas adecuadas de organización del trabajo.*
- c. Medidas de protección individual, acordes con lo dispuesto en la normativa sobre utilización de equipos de protección individual, cuando las medidas anteriores sean insuficientes y la exposición o contacto con el agente **no pueda evitarse por otros medios**.*

Por este motivo, una de las medidas preventivas más adecuada para evitar la inhalación de formaldehído durante el tallado de biopsias fijadas en formol es utilizar una mesa de tallado dotada de extracción localizada. Este equipo de trabajo, debería considerarse como un equipamiento básico en cualquier Servicio de Anatomía Patológica.

En este capítulo se propone una metodología participativa para el diseño de las mesas de tallado, así como los requisitos de tipo técnico que son recomendables para un correcto funcionamiento de la misma, desde el punto de vista de prevención de riesgos laborales.

## 2. CARACTERÍSTICAS DEL FORMALDEHÍDO

Como se ha comentado, el principal riesgo de la operación de tallado es la inhalación de formaldehído, que proviene de formol utilizado para fijación de muestras de tejidos. A continuación se describen las propiedades físico-químicas de este agente químico y los riesgos que presenta para la salud.

### 2.1. Propiedades físico-químicas

El formaldehído, también llamado metanal o aldehído fórmico, es un aldehído que se presenta a temperatura ambiente en forma de gas incoloro de olor acre y sofocante. La Tabla 3 presenta las principales propiedades físico-químicas del formaldehído.

**Tabla 3. Propiedades físico-químicas del formaldehído.  
(Fuente: Institut National de Recherche et de Sécurité)**

Densidad	0,816 g/cm <sup>3</sup> a -20 °C
Densidad de vapor (aire = 1)	1,04 – 1,06
Tensión de vapor	517 – 519 kPa a 25 °C
Punto de ebullición	-19 °C
Punto de fusión	-92 °C
Temperatura de autoignición	424 °C
Límites de explosividad en aire	
• límite inferior	7 %
• límite superior	73 %
Umbral olfativo	0,05 – 1,00 ppm

Es un compuesto muy reactivo e higroscópico. Se polimeriza fácilmente, particularmente en frío o en presencia de trazas de impurezas polares (ácidos, alcalinos) o agua.

En el agua, a temperatura ambiente, se presenta bajo la forma de hidrato y de poliglicoles. El metanol y ciertos estabilizantes permiten ralentizar o inhibir esta polimerización.

Reacciona vigorosamente con los oxidantes fuertes, los ácidos y las bases. En ciertas condiciones de temperatura y humedad, la acción del formaldehído sobre el cloruro de hidrógeno puede originar óxido de (bis)clorometileno, un poderoso cancerígeno.

Es muy inflamable y puede formar atmósferas explosivas a determinadas concentraciones.

El formaldehído es una sustancia omnipresente en el medio ambiente como resultado de procesos naturales y artificiales (oxidación fotoquímica de compuestos orgánicos volátiles en la troposfera, emisiones de algunas bacterias, algas y vegetales, primeros estadios de descomposición, combustiones de carburantes, etc.). Además, el formaldehído está presente de forma natural en pequeñas cantidades en el organismo al producirse durante el metabolismo normal.

En el ámbito industrial, el formaldehído se utiliza de forma importante como intermediario de síntesis en la producción de varios tipos de resinas, utilizadas como materia prima en la fabricación de todo tipo de objetos, o como componentes de aislantes, láminas, pinturas, adhesivos, etc. Estos pro-

ductos se utilizan en aplicaciones masivas, como por ejemplo las resinas utilizadas como adhesivos en la fabricación de tableros de virutas de madera aglomeradas y otros productos laminados de madera que se emplean en la fabricación de mobiliario, paneles y otros artículos de uso común. También se utiliza en numerosas aplicaciones, tanto en industria como en otros sectores, como conservante, desinfectante y biocida.

En el aire interior de las viviendas se encuentran trazas de 0,02 a 0,06 mg/m<sup>3</sup> de formaldehído, así como en el aire exterior (por debajo de 0,001 mg/m<sup>3</sup> en zonas no urbanas alejadas y 0,02 mg/m<sup>3</sup> en zonas urbanas).

## 2.2. Presentación y clasificación

El formaldehído se comercializa como solución acuosa, recibiendo el nombre de formol o formalina. Además, con el fin de inhibir la polimerización de éste, la disolución contiene metanol en una concentración en peso del 0,5 – 15 % y algunas sales. En el ámbito sanitario, habitualmente, se utilizan disoluciones con un 3,7 – 4 % de formaldehído y un 0,5 – 1,5 % de metanol.

En la Tabla 4 se resumen la clasificación y las características de peligrosidad del formaldehído y sus distintas disoluciones en agua.

## 2.3. Efectos irritantes

En el medio laboral, la principal vía de exposición es la inhalatoria, ya que la sustancia es muy volátil y se deposita fácilmente en las vías respiratorias, principalmente en las superiores.

A bajas concentraciones en el ambiente, el formaldehído provoca irritación ocular, del tracto respiratorio y de la piel. Algún autor relata quejas de trabajadores (irritación de ojos y lacrimación) a concentraciones entre 0,13 y 0,45 ppm; otros, reportan efectos tales como escozor ocular, molestias en la garganta, perturbaciones del sueño y sed a concentraciones entre 0,9 y 1,6 ppm; otros estudios sitúan el nivel sin efecto adverso observado (no observed adverse effect level: NOAEL) para irritaciones oculares objetivas y subjetivas en 0,5 ppm, para una exposición continua y en 0,3 ppm con picos de 0,6 ppm, para casos de exposiciones de corta duración. Sin embargo, la experiencia de numerosos investigadores parece demostrar el desarrollo de tolerancia a concentraciones del orden de 1-2 ppm, y que en general no se producen quejas de trabajadores expuestos a niveles por debajo de 2-3 ppm. No obstante, existe una gran variabilidad individual.


