

COLECCIONES TÉCNICAS
**AGENTES CANCERÍGENOS
EN EL TRABAJO:
CONOCER PARA PREVENIR**

FICHA N° 16

**FIBRAS CERÁMICAS
REFRACTARIAS**



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO
Y ECONOMÍA SOCIAL



Título: Agentes cancerígenos en el trabajo. Conocer para prevenir.

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

Elaborado por:

Centro Nacional de Nuevas Tecnologías (CNNT) del INSST.

Edita:

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

C/ Torrelaguna, 73 - 28027 Madrid

Tel. 91 363 41 00 - Fax 91 363 43 27

www.insst.es

Maquetación:

EDITORIAL MIC

C/ Artesiano, S/N Polígono Ind. Trobajo del Camino, 24010 León

mic@editorialmic.com

Edición: Madrid, agosto 2026.

NIPO (en línea): 118-26-016-6

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>

FIBRAS CERÁMICAS REFRACTARIAS

01	QUÉ ES Y DÓNDE SE PUEDE ENCONTRAR.	04
02	EFFECTOS PARA LA SALUD.	06
03	DÓNDE SE PUEDE DAR LA EXPOSICIÓN.	08
04	EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN.	10
05	CONTROL DE LA EXPOSICIÓN.	10
	5.1. Sustitución.	11
	5.2. Cerramiento del proceso.	12
	5.3. Reducción de la exposición a un nivel tan bajo como sea técnicamente posible.	13
	5.4. Equipos de protección individual (EPI).	14
06	MEDIDAS HIGIÉNICAS.	16
07	VIGILANCIA DE LA SALUD.	17
08	OTRAS MEDIDAS PREVENTIVAS.	18
09	BIBLIOGRAFÍA.	18



01 QUÉ ES Y DÓNDE SE PUEDE ENCONTRAR.

Las fibras cerámicas refractarias (FCR), n.º CAS 142844-00-6, también denominadas lanas de aluminosilicato (ASW, por sus siglas en inglés), forman parte de un grupo más amplio de fibras vítreas sintéticas (FVS), también denominado fibras minerales sintéticas (SMFs, por sus siglas en inglés), fibras minerales artificiales (MMMMF, por sus siglas en inglés) o fibras vítreas artificiales (MMVFs, por sus siglas en inglés) que provienen de la mezcla de aluminio, sílice y otros óxidos refractarios, de composición variable y apreciadas por sus propiedades aislantes a elevadas temperaturas (hasta 1425°C). Las FVS se diferencian de las fibras minerales naturales, como el amianto, en que tienen una estructura amorfa (no cristalina), y suelen ser menos duraderas. Las FCR están formadas por fibras de orientación aleatoria y cuyo contenido de óxidos alcalinos y alcalinotérreos ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} \pm \text{CaO} + \text{MgO} + \text{BaO}$) es ≤ 18 % en peso. Se fabrican mayoritariamente en forma de lana y contienen de forma general aproximadamente el 50 % de fibra y el 50 % de material no fibroso en gran parte no respirable. Sus fibras, de color blanco o grisáceo cuando están sin tratar, se separan en forma transversal llegando a convertirse en polvo granular (a diferencia de las fibras de amianto, que se separan en fibras de formas longitudinales dando nuevas fibras más finas).

Las FCR se clasifican en FCR de tipo 1, 2, 3 y 4, aunque las FCR 4 (fibras FCR 1 que han sido calentadas a 1.300 °C durante 24 horas) no tienen relevancia comercial. Las FCR 1, 2 y 3 se componen principalmente de óxido de silicio y óxido de aluminio al 50 %. En las fibras FCR 2 se sustituye parte del óxido de aluminio por óxido de circonio. Estas diferencias en la composición proporcionan mayor estabilidad al calor, desde alrededor de 1050 °C hasta aproximadamente 1400 °C para las fibras con base de caolín, o temperaturas de 1424 °C o incluso superiores en el caso de las fibras con base de circonio.

Tabla 1. DLEP 138: Composición química de los 3 tipos de FCR expresados en % de peso (Mast et al., 2000a).

Componente	FRCR-1 Caolín aluminosilicato	FCR-3 Aluminosilicato de elevada pureza	FCR-2 Aluminosilicato de circonio
SiO ₂	50-54	49-54	48-50
AlO ₃	44-47	46-51	35-36
K ₂ O	<0.01	<0.01	<0.01
Na ₂ O	0.5	0.2	<0.3
MgO	<0.01	<0.01	0.01
CaO	<0.01	<0.05	<0.05
TiO ₂	2	0.02	0.04
ZrO ₂	0.1	0.2	15-17
Fe ₂ O ₃	1	<0.2	<0.05
Cr ₂ O ₃	<0.03	<0.01	<0.01

Estas fibras tienen establecidas restricciones a la fabricación, la comercialización o el uso en los términos especificados en el [Reglamento \(CE\) nº 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 sustancias y mezclas químicos \(en adelante, Reglamento REACH\)](#), y están incluidas en la lista de sustancias extremadamente preocupantes candidatas a autorización del Reglamento REACH.

