

En colaboración con las Comunidades Autónomas

2023

BASEQUIM 034 SITUACIONES DE EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS

La base **SITUACIONES DE EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS BASEQUIM** se encuentra en el portal Situaciones de Trabajo Peligrosas. Está dedicada a situaciones de trabajo con exposición potencial a agentes químicos peligrosos. Está orientada a ofrecer información útil desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales que facilite la definición de las medidas preventivas adecuadas. Con este fin, para cada situación de trabajo descrita, se proporciona información sobre los agentes químicos que pueden estar presentes en la realización de la tarea, los daños para la salud derivados de la exposición a los agentes químicos considerados, los factores de riesgo y las medidas preventivas.

En la información preventiva que se proporciona para cada situación de trabajo, se tienen en cuenta únicamente los riesgos por exposición a agentes químicos peligrosos y por tanto las medidas preventivas que se indican sólo se refieren a estos riesgos. Asimismo debe tenerse en cuenta que, dependiendo de la actividad que se desarrolle en el lugar de trabajo, de su organización y de la distribución del local, la realización de tareas iguales o similares a las que se describen puede comportar riesgos de exposición a otros agentes químicos con origen en otras tareas diferentes que se realicen en el mismo local por la misma u otra persona o del propio lugar de trabajo y sus instalaciones.

En el caso de que un puesto de trabajo involucre (o comporte) la realización de otras tareas que podrían dar lugar a otras situaciones de trabajo peligrosas, este hecho se tendrá en cuenta en la evaluación de los riesgos y la adopción de las medidas preventivas correspondientes.

La información contenida en esta página proviene de diversas fuentes. Un grupo de expertos en Prevención de Riesgos Laborales la ha seleccionado y ha considerado de utilidad su divulgación. Ni el INSST ni los autores de los contenidos pueden asumir ninguna responsabilidad derivada de la utilización que terceras personas puedan dar a la información aquí presentada.

La aplicación de estos contenidos a situaciones concretas de riesgo laboral debe ser evaluada previamente y llevada a cabo siempre por profesionales competentes en Prevención de Riesgos Laborales.

Uno de los objetivos de esta página es ayudar al cumplimiento de la legislación en Prevención de Riesgos Laborales. No obstante, a efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en cada ficha es conveniente tener en cuenta su fecha de edición: no debe presuponerse una automática conformidad de los contenidos con la legislación vigente en el momento en que se realice la consulta pues, aunque las fichas se redactan conforme a la normativa de aplicación en la fecha de su publicación, dicha normativa ha podido ser modificada. Este es el motivo por el que periódicamente los autores de las fichas revisarán y actualizarán su contenido.

Participan:



En colaboración con las Comunidades Autónomas

SITUACIONES DE EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS. **BASEQUIM**

034. Conformado de piezas de caucho por moldeo por compresión o inyección: exposición a humos de procesamiento de caucho (vulcanización)

DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN DE TRABAJO

La vulcanización (curado, entrecruzamiento o reticulación) es el proceso físico-químico por el cual el caucho natural, polímeros sintéticos relacionados o mezclas de ambos, mezclado con agentes de vulcanización (azufre) y otros aditivos, y sometido a unas condiciones de alta temperatura (100–250 ° C) y presión, se transforma en un material elástico con propiedades mecánicas especiales por entrecruzamiento de las cadenas poliméricas iniciales.

Los materiales buscados tras la vulcanización, además de la elasticidad, requieren de otras propiedades mecánicas especiales: dureza, tracción, desgarró, resistencia, durabilidad específica, etc., en función de la utilidad final de la pieza (neumáticos, suelas de zapatos, mangueras, piezas para automoción, pavimentos, tuberías, material deportivo, discos de hockey, etc.). En base a esas propiedades finales se diseña una mezcla formulada específicamente para cada tipo de pieza.

Los componentes que se pueden encontrar en estas mezclas son:

- Polímero elastómero matriz o base: caucho natural, caucho sintético o mezcla de ambos.
- “Agentes de vulcanización”: azufre, peróxidos, resinas fenólicas, disulfuros, etc.
- Aditivos: sustancias como bisfenol, negro de carbón, tiuranes, ditiocarbamatos, etc.



Figura 1: Extracción de las piezas vulcanizadas

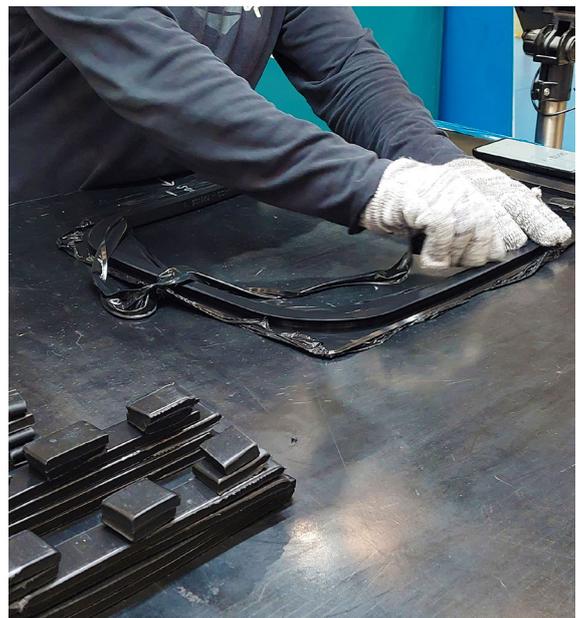


Figura 2: Recorte de las rebabas

Además, en la mezcla también se pueden encontrar otras sustancias peligrosas como hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), ftalatos, formaldehído, benceno, aminas, etc., que pueden estar presentes en los aditivos utilizados para mejorar las características (elasticidad, resistencia, etc.) del caucho, actuando como: activadores, plastificantes, aceleradores, rellenos reforzantes, antioxidantes, disolventes, etc.

La situación de trabajo estudiada en esta ficha está asociada a la posible exposición a humos de procesado de caucho que se definen, de acuerdo con la norma UNE-ISO 1382:2022, como la variedad de sustancias volátiles (gases, vapores y aerosoles) emitidas por las mezclas de caucho a la atmósfera del lugar de trabajo como resultado del proceso industrial, cuya composición depende de los ingredientes de la formulación, de la tecnología de proceso utilizada y de los parámetros del proceso asociados (temperatura principalmente, presión, etc.).

