

Formaldehído

FICHAS DE AYUDA PARA LA SUSTITUCIÓN: La sustitución como medida más efectiva

La sustitución de los agentes cancerígenos, mutágenos o reprotóxicos es la medida preventiva prioritaria y más efectiva frente a los riesgos derivados de la exposición a dichos agentes en el trabajo. En la Ficha n° 00 (Aspectos generales) de esta colección técnica, puede consultarse información general, procedimientos y herramientas de ayuda para la sustitución.

Asimismo, en la Ficha n° 3 Formaldehído, de la colección "Agentes Cancerígenos en el Trabajo: Conocer para prevenir", se facilita información general sobre el agente y dónde se puede encontrar; los principales efectos para la salud; profesiones o sectores industriales donde puede haber exposición y niveles medios de exposición cuando existen estudios sobre ello; información sobre evaluación y control de la exposición, vigilancia de la salud, así como otras medidas preventivas.

En la presente colección se resume aquella información relativa a los aspectos anteriores, con carácter no exhaustivo, y que pueda tener mayor impacto en la sustitución del agente, aportándose referencias de opciones y buenas prácticas para su sustitución en aquellos sectores identificados con mayor exposición.

Principales características y efectos en la salud

El formaldehído es un compuesto químico orgánico perteneciente al grupo de los aldehídos, altamente inflamable y muy volátil. En condiciones normales de presión y temperatura es un gas de olor fuerte y penetrante y muy soluble en agua.

Su disolución en agua, con adición de metanol como estabilizante, recibe el nombre de formol o formalina.

El formaldehído está clasificado en la Unión Europea (UE) como cancerígeno de categoría 1B, según la clasificación armonizada del *Reglamento (CE) n° 1272/2008*, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas (en adelante, Reglamento CLP), por lo que se supone que es un carcinógeno para el ser humano, "en base a la existencia de pruebas en animales" [3].

ÍNDICE

Principales características
y efectos en la salud

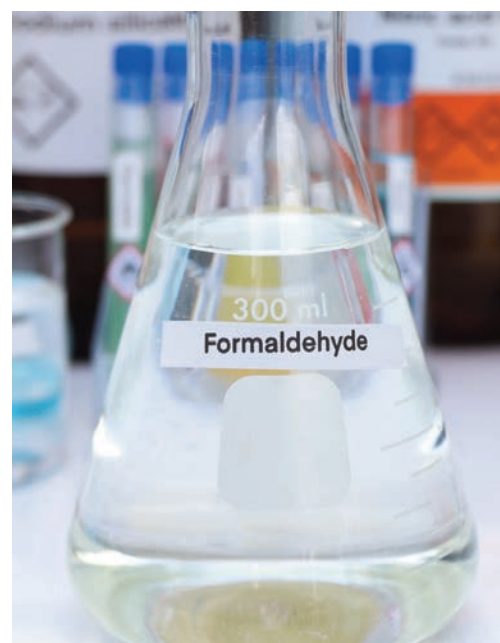
Referencias normativas

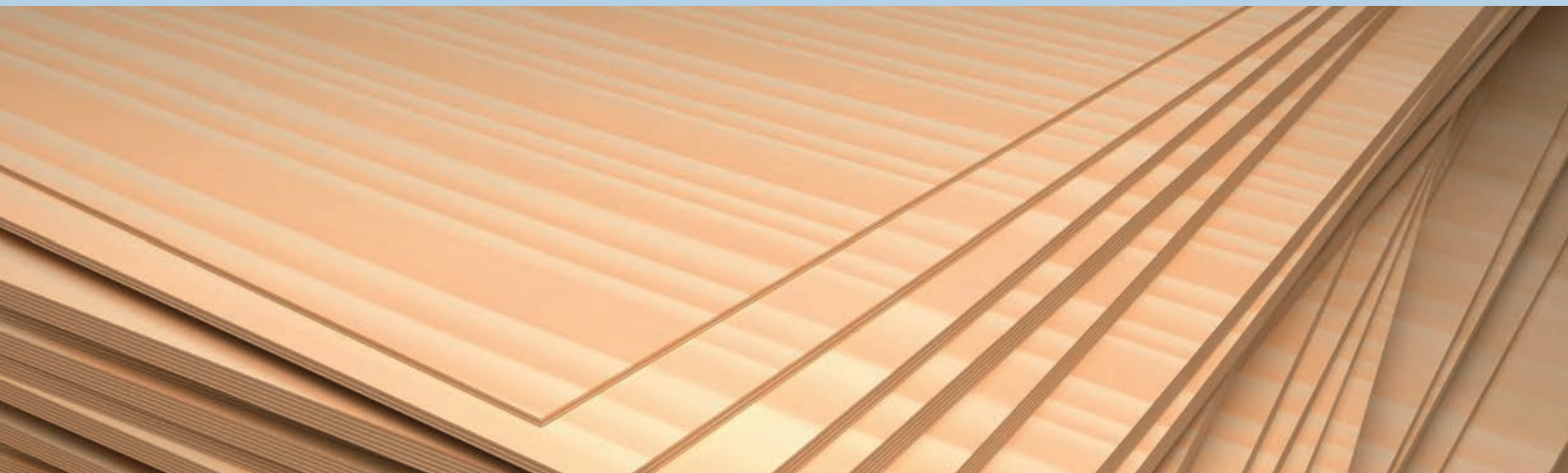
Usos frecuentes

Fuentes y sectores
principales de exposición

Algunas alternativas de
sustitución

Referencias bibliográficas





Además, está clasificado como mutágeno de categoría 2, siendo, por tanto, una sustancia motivo de preocupación por su capacidad para inducir mutaciones hereditarias en las células germinales humanas.

El formaldehído está clasificado también, según dicha normativa, como sensibilizante cutáneo de categoría 1, por ser una sustancia que, por penetración cutánea, puede ocasionar una reacción de hipersensibilidad, de forma que una exposición posterior a la misma dé lugar a efectos negativos característicos.

El formaldehído está también clasificado como tóxico agudo de categoría 3 por vía oral, cutánea y por inhalación; y corrosivo cutáneo de categoría 1B.