Originalmente la OMS estableció 4 categorías dentro de las FVS, en función del método de producción y de su tamaño:

- Fibras de filamento continuo.
- Lanas aislantes.
- Fibras refractarias.
- Fibras especiales.

Posteriormente, en 1997, la Comisión Europea, mediante la Directiva 97/69/EC estableció una clasificación armonizada en función de su composición química, con dos categorías:

- **Lanas minerales:** fibras vítreas artificiales con orientación aleatoria y contenido de óxidos alcalinos y alcalinotérreos superior al 18 % en peso. En esta categoría se incluyen las lanas de roca, lanas de escoria, filamentos y lana de vidrio.
- **Fibras cerámicas refractarias y fibras especiales:** fibras vítreas artificiales con contenido de óxidos alcalinos y alcalinotérreos inferior o igual al 18 % en peso.

02 EFECTOS PARA LA SALUD.

El [Reglamento \(CE\) n.º 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas \(Reglamento CLP\)](#) clasifica las fibras cerámicas refractarias como cancerígenos de categoría 1B, lo que quiere decir que se supone que son carcinógenos para las personas, en base a la existencia de pruebas en animales.



Clasificación de peligrosidad armonizada de las fibras cerámicas refractarias, según el Reglamento (CE) n.º 1272/2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas (CLP).

Cancerígeno categoría 1B.

H350i: Puede provocar cáncer por inhalación.

La toxicidad de las fibras minerales, incluidas las FCR, está directamente relacionada con el diámetro, la longitud, y la biosolubilidad de las fibras, características que determinarán el transporte y la persistencia de las fibras en los pulmones.

- **Diámetro.** El diámetro de una fibra va a determinar su *respirabilidad*. Fibras con diámetros superiores a 3 µm no serán capaces de penetrar hasta las porciones más profundas del sistema respiratorio, los alvéolos, donde se produce el intercambio gaseoso.
- **Longitud.** La evidencia científica demuestra que, a mayor longitud de fibra (especialmente si la longitud es >20 µm), el potencial tóxico es mayor pues su tamaño impide que los macrófagos las fagociten en su totalidad y, por tanto, no podrán ser eliminadas por el sistema inmune.
- **Durabilidad (en estudios *in vitro*) o biopersistencia (estudios *in vivo*).** Este factor es determinante para la toxicidad de las fibras pues se relaciona con la capacidad de un agente de ingresar al organismo, ser transportado y acumularse en los tejidos. Cuanto más tiempo permanezcan las fibras en los tejidos, en este caso el pulmón, mayor potencial de producir efectos adversos en la salud.

Las FCR tienen diámetros entre 1 y 3 µm (respirables) y son muy poco solubles (alta biopersistencia en los pulmones). Además, distintos estudios (Greim *et al.*, 2014; Hesterberg *et al.*, 1998; Maxim *et al.*, 2006) demuestran que las FCR tienen mayor biopersistencia que la mayor parte de FVS, aunque mucho menor que las fibras de algunas variedades de amianto como la amosita o la crocidolita, pertenecientes ambas variedades al grupo mineralógico de los anfíboles y clasificadas, al igual que el resto de las variedades de amianto, como cancerígenos de categoría 1A.

La exposición a esta sustancia puede producir diversos efectos sobre la salud, dependiendo de si se trata de una exposición prolongada (toxicidad crónica) o a corto plazo (toxicidad aguda).

Toxicidad aguda.

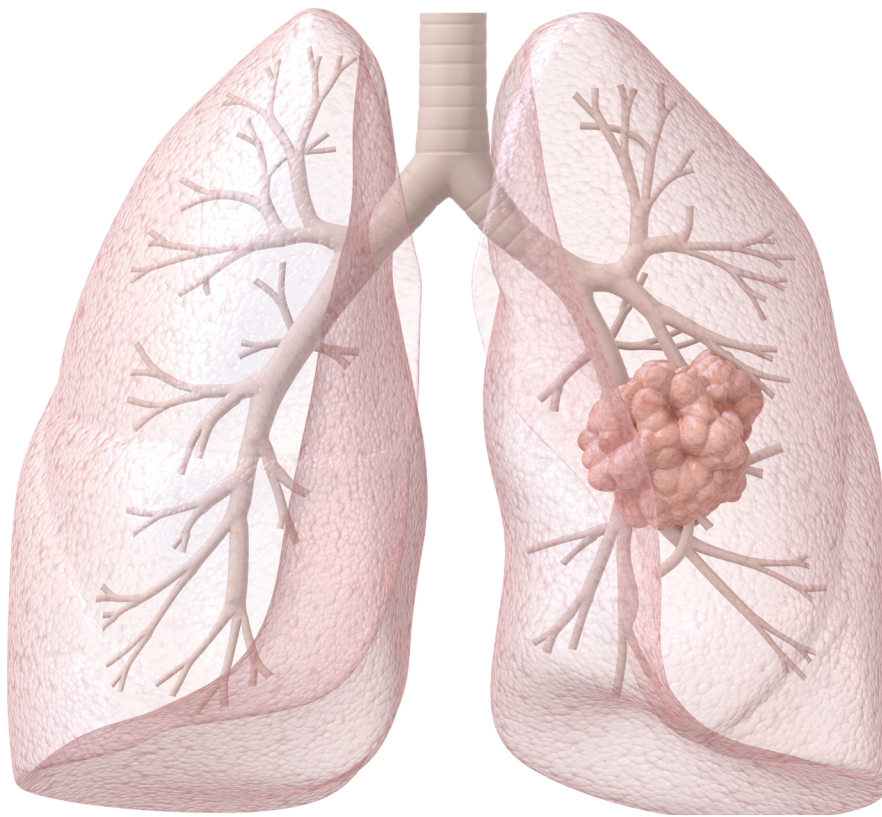
- Irritación respiratoria que se manifiesta con dolor de garganta, congestión nasal, tos o disnea.
- Irritación dérmica, dermatitis de contacto y foliculitis, debidas a la irritación mecánica producida por las fibras.
- Irritación ocular, que se produce al tocarse los ojos con las manos contaminadas.