Las tareas que se realizan de forma manual para el conformado final de las piezas son:

- Alimentación de la prensa en cuyo interior se encuentran los moldes metálicos. La alimentación será diferente en función del tipo de proceso (moldeo por compresión, por transferencia o por inyección).
- Apertura de la prensa y extracción de la pieza.
- Corte de las rebabas con cúter y, en ocasiones, pulido de sobrantes.
- Soplado del molde y de la pieza mediante aire comprimido.
- Inspección y almacenamiento de las piezas.
- Tareas de resolución de incidencias en la prensa.

Durante la realización de estas tareas la persona trabajadora puede estar expuesta a distintos gases, vapores y aerosoles emitidos por las piezas durante el procesado del caucho.

La exposición se produce principalmente por:

- Vía inhalatoria, debido a la presencia de humos, partículas y vapores orgánicos.
- Vía dérmica, como consecuencia del contacto directo.

AGENTES QUÍMICOS

Como se ha indicado anteriormente, los **agentes químicos** que pueden estar presentes en esta situación de trabajo son muy variados y vienen determinados por la composición de la mezcla original, por la tecnología del proceso y por las condiciones de operación, especialmente la temperatura.

Es fundamental para determinar los agentes químicos de cada proceso, consultar la información de las Fichas de Datos de Seguridad (FDS) sobre la composición, la concentración de los componentes y las propiedades fisicoquímicas de la mezcla.

Según la información recogida en numerosas fuentes de reconocido prestigio sobre esta actividad, y a pesar de no disponer de un valor límite ambiental específico, se identifica la exposición a "humos de procesado de caucho (vulcanización)", considerando que este humo puede contener más de 30 especies en forma de gases, vapores o aerosoles entre los que se encuentran compuestos como N-nitrosaminas, aminas aromáticas y poliaromáticas,

hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), etc. y que su composición y la concentración de los componentes es variable a medida que avanza el proceso.

De forma general, los humos de procesamiento de caucho (vulcanización) pueden contener:

- Hidrocarburos alifáticos cíclicos y de cadena lineal.
- Hidrocarburos aromáticos como, por ejemplo: benceno, tolueno, xilenos, etilbenceno, dimetilbencenos o diisopropilbencenos.
- Hidrocarburos poliaromáticos como, por ejemplo: benzo[a]pireno.
- Hidrocarburos halogenados como, por ejemplo: tetracloroetileno.
- Isotiocianatos.
- Cetonas.
- Aminas y N-nitrosaminas como: N-nitrosodimetilamina (NDMA); N-nitrosodietilamina (NDEA); N-nitrosodibutildiamina (NDBA) o N-nitrosomorfolina (NMor).
- Tiazoles.
- Aldehídos como, por ejemplo: formaldehído, acroleína, butiraldehído o benzaldehído.
- Ésteres, como los ftalatos y adipatos.
- Éteres.
- Compuestos de azufre como, por ejemplo: disulfuro de carbono.

DAÑOS PARA LA SALUD

Debido a la diversidad de agentes químicos que puede contener cada mezcla, resulta de suma importancia la consulta de las fichas de datos de seguridad utilizados para conocer los daños específicos para la salud de las personas trabajadoras en relación con los productos que se utilicen en cada proceso.

Aunque la realización de esta tarea puede llevar asociados diversos riesgos, aquí solamente trataremos aquellos daños a la salud derivados de la exposición a algunas de las sustancias químicas más peligrosas que pueden estar presentes en los humos de procesamiento de caucho: hidrocarburos aromáticos policíclicos, N-nitrosaminas y compuestos orgánicos volátiles.

Daños para la salud debidos a la exposición a hidrocarburos aromáticos policíclicos

El personal que realiza estas tareas puede estar expuesto a HAP a través de la inhalación de los vapores o del humo del procesamiento del caucho, así como por contacto dérmico. Algunos de los efectos en la salud de las personas trabajadoras que pueden estar expuestas incluyen:

- **Cáncer:** los HAP están asociados con un mayor riesgo de cáncer de pulmón, vejiga, hígado, piel y otros órganos. La exposición prolongada a estos compuestos puede aumentar significativamente el riesgo de desarrollar cáncer.
- **Efectos en el sistema respiratorio:** estos compuestos pueden irritar las vías respiratorias y aumentar la inflamación en los pulmones. Pueden producir enfermedades como: asma, bronquitis y enfisema.
- **Efectos en el sistema circulatorio:** la exposición a HAP se ha relacionado con un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular, como la enfermedad coronaria y el infarto de

miocardio. Los HAP pueden afectar la función del endotelio, la capa interna de los vasos sanguíneos, lo que puede llevar a la aterosclerosis y otros problemas cardiovasculares.

- Efectos sobre la reproducción: estos compuestos pueden afectar la función reproductiva tanto en hombres como en mujeres. La exposición se ha relacionado con una disminución de la calidad del espermatozoides y la motilidad, así como con problemas de fertilidad y abortos espontáneos.
- Efectos en los sistemas nerviosos central y periférico: la exposición a HAP se ha relacionado con una disminución de la función cognitiva y problemas neurológicos como temblores, ataxia y neuropatía periférica.

Todos los HAP, en general, son sospechosos de ser carcinogénicos en un grado u otro, aunque la concentración sea muy baja.

Daños para la salud debidos a la exposición a N-nitrosaminas

Las N-nitrosaminas son compuestos químicos altamente tóxicos y potencialmente cancerígenos que se encuentran en algunos productos químicos utilizados en la industria del caucho, como los aceleradores de vulcanización y los antioxidantes. El personal expuesto a estas sustancias puede sufrir una variedad de efectos perjudiciales para la salud, entre los cuales se incluyen:

- Cáncer: las N-nitrosaminas son conocidas por ser potencialmente cancerígenas. La exposición crónica a estas sustancias puede aumentar el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón, vejiga, riñón, páncreas y otros tipos de cáncer.
- En el sistema respiratorio: irritación nasal y bronquitis crónica. También puede aumentar el riesgo de desarrollar enfermedades respiratorias, como el asma.
- En la piel: dermatitis de contacto y otras afecciones en la piel.
- En el sistema nervioso: dolor de cabeza, mareos, confusión y otros trastornos neurológicos.
- Efectos sobre la reproducción: la exposición a estas sustancias afecta a la fertilidad y la función reproductiva en los hombres y las mujeres.
- En el sistema digestivo: náuseas, vómitos, diarrea y dolor abdominal.