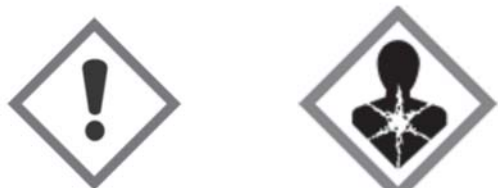
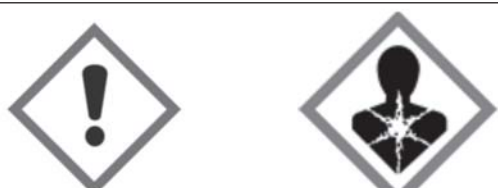

A partir de una exposición de 4-5 ppm la irritación se agrava y llega hasta la tráquea y los bronquios. Esta exposición normalmente no se tolera de forma prolongada. A partir de 10 ppm la severidad de los síntomas provoca dificultades respiratorias.

La inhalación de formaldehído a muy altas concentraciones (se puede considerar que por encima de 20 ppm) provoca severa irritación del tracto respiratorio, llegando a provocar incluso la muerte. Por ello, la concentración actualmente cuantificada como peligrosa para la vida y la salud (IDHL) es de 20 ppm.

En humanos, se han reportado graves úlceras en el aparato digestivo tras la ingestión de formaldehído al 37 %.

Respecto a las exposiciones periódicas, los efectos tóxicos se observan en las zonas de contacto. Ciertos estudios realizados en grupos de trabajadores, mencionan una disminución de la capacidad pulmonar, de lesiones en las mucosas nasales y una asociación con ciertos síntomas (tos, rinitis, dolor de pecho).

**Tabla 4. Clasificación de peligrosidad de distintas disoluciones de formaldehído en agua según Reglamento CLP. (Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo)**

CONCENTRACIÓN (% PESO)	PALABRA DE ADVERTENCIA	PICTOGRAMAS	FRASES H
$\geq 25 \%$	Peligro		301+311+331 314 317 335 351 370
$5\% \leq C \leq 25 \%$	Atención		302+312+332 315 317 335 351
$1\% \leq C \leq 5 \%$	Atención		302 317 351
$0,2\% \leq C \leq 1 \%$	Atención		317
<p>Significado de las frases H:</p> <p>301+311+331 Tóxico en caso de ingestión, contacto con la piel o inhalación</p> <p>302+312+332 Nocivo en caso de ingestión, contacto con la piel o inhalación</p> <p>302 Nocivo en caso de ingestión</p> <p>314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves</p> <p>315 Provoca irritación cutánea</p> <p>317 Puede provocar una reacción alérgica en la piel</p> <p>335 Puede irritar las vías respiratorias</p> <p>351 Se sospecha que provoca cáncer</p> <p>370 Provoca daños en los órganos</p>			

Se han descrito efectos crónicos, como edema pulmonar y neumonitis e incluso alguna alteración cardíaca. Aun así, no se puede asegurar la relación directa de estos signos con el formaldehído.

Respecto a la naturaleza irritante del formaldehído, las últimas revisiones de la literatura científica evidencian que con niveles inferiores a 1 ppm se evita la irritación de los ojos en la mayoría de los sujetos, y si se mantienen las concentraciones de formaldehído por debajo de 2 ppm se evita la irritación nasal.

## 2.4. Efectos alérgicos

Al utilizarse en disolución acuosa, también existe riesgo por contacto, pero la absorción cutánea es reducida. Se han descrito irritaciones primarias de piel y dermatitis de tipo alérgico. Estas alergias son desencadenadas por un contacto directo con formaldehído. Tras el contacto, el formaldehído se une a una proteína que lo reconoce y este compuesto es el que genera la reacción alérgica. Las alergias se manifiestan normalmente por un eczema de contacto localizado pero también pueden producirse reacciones generalizadas, incluso shock anafiláctico. Estos casos son principalmente de origen doméstico (contacto con cosméticos, pinturas, etc). No obstante, se han descrito alergias cutáneas de origen profesional (industria de la madera, industria textil, personal sanitario y peluqueros). Se estima que entre el 3 % y 6 % de la población es susceptible de tener esta alergia de contacto que puede manifestarse en las personas sensibilizadas a partir de concentraciones de 30 ppm a 60 ppm.

Por otro lado, los efectos irritantes de los vapores de formaldehído sobre las vías respiratorias son sospechosos de favorecer el desarrollo del asma.

## 2.5. Efectos cancerígenos

Se han realizado numerosos estudios sobre la aparición de cáncer en trabajadores expuestos a formaldehído. Uno de los más importantes, muestra un aumento de los cánceres nasofaríngeos (aunque en un bajo número de casos) en un grupo de trabajadores americanos empleados en las fábricas de producción de formaldehído durante 30 años. La relación entre la exposición al formaldehído y la aparición de estos cánceres se ha confirmado por otros estudios sobre humanos y por la observación de tumores nasales en ratas expuestas. Los tumores se han observado a partir de 5 – 6 ppm en la rata y los datos experimentales indican que la aparición es secundaria a la irritación crónica debida al formaldehído, donde se observan los primeros signos a 2 ppm. La capacidad del formaldehído de unirse al ADN y dañar el material genético parece igualmente intervenir en el proceso.

Basándose en estos datos, en el año 2004, *The International Agency for Research on Cancer* (IARC) clasificó el formaldehído en el grupo 1 de los agentes carcinogénicos.

Aun así, es muy probable que este aumento del número de casos de cánceres pueda ser explicado por factores de confusión o de sesgo en los estudios realizados. Por esta razón, ciertas organizaciones y un estudio reciente (Duhayon S, Hoet P, Van Maele-Fabry G, Lison D) ponen en duda la clasificación de la IARC. Se muestra en la Tabla 5 los grados de clasificación del formaldehído en distintas organizaciones de referencia: IARC, ACGIH (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*) y la Unión Europea.

En la Unión Europea, el formaldehído está clasificado como carcinógeno de categoría 2 (según el Reglamento CLP, (CE) N° 1272/2008), por este motivo no es de aplicación la directiva relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes carcinógenos o mutágenos durante el trabajo (2004/37/CE), directiva transpuesta al derecho español a través del Real Decreto 665/1997.

El Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL) de la Unión Europea, a efectos de establecer un valor límite de exposición profesional, establece 4 grupos de carcinógenos. El formaldehído está incluido en el grupo C: “un agente cancerígeno para el que se puede sustentar un umbral práctico en los estudios de mecanismos y/o toxicocinética. Los límites de exposición profesional basados en la salud se pueden fundamentar en la existencia de un NOAEL.” El principal argumento para encuadrar el formaldehído en este grupo es que no existe una evidencia clara del efecto

carcinogénico y genotóxico sistémicos y, que la proliferación celular derivada de una irritación crónica es necesaria para la formación del tumor. Hay que tener en cuenta que esta asignación es independiente de la clasificación formal de cancerígenos de la Unión Europea.

**Tabla 5. Criterios de clasificación de los efectos carcinogénicos del formaldehído.**  
(Fuente: Work Safe BC)

ORGANIZACIÓN	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
ACGIH	A2	Carcinógenos con sospecha de serlo en el humano. El agente es carcinogénico en los animales de experimentación a niveles de dosis, ruta(s) de administración, puntos de tipo histológico o por mecanismos que se consideran importantes en la exposición de los trabajadores. Los estudios epidemiológicos disponibles son conflictivos o insuficientes para confirmar un aumento del riesgo en los humanos expuestos.
IARC	1	Carcinogénico para el ser humano. Existen pruebas suficientes de carcinogenicidad en humanos y en animales de experimentación. Pruebas suficientes de que el formaldehído provoca cáncer nasofaríngeo, pero no una prueba suficiente de la leucemia, y pruebas limitadas de cáncer sinusoidal.
Unión Europea	2	Sustancias sospechosas de ser carcinógenas para el hombre a partir de pruebas procedentes de estudios en humanos o con animales, no lo suficientemente convincentes como para clasificarla en las categorías 1A o 1B.

En esta línea, la Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) alemana, considera que su potencial carcinogénico principal no es debido a efectos genotóxicos, y que el riesgo carcinogénico se caracteriza por una correlación dosis-tiempo-respuesta en la que es de esperar que no se observen efectos si se respetan los límites de exposición laboral (ver Tabla 6).

**Tabla 6: Riesgo de cáncer nasofaríngeo en los trabajadores expuestos a formaldehído.**  
(Fuente: Guía práctica para la sustitución de agentes químicos por otros menos peligrosos en la industria. Foment del Treball. 2011)

GRUPO DE RIESGO	FORMOL (PPM)
Riesgo Bajo	< 1 ppm (no alteraciones)
Riesgo Medio	de 1 a 2 ppm (lesiones no neoplásicas)
Riesgo Considerable	> de 2 a 4 ppm (proliferación de células metaplásicas y citotóxicas)
Riesgo Grave	> de 4 a 5.5 ppm (aumento x 2 riesgo de cáncer nasofaríngeo)
Riesgo muy Grave	> 5.5 ppm (aumento x 4 riesgo de cáncer nasofaríngeo)



Francia, tras la reclasificación de la IARC, en el año 2007 ha modificado su legislación de forma que se aplica al formaldehído la consideración de cancerígeno, reconociendo que la clasificación todavía no se ha modificado porque es una cuestión que se está discutiendo a nivel europeo.

En la actualidad, en España, el documento "*Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España*" del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) no clasifica al formaldehído como cancerígeno de categoría 1A o 1B. No obstante, tiene asignadas dos notas:

- Sensibilizante
- Reclasificado, recientemente, por la International Agency for Research on Cancer (IARC) de grupo 2A (probablemente carcinogénico en humanos) a grupo 1 (carcinogénico en humanos).

Ciertos estudios en humanos han demostrados un aumento de casos de leucemia principalmente mielóide, entre ellos técnicos de laboratorios de anatomía patológica y citología, así como de servicios funerarios. La ausencia en dosis-respuesta y el resultado negativo en algunos sectores industriales no evidencia una relación causal entre la leucemia y la exposición profesional.

Respecto a la asociación entre cáncer seno-nasal y exposición a formaldehído, la IARC indica que solamente hay evidencias epidemiológicas limitadas.

Finalmente, en cuanto a otros tipos de cánceres que se han asociado en varios estudios formales a la exposición al formaldehído (cavidad oral, faringe, páncreas, laringe, pulmón y cerebro), la IARC indica que los datos epidemiológicos no soportan la relación causal.

En base a estos datos, es posible afirmar que la exposición profesional continuada a formaldehído puede incrementar la aparición de cáncer nasofaríngeo, pero si esta exposición se mantiene en valores que se encuentran por debajo del valor límite de exposición profesional, no es esperable que se incremente la probabilidad de adquirir este tipo de daño a la salud.

## 2.6. Otros efectos

Otros efectos relacionados con la exposición a formaldehído son:

- Fatiga, dolor de cabeza y alteraciones del sueño referidos por personas que vivían en casas prefabricadas en las que la concentración de formaldehído superaba los 0,3 ppm.
- Otros efectos neurológicos (vértigo, pérdida de equilibrio, disminución de la destreza, falta de concentración) se han observado en técnicos de laboratorios de histología, pero el formaldehído no se ha identificado claramente como origen de estos efectos.
- Los efectos estudiados en el formaldehído sobre la reproducción o el embarazo hasta la fecha no son consistentes. Los estudios realizados en animales no pueden demostrar claramente los efectos sobre humanos.

Finalmente, debido a la gran reactividad del formaldehído y de su rápida transformación, una cantidad muy pequeña de formaldehído libre se distribuye por el organismo y existen estudios que muestran que la exposición por inhalación a dosis moderadas no entraña un aumento de la concentración sanguínea normal en formaldehído. Esta observación pone en duda la posibilidad de efectos alejados del lugar de contacto.