Toxicidad crónica.

- **Cáncer de pulmón.** Estudios realizados en animales de experimentación, principalmente roedores, relacionan la exposición vía inhalatoria a este agente con la aparición de fibrosis y tumores pulmonares (Mast *et al.*, 1995, 2000). Este efecto se relaciona con la inflamación crónica inducida por las fibras, que contribuye al desarrollo del cáncer (De Visser *et al.*, 2005).
- **Alteraciones pleurales, predominantemente placas pleurales.** Los estudios epidemiológicos realizados a lo largo de los años (Lockey *et al.*, 1996, 2002, 2012) han mostrado un incremento en la prevalencia de placas pleurales, relacionada con la dosis de exposición, sin síntomas asociados ni disminución de la función pulmonar.
- **Mesotelioma.** Diferentes estudios realizados en ratas y hámsteres relacionan la aparición de mesoteliomas pleurales con la exposición crónica a FCR (Mast *et al.*, 1995a, McConnell *et al.*, 1995) y la aparición de mesoteliomas en la cavidad abdominal con la inyección intraperitoneal de fibras cerámicas (Pott *et al.*, 1987; Smith *et al.*, 1987), determinando estos últimos que la incidencia de los tumores se relaciona con la longitud de las fibras y la dosis tanto en ratas como en hámsteres expuestos por vía intraperitoneal.

El periodo de latencia entre la exposición a FCR y el desarrollo del cáncer profesional es largo, llegando a 20-30 años.



03 DÓNDE SE PUEDE DAR LA EXPOSICIÓN.

La producción de las FVS se remonta a 1840, aunque su producción y comercialización a nivel mundial no tuvo lugar hasta las décadas de 1950 y 1960, por lo que pueden considerarse relativamente nuevas respecto de otras FVS. Actualmente, en la UE se estima que existen, aproximadamente, unas 25.000 personas trabajadoras potencialmente expuestas a FCR ^[18].

La exposición a estas fibras en el entorno laboral puede producirse, principalmente, a través de la inhalación, cuando se encuentran suspendidas en el ambiente.

Dada su capacidad para soportar elevadas temperaturas, su ligereza y resistencia (mecánica, frente a agentes físicos y químicos, etc.), las fibras cerámicas refractarias se utilizan como aislantes térmicos en equipos que trabajan a muy altas temperaturas, principalmente a nivel industrial, como en hornos, calderas y sistemas de calefacción (y elementos asociados a estos, como juntas, puertas, etc.), en el ámbito de protección contra el fuego, en la industria química, refino y petroquímica, cerámica, en la industria del vidrio, del acero y otros metales no férreos. Igualmente, se pueden encontrar FCR en algunas piezas de automóviles (escudos térmicos, airbags, pastillas de frenos, etc.) y en la industria aeronáutica (escudos térmicos). Se suelen comercializar en distintas presentaciones:

- Mantas: utilizadas como aislamiento de catalizadores en la industria automotriz, motores de aeronaves y vehículos espaciales. También como aislamiento en el interior de hornos en la industria metalúrgica.
- Paneles: junto con las mantas, forman parte de aislamientos de hornos que trabajan a temperaturas muy elevadas. Cuando se comercializan por sí solos, se suelen destinar a usos como aislamiento de respaldo para hornos y calderas, revestimiento térmico para generadores de vapor estacionarios, revestimientos para cucharas de colada o acería para transportar metal fundido y aislamiento para reactores de alta temperatura en la industria química.

- Productos textiles de fibra cerámica (hilos y tejidos): ropa resistente al calor, cortinas cortafuegos, aislamiento térmico y eléctrico, aislamiento para juntas y envolturas, cubiertas para serpentines de hornos de calentamiento por inducción, aislamiento para cables y alambres para fundas trenzadas, difusores de radiación infrarroja, aislamiento para líneas de combustible y cubiertas de brida portátiles de alta presión. Si están recubiertos de teflón, se utilizan como hilos de coser para la fabricación de piezas aislantes de alta temperatura para aeronaves y vehículos espaciales.
- Otros: fieltros, fibras a granel, piezas prefabricadas, papel, etc.