Referencias normativas

Son de aplicación los valores límite ambientales establecidos en el Real Decreto 665/1997, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos, mutágenos o reprotóxicos durante el trabajo.

En el ámbito europeo, el Reglamento (CE) n° 1907/2006, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y mezclas químicas (en adelante, Reglamento REACH), impone restricciones para su comercialización o uso, en diferentes artículos:

- Prendas de vestir o accesorios relacionados.
- Textiles distintos de las prendas de vestir que, en circunstancias normales o razonablemente previsibles de uso, entren en contacto con la piel humana de forma similar a las prendas de vestir.
- Calzado.
- Tapicería.
- Muebles y artículos de madera.

En el medio laboral, la principal vía de exposición del formaldehído es la inhalatoria, ya que es muy volátil.

Más del 90% del formaldehído inhalado se absorbe en el tracto respiratorio superior. Una vez absorbido, se metaboliza rápidamente en el lugar de contacto.

Su alta solubilidad en agua y su reactividad explican que los efectos adversos de este agente químico se produzcan a nivel local en el lugar de contacto. [11]



El formaldehído es regulado, asimismo, en el ámbito de la Unión Europea por diferentes legislaciones específicas. Así, por ejemplo, está incluido en la "Lista de sustancias que no podrán contener los productos cosméticos salvo con las restricciones establecidas" del *Reglamento (CE) N.º 1223/2009*, sobre los productos cosméticos.

Además, siendo carcinógeno de categoría 1B, es un candidato a la sustitución, de acuerdo con el *Reglamento (UE) N.º 528/2012*, relativo a la comercialización y uso de los biocidas, para su uso en distintas aplicaciones como desinfectante en áreas sanitarias privadas y públicas, desinfectante de superficies, y productos para la higiene veterinaria.



Usos frecuentes

El formaldehído es uno de los compuestos orgánicos básicos más importantes de la industria química, con una amplia variedad de aplicaciones como las que se citan a continuación:

- *Producción de resinas*, que representan en torno a dos tercios del consumo de formaldehído en disolución, siendo las siguientes las de mayor aplicación [6]:
 - Las *resinas de urea-formaldehído (UF)*, utilizadas principalmente como adhesivos para madera contrachapada, tableros de partículas y otros productos de madera estructurada. Son también usadas como componentes que otorgan resistencia al papel, en la industria textil y en fertilizantes.
 - Las *resinas fenólicas o de fenol-formaldehído (PF)*, usadas como adhesivos en la fabricación de tableros de virutas de madera aglomeradas y otros productos laminados de madera. También se utilizan en el tratamiento antiarrugas de tejidos, en la fabricación de recubrimientos de superficie, como ingrediente de las espumas de aislamiento térmico o como componente para el moldeo. Asimismo, sus propiedades térmicas y eléctricas permiten que sean usadas en componentes eléctricos y automóviles.
 - Las *resinas de melamina-formaldehído (MF)*, usadas en diversas aplicaciones tales como en laminados, recubrimientos de superficie y componentes para moldeo de utensilios de cocina.
 - Las *resinas de poliacetal (POM)*, especialmente aplicables para componentes de automoción.





- *Producto intermedio* para la producción de otros productos químicos:
 - Metilendifenil-diisocianato (MDI), utilizado para la producción de espumas rígidas y flexibles de poliuretano, las cuales disponen de amplias aplicaciones como aislamiento, recubrimientos, adhesivos, sellantes, etc.
 - Butanodiol, empleado, por ejemplo, en la fabricación de poliuretanos.
 - Paraformaldehído, utilizado principalmente en la fabricación de resinas con bajo contenido en agua.
 - Polioles, con aplicaciones en recubrimientos, adhesivos, etc.
 - Otros productos intermedios para industria de plásticos, textil, piel, papel, cemento, etc.
- *Uso directo* (habitualmente en disolución) para diversas aplicaciones, entre otras: como desinfectante, biocida; como agente de embalsamamiento y como conservante de órganos y tejidos; como componente de aceites de corte y fluidos refrigerantes utilizados en la mecanización de metales, componente en fertilizantes, etc.

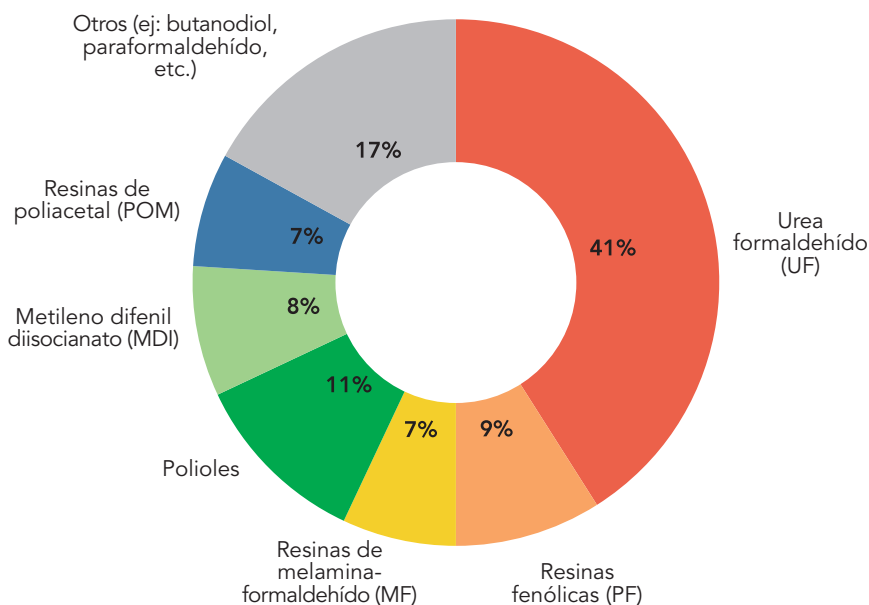


Figura 1. Principales usos industriales del formaldehído [8]



La capacidad de producción mundial de formalina está en torno a 40 millones de toneladas al año, de las cuales Europa representa alrededor de un 25%, con una capacidad de producción de 9,5 millones de toneladas al año [7].