### 3. FACTORES PARA EL DISEÑO DE LA MESA DE TALLADO

El correcto diseño de la mesa de tallado es una cuestión sumamente relevante para conseguir una adecuada protección de la salud de los usuarios frente a las emisiones de formaldehído, sin que esto suponga un detrimento en la eficacia y comodidad a la hora de realizar el tallado.

El diseño no se debería centrar únicamente en disponer de una mesa de tallado que extraiga con eficacia los vapores generados durante la operación de tallado de muestras. También se deben contemplar todas las posibles fuentes de emisión de formaldehído provenientes de las tareas conexas a esta operación, ya que estas fuentes secundarias contribuyen de manera importante en los valores de formaldehído en ambiente.

Si en el diseño se integran estas fuentes de emisión, se puede garantizar que se ha efectuado un control sobre todas las variables conocidas que pueden intervenir en la contaminación ambiental que se produce en el laboratorio, quedando únicamente aquellas fuentes que puedan generar contaminación por un inadecuado procedimiento de trabajo, por causas accidentales o por operaciones de naturaleza muy esporádica, en las que habrá que utilizar equipos de protección individual.

Por estos motivos, los factores que se deben tener en cuenta para lograr estos objetivos son, por un lado, los asociados a los requisitos de la tarea, y por otro los asociados al control de la emisión de formaldehído al ambiente.

#### 3.1. Factores asociados al control de la emisión de formaldehído

La mesa de tallado debe disponer de una extracción localizada capaz de captar la mayor cantidad posible del formaldehído que se emita en su interior. Existen diferentes diseños de mesas de tallado: mesas de tallado totalmente abiertas (ver Foto 1), parcialmente cerradas (ver Foto 2) o casi totalmente cerradas (ver Foto 3), similares a las vitrinas de gases usadas en laboratorios.



*Foto 1: mesa de tallado abierta*



*Foto 2: mesas de tallado parcialmente cerradas*



*Foto 3: mesa de tallado cerrada*

Desde el punto de vista preventivo, esta última es la mesa de tallado ideal, ya que a mayor grado de confinamiento de la fuente de emisión de formaldehído, la captación del contaminante se realiza con más eficacia. Además, el hecho de contar con un cerramiento frontal ofrece una protección supe-

rior a las mesas de tallado que no cuentan con este elemento, ya que se establece una barrera física entre el trabajador y la fuente de emisión de los vapores de formaldehído, protegiendo además contra posibles salpicaduras de formol.

El caudal de extracción debe garantizar que el formaldehído emitido se capta con eficacia. Se recomienda un valor superior a 1300 m<sup>3</sup>/h por cada m<sup>2</sup> de abertura y una velocidad frontal de 0,5 a 0,75 m/s.

La extracción, preferiblemente debe ser triple, canalizada por la parte superior, la frontal y la inferior (bajo la superficie de trabajo de tallado).

Respecto al sistema de extracción empleado, existen dos modalidades de mesas de tallado: las que evacuan la totalidad del aire aspirado al exterior y las que expulsan el aire a la propia sala, previa filtración química para retener el formaldehído. Este sistema solamente debería utilizarse cuando no sea posible instalar una extracción al exterior, por la ubicación de la mesa de tallado, por ejemplo, ya que los filtros pueden saturarse y perder eficacia, con la consiguiente contaminación del ambiente. En este tipo de mesas, la sustitución de los filtros en función de las indicaciones del fabricante es un factor crítico para garantizar que protegen adecuadamente. Respecto a las mesas que vierten el aire al exterior, es recomendable que lleven incorporado un filtro para retener el formaldehído del aire expulsado y así evitar emisiones de este agente químico a la atmósfera.

El diseño de la mesa de tallado, además de tener que ser adecuado para controlar la emisión del formaldehído que se genera durante el tallado de biopsias, debería contemplar aquellas tareas conexas o elementos que pueden contribuir a la emisión de formaldehído, tales como:

- Lavado de piezas quirúrgicas con agua para retirar el exceso de formol. Normalmente se realiza en fregadero, manteniendo la biopsia en un recipiente y abriendo el grifo para que rebose el agua o bien sumergiendo la biopsia en agua y manteniéndola durante un periodo de tiempo en el que se cambia el agua varias veces.
- Vertido, vaciado o trasvase del contenido de los recipientes que contienen las biopsias con formol.
- Residuos de formol en el exterior de recipientes, producidos al extraer las biopsias de los mismos.
- Retirada de residuos empapados o contaminados con formol que se arrojan a la basura (servilletas de papel, gasas, envases, guantes, etc).
- Derrames y/o salpicaduras en trasvases realizados desde los bidones o depósitos de almacenamiento de formol.
- Evaporación de formaldehído desde el recipiente con formol donde se almacenan las muestras en cassettes una vez talladas, para evitar su desecación.
- Restos de formol que quedan en los platos de las básculas donde se pesan las biopsias conservadas en formol.
- Fotografiado de piezas fijadas con formol.

Así pues, desde el punto de vista preventivo, la mesa de tallado debe estar dimensionada y equipada para poder realizar en su interior todas las operaciones conexas al tallado que emiten formaldehído al ambiente. Es decir, el diseño debería incluir los fregaderos necesarios para el lavado de las piezas, el recipiente para residuos, báscula, espacio para recipientes de conservación de muestras talladas, sistema de dosificación y retirada de formol, cámara fotográfica, etc (ver Foto 4).



