

Prevención de la exposición a formaldehído

*Prevention of formaldehyde exposure
Prévention de l'exposition au formaldehide*

Redactoras:

Asunción Freixa Blanxart
Licenciada en Ciencias Químicas

Susana Torrado del Rey
Licenciada en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES
DE TRABAJO

En la presente Nota Técnica de Prevención (NTP), que sustituye a la n° 590, se resumen y comentan algunos de los métodos existentes para la identificación y cuantificación de vapores de formaldehído en diferentes ambientes laborales, así como procedimientos adecuados para reducir al máximo su presencia en el aire. El control de la exposición laboral a formaldehído es una actividad fundamental en higiene industrial, tanto por su extensa presencia como por sus importantes efectos adversos sobre la salud. Ver también la NTP n° 248.

Vigencia	Actualizada	Observaciones
VÁLIDA		

1. INTRODUCCIÓN

El formaldehído sigue siendo una de las sustancias más utilizadas en los centros sanitarios y en diferentes procesos industriales. Sin embargo, por su carácter irritante y al estar clasificado como cancerígeno (de categoría 3 en la Unión Europea, de categoría 2 según el Reglamento 1272/2008 y de categoría 1 según la IARC) existe una tendencia a eliminar su uso, cuando ello es posible, o bien a reducir la exposición al máximo, tomando las correspondientes medidas de corrección. Por ello, continuamente se están desarrollando nuevos sistemas para llevar a cabo el correcto control de la exposición y, sobretodo, destinados a lograr una disminución de sus niveles ambientales.

2. CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES

El formaldehído es un gas incoloro de olor sofocante, muy soluble en agua, en la cual polimeriza rápidamente. La facilidad de polimerización hace que se emplee como componente de muchas resinas: fenol-formaldehído, urea-formaldehído, poliacetales, melanina y como desinfectante y conservante en centros sanitarios. Su disolución en agua, con adición de metanol, recibe el nombre de formol o formalina.

3. EFECTOS SOBRE LA SALUD

A bajas concentraciones el formaldehído provoca irritación ocular, del tracto respiratorio y de la piel y también actúa como sensibilizante de la piel. La inhalación de formaldehído a altas concentraciones provoca severa irritación del tracto respiratorio, pudiendo llegar a provocar la muerte.

En la tabla 1 se resumen la clasificación y las características de peligrosidad del formaldehído y sus distintas diso-

luciones en agua según el Reglamento (CE) n° 1272/2008.

Esta clasificación se complementa con las Notas B y D que se explican a continuación:

- Nota B: Ciertas sustancias (ácidos, bases, etc.) se comercializan en forma de disoluciones acuosas en distintas concentraciones y, por ello, necesitan una clasificación y un etiquetado diferentes, pues los peligros que presentan varían en función de las distintas concentraciones. En la parte 3, las entradas con la nota, B tienen una denominación general del tipo "ácido nítrico...%". En este caso, el fabricante deberá indicar en la etiqueta la concentración de la disolución en porcentaje. La concentración en porcentaje se entenderá siempre como peso/peso, excepto si explícitamente se especifica otra cosa.
- Nota D: Ciertas sustancias que pueden experimentar una polimerización o descomposición espontáneas, se comercializan en una forma estabilizada, y así figuran en la parte 3. No obstante, en algunas ocasiones, dichas sustancias se comercializan en una forma no estabilizada. En este caso, el proveedor deberá especificar en la etiqueta el nombre de la sustancia seguido de la palabra "no estabilizada".

4. VALORES LÍMITE

El valor límite ambiental para exposiciones cortas (LEP-VLA-EC) del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2010) para el formaldehído es de 0,3 ppm (0,37 mg/m³) con las notas: Sen, y

- Sen: Sensibilizante. Véase Apartado 6 de "Límites de Exposición para Agentes Químicos en España 2010".
- y: Reclasificado recientemente, por la Internacional Agency for Research on Cancer (IARC) de grupo 2A (probablemente carcinogénico en humanos) a grupo 1 (carcinogénico en humanos).