Las actividades con mayor riesgo de exposición a FCR serán, entre otras, las siguientes:

- Fabricación de vidrio plano y hueco.
- Fabricación, recauchutado y reconstrucción de neumáticos de caucho y fabricación de cámaras.
- Fabricación de radiadores, generadores de vapor y calderas para calefacción central.
- Fabricación de productos cerámicos refractarios, especialmente durante los procesos de corte o mecanizado, y procesos en los que las FCR se combinan o ensamblan con otros materiales.
- Operaciones de instalación y mantenimiento de los equipos con FCR.
- Retirada y desmantelamiento de equipos e instalaciones con FCR.
- Gestión de residuos de equipos y materiales con FCR.
- Fabricación de azulejos y baldosas de cerámica, tejas, ladrillos y productos de tierras cocidas para la construcción.
- Fabricación de artículos cerámicos de uso doméstico y ornamental.
- Fabricación de puertas y ventanas de metal.
- Forja y modelado de metales y metalurgia de polvos. Revestimiento y mecanizado de metales.
- Fabricación de pernos y productos de tornillería.
- Etc.



04 EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN.

Los trabajos que supongan un riesgo de exposición a Fibras Cerámicas Refractarias se incluyen en el ámbito de aplicación del [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](#) y, por lo tanto, la evaluación de riesgos y las medidas preventivas a aplicar deben tener en cuenta las exigencias de esta normativa.

Una vez se haya identificado el riesgo por exposición a este agente, se procederá a eliminarlo o evitarlo, prioritariamente, en las fases de concepción y diseño de la actividad. Para aquellos riesgos que no hayan podido eliminarse, se llevará a cabo una evaluación de los mismos determinando la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las personas trabajadoras. La evaluación de riesgos permitirá obtener información sobre las medidas preventivas a implantar para reducir la exposición a un nivel tan bajo como sea técnicamente posible.

Las fibras cerámicas refractarias tiene establecido un Valor Límite Ambiental de Exposición Diaria (VLA-ED®) de 0,3 fibras/cm³, tal como se recoge en el anexo III del RD 665/1997.

Para aquellos agentes cancerígenos, mutágenos o reprotóxicos que tienen establecido un valor límite ambiental, la evaluación de la exposición por inhalación se basa en la medición de la concentración del agente químico en la zona de respiración de la persona trabajadora y la ponderación del resultado de acuerdo con el período de referencia, en este caso ocho horas al tratarse de valores de exposición diaria, para después ser comparado con el criterio de referencia establecido (VLA-ED®).

Los métodos analíticos que se utilicen en la determinación de contaminantes ambientales deben cumplir los requisitos generales de los procedimientos de medida de la norma UNE-EN 482. El INSST ha validado un método para la toma de muestras y análisis de fibras en el aire, el MTA/MA-072/A26: Determinación de fibras minerales artificiales en aire. Método de captación en filtro de membrana / microscopía óptica de contraste de fases. Este método es válido para la evaluación tanto de fibras de amianto como de cualquier otro tipo de fibras naturales, artificiales o sintéticas.

Otros métodos disponibles son el 7400: "*Asbestos and Other Fibers by PCM*" de NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health, de Estados Unidos) o el recogido en la norma ISO 14966:2019 "Ambient air-Determination of numerical concentration of inorganic fibrous particles-Scanning electron microscopy method" con el que es posible evaluar fibras muy pequeñas y, además, diferenciar los distintos tipos de fibra observados.

05 CONTROL DE LA EXPOSICIÓN.

Las medidas de prevención de la exposición a agentes cancerígenos, mutágenos o reprotóxicos se deben aplicar según un orden de prioridad en función de su efectividad. Los artículos 4 y 5 del Real Decreto 665/1997 recogen las obligaciones de la empresa a este respecto.

La primera opción debe ser siempre la sustitución del agente y, cuando no se pueda realizar, se estudiará la posibilidad de trabajar en un sistema cerrado. Cuando esto tampoco sea posible, habrá que recurrir a todas las medidas que sean necesarias para reducir la exposición a un nivel tan bajo como sea técnicamente posible. Por último, si las medidas anteriores no fuesen suficientes, se recurrirá a los equipos de protección individual (EPI).

Orden de prioridad de las actuaciones preventivas para agentes cancerígenos:

- 1.º Sustitución.
- 2.º Cerramiento del proceso.
- 3.º Reducción de la exposición a un nivel tan bajo como sea técnicamente posible.
- 4.º Equipos de protección individual (EPI).

5.1. Sustitución.

La medida prioritaria, y obligatoria siempre que sea factible, cuando se trabaja con agentes cancerígenos, mutágenos o reprotóxicos, es la sustitución por otro agente u otro proceso que no sea peligroso o lo sea en menor grado, atendiendo a lo establecido en el artículo 4 del RD 665/1997.

Esta medida es la más difícil de aplicar, sobre todo cuando un proceso productivo ya está implantado, ya que se deben tener en cuenta muchas variables, pero se debe planificar y ejecutar siempre que sea viable, aunque tenga mayor coste, siendo necesario permanecer al día en cuanto a los avances tecnológicos de cada sector.