Daños para la salud debidos a la exposición a compuestos orgánicos volátiles

1. Efectos a corto plazo o agudos:

- En los ojos: irritación ocular, conjuntivitis, queratitis y lagrimeo.
- En el sistema respiratorio: irritación de las vías respiratorias superiores.
- En la piel: eccema, eritema, dermatitis e irritación cutánea por contacto con la piel.
- En el sistema nervioso central (SNC): vértigo, somnolencia, cefaleas, náuseas, vómitos, mareos, confusión, etc.

2. Efectos a largo plazo o crónicos:

- En el sistema nervioso central y periférico: por ejemplo, polineuritis.
- En el sistema renal.
- En el sistema digestivo: pérdida de apetito, náuseas, mal sabor de boca. Son tóxicos para el hígado.
- En el sistema respiratorio: dificultad respiratoria.
- En la piel: enrojecimiento, urticaria, sequedad, eccema.

- Efectos tóxicos para la reproducción y para el feto. En general, los compuestos orgánicos volátiles se pueden transmitir al recién nacido por la leche materna durante el periodo de lactancia. También puede aumentar el riesgo de aborto.
- Otros efectos: Irritabilidad, dificultades de atención y concentración.

FACTORES DE RIESGO MÁS IMPORTANTES

La posibilidad de que se materialicen los daños para la salud derivados de la exposición a los agentes químicos identificados en las tareas descritas dependerá principalmente de los factores de riesgo que se indican a continuación:

Características de los productos utilizados

- Formulación de la mezcla: la diversidad y cantidad de polímeros base e ingredientes utilizados (agentes vulcanizantes, acelerantes, antioxidantes, plastificantes, inhibidores, aditivos, colorantes, cargas, etc.), posibilitan multitud de combinaciones que confieren características químicas y físicas específicas a cada mezcla, lo que determinará la composición de los humos (gases, vapores y aerosoles) en el proceso.
- Características de la mezcla:
 - Peligrosidad intrínseca de los agentes químicos que componen la mezcla: acción irritante, tóxica, sensibilizante, cancerígena, etc.
 - Reactividad de los agentes químicos: determinarán los productos de reacción y de degradación que puedan liberarse.
 - Elevada volatilidad de los ingredientes, de los productos de reacción y de los productos de degradación.
 - Grado de solubilidad en lípidos (liposolubilidad), de gran influencia tanto en la absorción vía dérmica como por vía inhalatoria (en los alvéolos).
 - Concentración de los agentes químicos peligrosos en la composición de la mezcla.
- Dificultad para la identificación de los agentes químicos presentes en los humos de caucho debido a:
 - Elevado número de especies químicas y diferentes estados físicos (gases, vapores y aerosoles), lo que requiere un profundo conocimiento tanto del proceso como de las técnicas analíticas y de muestreo para identificar los agentes químicos presentes (termodesorción – cromatografía de gases – espectrometría de masas (TD-GC-MS)).
 - Diferentes procesos fisicoquímicos: evaporación, reacción, degradación térmica oxidativa, pirolisis.
- No tener en cuenta la posible sustitución de agentes químicos peligrosos por otros que no lo sean o lo sean en menor medida.

Características de la tarea y el procedimiento de trabajo

- Elección del tipo de proceso: moldeo por compresión, por inyección o por transferencia. El tipo de proceso define algunos parámetros que determinan la liberación de unos agentes químicos u otros en función de las mezclas de caucho crudo y de la pieza conformada.

- Insuficiente control de los parámetros que tienen incidencia en cada fase del proceso en la formación de humos de caucho: temperatura inicial, temperatura de vulcanización y temperatura final de la pieza.
- Nivel de automatización del proceso.
- Tiempo diario de exposición: número de ciclos y tiempo de recorte de piezas.
- Número, forma y dimensiones de la pieza. Cuanto mayor es el área superficial mayor liberación de humos de caucho.
- Temperatura de las superficies de las piezas. El momento inmediato a la extracción de las piezas es el momento en que las piezas están muy calientes y se libera más cantidad de humos de caucho.
- Proximidad o posición incorrecta de la persona trabajadora con respecto al foco de emisión.
- Ausencia de aislamiento de la tarea.
- Necesidad de intervención del personal en la máquina (desatascos, control de alimentación, eliminación de sobrantes, y "pegotes" en moldes y conducciones etc.).

Factores relacionados con las máquinas, las instalaciones y los locales de trabajo

- Diseño inadecuado de las máquinas prensas o inyectoras sin cerramientos y/o sin sistemas de extracción localizada integrados.
- Ausencia o ineficacia de los sistemas de extracción localizada para captar los humos de caucho en la boca de salida de las piezas calientes y en la mesa de trabajo para el recorte de piezas.
- Número y situación de los focos de emisión. Número de prensas o inyectoras ubicadas en el mismo local, en zonas abiertas y sin separación física entre los puestos de trabajo.
- Incorrecta o insuficiente ventilación general en el local de trabajo como complemento de la extracción localizada.
- Inadecuado mantenimiento de los sistemas de ventilación o extracción localizada.
- Ausencia o inadecuada limpieza de las instalaciones y los locales. Las partículas (aerosoles, hollín) del humo de vulcanización se depositan con el tiempo en las superficies (paredes, suelos, techos, instalaciones, etc.).

Factores relacionados con las medidas de protección individual

- Equipos de protección individual inexistentes o inadecuados, que no cumplen con las características de protección requeridas o que no se utilizan adecuadamente.
- Limpieza y mantenimiento inadecuado de los equipos de protección individual (EPI).

Otros factores a considerar

- Ropa de trabajo inadecuada a los riesgos.
- Deficientes condiciones de orden y limpieza en las zonas de prensas.
- Ausencia de formación e información adecuada de las personas trabajadoras tanto en lo referente al método de trabajo como a las medidas seguridad y salud.
- No tener inventariados todas las mezclas y productos utilizados en el procesado del caucho (vulcanización).