A escala industrial, el formaldehído es producido a partir de la oxidación del metanol mediante un proceso catalítico (con plata o con óxidos de metales).

Alrededor del 60% del uso de formaldehído en la UE está destinado a la producción de resinas; el restante formaldehído fabricado e importado en la UE se destina, mayoritariamente, a la producción de recubrimientos de superficie para uso industrial, lana mineral en las industrias textiles y peleteras, así como en la producción de espumas para aislamiento de edificios y vehículos [8].



Fuentes y sectores principales de exposición

El formaldehído es un producto metabólico en plantas y animales y, por ello, está presente en el medio ambiente de forma natural a bajas concentraciones.

También se genera por combustión incompleta de materia orgánica como los combustibles líquidos o gaseosos derivados del petróleo, liberándose en diversas fuentes de combustión como en estufas, chimeneas y hornos, así como en humos de los automóviles. En el aire interior, puede estar presente como resultado de la emisión de gases de materiales que contienen formaldehído como puede ser el caso de productos de la madera, alfombras, telas, pintura y aislamiento. Asimismo, puede estar presente en el humo de tabaco.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), los habitantes de las ciudades pasan entre el 80% y el 90% de su tiempo en espacios cerrados, cuyo aire está contaminado en mayor o menor grado. La contaminación del ambiente interior por distintos agentes, entre los que se puede encontrar el formaldehído, constituye un factor de riesgo relevante para el estado de salud de la población mundial.



Se estiman concentraciones de formaldehído en el aire exterior generalmente inferiores a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en áreas remotas y por debajo de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en entornos urbanos. Los niveles de formaldehído en el aire interior de las viviendas pueden oscilar entre 20 y $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$; pudiendo ser aumentados significativamente por las diversas fuentes de combustión y por el humo de los cigarrillos [10].

En el ámbito de la Unión Europea, se estiman más de un millón de personas trabajadoras con potencial exposición a formaldehído [7].

Según la Encuesta sobre la exposición de las personas trabajadoras a factores de riesgo de cáncer en Europa de 2023, la exposición profesional a formaldehído se identifica como el quinto factor de riesgo de cáncer con mayor frecuencia de los veinticuatro factores de riesgo de cáncer considerados en dicha encuesta. Según la misma, se estimó que el 6,4% de las personas trabajadoras están expuestas al formaldehído y más de dos de cada cinco personas de las siguientes ocupaciones estaban probablemente expuestas al formaldehído: personas trabajadoras de la industria de la tapicería (62%); floristas (50,7%); bomberos y personas trabajadoras que fabrican/reparan zapatos o artículos acabados de cuero (ambos 45,3%); y personas trabajadoras que fabrican caucho, artículos de caucho, plástico o resina (42,5%). Asimismo, las principales circunstancias identificadas que dan lugar a una exposición probable al formaldehído son el uso de colas de madera de resina epoxi bicomponente o plástica, así como el trabajo con madera contrachapada, tableros de aglomerado, chapas marinas o tableros de fibra de densidad media [25].



Según la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (EU-OSHA), los datos de la Encuesta sobre la exposición de las personas trabajadoras a factores de riesgo de cáncer en Europa de 2023 "deben contribuir a aumentar la concienciación sobre los riesgos de cáncer en el ámbito laboral y a una mejor comprensión sobre dónde pueden producirse estas exposiciones, mejorando así la prevención y la gestión de riesgos en toda la UE".



Algunas alternativas de sustitución

Si bien el uso de formaldehído para ciertas aplicaciones se ha visto reducido significativamente, en la actualidad aún se puede seguir progresando en su reemplazo por otros agentes de menor peligrosidad para la salud, o bien en la sustitución o modificación de los procesos que eviten su uso o reduzcan el riesgo.

En cualquier caso, la sustitución deberá contemplar la valoración global previa de los riesgos de toda índole, incluidos los derivados de cambios en el proceso.

Se han reportado algunos ejemplos de casos aplicados y estudios de las diferentes opciones de sustitución del formaldehído para distintos sectores de actividad.

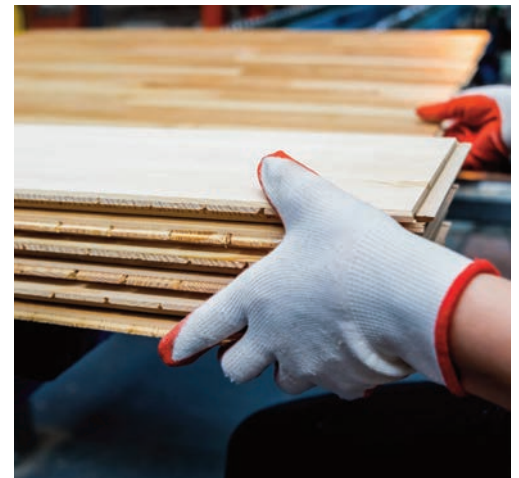
• Industria de la madera y fabricación de muebles (CNAE¹ 16 y 31)

El uso del formaldehído está presente en estos sectores mayoritariamente por su empleo en las resinas que se utilizan para elaborar los adhesivos permanentes de los tableros de madera (de partículas, de fibras -MDF- y madera contrachapada), así como en la fabricación de elementos estructurales, carpintería, vigas de madera laminada y muebles.

En los tableros de fibra o aglomerado, las partículas y las fibras de madera están unidas mediante colas preparadas con resinas que, tras un prensado en caliente, se policondensan para unirlos, seguido de un sistema de refrigeración para su curación. Por su parte, el tablero de contrachapado se fabrica con chapas finas de madera que van pegadas con las fibras transversalmente una sobre la otra con resinas sintéticas, y unidas aplicando presión y calor.

La emisión de formaldehído procede, principalmente, de la resina cuando se calienta, en la zona de prensado y, en menor medida, en la de refrigeración del tablero. Es, en estas etapas del proceso, donde existe una mayor probabilidad de exposición.

En estos sectores también es posible la exposición a formaldehído en las tareas que supongan el mecanizado, corte y lijado de los tableros de ma-



¹ Real Decreto 475/2007, de 13 de abril, por el que se aprueba la Clasificación Nacional de Actividades Económicas 2009 (CNAE-2009).