La sustitución puede estar basada en el cambio de un agente por otro menos peligroso o en un cambio de los procedimientos. En el caso de las FCR, existen diversas alternativas que pueden tenerse en cuenta, por ejemplo:

Lanas minerales clásicas (de vidrio, roca y escoria).

La lana mineral es un material aislante compuesto de fibras entrelazadas unas con otras, reteniendo el aire estático en el interior, lo que le otorga esta propiedad aislante tanto frente a la temperatura como al sonido. Pueden ser de vidrio, roca o escoria y resisten temperaturas medias de 200-300 °C en el caso de las lanas de vidrios, y hasta 600-700 °C para la lana de roca, por lo que podrían contemplarse como un posible sustituto de las FCR en actividades en las que se trabaje a temperaturas moderadas o bajas, pero no para usos industriales que requieran resistencia a temperaturas muy elevadas.

Como inconveniente, hay que destacar que algunas de estas lanas contienen aglutinantes y otros compuestos que pueden degradarse durante los primeros aumentos de temperatura, liberando formaldehído, sustancia clasificada como cancerígeno de categoría 1B, por lo que se debe detectar la presencia de estos compuestos peligrosos y evaluar los nuevos riesgos que podrían presentar las lanas minerales como sustitutos.

Lana aislante de alta temperatura.

Compuesta por fibras de vidrio con óxidos, o fibras de silicatos alcalinotérreos, con orientación aleatoria, cuyo contenido en peso de óxidos alcalinos y óxidos alcalinotérreos ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{BaO}$) es superior al 18 %, que resisten temperaturas de entre 1000° y 1250 °C.

Estas lanas deben cumplir con la nota Q de biopersistencia indicada en el Reglamento CLP, es decir, deben haber demostrado una baja biopersistencia mediante ensayos de inhalación o ensayos de instilación intra-traqueal a corto plazo.

Sin embargo, a partir de 900 °C, y tras su uso continuado, pueden degradarse y dar lugar a liberación de polvo respirable de sílice cristalina, que también es un agente cancerígeno.

Wollastonita.

Es un metasilicato cálcico con fórmula SiO_3Ca y composición teórica del 48,3 % de CaO y 51,7 % de SiO_2 , y donde el Fe, Mn o Sr pueden sustituir a algunos de los átomos de Ca. Se utiliza para la fabricación de placas de aislamiento térmico, revestimientos resistentes al fuego y en otros materiales de aislamiento. Es un elemento muy estable y puede resistir hasta 1.000 °C.

Otros materiales.

Las fibras de mulita y de alúmina presentan una resistencia térmica elevada (hasta 1200 °C y 1500 °C respectivamente). Como se ha mencionado para el caso de otros materiales anteriores, en su composición puede encontrarse la sílice, por lo que podría existir riesgo de exposición por vía inhalatoria a esta sustancia durante los trabajos con estos materiales, teniendo que considerar este hecho en la evaluación de riesgos.

En cualquier caso, siempre se deben valorar los nuevos riesgos que pueden introducirse con la sustitución.

Existen diversas herramientas de ayuda para llevar a cabo el proceso de sustitución. En la Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos, mutágenos o reprotóxicos durante el trabajo, elaborada por el INSST, se ofrece importante información de interés a este respecto. El INSST así mismo dispone de una colección técnica de Fichas de Ayuda a la Sustitución (FAS).



5.2. Cerramiento del proceso.

El artículo 5.2 del RD 665/1997 establece que, en caso de que no sea técnicamente posible sustituir el agente, la empresa garantizará que la producción y utilización se lleven a cabo en un sistema cerrado. Se trata, por tanto, de la primera opción tecnológica para la prevención y reducción de la exposición, y se diseñará preferentemente a presión negativa. Esta medida consiste en evitar la dispersión del agente al aire que respira la persona trabajadora situando el proceso dentro de un sistema cerrado con evacuación del aire, y un sistema de tratamiento y evacuación a un entorno seguro para evitar que los agentes provoquen daños en el medio ambiente o en la salud pública.

Los sistemas cerrados y estancos no solamente eliminan la exposición, sino que además evitan la exposición a productos intermedios del proceso. No obstante, se deberá asegurar un adecuado programa de mantenimiento preventivo y, cuando sea posible, predictivo de estos sistemas para minimizar los posibles fallos que puedan dar lugar a un riesgo de exposición.

En la página web del INSST se encuentran las Fichas de Control de Agentes Químicos (FCAQ) del programa COSHH Essentials, elaboradas por el Health and Safety Executive (HSE), donde se proporcionan recomendaciones básicas de buenas prácticas de trabajo para distintas operaciones a fin de controlar la exposición a sustancias químicas peligrosas en el entorno laboral. Concretamente, la serie 300: contención (sistemas cerrados) resulta especialmente interesante en este caso.

5.3. Reducción de la exposición a un nivel tan bajo como sea técnicamente posible.

Cuando implantar un proceso cerrado sea técnicamente imposible, el empresario garantizará que el nivel de exposición de las personas trabajadoras se reduzca a un nivel tan bajo como sea técnicamente posible, implantando medidas técnicas y organizativas.

Esta obligación implica que no es suficiente alcanzar niveles de exposición por debajo del límite de exposición profesional establecido, sino que hay que ir más allá, aplicando todas las medidas disponibles.