- No tener actualizadas y a disposición del personal todas las fichas de datos de seguridad.
- Ausencia o inadecuación de locales de aseo y vestuarios.
- Susceptibilidad individual y patologías previas de la persona trabajadora. Trabajadores especialmente sensibles. Exposición simultánea a varios agentes.
- Situación de embarazo de la trabajadora o en periodo de lactancia natural.
- Hábitos higiénicos personales inapropiados.
- Hábitos como fumar o la ingesta de bebidas alcohólicas.

MEDIDAS PREVENTIVAS

Identificados los factores de riesgo y conforme al artículo 15 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, deben adoptarse medidas preventivas dirigidas a evitar el riesgo. Cuando ello no sea posible, se deberán implantar medidas preventivas de control y de protección de la persona trabajadora para reducir el nivel de riesgo.

Si se identifica la presencia de agentes cancerígenos (HAP, nitrosaminas, etc.) en los humos del procesado del caucho, se deberán tener en cuenta las disposiciones del RD 665/1997, la exposición deberá reducirse al máximo y el número de personas con potencial exposición al mínimo.

MEDIDAS PARA EVITAR EL RIESGO

Medidas a adoptar sobre el agente químico. Sustitución

La medida prioritaria es la sustitución en las formulaciones de mezclas de caucho crudo de los componentes peligrosos por otros que no lo sean o lo sean en menor medida. En caso de los agentes cancerígenos es una obligación que, en caso de no poder llevarse a cabo, se debe justificar.

Si la sustitución resulta técnicamente imposible teniendo en cuenta el estado de conocimiento y grado de aplicabilidad, se deben tomar una serie de medidas cuyo objetivo será siempre reducir al máximo la exposición.

MEDIDAS PARA REDUCCIÓN Y CONTROL DEL RIESGO

Medidas a adoptar sobre el procedimiento de trabajo y la organización

- Automatizar en la medida de lo posible las tareas manuales de manipulación de piezas, como la alimentación, el rebabado, etc.
- Ajustar los parámetros óptimos para cada proceso de vulcanizado: temperatura, presión y tiempo, evitando la liberación de compuestos por la degradación térmica de la pieza.
- Determinar un tiempo mínimo de espera (en función del tipo, número y superficie de las piezas) entre la terminación del vulcanizado y la extracción de las piezas para minimizar la liberación de humos al retirar las rebabas.
- Diseñar la tarea con un adecuado posicionamiento del personal, lo más distanciado posible de las fuentes de emisión y fuera de la circulación de aire entre dichas fuentes y el sistema de extracción.

- La reducción del número de personas expuestas, como medida organizativa fundamental en higiene industrial de cara a la minimización del riesgo.

Medidas a adoptar sobre el agente químico

- Seleccionar adecuadamente los componentes en la formulación de la mezcla de caucho cruda evitando agentes químicos peligrosos.
- Reducir la proporción de los componentes químicos peligrosos al mínimo indispensable para una óptima vulcanización.
- Mantener actualizadas las fichas de datos de seguridad y las etiquetas de productos químicos en todas las mezclas de caucho.

Medidas de ventilación y extracción

- Utilizar equipos de vulcanizado herméticos (prensas) y fabricados con sistema de aspiración interna o adaptar las prensas incorporando extracción interna.
- Instalar campanas de extracción en las bocas de salida de las piezas.
- Utilizar mesas de trabajo con extracción para las operaciones de corte de rebaba.
- Ventilación general. El local debe disponer de un sistema de ventilación general, natural o forzada, que permita la reposición del aire extraído por los sistemas de extracción localizada y la reducción de la concentración ambiental por dilución. La evacuación al exterior se realizará en condiciones que no supongan un riesgo para la salud pública y el medio ambiente.

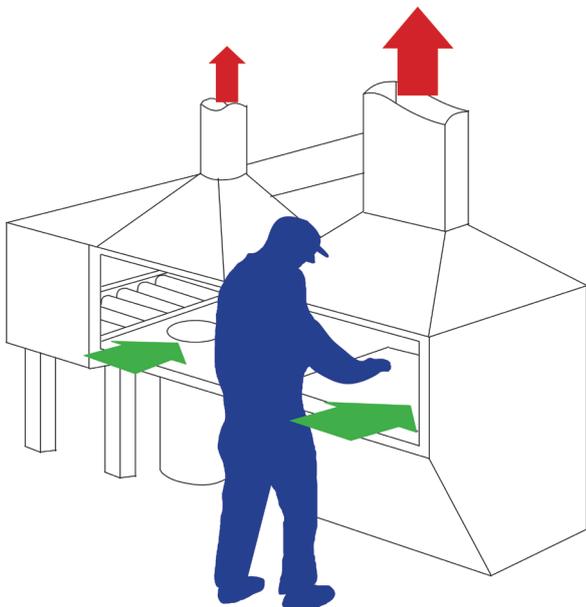


Figura 3: Mesa de trabajo con campana de extracción

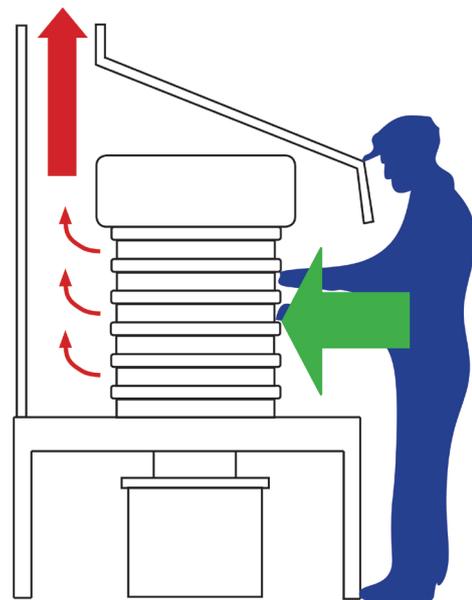


Figura 4: Prensa con ventilación por extracción

Medidas a adoptar sobre el medio ambiente de trabajo

Garantizar unos niveles de iluminación adecuados en la zona de recorte de rebabas que eviten la excesiva aproximación del trabajador sobre las piezas calientes.