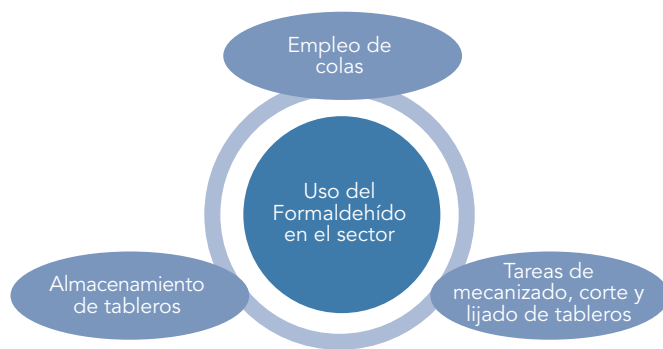
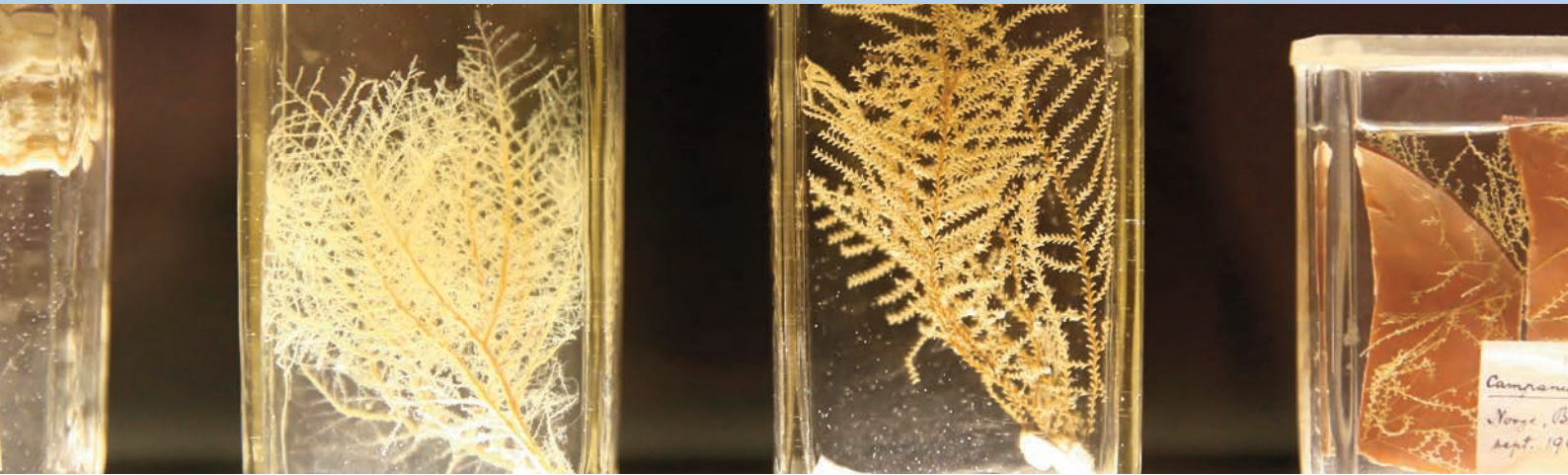


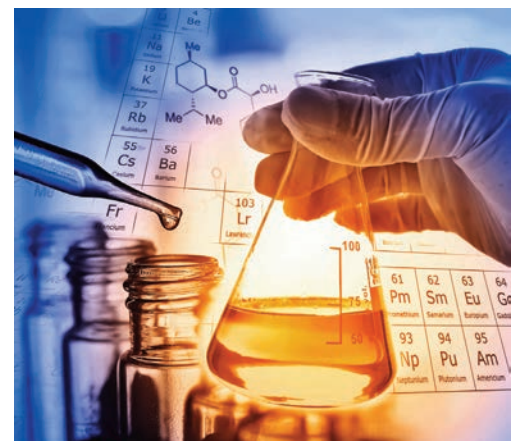
Figura 2. Principales usos del formaldehído en la industria del mueble [24]

dera, así como en su almacenamiento y aplicación de recubrimientos. A modo de ejemplo, en la Figura 2 se esquematizan los principales usos del formaldehído en la industria del mueble.

Se constata una continua evolución en la búsqueda de alternativas ([11], [13], [14], [15], [16]), como las que se citan, a modo de ejemplo, a continuación:

- Vías alternativas para la fabricación de resinas libres de formaldehído como, por ejemplo:
 - Sustitutos del formaldehído que presentan menor toxicidad, tal es el caso del dimetoxiacetaldehído.
 - Resinas basadas en otras sustancias alternativas, como el poliacetato de vinilo (PVA).
 - Bioadhesivos producidos a partir de proteínas de soja, taninos, lignina (según se reporta en un Proyecto en Francia en el portal SUBSPORTplus).
 - Asimismo, hay avances en el estudio de la posible producción de resinas a partir de pirólisis (calentamiento rápido en ausencia de oxígeno) de biomasa procedente de residuos agrícolas y forestales; a partir de aceites vegetales epoxidados [18], etc.
- Empleo de aditivos captadores de formaldehído, que interaccionan física o químicamente con el formaldehído fijándolo tanto directamente a la mezcla de la resina como al tablero final, y evitando su emisión; por ejemplo, el metabisulfito sódico, el carbón activo, taninos, urea, derivados de almidón (así se reportó en el portal SUBSPORTplus en 2011 por una empresa de tableros de madera de Galicia), etc.