La exposición nunca debe superar el valor límite establecido. En todo caso, la no superación del valor límite no eximirá del cumplimiento del resto del articulado del Real Decreto 665/1997.

En el Real Decreto 665/1997 se establece la obligación de adoptar todas las medidas que sean necesarias de las establecidas en su artículo 5.5. En general, estas exigencias van en la misma línea que ya marca el 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, añadiendo la mención expresa de instalar dispositivos que detecten y alerten en caso de situaciones que puedan generar exposiciones anormalmente altas, como podría ser, por ejemplo, un fallo en el sistema de extracción localizada.

Dentro de estas medidas se incluyen:

- Limitar las cantidades del agente cancerígeno, mutágeno o reprotóxico en el lugar de trabajo.
- Diseñar los procesos de trabajo y las medidas técnicas con objeto de evitar o reducir al mínimo la formación de agentes cancerígenos, mutágenos o reprotóxicos.
- Limitar al menor número posible los trabajadores expuestos o que puedan estarlo.
- Evacuar los agentes CMR en origen mediante extracción localizada o, en su defecto, ventilación general, siempre y cuando no suponga un riesgo para la salud pública ni el medio ambiente.

Algunas medidas concretas dirigidas a reducir la emisión de fibras y su dispersión, a facilitar la limpieza y descontaminación de la zona de trabajo de forma que la exposición se reduzca al nivel más bajo técnicamente posible, son, entre otras, las siguientes:

- Trabajar por vía húmeda cuando sea posible. La pulverización de agua durante el trabajo en los puntos de corte, taladro, rotura, etc., capta y arrastra las partículas impidiendo que estas queden en suspensión. La humectación debe realizarse a bajas presiones para evitar que la acción mecánica del agua libere las fibras de su entramado y queden en suspensión.
- El trabajo en vía húmeda no será posible cuando exista riesgo eléctrico.
- Optar por el uso de herramientas manuales o de baja velocidad que no produzcan fuertes vibraciones, para evitar una mayor liberación de fibras.
- Delimitar y, si es posible, aislar las áreas de trabajo para evitar que las fibras se diseminen a otras zonas.
- Extracción localizada. Existen equipos que cuentan con dispositivos de extracción localizada incorporados, facilitando la captación en origen y evitando que las fibras se distribuyan por el aire.
- A la hora de limpiar la zona de trabajo, se debe evitar el barrido y la aspiración convencional, así como las operaciones de soplado u otras maniobras que puedan favorecer la dispersión de fibras en el ambiente. La limpieza del área de trabajo se realizará por vía húmeda siempre que sea posible. Cuando se realice limpieza en seco, se deberá utilizar un aspirador con filtros de alta eficacia para partículas.

Para facilitar la aplicación de estas medidas u obtener más información acerca de ellas, se pueden consultar las fichas de las FCAQ de la serie 100: Ventilación General; la serie 200: Control Técnico (disponibles en la página web del INSST); o la Guía Práctica de Ventilación ED 695 del Instituto Nacional de Investigación y Seguridad francés (INRS).



5.4. Equipos de protección individual (EPI).

Como norma general en prevención, los EPI deben utilizarse como último recurso, solo cuando se hayan puesto en práctica todas las medidas de prevención prioritarias y estas no sean suficientes.

Los resultados de la evaluación de riesgos serán la base para determinar la necesidad de utilizar equipos de protección individual, así como para la selección del equipo más adecuado. Además, al seleccionar el equipo, se debe tener en cuenta la anatomía de las personas trabajadoras que los vayan a utilizar.

Puesto que el riesgo más grave por exposición a FCR se presenta, principalmente, por vía inhalatoria, es de especial relevancia, en los Equipos de Protección Respiratoria, (en adelante EPR) su ajuste, siendo muy recomendable realizar un ensayo de ajuste a cada persona (*fit test*).

Además, antes y después de su uso diario, la persona trabajadora debe realizar comprobaciones de ajuste (por presión positiva y negativa).

Se puede encontrar más información acerca de las medidas de protección individual en las fichas de datos de seguridad (FDS) que acompañan a los productos químicos y en las fichas internacionales de seguridad química (FISQ), pudiendo estas últimas ser consultadas en la página web del INSST. Asimismo, para conocer más acerca de los criterios de selección y uso de los EPI adecuados, se recomienda consultar la Guía técnica para la utilización por los trabajadores de los EPI, elaborada por el INSST.

Con carácter general, entre los EPI que pueden resultar necesarios para proteger a las personas trabajadoras de los riesgos relacionados con la exposición a fibras cerámicas refractarias se encuentran:

- Equipo de protección respiratoria: siempre que sea necesario se deberá optar por un equipo de protección respiratoria adecuado, concretamente para esta sustancia será necesario, como mínimo, mascarilla autofiltrante contra partículas FFP3 o media máscara con filtro intercambiable contra partículas P3.
- Ropa de protección: los trabajadores deberán disponer de ropa de protección adecuada. En este caso se optará por trajes de protección tipo 5 contra partículas sólidas en suspensión. Estos trajes son generalmente monos desechables y suelen usarse en combinación con otros equipos de protección (protección respiratoria, guantes, etc.).
- Guantes de protección, preferentemente de material polimérico, y gafas de montura integral con ventilación indirecta.