Medidas de higiene personal

No se debe comer, beber, fumar en la zona de trabajo. Fuera de la zona de trabajo, se mantendrá una estricta higiene antes de comer, beber, fumar y utilizar el baño, así como al final del turno de trabajo.

Los trabajadores deben disponer de:

- armarios / taquillas en los que guardar la ropa de trabajo o de protección y la de vestir, de forma separada.
- un área de aseo con servicios higiénicos, duchas y lavamanos. Es aconsejable la utilización de jabón neutro y crema hidratante para las manos.
- duchas y fuentes lavaojos o bien "soluciones de lavado" de emergencia.

En el caso de los agentes cancerígenos, el empresario/a está obligado a gestionar la limpieza, la descontaminación y la sustitución, en su caso, de la ropa de trabajo. Está prohibido que el trabajador lleve la ropa contaminada a su casa. Asimismo, el personal identificado como expuesto deberá disponer, dentro de la jornada, del tiempo necesario para su aseo personal, con un máximo de 10 minutos antes de la comida y otros 10 minutos antes de abandonar el trabajo. Además, deberá cumplir con todas las disposiciones recogidas en el Real Decreto 665/1997 y no citadas como son las actuaciones antes exposiciones accidentales y exposiciones no regulares, documentación, información a las autoridades competentes etc.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL DE LA PERSONA TRABAJADORA

Utilización de equipos de protección individual

Si las medidas técnicas y organizativas no fuesen suficientes, la empresa, basándose en los resultados de la evaluación de riesgos, deberá proporcionar los equipos de protección individual (EPI) adecuados a los riesgos presentes en su tarea (protección respiratoria, auditiva, etc.). Estos EPI, entre otros requisitos, deben disponer de marcado CE con los pictogramas que indiquen la protección ofrecida y el folleto informativo, al menos, en castellano.

La persona trabajadora deberá utilizar los EPI según lo indicado en los procedimientos de trabajo establecidos. El mal uso de los equipos de protección individual puede ocasionar un daño grave en su salud, por lo que el empresario/a se asegurará de que estas reciban una información y formación suficientes sobre su utilización correcta, con especial atención a su ajuste a las vías respiratorias, así como sobre la limpieza, conservación, almacenamiento y necesidad de sustitución, así como vigilar que los equipos se utilicen de manera adecuada. A estos efectos, entre otras fuentes, se tendrán en cuenta las instrucciones del fabricante.

El empresario/a facilitará un lugar adecuado para almacenar los EPI y vigilará que el personal los limpie y los conserven de acuerdo con las instrucciones que se les faciliten. Con anterioridad a su utilización se comprobará la idoneidad del EPI a la tarea a realizar y su buen estado de uso. Por otra parte, el empresario/a tomará las medidas necesarias para reparar y sustituir los EPI o los elementos defectuosos o que hayan alcanzado la fecha de su vida útil.

Si no se dispone de ventilación por extracción (campanas) o no protegen suficientemente a la persona trabajadora de la exposición a humos de procesado de caucho, teniendo en cuenta las FDS y de acuerdo con la evaluación de riesgos, será necesario usar los equipos de protección individual adecuados.

Los EPI contra riesgos químicos a utilizar en esta situación de trabajo deben proteger, además, frente a otros riesgos que se puedan presentar (riesgos mecánicos, por ejemplo). Los equipos de protección individual que podrían ser necesarios para las tareas descritas en esta ficha son los siguientes:

Equipos de protección de vías respiratorias

De forma general y dependiendo de la evaluación de la exposición, se recomienda hacer uso de **protección respiratoria** consistente en media máscara o máscara completa dotada de filtros contra gases y vapores y contra partículas. Teniendo en cuenta la diversidad de sustancias peligrosas que pueden estar presentes se recomiendan filtros combinados tipo **ABEKP** (A- gases y vapores orgánicos con PE > 65°C; B- gases y vapores inorgánicos; E- Dióxido de azufre y otros gases y vapores ácidos.; K- amoníaco y sus derivados; P- partículas).

En el caso de haber identificado la presencia de agentes cancerígenos en la composición de los humos de procesado de caucho, se deberán utilizar equipos de protección individual de las vías respiratorias si la exposición no se ha podido evitar por otros medios.

Respecto de la protección respiratoria, es importante:

- Conseguir un ajuste adecuado y verificarlo mediante una “prueba de ajuste” al menos cualitativa. Una forma sencilla para las medias máscaras es tapar la entrada de aire, inhalar suavemente y comprobar que la pieza facial se infla. O bien, tapar la salida de aire, exhalar suavemente y cerciorarse de que la pieza facial se hunde levemente. Verificar su estado cada vez que se vaya a utilizar.
- Sustituir sus elementos, o incluso cambiarla íntegramente, como mínimo con la regularidad indicada en las instrucciones del fabricante.

Guantes de protección frente a productos químicos

Los **guantes** deben seleccionarse según la composición de los productos de caucho y el tiempo de exposición (contacto o utilización).

Debido a la composición de los productos utilizados, no se puede recomendar un material de guante determinado adecuado para todos ellos.

El tiempo de paso indicado por el fabricante del guante debe ser superior al tiempo de contacto con el producto; por ello se hace necesario consultar las fichas de datos de seguridad de los productos empleados.

Los guantes de protección contra riesgos químicos a utilizar en estas tareas es posible que además, requieran protección frente a calor por contacto con superficies calientes y frente a riesgos mecánicos. Esta combinación debe tenerse en cuenta que no es viable en guantes desechables.

La longitud del guante deberá garantizar que el antebrazo quede cubierto.

Los guantes se pondrán sobre las manos limpias y, después de usarlos, se lavarán y secarán las manos. Deberá establecerse un calendario para su sustitución periódica atendiendo a las indicaciones del fabricante.

Protección ocular

Se recomienda el uso de **gafas** de montura integral (con marcado N de resistencia al empañamiento y campo de uso 5 para gases y partículas finas) para protegerse de los humos y partículas.