El 98 % del formaldehído fabricado o importado en la Unión Europea se utiliza como sustancia intermedia química en la producción de resinas a base de formaldehído, termoplásticos y otras sustancias químicas, que se utilizan posteriormente en una amplia gama de aplicaciones. El uso principal de resinas a base de formaldehído es la fabricación de tableros de madera, en los que actúan como agente adhesivo de las partículas de madera. Estas resinas también se utilizan en la fabricación de otros productos derivados de la madera, como muebles y suelos, así como para papeles decorativos, espumas, piezas para vehículos de carretera y aeronaves, textiles y productos de cuero. [26]





- Modificación de las variables de operación durante el prensado (temperatura y tiempo aplicados, contenido de humedad, etc.), reduciéndose la emisión de formaldehído.
- En las resinas de urea-formaldehído (UF), que tradicionalmente han sido las de mayor potencial de emisión de formaldehído existen, además, diversas vías de mejora, algunas de las cuales se citan a continuación:
 - Disminución de la relación molar urea/formaldehído en el proceso de producción, con la consiguiente reducción del contenido de formaldehído libre y su posterior potencial reducción de la emisión. Dado que dicha reducción afecta a las propiedades de la resina, se deben identificar los valores de compromiso para dicha relación.
 - Alternativas al uso de la urea que permitan reducir la emisión de formaldehído, como el fenol.

A nivel comercial, es posible seleccionar resinas que estén certificadas con emisión ultrabaja de formaldehído, o sin formaldehído añadido (ULEF y NAF respectivamente, por sus siglas en inglés).

Otras posibles opciones comprenden la utilización de materiales alternativos, como pueden ser los paneles de yeso, cemento, arcilla, papel reciclado, polipropileno, bambú, biocomposites (materiales compuestos en los que una o más fases son de origen biológico), etc.

• Fabricación y aplicación de pinturas, barnices y otros revestimientos similares (ej.: CNAE 203; 4334, etc.)

El formaldehído puede identificarse en la fabricación de resinas que tienen aplicaciones en pinturas, barnices y otros revestimientos para diversos sectores, como la fabricación de muebles, automoción, construcción, etc.

Además del empleo de resinas con menor concentración de formaldehído en formulación (ver apartado de Industria de la madera), existen avances en otras alternativas que reducen su empleo y potencial exposición, siendo algunos ejemplos:





- Utilización de pinturas con base agua y curado por radiación ultravioleta (UV). Se han reportado casos exitosos de sustitución en el portal SUBSPORTplus por empresas en Suecia y Dinamarca para tratamientos superficiales de tableros de madera contrachapada y paneles estructurales.
- Pinturas de origen vegetal o mineral exentas de formaldehído: de bases silicato, arcilla, cal, vegetales, barnices con base aceite, etc.

Asimismo, para el caso de las pinturas y adhesivos de base acuosa que son susceptibles a la contaminación microbiana durante las diferentes etapas del ciclo de vida del producto, el formaldehído solía ser utilizado ampliamente en el pasado como conservante, dadas sus propiedades biocidas.

Existen avances prometedores para la identificación de alternativas al uso del formaldehído como conservante en este sector, por ejemplo:

- Pinturas antiincrustantes, las cuales son aplicadas para proteger contra organismos marinos la parte sumergida del casco de los barcos que permanecen largos periodos a flote; para ello se están desarrollando formulaciones alternativas sin biocidas que dificultan la adhesión de los organismos y facilitan su eliminación cuando el barco está en movimiento.
- Sistemas antimicrobianos basados en sustancias de origen vegetal.
- Polímeros con propiedades antimicrobianas.
- Ácidos orgánicos biodegradables, como el ácido láctico.

• Industria del papel (CNAE 17)

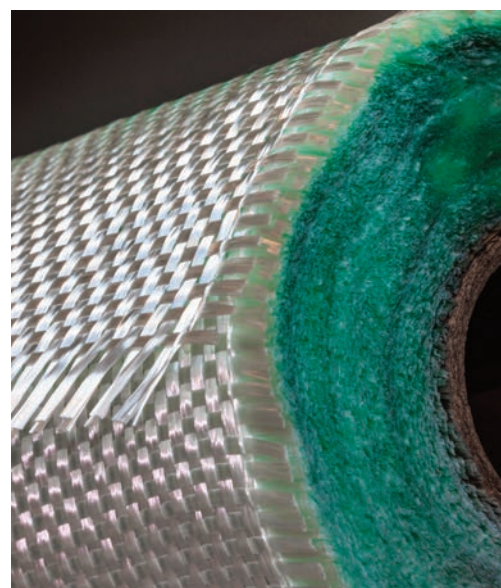
En la industria del papel, las resinas que contienen formaldehído, especialmente las resinas de urea-formaldehído y de melamina-formaldehído, se usaban tradicionalmente como aditivos añadidos a la pulpa de papel, debido a que actúan como agentes de retención fortaleciendo la estructura del papel al formar enlaces químicos con las fibras de celulosa y proporcionando una capa protectora alrededor de estas. Esto mejora significativamente la resistencia del papel, especialmente en condiciones húmedas y, por tanto, en una variedad de aplicaciones que requieren una durabilidad superior del mismo.

Son varias las posibilidades exploradas para reemplazar las resinas de formaldehído en la fabricación de papel que implican menos peligrosidad para la salud, tanto de origen sintético como de origen natural [17]:





- Agentes de origen natural, por ejemplo:
 - Derivados de fuentes naturales como: almidón (obtenidas a partir de maíz, trigo, patata y otros cultivos ricos en almidón), chitosán, lignina, proteína de soja, nanofibras de celulosa, etc. Estas sustancias forman enlaces de hidrógeno con las fibras de celulosa, mejorando la resistencia del papel cuando está húmedo. Los agentes naturales de resistencia en húmedo suelen ser menos efectivos que los agentes sintéticos, pero se utilizan con frecuencia en la producción de productos de papel de alta calidad, como bolsas de té, filtros de café y papel de cigarrillos.
 - La carboximetilcelulosa (CMC), polímero derivado de la celulosa que puede formar enlaces químicos con las fibras de celulosa en el papel, fortaleciendo su resistencia y capacidad de retención de agua del papel.
- Agentes de origen sintético, como los ácidos policarboxílicos, con capacidad para formar enlaces cruzados con las fibras de celulosa presentes en el papel, lo que fortalece su estructura y mejora su resistencia en condiciones de humedad. Ejemplos de estos son el ácido cítrico y el ácido butano-1,2,3,4-tetracarboxílico (BTCA).



• Construcción (ej.: CNAE 41; 433, etc.)