*Foto 4: interior de una mesa de tallado*

Respecto a otras características técnicas que debe cumplir la mesa de tallado, es importante tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Material de construcción no absorbente, preferentemente acero inoxidable.
- Para las dimensiones generales de la mesa pueden utilizarse los criterios reflejados en la norma UNE-EN 13150: 2001 Mesas de laboratorio: Dimensiones, requisitos de seguridad y métodos de ensayo.
- La emisión de ruido del sistema de extracción debe ser inferior a 60 dBA medido en la posición de trabajo del anatomopatólogo, cuando funciona a su máxima potencia de extracción, con el fin de no provocar interferencias en la concentración que requiere el tallado ni en la grabación sonora que normalmente se realiza de la descripción macroscópica.
- El tallado de biopsias se puede considerar como una tarea de exigencias visuales muy altas. Para este tipo de tareas el Real Decreto 486/1997, de Lugares de Trabajo, recomienda un nivel mínimo de iluminación de 1000 lux, medidos en la superficie de trabajo. Además, se deben cumplir las condiciones establecidas en esta norma en cuanto a distribución y otras características.
- Las tomas de corriente eléctrica y demás instalaciones no deben presentar riesgos para los usuarios. Se recomienda que cumplan con la norma UNE-EN 14175-2: 2003 Vitrinas de gases. Parte 2: Requisitos de seguridad y de funcionamiento.
- Aunque el formaldehído puede formar atmósferas explosivas, con las concentraciones de trabajo del formol no es esperable que en el interior de la mesa de tallado se alcance el valor del Límite Inferior de Explosividad, por lo que no es necesario que la mesa de tallado esté certificada como un equipo ATEX.
- La mesa de tallado se puede considerar como un producto afectado por la Directiva de productos sanitarios para diagnóstico in vitro (Directiva 98/79/CE) por lo que debe contar con marcado CE, declaración CE de conformidad y manual de instrucciones, al menos, en castellano.

- En el caso de que la mesa incorpore un sistema de dosificación y/o recogida de formol, deberá incorporar las medidas de seguridad necesarias para evitar derrames accidentales (válvulas de nivel en depósitos enclavadas con sistemas de paro del aporte de formol y válvulas de cierre de los desagües, sistema de aviso óptico-acústico de llenado de bidones, rearmes manuales de aporte de formol, etc.) También deberán señalizarse conforme a lo establecido en el Real Decreto 485/1997 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en los lugares de trabajo, los grifos, conducciones, bidones, depósitos y demás elementos que contengan formol.
- Si existe sistema de recogida de formol mediante fregadero, deberá contar con un sistema que cierre automáticamente el desagüe cuando la mesa de tallado está desconectada, ya que se pueden producir emisiones de formaldehído desde el depósito al ambiente a través del mismo.
- Si se instala un depósito para almacenamiento centralizado de formol, se deberá tener en cuenta lo prescrito en el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos (Real Decreto 379/2001), en concreto lo establecido en su Instrucción Técnica Complementaria ITC-APQ-7, Almacenamiento de Líquidos Tóxicos en concreto por lo indicado en su Sección 2ª: “Almacenamiento en recipientes fijos”. En esta sección se indica que los almacenamientos que contengan o puedan contener líquidos tóxicos clasificados como nocivos, como es el caso del formol, que superen los 600 litros deben cumplir con esta normativa. Además, este almacenamiento deberá situarse en una zona separada y no ocupada, dotada de extracción al exterior.

### 3.2. Factores asociados a los requisitos de la tarea

Para el correcto diseño de la mesa de tallado es preciso tener en cuenta la sistemática de trabajo que se desarrolla en el Servicio donde se prevé instalar. El tallado de muestras conlleva una serie de operaciones que básicamente son:

- Extracción de la muestra inmersa en el formol del envase que la contiene,
- Realización de cortes e incisiones, y
- Selección de las partes que se examinarán al microscopio.

Aunque estas tareas son comunes en todos los laboratorios, existen diferentes formas de organización del trabajo que cada Servicio tiene establecidas en función de los medios disponibles, personal de apoyo, volumen de trabajo o simplemente, preferencias personales. El diseño debe tener en cuenta el circuito de trabajo que se sigue, para determinar la distribución de los elementos que se integrarán en la mesa: ubicación de la zona de tallado, fregaderos, grifos dispensadores de formol, encimera para colocación de recipientes, baldas, enchufes, espacios para equipos informáticos, soportes para cámaras de fotografía, marcadores de cassettes, dictáfono, etc.).

La mesa de tallado debe tener una superficie de trabajo con espacio suficiente para desarrollar el tallado: normalmente es suficiente disponer de un área de 1 m de largo por 0,5 m de ancho (ver Foto 5).

La superficie de tallado debe contar con un sistema para evacuar los líquidos y fluidos desprendidos durante este proceso. Un ejemplo de este sistema consiste en un fregadero poco profundo con pendiente que desciende hacia la dimensión más larga y más distal desde el borde de la mesa, cubierto con una chapa de acero inoxidable con perforaciones en forma de rejilla (por ejemplo de un diámetro aproximado de 1cm). El fregadero está provisto de una cortina de agua que se puede accionar a voluntad y que ayuda a arrastrar los lixiviados que van generándose durante la operación de tallado.