CONCENTRACIÓN (C)	PICTOGRAMA	PALABRA DE ADVERTENCIA	INDICACIONES DE PELIGRO
$\geq 25\%$		PELIGRO	<ul style="list-style-type: none"> • Se sospecha que provoca cáncer • Tóxico en caso de inhalación • Tóxico en contacto con la piel • Tóxico en caso de ingestión • Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves • Puede irritar las vías respiratorias • Puede provocar una reacción alérgica en la piel
$5\% \leq C \leq 25\%$		ATENCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Se sospecha que provoca cáncer • Nocivo en caso de inhalación • Nocivo en contacto con la piel • Nocivo en caso de ingestión • Provoca irritación cutánea • Provoca irritación ocular grave • Puede irritar las vías respiratorias • Puede provocar una reacción alérgica en la piel
$\geq 1\%$		ATENCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Se sospecha que provoca cáncer • Puede provocar una reacción alérgica en la piel
$\geq 0,2\%$		ATENCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Puede provocar una reacción alérgica en la piel

Tabla 1. Clasificación de peligrosidad de distintas disoluciones de formaldehído en agua

5. CONTROL DE LA EXPOSICIÓN

Como es habitual en higiene industrial, el control de la exposición se basa en la determinación de formaldehído en aire. Existen distintos procedimientos para ello: métodos de toma de muestra y análisis activos y pasivos, aplicando técnicas espectrofotométricas y cromatográficas.

En la tabla 2 se describen las características de los métodos analíticos disponibles.

6. NIVELES DE CONTAMINACIÓN

En la tabla 3 se presentan los resultados obtenidos en los distintos estudios realizados por el INSHT en distintos ambientes de trabajo.

7. MEDIDAS PARA PREVENIR LA EXPOSICIÓN

Se resumen brevemente las medidas adecuadas para la prevención de la exposición. Para laboratorios de anatomía patológica, consultar la NTP nº 248.

Protección general y colectiva

Para prevenir la exposición a formaldehído es necesario reducir al mínimo posible su presencia en el puesto de trabajo, proteger al trabajador frente a salpicaduras y contactos directos con la piel y establecer un plan de formación e información del personal que lo maneja.

Se debe evitar la existencia de fuentes de contamina-

ción innecesarias, como recipientes abiertos y eliminar rápidamente los derrames.

Deben observarse procedimientos de trabajo adecuados, evitando la evaporación y la formación de aerosoles y manteniendo los recipientes cerrados. La utilización de

ACTIVIDAD/EMPRESA	MARGEN DE CONCENTRACIONES EN ppm
Curtidos	0,09 – 4,00
Soldadura térmica	0,02 – 0,03
Resinas fenólicas	0,05 – 0,30
Fundiciones	0,09 – 1,25
Fabricación de muebles	0,20 – 0,33
Oficinas (decoración)	0,19 – 0,33
Edificios (reformas)	0,60 – 1,20
Hospitales Limpieza/Desinfección	0,01 – 1,62
Hospitales Anatomía patológica Laboratorio	0,08 – 6,90
Hospitales Anatomía patológica Archivo muestras	0,22 – 0,36
Hospitales Endoscopias	0,01 – 0,08
Hospitales Autopsias (Sala)	0,07 – 8,40
Hospitales Autopsias (Archivo muestras)	1,10 – 1,60
Prácticas disección de cadáveres	0,38 – 2,94
Aire urbano	0,02 – 0,04

Tabla 3. Resultados obtenidos de concentración de formaldehído en aire en distintos estudios ambientales