Cuando se requiera la utilización simultánea de varios EPI, hay que prestar una especial atención a la adecuada compatibilidad de los mismos de manera que, cuando se utilicen conjuntamente y estén correctamente ajustados, su grado de protección sea el previsto al diseñarlos y no generen riesgos añadidos. Es muy importante seguir las instrucciones de la empresa fabricante acerca de la compatibilidad entre equipos.

Además, siempre habrá que tener en cuenta la posible presencia de otros agentes químicos peligrosos en el ambiente o la cantidad de oxígeno en el aire, factores que pueden determinar la necesidad de elegir otro EPI más adecuado.

Es importante recordar que la limpieza y mantenimiento de aquellos EPI que no sean desechables es tan importante como la correcta selección y uso de los mismos, siendo la empresa la responsable de velar porque estas acciones se lleven a cabo correctamente. Se deben seguir estrictamente las recomendaciones de la empresa fabricante y formar a las personas trabajadoras para que las conozcan y las apliquen de forma adecuada. Se debe facilitar un lugar adecuado para guardar los EPI en el caso de que sean reutilizables, siendo la empresa la responsable de su limpieza y descontaminación. Los EPI y la ropa de trabajo desechables se eliminarán tras su uso, siendo considerados residuos peligrosos.

Para la selección, el uso y el mantenimiento de los equipos de protección individual se deben cumplir las prescripciones establecidas en el Real Decreto 773/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Se puede encontrar más información al respecto en la Guía Técnica para la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, elaborada por el INSST para aclarar los aspectos técnicos establecidos en dicho Real Decreto.



06 MEDIDAS HIGIÉNICAS.

Las medidas higiénicas cobran especial importancia en la prevención de la exposición a agentes cancerígenos como las fibras cerámicas refractarias. Estas medidas tienen varios objetivos:

- Evitar que el agente penetre a través de la piel en caso de contactos accidentales.
- Evitar la extensión y la duración de la exposición por contacto con ropa o equipos de protección contaminados.
- Evitar la exposición secundaria de otras personas que pueden entrar en contacto con ropa o superficies contaminadas.



El Real Decreto 665/1997 establece en su artículo 6 las medidas de higiene personal y de protección individual que debe establecer la empresa, entre las que se encuentran:

- Prohibir comer, beber y fumar en las zonas de riesgo.
- Proveer ropa de protección u otro tipo de ropa apropiada.
- Disponer de lugares separados para guardar la ropa de trabajo y la de calle.
- Disponer de un lugar determinado para almacenar los EPI, verificar que se limpian y se comprueba su buen funcionamiento.
- Disponer de retretes y cuartos de aseo apropiados y adecuados.

El 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 incluye una obligación en el artículo 6 por la cual las personas trabajadoras identificadas en la evaluación de riesgos como expuestas dispondrán, dentro de la jornada laboral, del tiempo necesario para su aseo personal, con un máximo de 10 minutos antes de cada comida y otros 10 minutos antes de abandonar el trabajo. Este tiempo en ningún caso podrá acumularse ni utilizarse para fines distintos.

La empresa se responsabilizará del lavado y descontaminación de la ropa de trabajo, quedando rigurosamente prohibido que las personas trabajadoras se lleven dicha ropa a su domicilio para tal fin.

07 VIGILANCIA DE LA SALUD.

Los agentes cancerígenos, mutágenos y reprotóxicos se caracterizan, en general, por producir efectos a largo plazo o enfermedades con periodos de latencia largos. Debido a ello, el Real Decreto 665/1997 establece el derecho de las personas trabajadoras expuestas a estos agentes a la prolongación de la vigilancia de la salud más allá de la finalización de la exposición o de la relación laboral.

Para que el programa de vigilancia de la salud sea específico para los riesgos derivados de la presencia de agentes químicos en el lugar de trabajo, la empresa debe facilitar información de estos riesgos y las FDS al personal especialista en medicina del trabajo del servicio de prevención.

Actualmente no existe un protocolo de vigilancia sanitaria específica de las personas trabajadoras expuestas a fibras cerámicas refractarias, pero sí se dispone del protocolo elaborado por el Ministerio de Sanidad: "Protocolización de la vigilancia sanitaria específica de las personas con riesgo de exposición laboral a productos químicos". Esta guía para la vigilancia de la salud es de aplicación a las personas trabajadoras que estén expuestas a riesgos que puedan derivarse de la presencia de agentes químicos en el lugar de trabajo o de cualquier actividad profesional con agentes químicos y, en general, a quienes tengan riesgo de exposición a sustancias y mezclas, según quedan definidas en el Reglamento CLP.

Este protocolo aporta un modelo de ficha y una propuesta sobre los datos que pueden incluirse en sus diferentes apartados para llevar a cabo la vigilancia específica de la salud para el agente químico en cuestión, en este caso, las fibras cerámicas refractarias.