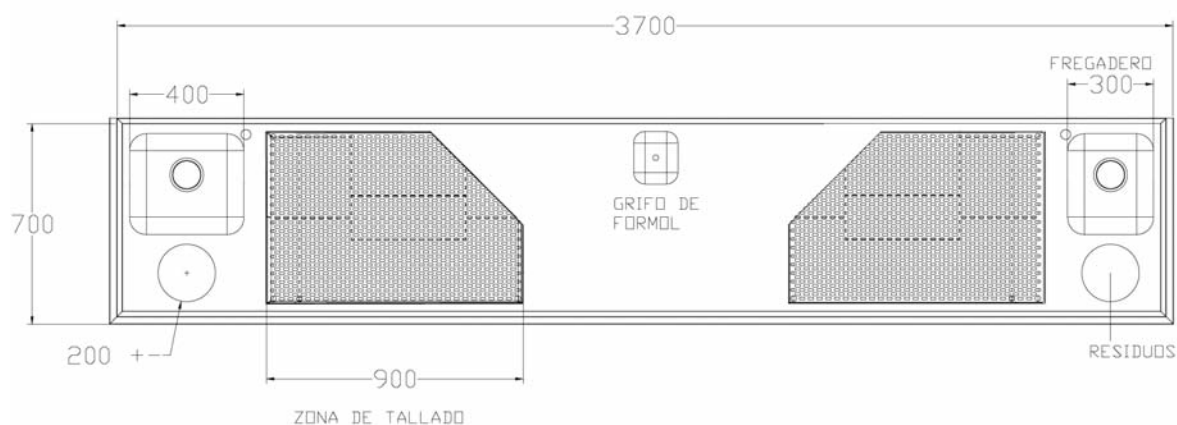


Foto 5: ejemplo de dimensiones de una mesa de tallado con dos puestos

Como se ha comentado, desde el aspecto preventivo se debe optar por mesas de tallado de tipo cerrado. Además de su mayor eficacia de extracción de los vapores de formaldehído y de evitar su dispersión por el mayor grado de confinamiento, también protegen frente a posibles salpicaduras o a la inhalación de aerosoles que potencialmente pueden presentar riesgo biológico por vía aérea. Desde un punto de vista objetivo, estas mesas implican un mayor grado de dificultad a la hora de realizar el tallado y las tareas conexas, ya que se establece una barrera física entre el interior de la mesa y el usuario. Por este motivo, el correcto diseño del cerramiento cobra una especial relevancia.

Es recomendable que la parte frontal sea de cristal, ya que la resistencia a la abrasión y a la acción de los productos químicos utilizados para la limpieza de esta superficie es superior a la de otros materiales (metacrilato, policarbonato, etc.).

También es recomendable que el frontal cuente con una parte fija y una parte abatible para facilitar el acceso al interior de la mesa, la introducción de material o las labores de limpieza. La sección abatible deberá contar con un sistema de sujeción que garantice su desplome, tanto en la manipulación normal como por causas accidentales, cuando se encuentra en posición abierta.

En cualquier caso, entre el plano de trabajo y el borde inferior del acristalamiento abatible deberá existir una distancia de aproximadamente 25 cm, ya que este espacio es suficiente para realizar las tareas de tallado, logrando un grado aceptable de confinamiento de la zona de trabajo en la que se emite el formaldehído.

La posición del cerramiento frontal es crítica, puesto que la descripción macroscópica y el “tallado” de las biopsias requiere precisión y agudeza visual, lo que obliga al patólogo a adoptar una posición muy próxima a la muestra. Un diseño inadecuado puede obligar a introducir la cabeza en el interior de la mesa de tallado para poder realizar la operación. Existen diseños que minimizan esta problemática, en base a dos premisas:

- El cerramiento esté retranqueado respecto al borde exterior de la mesa, por lo que el conjunto está más atrasado que el plano donde se posiciona el usuario.
- El acristalamiento frontal está colocado en ángulo, lo que permite que el usuario pueda inclinarse y observar la muestra a través del mismo.

Otros aspectos a tener en cuenta en relación con las dimensiones de la mesa son:

- Debe existir espacio suficiente para el número de personas que deben utilizar la mesa (anatomopatólogos, técnicos de anatomía patológica, etc.).

- Se debe poder trabajar con comodidad tanto de pie como sentado. Se recomienda que la mesa esté sobre patas, de esta forma, si se trabaja de pie habrá hueco para los pies y el usuario se podrá aproximar al borde de la encimera.
- Si se colocan estantes en el interior de la mesa, se deberán tener en cuenta la distancia de alcance desde la posición de sentado, y con el frontal abatible en su posición más baja.

En el caso de piezas anatómicas de tamaño medio o grande, una medida preventiva de gran eficacia es realizar un lavado de la pieza con agua para eliminar el máximo formol posible. Por este motivo, en el interior de la mesa debe existir un fregadero con de dimensiones adecuadas al tipo de pieza con el que se prevea trabajar, dotado con grifo de agua caliente y fría. En ocasiones, puede convenir que este grifo sea de tipo ducha, con tubo extensible, para realizar labores de limpieza del interior de la mesa de tallado con él.

Otra de las operaciones que emiten formaldehído al ambiente es el llenado de recipientes con formol o el vertido de residuos con formol. Por este motivo, es interesante contar con un grifo dosificador de formol conectado a bidones o a depósito centralizado, y un fregadero exclusivo para la recogida de los residuos líquidos que contienen formol, que puede conducir a un bidón o a un depósito centralizado.

Las papeleras y cubos de residuos son una fuente importante de emisión de formaldehído. Además es un elemento de uso continuo, por lo que desde el punto de vista ergonómico y de eficacia, es recomendable tenerlo ubicado en una zona que no obligue a realizar excesivos giros del tronco, extremidades superiores o cuello. Por estos motivos, es recomendable integrar este elemento en el diseño del interior de la mesa. Una forma sencilla es realizar un agujero pasante de unos 25cm de diámetro, y colocar una pieza anular con reborde, construida en material elastomérico que encaja sobre él, dejando una pequeña holgura. La función de este sistema es la de poder soportar una bolsa de residuos. La fijación de la bolsa se realiza por medio de la pieza anular, que atrapa la boca de la bolsa contra la encimera (ver fotos 6 y 7). Bajo este orificio se coloca un cubo sobre una base con ruedas, de forma que al soltar la bolsa, quede en el cubo y se pueda extraer con facilidad.



Foto 6

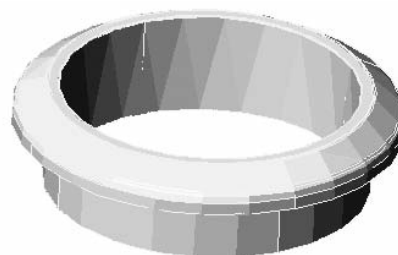


Foto 7. Detalle del anillo de sujeción



Con esta medida, la zona de vertido de residuos contaminados queda cercana a la zona donde se generan éstos y a su vez, queda integrada dentro de la zona de extracción, con lo que los vapores que se emiten desde los residuos son captados.

#### 4. PROCESO DE DISEÑO PARTICIPATIVO

Para lograr un diseño de la mesa de tallado que responda a los requisitos de funcionalidad y eficacia preventiva, es muy recomendable abordarlo desde un proceso participativo. Como se ha comentado, la mesa de tallado debe cumplir con unos requisitos mínimos desde el punto de vista técnico para que cumpla su cometido, pero de nada servirá esta mesa si no es funcional y los usuarios pueden desarrollar su trabajo con comodidad.