Tradicionalmente, el formaldehído ha sido un componente de las resinas utilizadas en muchos materiales de construcción, como por ejemplo en las espumas de aislamiento térmico en edificación, contrachapado de madera dura (utilizado para paneles de construcción exteriores y aplicaciones interiores de alta gama en baños y cocinas), paneles estructurales, aplicaciones en los sectores de automoción y aviación, etc.

Asimismo, en algunos tipos de lana mineral usados como aislante térmico y/o acústico, el formaldehído era en ocasiones utilizado como agente aglutinante, permitiendo unir las fibras o partículas del material, proporcionando también resistencia y estabilidad al material. Además, para la producción de fibra de vidrio, en ocasiones se usaba el formaldehído como agente aglutinante de las fibras.

Adicionalmente a las alternativas ya señaladas para los sectores de la industria de la madera y la fabricación/aplicación de pinturas que puedan ser aplicables en materiales de construcción [19], son importantes también los avances realizados en la identificación de alternativas para materiales de aislamiento térmico y/o acústico [20]; así, por ejemplo:





- Reducción de formaldehído en el proceso de fabricación mediante diversas vías, como pueden ser:
 - Empleo de aglutinantes sin formaldehído, como, por ejemplo: poliacrilatos, alcohol polivinílico o epóxidos, así como adición de compuestos de origen biológico (por ejemplo, taninos, carbohidratos, etc.).
 - Adición de captadores de formaldehído en el proceso de fabricación. Existen diversas alternativas para ello, debiéndose tener en cuenta para su selección las consideraciones de seguridad y salud asociadas a los mismos.
- Empleo de materiales alternativos que estén exentos de formaldehído como, por ejemplo:
 - Lana de roca: se trata de un tipo de material aislante fabricado a partir de rocas volcánicas o basálticas, y su fabricación no implica el uso directo de formaldehído como agente aglutinante.
 - Celulosa: generalmente procedente de papel reciclado, puede ser tratada con sales de boro dotando al material de características ignífugas, insecticidas y fungicidas.

• Industria química (CNAE 20; 21)

Además de las alternativas identificadas anteriormente (ver apartado de Industria de la madera), para la producción de resinas que permitan limitar el uso de formaldehído, existe un avance notable en el desarrollo de opciones para diversos productos químicos tradicionalmente producidos a partir de dicho agente. Así, por ejemplo:

- Para la producción de butanodiol existen varias rutas alternativas de producción exentas de formaldehído, tanto mediante síntesis química como por vías de base biológica, como la enzimática.
- Existen avances en el desarrollo de alternativas al formaldehído como agente reticulante en la fabricación de diversos productos, incrementando su resistencia y rigidez. Así, para la síntesis de biopolímeros con amplias aplicaciones biotecnológicas e industriales, tal como los quitosanos, se han estudiado opciones prometedoras con reticulantes naturales [21] (como los ácidos tánico y succínico, etc.) como sustitución del formaldehído.

De acuerdo con el artículo 10.1.f) del Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos, mutágenos o reprotóxicos durante el trabajo, el empresario deberá suministrar a las autoridades laborales y sanitarias, cuando éstas lo soliciten, la información adecuada sobre los criterios y resultados del proceso de sustitución de agentes cancerígenos, mutágenos o reprotóxicos a que se refiere el artículo 4 de dicho Real Decreto.





Asimismo, el uso tradicional de este agente como reticulante y aglutinante en la producción de polioles (usados, por ejemplo, como precursores en la fabricación de espumas de poliuretano) puede ser minimizada gracias al progreso en el estudio de fuentes renovables, como, por ejemplo, los aceites vegetales y biomasa.

- En aplicaciones agrícolas, el formaldehído junto con urea es usado como fuente de liberación controlada de fertilizantes de nitrógeno. Dicha liberación de nitrógeno es provocada por la acción de los microorganismos del suelo al romper las cadenas de los polímeros formados. Existen avances en el estudio de diversas alternativas a los fertilizantes con formaldehído, como pueden ser: los biofertilizantes (elaborados a base de restos vegetales y de microorganismos beneficiosos para el suelo, como hongos y bacterias) y los fertilizantes orgánicos (elaborados a partir de materiales de origen vegetal o animal), así como otros fertilizantes inorgánicos que presenten menor peligrosidad para la salud.

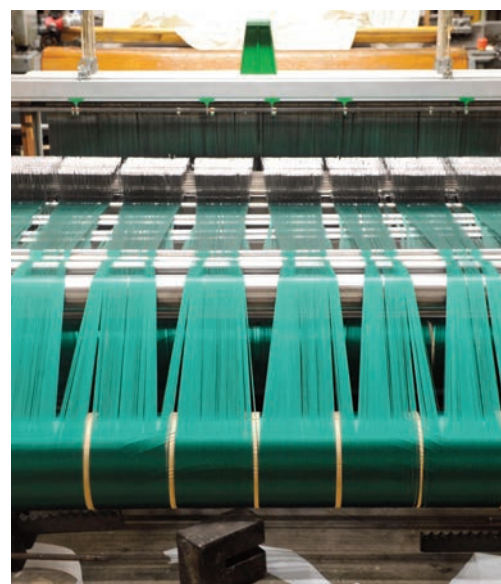


• Industria textil (CNAE 13)

En la industria textil, el formaldehído se ha usado tradicionalmente para dotar a los tejidos de cierto acabado y propiedades; por ejemplo, como retardante de llama o fijador para mejorar la estabilidad del color, para dotar de un aumento de la repelencia al agua, la rigidez y la resistencia a las arrugas en la tela, etc.

Se han identificado progresos relevantes en el desarrollo de alternativas al formaldehído, habiéndose reportado casos de sustitución, como los que se citan a continuación:

- Reemplazo de las resinas de formaldehído para mejorar la resistencia a las arrugas en las telas por otros agentes de menor peligrosidad para la salud, como los ácidos policarboxílicos (por ejemplo, el ácido cítrico o ácido tartárico), etc.
- Se han reportado casos de sustitución de sustancias usadas como blanqueante (portal SUBSPORTplus, 2021), que liberan formaldehído durante el proceso, por otras como el hidrosulfito de sodio, que son de menor peligrosidad, aunque requieren la adopción de las adecuadas precauciones y consideración de los posibles riesgos asociados a su uso.