Calzado de seguridad, de protección o de trabajo resistente a los productos químicos

Para su elección se deberán tener en cuenta propiedades específicas necesarias como resistencia mecánica, resistencia a la perforación, propiedades antiestáticas, etc.

Protección de las trabajadoras embarazadas o en período de lactancia natural

En el caso de trabajadoras embarazadas, que hayan dado a luz recientemente o que se encuentren en periodo de lactancia natural, se deberá aplicar el procedimiento recogido en el artículo 26 Protección de la maternidad de la LPRL, ya que el desarrollo de las tareas recogidas en esta ficha puede suponer riesgo de exposición a agentes químicos incluidos tanto en el anexo VII como en el anexo VIII del Real Decreto 39/1997, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

Para desarrollar la evaluación específica requerida en el citado artículo 26, así como para el establecimiento de las medidas preventivas necesarias en la adaptación del puesto de trabajo, se recomienda aplicar la guía de referencia "Directrices para la Evaluación de Riesgos y Protección de la Maternidad en el Trabajo" del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.

EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN

Teniendo en cuenta la variabilidad de especies químicas que, según se ha visto, pueden contener los humos del procesado del caucho, se pondrá especial atención en realizar una adecuada caracterización del riesgo, especialmente en la identificación de los agentes químicos peligrosos que puedan estar presentes, para lo que:

- se deberán revisar y extraer de las fichas de datos de seguridad la información necesaria sobre los componentes peligrosos que contienen,
- se deberá conocer en profundidad la tecnología, la reactividad de los productos y los parámetros de vulcanización de cada proceso (temperatura, presión, humedad, etc.),
- si fuera necesario, se deberá recurrir a metodologías de análisis cualitativo adecuadas a cada familia o agente químico para su identificación, como por ejemplo, el procedimiento indicado en la especificación técnica ISO/TS 17796:2013.

Una vez identificados los agentes químicos presentes y adoptadas las medidas preventivas de control que se consideren necesarias, de acuerdo además con la directa apreciación profesional acreditada, se procederá a caracterizar y valorar el riesgo por exposición a los agentes químicos objeto de esta ficha.

Evaluación de la exposición por vía inhalatoria

Se consultarán los valores límite de exposición profesional y métodos de medición ambiental disponibles, dando prioridad a los publicados por el INSST (Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España y Métodos de Toma de Muestra y Análisis) y, en ausencia de ellos, a los de otras entidades de reconocido prestigio. La medición de la exposición

por inhalación de agentes químicos se recomienda que se realice siguiendo las pautas de la norma UNE-EN 689:2019+AC:2019 que indica la estrategia de medición a seguir, y cuyo procedimiento se describe en el apéndice 4 de la Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo - Año 2022.

Considerando que el documento de valores límite no dispone de valores para todos los agentes químicos que pudieran estar presentes, una evaluación de la exposición basada en la medición de la concentración ambiental de algunos de ellos y la comparación con los valores establecidos no debe ser exclusiva para garantizar un nivel de riesgo aceptable, sino que se debe minimizar en general la posibilidad de inhalación y contacto con la piel mediante la implementación de las medidas preventivas adecuadas ya descritas.

La toma de muestra y análisis se realizará, preferentemente, por los procedimientos descritos en los métodos del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. En particular:

- Determinación de vapores orgánicos en aire - Método de adsorción en carbón activo / Cromatografía de gases. MTA/MA-032/A98.
- Determinación de aminas alifáticas terciarias (etildimetilamina) en aire - Método de adsorción en gel de sílice / Cromatografía de gases. MTA/MA-021/A91.
- Determinación de hidrocarburos policíclicos en aire. Método de captación en filtro y tubo adsorbente y detección fluorimétrica / Cromatografía líquida de alta resolución. MTA/MA-039/A00.
- Determinación de materia particulada (fracciones inhalable, torácica y respirable) en aire - Método gravimétrico. MTA/MA – 014/A11.

Para la determinación de polvo y humo de caucho en aire, definidos por Health and Safety Executive (HSE) como los generados tanto en la mezcla, molienda y mezclas de caucho combinados con productos químicos en los procesos que convierten las mezclas resultantes en productos terminados, incluyendo cualquier procedimiento de inspección en los que sigue desprendiéndose humo, se dispone de un método publicado por este mismo organismo:

- MDHS47/3 Determination of rubber process dust (Workplace Exposure Limits (WELs): 6 mg/m³) and rubber fume (measured as cyclohexane-soluble material) in air (Workplace Exposure Limits (WELs): 0,6 mg/m³). Methods for the Determination of Hazardous Substances. Health and Safety Executive (HSE).

Para la determinación de humo de asfalto, considerando que se liberan humos por la degradación térmica de derivados del petróleo en el proceso de vulcanización, se dispone de:

- Method 5042: Benzene-soluble fraction and total particulate (asphalt fume). National Institute For Occupational Safety And Health (NIOSH).

Evaluación de la exposición por vía dérmica

Dado que los humos de procesado de caucho pueden incorporar componentes que presentan toxicidad cutánea o bien se absorben a través de la piel, es muy importante que en la evaluación de la exposición a los agentes químicos se consideren metodologías específicas para dicha vía. (Riskofderm – App. Riesgo por exposición dérmica-Año 2021).

La absorción de sustancias por vía cutánea (sustancias con anotación “vía dérmica” en el documento LEP) puede contribuir de forma significativa a la dosis global absorbida y, en esos

casos, la utilización del control biológico es imprescindible. Además, el control biológico es útil también para obtener información sobre el grado de eficacia de las medidas de prevención y protección adoptadas.

La toma de muestra y análisis se realizará, preferentemente, por los procedimientos descritos en los métodos del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo o por los publicados por organismos de reconocido prestigio.

El control biológico es una herramienta para valorar la exposición a los agentes químicos que requiere del conocimiento detallado del trabajo que se lleva a cabo. La observación de las prácticas de trabajo del personal es importante en la determinación de las rutas de exposición y permitirá interpretar adecuadamente los resultados del control biológico.

Una vez que se hayan establecido las medidas preventivas y de protección derivadas de la evaluación de riesgos y la exposición esté suficientemente controlada, se efectuará un seguimiento periódico para comprobar que la exposición se mantiene a un nivel aceptable. Es recomendable que incluya el control periódico de los parámetros de los sistemas de extracción de las prensas, de la correcta utilización de los medios de protección personal (respiratoria, guantes y gafas) y de las medidas de higiene personal. La evaluación de la exposición laboral debe ser actualizada periódicamente.