Para determinar cómo se llevará a cabo la vigilancia específica de la salud es necesario partir del conocimiento del puesto de trabajo, que debe quedar plasmado en forma de descripción detallada en la historia clínico-laboral de la persona trabajadora. Esto quiere decir que se debe consignar qué hace la persona, dónde y cómo lo hace, qué sustancias utiliza, cuándo lo hace, durante cuánto tiempo y con qué medidas de protección cuenta, tanto colectivas como individuales.

La persona especialista en medicina del trabajo encargada de la vigilancia de la salud deberá disponer de la evaluación de riesgos, en la cual estarán identificadas las fibras cerámicas refractarias como sustancia a la que pueden estar expuestas las personas trabajadoras, y podrá proponer medidas individuales de prevención o de protección para cada persona trabajadora en particular. Los resultados de la evaluación de riesgos deben quedar recogidos en la historia clínico-laboral de la persona trabajadora. Los historiales médicos deberán ser conservados por la empresa en los términos previstos en el Real Decreto 665/1997.

La evaluación de riesgos deberá integrar la exposición a fibras cerámicas refractarias y la información contenida en las FDS, teniendo en cuenta las características de la exposición (tiempo de exposición, toxicidad del producto, etc.), con la parte correspondiente al resto de factores de riesgo del puesto de trabajo (ritmo de trabajo, temperatura, etc.), junto con los demás elementos que puedan ser determinantes, incluyendo las características de la persona (altura de la vía respiratoria, masa corporal, sexo, edad, condiciones que pueden suponer especial vulnerabilidad, etc.).

La vigilancia de la salud debe ofrecerse a las personas trabajadoras (Real Decreto 665/1997, artículo 8):

- Antes del inicio de la exposición.
- A intervalos regulares, con la periodicidad que los conocimientos médicos aconsejen considerando el agente, el tipo de exposición y las pruebas diagnósticas disponibles.
- Cuando sea necesario por haberse detectado en alguna persona trabajadora de la empresa, con exposición similar, algún trastorno que pueda deberse a la exposición a agentes cancerígenos, mutágenos o reprotóxicos.

08 OTRAS MEDIDAS PREVENTIVAS.

En los trabajos con riesgo por exposición a fibras cerámicas refractarias se deberán cumplir otra serie de medidas preventivas establecidas en el RD 665/1997 como son:

- Medidas a adoptar en caso de exposiciones accidentales y no regulares (artículo 7).
- Obligaciones con respecto a la documentación (artículo 9).
- Información a las autoridades competentes (artículo 10).
- Consulta, información y formación a los trabajadores (artículos 11 y 12).

09 BIBLIOGRAFÍA.

[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. *Boletín Oficial de Estado*, 24 de mayo de 1997, núm. 124.

[2] 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. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 353/1, de 31 de diciembre de 2008, pp. 1-1355.

[3] Reglamento (CE) nº 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.

[4] MTA/MA-072/A26. "Determinación de fibras minerales artificiales en aire. Método de captación en filtro de membrana / microscopía óptica de contraste de fases".

[5] NIOSH. *NMAM METHOD 7400: Asbestos and Other Fibers by PCM*.

[6] INSST. INFOCARQUIM: "Fibras cerámicas refractarias".

[7] Ministerio de Sanidad (2023). *Protocolización de la vigilancia sanitaria específica de las personas con riesgo de exposición laboral a productos químicos*.

[8] Safe Work Australia (2013). *Guide to handling refractory ceramic fibres*.

[9] INRS. *Les fibres céramiques réfractaires*. Fiche pratique de sécurité, ED 109.

- [10] INRS. *Les fibres céramiques réfractaires*. Fiche d'aide à la substitution, FAS 9.
- [11] Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung. *GESTIS Substance Database*.
- [12] INSST. *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos, mutágenos o reprotóxicos en el trabajo*.
- [13] INSST. *Guía técnica para la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual*.
- [14] HSE. *Fichas de Control de Agentes Químicos: COSHH Essentials*.
- [15] INRS (2024). *Principes généraux de ventilation. Guide pratique de ventilation ED 695*.
- [16] INSST. DLEP 138: Fibras cerámicas refractarias.
- [17] Instituto Tecnológico GeoMinero de España (IGME) (2002). *Inventario nacional de wollastonita*.
- [18] STOP carcinogens at work. *Fibras cerámicas refractarias*.
- [19] Malinconico, S., Bonifazi, G., Capobianco, G., Serranti, S., Grunwald-Romera, U., Bellagamba, S., De Simone, P., y Paglietti, F. (2025). "Man made vitreous fibres: legislative and analytical background review". *Waste Management*, 211, 115303. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2025.115303>.
- [20] Maxim, L. D., y Utell, M. J. (2018). "Review of refractory ceramic fiber (RCF) toxicity, epidemiology and occupational exposure". *Inhalation Toxicology*, 30(2), pp. 49-71. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/08958378.2018.1448019>.
- [21] Greim, H., Utell, M. J., Maxim, L. D., y Niebo, R. (2014). "Perspectives on refractory ceramic fiber (RCF) carcinogenicity: comparisons with other fibers". *Inhalation Toxicology*, 26(13), pp. 789-810. Disponible en: <https://doi.org/10.3109/08958378.2014.953276>.