La utilización de un método participativo permite que se adopten medidas preventivas eficaces y que producen pocas interferencias con las tareas a realizar, incluso mejorando su desarrollo e incrementando la productividad, ya que se han tenido en cuenta las necesidades y experiencia de los usuarios.

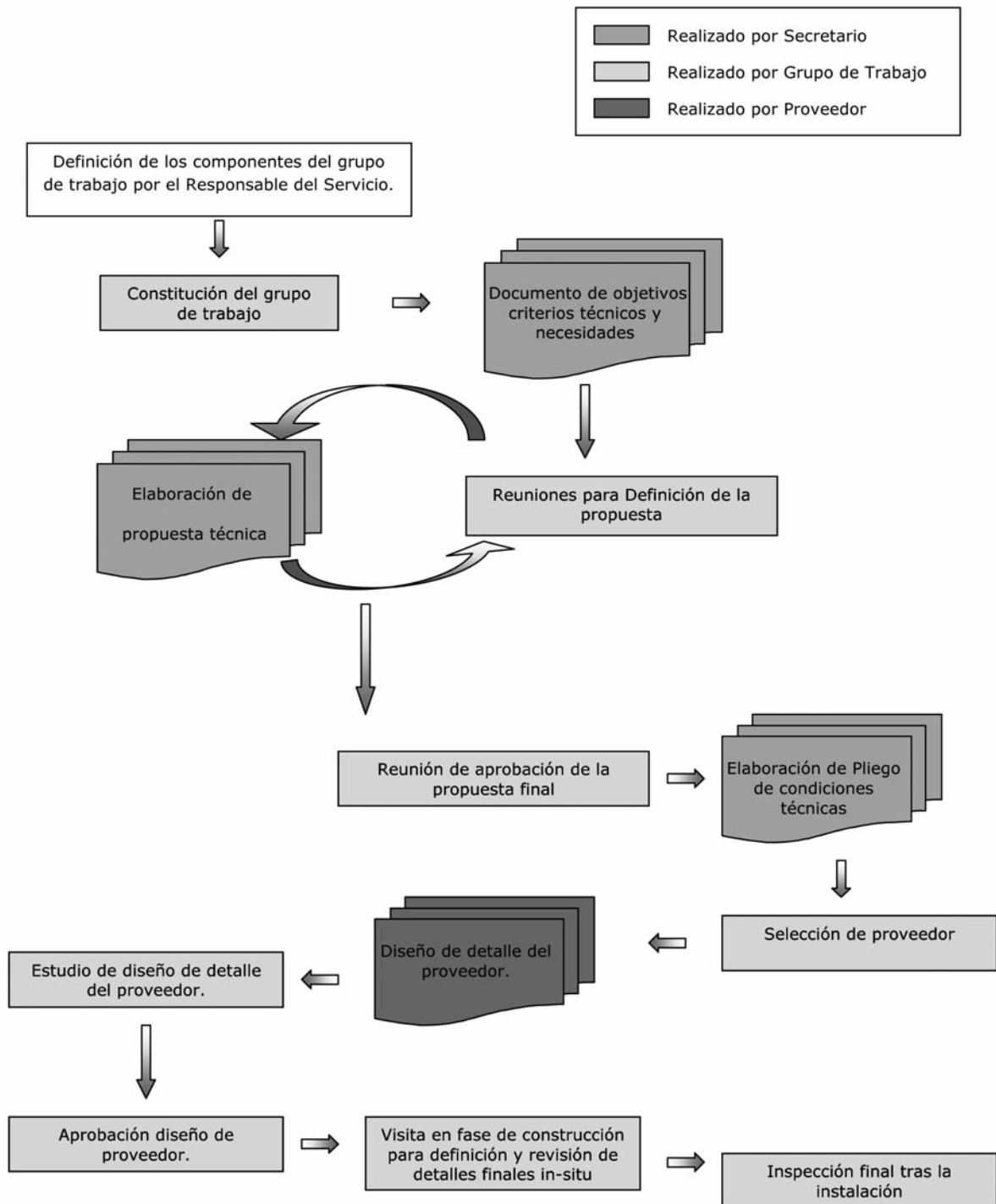
El primer paso para desarrollar este proceso, es la creación de un grupo de trabajo que lidere el proceso de diseño. No obstante el proceso de diseño participativo no debe quedar restringido a este grupo de trabajo. Es preciso que todos los usuarios tengan la posibilidad de participar, por lo que se deberán habilitar mecanismos para divulgar la información que va surgiendo del grupo de trabajo y el retorno de las sugerencias por otros usuarios que no participan. Como paso inicial, el Responsable del Servicio debería informar a todos los usuarios de la constitución del Grupo de Trabajo, cuales son sus componentes, objetivos del grupo y mecanismos de participación previstos, previamente al inicio de la actividad del Grupo.

Este grupo debería ser pluridisciplinar, con el fin de combinar las visiones desde el punto de vista de usuario y desde el punto de vista preventivo. La composición del mismo podría ser la siguiente:

- Un Responsable del Servicio, su función será liderar el grupo, aprobar el diseño final y adoptar las decisiones precisas en caso de no llegar a acuerdos.
- Uno o varios anatomopatólogos
- Uno o varios TEAP
- Un técnico del Servicio de Prevención (propio o ajeno)
- Un representante de Obras/Compras o Mantenimiento (variará en función de la organización de cada centro)

Uno de los miembros del grupo deberá actuar como Secretario. Su función será la de convocar las reuniones y tomar acta, elaborar la documentación técnica en base a lo acordado en las reuniones que se utilizará para ir definiendo la propuesta y generar el documento final para la entrega al encargado de la adquisición.

El proceso se describe de forma gráfica en el siguiente esquema:



Como se observa en el diagrama, es interesante que el grupo de trabajo pueda realizar una supervisión tanto en la fase de diseño que realiza el proveedor, como en la fase de fabricación, para verificar que la mesa responde a los requisitos buscados o bien, se pueden detectar carencias en esta fase que no se podrían prever en la fase de diseño y que pueden ser subsanadas antes de finalizar su construcción.