FORMACIÓN E INFORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES

El empresario/a deberá garantizar:

- Que cada trabajador o trabajadora reciba una formación teórica y práctica suficiente y adecuada en materia preventiva tanto en el momento de la contratación como cuando se produzcan cambios en las funciones o en los equipos de trabajo, especialmente sobre manejo de productos químicos y residuos, y ante emergencias.
- Que las personas trabajadoras y sus representantes reciban una formación e información adecuada sobre los riesgos derivados de la presencia de humos de procesado de caucho, así como de las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse. Así, deberán ser informados de las conclusiones de las mediciones y evaluaciones de riesgos, de las medidas implantadas frente a los riesgos de la exposición y su eficacia y de los resultados (no nominativos) de la vigilancia sanitaria específica.
- Que cada trabajador o trabajadora reciba la información sobre los riesgos específicos del puesto de trabajo y las medidas de protección y prevención aplicables, por lo que se les informará sobre los resultados de las evaluaciones de riesgos de su puesto de trabajo y de los datos de su vigilancia sanitaria específica.

Además, se pondrá a disposición de los trabajadores y trabajadoras la información contenida en las "Fichas de datos de Seguridad" (actualizadas) de todas las sustancias químicas proporcionadas por el fabricante, de forma comprensible para ellos. La primera entrega de cada nueva ficha de datos de seguridad deberá ir acompañada de una acción informativa específica a cargo de persona debidamente cualificada para ello. El propósito de esta acción informativa es facilitar la comprensión por parte del personal del contenido de la ficha, de forma que conozcan los riesgos asociados al uso de la sustancia en particular y las medidas de seguridad que deben adoptarse en su manejo y almacenamiento. Se deben elaborar y poner a disposición del personal "instrucciones de trabajo" y "protocolos de actuación" para situaciones y aspectos como:

- la manipulación de todos los productos químicos,
- la utilización correcta de los equipos de trabajo,
- el seguimiento de buenas prácticas evitando, por ejemplo, sobrecalentamientos,
- la gestión de los residuos, tanto en lo referente a la ejecución como a la responsabilidad de cada trabajador en el mismo,
- la forma correcta de utilizar los EPI, su almacenamiento, limpieza y mantenimiento,
- situaciones de emergencia y solicitud de ayuda exterior (Tfno. emergencias: 112, Tfno. Instituto Nacional de Toxicología: 91 56 20 420),
- la comunicación de cualquier deficiencia detectada por los trabajadores y trabajadoras, así como la de sugerencias de mejora.

En cualquier caso, el empresario/a deberá consultar con las personas trabajadoras y/o sus representantes la organización y desarrollo de las medidas preventivas.

VIGILANCIA DE LA SALUD

El empresario/a está obligado a garantizar la vigilancia periódica de la salud de las personas trabajadoras de su empresa.

La vigilancia debe ser específica. Así, para que el programa de vigilancia de la salud se ajuste a los riesgos derivados de los agentes químicos presentes en el lugar de trabajo, el empresario/a debe facilitar información de estos riesgos y las fichas de datos de seguridad a la unidad médica encargada de la vigilancia de la salud.

La citada vigilancia de las personas que realicen tareas en las prensas de vulcanización deberá incluir la aplicación de protocolos y guías de actuación, como son los Protocolos de Vigilancia Sanitaria Específica "**Asma laboral**" y "**Dermatosis Laborales**" publicados por el Ministerio de Sanidad.

Si la evaluación de riesgos indicara que están presentes compuestos ototóxicos sería conveniente proceder al control audiométrico independientemente del nivel de exposición al ruido, estableciendo una mayor frecuencia en la realización en función del nivel y características de la exposición a los agentes químicos, así como plantearse el uso de alguna exploración complementaria añadida. Este se realizará acorde al Protocolo para la vigilancia sanitaria específica de las personas trabajadoras expuestas a ruido, elaborado por el Ministerio de Sanidad.

En los casos en los que en la empresa la evaluación de riesgos determina que hay personas trabajadoras expuestas a agentes cancerígenos se deberán añadir las obligaciones específicas recogidas en la legislación vigente en cuanto a documentación relativa a los puestos de trabajo, exposición, archivo de documentación, vigilancia postocupacional etc.

Es importante destacar que el cuadro de enfermedades profesionales del sistema de la Seguridad Social (aprobado por el Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, y sus modificaciones posteriores) recoge distintos tipos de enfermedades asociadas a la industria del caucho, entre las que se pueden resaltar varios tipos de cáncer, lo que hace obligatorios los exámenes de salud para las personas expuestas. (Art. 243 RD 8/2015)

Indicar también que el control biológico puede ser útil para obtener información sobre el grado de eficacia de las medidas de prevención y protección adoptadas, por lo que, en el programa de vigilancia de la salud, se debe considerar la inclusión del control biológico de aquellos productos químicos que dispongan de VLB.

FUENTES DE INFORMACIÓN

LEGISLACIÓN

- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, modificado por los Reales Decretos 1124/2000, de 16 de junio, 349/2003, de 21 de marzo, y 598/2015, de 3 de julio, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos o mutágenos durante el trabajo.
- Real Decreto 1154/2020, de 22 de diciembre, por el que se modifica 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 durante el trabajo.
- 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, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) no 1907/2006.