MÉTODO	CAPTACIÓN	CAUDAL Y TIEMPO DE MUESTREO	CONDICIONES ANALÍTICAS	INTERFERENCIAS	TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO
Método de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) mediante captación activa con silica gel impregnado con hidroclorehidrato de 2,4-dinitrofenilhidracina (Referencia 8.1)	Tubo relleno de silica gel (300mg/150mg) impregnada con hidroclorehidrato de 2,4-dinitrofenilhidracina	De 0,3 a 0,5 L/min para un período de muestreo de 15 min.	<ul style="list-style-type: none"> Técnica: Cromatografía líquida de alta resolución con detección UV. Columna: Silice funcionalizada con octadecilsilano C18 5µm, 25cm x 4,6 mm. Detector ultravioleta visible de diodos Array: longitud de onda 365nm Eluyente: Metanol/agua 65/35 (v/v). Flujo: 1.5 ml/min. Límite de detección estimado: 2 µg/m³ Intervalo de aplicación: 0,1 a 4 mg/m³ para un volumen de 10 litros. 	El ozono y otros aldehídos presentes en el ambiente pueden reaccionar con la 2,4 DNPB pero estas interferencias pueden ser resueltas estableciendo unas condiciones cromatográficas adecuadas.	Las muestras deben almacenarse a 4 °C. El tiempo entre el muestreo y la extracción no debe exceder las 2 semanas.
Método Espectrofotométrico de captación activa mediante la sal disódica del ácido 4,5 dihidroxinataleno-2,7-disulfónico (ácido cromotrópico). (Referencia 8.6)	Borboteador con 10 ml de solución acuosa de sulfito sódico al 1%.	De 0,8 a 1 L/min para un período de muestreo de 15 min.	<p>Técnica: Espectrofotometría UV-Vis, a 580 nm, usando cubetas de 1cm de paso de luz.</p> <p>Reactivo: Solución acuosa de ácido cromotrópico al 1% en medio fuertemente ácido.</p> <p>Límite de detección: 0.02 mg/m³</p> <p>Intervalo de aplicación: 0.1 a 2 mg/m³.</p>	Presencia de alcoholes de peso molecular alto y etanol dan interferencia negativa. Otros aldehídos dan interferencia positiva.	Las muestras deben almacenarse a 4 °C. El análisis debe realizarse lo antes posible.
Método colorimétrico mediante captación pasiva (por difusión) mediante la sal disódica del ácido 4,5 dihidroxinataleno-2,7-disulfónico (ácido cromotrópico). (Referencia 8.5)	Monitor pasivo: Filtro impregnado de bisulfito sódico. Velocidad de difusión (SR): 61,4 ml/min.	Entre 1 y 8 h dependiendo de la concentración ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> Técnica: Espectrofotometría UV-Vis, a 580 nm, usando cubetas de 1cm de paso de luz. Reactivo: Solución acuosa de ácido cromotrópico al 1% en medio fuertemente ácido. Capacidad máxima: 40ppm-hora. Límite de cuantificación: 3.6 µg/muestra. Intervalo de aplicación: Depende del tiempo de muestreo. 	El alcohol isopropílico no presenta interferencia. El fenol puede reducir la respuesta un 20%. Este tipo de interferencia puede ser eliminado aumentando la cantidad de ácido cromotrópico durante el análisis. Ver también las interferencias indicadas en el procedimiento anterior. El metatioxeno, paratormaldehído y el dimetoximetano causan interferencias positivas.	Las muestras deben almacenarse a temperatura ambiente.
Método de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) mediante captación pasiva (por difusión) con 2,4-Dinitrofenilhidrazina-filtro de fibra de vidrio. (Referencia 8.4)	La captación se lleva a cabo con un filtro de fibra de vidrio impregnado con 2-4 dinitrofenilhidrazina (GMD). Velocidad de difusión (SR): 25.2 ml/min.	Entre 15 min y 8 horas.	<ul style="list-style-type: none"> Técnica: Cromatografía líquida de alta resolución con detección UV. Columna: Silice funcionalizada con octadecilsilano C18 5 µm, 25cm x 4,6 mm. Detector ultravioleta visible (Diode Array): longitud de onda 365nm Eluyente : Metanol/agua 65/35 (v/v). Flujo: 1.5 ml/min. Intervalo de aplicación: 0,1-4 mg/m³ Límite de cuantificación: 2µg/m³. 	El ozono y otros aldehídos presentes en el ambiente pueden reaccionar con la 2,4 DNPB pero estas interferencias pueden ser resueltas estableciendo unas condiciones cromatográficas adecuadas.	Las muestras deben almacenarse a 4 °C. El tiempo entre el muestreo y la extracción no debe exceder las 2 semanas.
Observaciones: El método no es adecuado para la determinación de aerosoles de formaldehído, aunque se puede emplear un sistema activo para estos casos.					
Método de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) mediante captación pasiva con 2,4-Dinitrofenilhidrazina radiello. (Referencia 8.9)	La captación se lleva a cabo con un cartucho impregnado con 2-4 dinitrofenilhidracina de la marca Radiello.	Entre 15 min y 8 horas.	<ul style="list-style-type: none"> Técnica: Cromatografía líquida de alta resolución con detección UV. Columna: Silice funcionalizada con octadecilsilano C18 5 µm, 25cm x 4,6 mm. Detector ultravioleta visible (Diode Array): longitud de onda 365nm Eluyente : Metanol/agua 65/35 (v/v). Flujo: 1.5 ml/min. Intervalo de aplicación: 1-4000 mg*min/m³ Límite de cuantificación: 0.1 µg/m³. 	El ozono y otros aldehídos presentes en el ambiente pueden reaccionar con la 2,4 DNPB pero estas interferencias pueden ser resueltas estableciendo unas condiciones cromatográficas adecuadas.	Las muestras deben almacenarse a 4 °C. El tiempo entre el muestreo y la extracción no debe exceder los 2 meses y entre la extracción y el análisis no debe exceder 42 días.