- En lo que respecta al uso del formaldehído como agente para mejorar el comportamiento de repelencia al agua, se reportó un caso de sustitución (portal SUBSPORTplus, 2022. Referencia: 431-EN) por el que fueron sustituidos compuestos con presencia de formaldehído por otros productos certificados como libres de productos tóxicos (como perfluorocarburos (PFCs), formaldehído, cromo (VI), etc.) y en combinación con tecnología de tratamiento con plasma atmosférico. Esta última tecnología, que permite mejorar las propiedades superficiales de los textiles y la eficiencia en la absorción de los aditivos, consiguió reducir la aplicación de productos químicos tradicionales en el ciclo de fabricación.
- Como alternativa al formaldehído para conseguir los acabados retardantes de llama, es muy notable el esfuerzo realizado en el desarrollo de opciones de menor peligrosidad como pueden ser los compuestos basados principalmente en sales de fósforo, nitrógeno, carbono/grafito expandible o intumesciente, ciertos hidróxidos inorgánicos, etc.

• Industria de la piel y cuero (CNAE 15)

En este sector, la presencia del formaldehído se ha centrado tradicionalmente en las resinas y los sintanos empleados como agentes curtientes, así como por su carácter conservante para proteger las pieles y cueros de los daños causados por microorganismos, evitando su descomposición y deterioro.

Ha habido avances en la identificación de alternativas de menor peligrosidad para la salud en la síntesis de resinas de melamina exentas de formaldehído, como el glioxal y el glutaraldehído, aunque requieren la adopción de las adecuadas precauciones y consideración de los posibles riesgos asociados a su uso.

Asimismo, se han realizado estudios para poder sustituir o reducir el formaldehído presente en las pieles con sustancias de origen natural [22], a través de extractos de plantas, semillas, etc.



La estrategia de sustitución de la ECHA (Agencia Europea de Sustancias Químicas) tiene como objetivo fomentar el reemplazo de sustancias químicas peligrosas mediante el aumento de la disponibilidad y la adopción de alternativas y tecnologías más seguras. [27]



• Sector sanitario (CNAE 86), Laboratorios (CNAE 712) y Actividades veterinarias (CNAE 75)

En el sector sanitario, el formol (solución acuosa del formaldehído) se utiliza principalmente para fijación de muestras de tejidos. La fijación de tejidos consiste en la interrupción de los procesos de degradación que aparecen tras la muerte celular, pero de tal forma que se conserve la arquitectura y composición del tejido, tal y como se encontraba en el organismo vivo. De esta forma, se puede estudiar el tejido y realizar diagnósticos empleando técnicas de anatomía patológica [23].

El formol, debido a sus propiedades desinfectantes, es un buen conservante, por lo que, además de fijar, también se utiliza para conservar las muestras de tejidos, órganos o incluso cadáveres.

El formaldehído también se utiliza como esterilizante, en autoclaves específicos y como desinfectante de alto nivel en limpiezas superficiales, junto con otros aldehídos, aunque estos dos usos ya no son habituales en los servicios de salud.

Las soluciones acuosas de formaldehído que se utilizaban tradicionalmente como desinfectantes pueden ser sustituidas por otros agentes de menor peligrosidad para la salud, como, por ejemplo [13]:

- Soluciones de ácido peracético, también conocido como ácido peroxiacético.
- Soluciones de agua oxigenada (peróxido de hidrógeno).
- Soluciones de glutaraldehído.

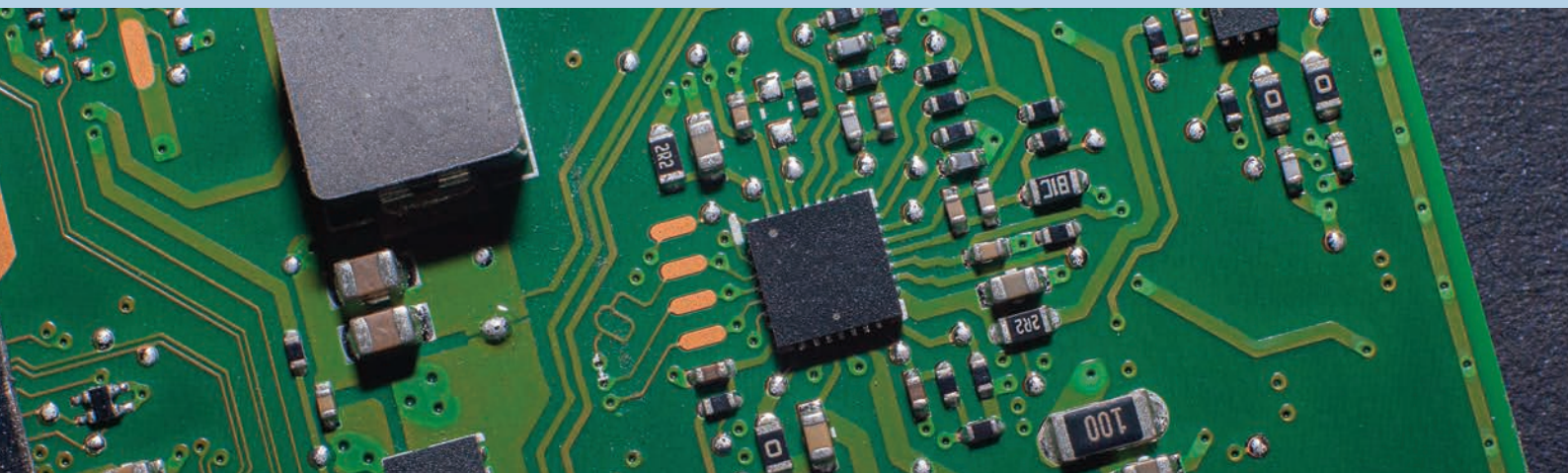
En lo que respecta a su uso como conservante de órganos y tejidos (por ejemplo, en laboratorios de histopatología), se han identificado varias alternativas, tales como [13]:

- Mezclas de glioxal.
- Mezclas de alcoholes.