En la fase final de inspección conviene realizar las siguientes comprobaciones, antes de la utilización del equipo:

- Medición del caudal de aspiración y de la velocidad de aspiración en el hueco frontal. Para realizar esta medición es útil consultar la Norma UNE-EN 14175-4: 2005. Vitrinas de gases. Parte 4: Métodos de ensayo in situ
- Medición de niveles de ruido en el puesto de trabajo.
- Medición de iluminación sobre la superficie de trabajo.

Una vez que la mesa de tallado esté en servicio, se recomienda que para verificar la eficacia de la mesa, se realicen mediciones de formaldehído en ambiente para determinar si los valores obtenidos durante la realización de operaciones en las que pueda emitirse formaldehído al ambiente, están por debajo del Valor Límite de Exposición de Corta Duración.

## 5. CONCLUSIONES

La inhalación de formaldehído es el riesgo principal durante la operación de tallado de biopsias, pero también están presentes otros riesgos como el biológico, las salpicaduras de formol o los riesgos musculoesqueléticos por la postura de trabajo.

El formaldehído es un irritante potente de las vías respiratorias, ojos y mucosas. Está clasificado como cancerígeno de Categoría 2 (según CLP), es decir, es sospechoso de provocar cáncer en humanos. No obstante, la IARC lo clasifica como cancerígeno de categoría 1 (cancerígeno en humanos), para el cáncer nasofaríngeo. Según los estudios toxicológicos, se cree que este efecto tiene relación con el nivel de exposición a formaldehído y la probabilidad de que ocurre aumenta en las exposiciones a concentraciones por encima del valor límite ambiental (0,3 ppm).

Teniendo en cuenta esta información toxicológica, el control de las condiciones de trabajo para evitar la exposición a formaldehído cobra especial relevancia para evitar daños por exposición a este agente químico. La normativa preventiva prioriza la adopción de medidas preventivas de tipo colectivo, frente a las de tipo individual. Por este motivo, en la operación de tallado de biopsias se deben utilizar mesas de tallado con extracción localizada, con alto grado de confinamiento y que incorporen todos los elementos y operaciones que pueden emitir formaldehído al ambiente.

La realización de un proceso participativo para el diseño de la mesa de tallado, permite la adopción de medidas de protección colectiva eficaces frente a la exposición a vapores de formaldehído y otros riesgos, como el biológico, sin que estas produzcan interferencias con las tareas a realizar, incluso mejorando su desarrollo e incrementando la productividad, ya que se han tenido en cuenta las necesidades de los usuarios.

Realizar un proceso participativo contribuye a la integración de la prevención de riesgos laborales, tal y como establece la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, ya que las personas que han participado en el proceso perciben este hecho como un compromiso de la organización con su salud y como una oportunidad para aportar su conocimiento y experiencia en la mejora de su calidad de vida laboral.

Esta percepción por parte de los trabajadores hace que incrementen su compromiso respecto a su propia seguridad, disminuyendo la resistencia a la hora de utilizar las medidas de protección.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Norma UNE-EN-13150:2001 Mesas de laboratorio. Dimensiones, requisitos de seguridad y métodos de ensayo.
2. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Norma UNE-EN-14175-2:2003 Vitrinas de gases. Parte 2: Requisitos de seguridad y de funcionamiento.

3. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Norma UNE-EN-14175-3: 2004 Vitrinas de gases. Parte 3: Métodos de ensayo de tipo.
4. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Norma UNE-EN-14175-4: 2005 Vitrinas de gases. Parte 4: Métodos de ensayo in situ.
5. Autoría múltiple. "Agentes químicos en el ámbito sanitario". Escuela Nacional de Medicina del Trabajo (ENMT). Instituto de Salud Carlos III. Ministerio de Ciencia e Innovación. Madrid. 2010. Pascual del Río, Jorge. Coordinador.
6. Centre international de recherche sur le cancer. Monograph on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Formaldehyde, 2-Butoxyethanol, 1-tert-butoxy-2-propanol. Lyon: IARC; 2006. Vol. 88.
7. Institut de Recherche Robert-Sauvé en Santé et en Sécurité du Travail. Exposure to formaldehyde in the workplace. Pathology laboratory. Montréal: IRSST; 2006. Prevention fact sheet RG3-473.
8. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 2012. "Límites de exposición profesional para agentes químicos en España".
9. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 2003. Guía Técnica del Real Decreto 374/2001.
10. INSHT en colaboración con CC AA (2012). Tallado de muestras en anatomía patológica: exposición a formaldehído. Situaciones de Trabajo Peligrosas, STP. Situaciones de exposición a Agentes Químicos, BASE-QUIM. (<http://www.insht.es>)
11. Instituto Asturiano de Prevención de Riesgos Laborales. Mapa de Riesgo Químico en Asturias. 2ª parte: Sector Sanitario. 2013.
12. Institut National de Recherche et de Sécurité. Fiche toxicologique: Aldéhyde formique et solutions aqueuses. Fiche toxicologique n° 7. Paris. 2006.
13. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. NTP 248: Formaldehído: su control en laboratorios de Anatomía y Anatomía Patológica.
14. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. NTP 373: La ventilación general en el laboratorio.
15. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. NTP 646: Seguridad en el laboratorio: selección y ubicación de vitrinas.
16. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. NTP 672: Extracción localizada en el laboratorio.
17. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. NTP 677: Seguridad en el laboratorio. Vitrinas de gases de laboratorio: utilización y mantenimiento.
18. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. NTP 873: Prevención de la exposición a formaldehído.
19. Oleart Comellas, P.; Pou Serra, R.; Rabassó Campi, J.; Sanz Gallén, P. Guía práctica para la sustitución de agentes químicos por otros menos peligrosos en la industria. Foment del Treball. 2011.
20. Real Decreto 374/2001, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