Tabla 2. Características de los métodos analíticos disponibles

vitrinas con encerramiento y aspiración forzada reduce la presencia de formaldehído, siendo preferible a la utilización de extracciones localizadas móviles, que también son recomendables en casos concretos. Por otra parte una adecuada renovación general del aire colabora a la minimización de las concentraciones residuales.

Existen también unidades portátiles de extracción que aspiran el aire a través de unos filtros impregnados con permanganato de potasio que fija químicamente al formaldehído. Estas unidades son especialmente útiles para eliminar el aldehído en salas de almacenaje de piezas pequeñas fijadas con formaldehído.

Equipos de protección individual (EPI)

La utilización de EPI implica el establecimiento de un

programa para su adecuada gestión, desde la decisión de su utilización, hasta la formación e información a los usuarios y deberá tenerse en cuenta especialmente la legislación existente al respecto, los RRDD de comercialización (1407/92) y de disposiciones mínimas de seguridad y salud para su utilización (773/97), no olvidándose nunca el carácter de "última protección" que tienen.

Los EPI recomendados generalmente para trabajar con formaldehído son los que protegen de contacto dérmico y de salpicaduras, como guantes, delantales, gafas y máscara facial. Si se pretende evitar completamente la inhalación de vapores, debe recurrirse a la utilización de equipos de protección respiratoria incluyendo filtros químicos del tipo BP3. Consultar siempre su adecuación al fabricante y leer detenidamente el folleto explicativo.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH.
Formaldehyde Method nº 2016
Manual of Analytical Methods (NMAM), Fourth Edition, 1998, NIOSH, Cincinnati Oh, USA.
- (2) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO.
Límites de exposición profesional para Agentes Químicos en España.
2010. INSHT Madrid 2009.
- (3) INSTITUT BELGE DE NORMALISATION (IBN).
Détermination de la concentration en formaldéhyde. Méthode par dérivatisation au DNPH adsorbé sur un remplissage C18, désorption à l'acétonitrile et analyse par HPLC. NBN T96-202.
IBN, Bruxelles, 1989.
- (4) J.O. LEVIN, ET AL.
Determination of Sub-part-per-Million Levels of formaldehyde in air using active or passive Sampling on 2,4-Dinitrophenylhydrazine-coated glass fiber filters and High Performance Liquid Chromatography.
Anal.Chem. 57,1032-1035, 1985
- (5) SISTEMAS PASIVOS CON MONITORES ESPECÍFICOS.
"Organic Analytical Method No 4D". 3M Central Analytical Laboratory,
MSA, 1985.
- (6) INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO.
Determinación de formaldehído en aire. Método Espectrofotométrico mediante la sal disódica del ácido 4,5 dihidroxinaftaleno-2,7-disulfónico (ácido cromotrópico). MTA/MA -018/A89.INSHT. Método de toma de muestras y análisis".
INSHT Madrid 1989.
- (7) HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE
Formaldehyde in Air Laboratory Methos using a diffusive sampler, solvent desorption and high performance liquid chromatography. MDHS78
HSE. United Kingdom. May, 1994.
- (8) J.-O. LEVIN, R. LINDAHL, K. ANDERSSON
High-performance liquid-chromatographic determination of formaldehyde in air in the ppb to ppm range using diffusive sampling and hydrazone formation.
Environmental Technology Letters. Vol. 9 pp 1423-1430 1988.
- (9) http://www.radiello.com/english/ald_en.htm
- (10) Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas (BOE nº 133 05/06/1995)
- (11) Reglamento (CE) no 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas (OJ L 353, 31.12.2008)
- (12) Real Decreto 717/2010, de 28 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas y el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos. (BOE nº 139 08/06/2010).