Así, por ejemplo, se han reportados casos de sustitución del formaldehído para conservación y preparación de muestras de tejidos, como el realizado en laboratorios de patología en España (SUBSPORTplus. 2022), donde fue reemplazado por un producto que contenía mezcla de alcohol etílico, alcohol isopropílico y ácido acético.

Asimismo, en ocasiones se manejan muestras frescas, reduciendo así la exposición a formaldehído, aunque, como contrapartida, esto puede suponer un riesgo de exposición a agentes biológicos.





• Sector funerario (CNAE 9603)

En la conservación de cadáveres, el formaldehído ha sido históricamente un agente de embalsamamiento ampliamente utilizado debido a sus propiedades de preservación.

Actualmente, existen distintas alternativas que permiten su sustitución para tal fin, como es el caso de:

- Mezclas de alcohol etílico/ Polietilenglicol.
- Glutaraldehído.
- Fenoxietanol.



Referencias bibliográficas

- [1] Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos, mutágenos o reprotóxicos durante el trabajo.
- [2] Directiva (UE) 2022/431 del Parlamento Europeo y del Consejo de 9 de marzo de 2022 por la que se modifica la Directiva 2004/37/CE, relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes carcinógenos o mutágenos durante el trabajo.
- [3] Reglamento (CE) n° 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2008 sobre Clasificación, Etiquetado y Envasado de sustancias y mezclas (Reglamento CLP)
- [4] Reglamento (CE) n° 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006 relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y mezclas químicas (REACH).
- [5] Kogevinas, M., van der Haar, R., Fernández, F., & Kauppinen, T. (2006). Sistema de Información sobre Exposición Ocupacional a Cancerígenos en España en el año 2004. Barcelona: Instituto Municipal de Investigación Médica (IMIM), Unidad de Investigación Respiratoria y Ambiental.
- [6] OECD. Hunt, A., & Dale, N. (2018). Economic valuation in formaldehyde regulation.





[7] ECHA (European Chemical Agency). (2019). Worker exposure to formaldehyde and formaldehyde releasers.

[8] ECHA (European Chemical Agency). (2019). Annex XV Restriction Report. Proposal for a Restriction. Formaldehyde and formaldehyde releasers.

[9] Kogevinas, M., Rudolf, V. D. H., & Fernández, F. (2006). Carex-Esp: Sistema de Información sobre Exposición Ocupacional a Cancerígenos en España en el año 2004.

[10] Bernauer, U., et al. (2015). Opinion of the Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS)-The safety of the use of formaldehyde in nail hardeners. *Regulatory toxicology and pharmacology*.

[11] INSHT (2016). *Formaldehído en la industria de fabricación de tableros*.

[12] ISTAS-CCOO (2019). Información para la prevención del uso del formaldehído en el sector de transformación de la madera.

[13] Foment del Treball (2011). *Guía práctica para la sustitución de agentes químicos por otros menos peligrosos, en la industria*.

[14] Kristak, L., et al. (2023). Recent progress in ultra-low formaldehyde emitting adhesive systems and formaldehyde scavengers in wood-based panels: A review. *Wood Material Science & Engineering*, 18(2), 763-782.

[15] Chrobak, J., Iłowska, J., & Chrobok, A. (2022). Formaldehyde-free resins for the wood-based panel industry: Alternatives to formaldehyde and novel hardeners. *Molecules*, 27(15), 4862.

[16] SUBSPORTplus. Portal web de sustitución.

[17] Francolini, I., et al. (2023). Polymeric Wet-Strength Agents in the Paper Industry: An Overview of Mechanisms and Current Challenges. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(11), 9268.

[18] Sivasubramanian, S., et al. (2009). Alternative Formaldehyde-Free Particleboard Compositions Based on Epoxidized Vegetable Oils. *The Toxics Use Reduction Institute (TURI) Academic Research Program*.

[19] The Toxics Use Reduction Institute (TURI) at the University of Massachusetts Lowell (2006). *Five chemicals alternatives assessment study. Formaldehyde*.

[20] Bennett, T. M. et al. (2022). Low Formaldehyde Binders for Mineral Wool Insulation: A Review. *Global Challenges*, 6(4), 2100110.





- [21] Sapuła, P., Bialik-Wąs, K., & Malarz, K. (2023). Are Natural Compounds a Promising Alternative to Synthetic Cross-Linking Agents in the Preparation of Hydrogels. *Pharmaceutics*, 15(1), 253.
- [22] Cuadros, S., et al., (2017). Presencia de formaldehído en cuero. Comparativa de los métodos de análisis e influencia de distintos tratamientos aplicados.
- [23] Arana, D. et al. (2010). Agentes químicos en el ámbito sanitario. Instituto de Salud Carlos III. Ministerio de Ciencia e Innovación. España.
- [24] Catálogo de normas de trabajo seguro para los trabajadores con riesgo de exposición a formaldehído en el sector de la fabricación de muebles de madera (2019). Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social.
- [25] Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo. 2023. Factores de riesgo de cáncer en el ámbito laboral en Europa- primeras conclusiones de la Encuesta sobre la exposición de las personas trabajadoras.
- [26] Reglamento (UE) 2023/1464 de la Comisión de 14 de julio de 2023 por el que se modifica el anexo XVII del Reglamento (CE) n.º 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta al formaldehído y a los liberadores de formaldehído.
- [27] ECHA (Agencia Europea de Sustancias Químicas). <http://echa.europa.eu>

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P.

Hipervínculos:

El INSST no es responsable ni garantiza la exactitud de la información en los sitios web que no son de su propiedad. Asimismo la inclusión de un hipervínculo no implica aprobación por parte del INSST del sitio web, del propietario del mismo o de cualquier contenido específico al que aquel redirija.

**Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:**

<http://cpage.mpr.gob.es>

Catálogo de publicaciones del INSST :

<http://www.insst.es/catalogo-de-publicaciones>



FAS . 3 . 1 . 24

NIPO (en línea): 118-24-031-3