PUBLICACIONES

- IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum Suppl, 7: 1–440. PMID:3482203
- IARC (2012) Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 100F. Chemical Agents and Related Occupations. Lyon, France: IARC.
- Iavicoli, I., Carelli, G., Stanek, E. J., & Castellino, N. (2013). Exposure to carcinogens and work-related cancer: a review of assessment methods. *Environmental Health*, 12(1), 1-12.
- ISO/TS 17796:2013 Caucho — Captura e identificación de componentes volátiles de humos de caucho con muestreo activo en un sorbente de tipo óxido de poli(2,6-difenilfenileno), utilizando el método de termodesorción y cromatográfico de gases con detección espectrométrica de masas
- ISO 21461:2012 Rubber — Determination of the aromaticity of oil in vulcanized rubber compounds.
- UNE-ISO 1382:2022 Caucho Vocabulario
- Kwon, O., Lee, H., & Kim, J. (2019). Cancer incidence among workers in the synthetic rubber manufacturing industry: an update meta-analysis. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, 31(1), 1-11.
- Occupational Safety and Health Administration. (n.d.). Chemical Sampling Information: Nitrosamines. Recuperado el 5 de marzo de 2023, de <https://www.osha.gov/contactus/byoffice/dtsem>

- Organización Mundial de la Salud. (2018). List of Classifications by cancer sites with sufficient or limited evidence in humans, Volumes 1 to 124. Recuperado el 5 de marzo de 2023, de <https://monographs.iarc.fr/list-of-classifications-volumes/>
- RAC Opinion on scientific evaluation of occupational exposure limits for polycyclic aromatic hydrocarbons ECHA/RAC/OEL-O-0000007198-66-01/F 1. Committee for Risk Assessment. December 2022.
- Rubber Analysis: Characterisation, Failure Diagnosis and Reverse Engineering (Martin Forrest) 2018
- SCOEL/OPIN/2016-402 Rubber fumes and dusts Opinion from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits.
- THE RUBBER INDUSTRY-VOLUME28 (World Health Organization International Agency For Research)

Anexo 1. Agentes químicos más importantes en "Conformado de piezas de caucho por moldeo por compresión o inyección: exposición a humos de procesado de caucho (vulcanización)"

NOTA. Los VLA están tomados del documento Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España 2023

Tabla 1: Agentes químicos más importantes o frecuentes

Agente químico	N° CAS	VLA-ED		VLA-EC		Notas de los LEP (*)	Indicador biológico VLB Momento de muestreo	Frases H (1)	Estado físico y Forma de presentación (2)	Propiedades físicas (3)
		ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³					
Asfalto (petróleo) humos, aerosoles solubles en benceno	8052-42-4		0,5						Sólido	P.e.: >300 °C P.f.: 54-173 °C
Hidrocarburos alifáticos alcanos (C1-C4) y sus mezclas		1000								
Hidrocarburos aromáticos										
Benceno	71-43-2	1	3,25			C1A, M1B, vía dérmica, VLB®, v, r	Ver Anexo 2	H225 Líquido y vapores muy inflamables H350 Puede provocar cáncer H340 Puede provocar defectos genéticos H372 Perjudica a determinados órganos por exposición prolongada o repetida H304 Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias H319 Provoca irritación ocular grave H315 Provoca irritación cutánea	Líquido	P.e.: 80°C P.f.: 6°C
Tolueno -Metiltilbenceno -Fenilmetanol	108-88-3	50	192	100	384	vía dérmica, VLB®, VLI, r	Ver Anexo 2	H225 Líquido y vapores muy inflamables. H361d Se sospecha que daña al feto. H304 Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias. H373 Puede perjudicar a determinados órganos por exposición prolongada o repetida. H315 Provoca irritación cutánea H336 Puede provocar somnolencia o vértigo.	Líquido	P.e.: 111 °C P.f.: -95 °C P.V.: (a 20 °C): 3,2 kPa

Agente químico	N° CAS	VLA-ED		VLA-EC		Notas de los LEP (*)	Indicador biológico VLB Momento de muestreo	Frasas H (1)	Estado físico y Forma de presentación (2)	Propiedades físicas (3)
		ppm	mg/m³	ppm	mg/m³					
Xileno , mezcla isómeros (xilol) Orto-xileno - 1,2-dimetilbenceno - o-xilol Meta-xileno - 1,3-dimetilbenceno - m-xilol Para-xileno - 1,4-dimetilbenceno - p-xilol	1330-20-7	50	221	100	442	vía dérmica, VLB®, VLI	Ver Anexo 2	H226 Líquido y vapores inflamables H332 Nocivo en caso de inhalación H312 Nocivo en contacto con la piel H315 Provoca irritación cutánea	Líquido	Pf.: -25°C (o-xileno), -48°C (m-xileno) y -13,2°C (p-xileno). P.e.: 144°C (o-xileno), 139°C (m-xileno) y 138°C (p-xileno). P.V.: 0,88 kPa a 25°C (o-xileno), 1,1 kPa a 25°C (m-xileno) y 1,2 kPa a 25°C (p-xileno)
Etilbenceno -Feniletano	100-41-4	100	441	200	884	vía dérmica, VLB®, VLI	Ver Anexo 2	H225 Líquido y vapores muy inflamables H332 Nocivo en caso de inhalación H373 Puede perjudicar a determinados órganos por exposición prolongada o repetida. H304 Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias	Líquido	P.e.: 136,2 °C P.f.: -94,9 °C P.V.: 2 kPa a 20 °C
Benzo(a)pireno - Benz(a)pireno - 3,4-Benzopireno - Benzo(d,e,f)criseno	192-97-2							H317 Puede provocar una reacción alérgica en la piel. H340 Puede provocar defectos genéticos. H350 Puede provocar cáncer. H360FD Puede perjudicar la fertilidad. Puede dañar al feto.	Sólido (cristal)	P.e.: 496°C P.f.: 178.1°C P.V.: a 20°C: despreciable
Percloroetileno (PERC) - Tetracloroetileno - 1,1,2,2-Tetracloroetileno - Percloroetileno - Tetracloroetano - Tetracloruro de etileno	127-18-4	20	138	40	275	VLI, vía dérmica, VLB®, ae	Ver Anexo 2	H351 Se sospecha que provoca cáncer H411 Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos	Líquido	P.e.: 121 °C P.f.: -22,9°C P.V.: 23.3 mmHg
Cetonas										

Agente químico	N° CAS	VLA-ED		VLA-EC		Notas de los LEP (*)	Indicador biológico VLB Momento de muestreo	Frasas H (1)	Estado físico y Forma de presentación (2)	Propiedades físicas (3)
		ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³					
Acetona Sinónimos -Propanona	67-67-1	500	1210			VLB®, VLI	Ver Anexo 2	H225 Líquido y vapores muy inflamables H319 Provoca irritación ocular grave H336 Puede provocar somnolencia o vértigo EUH 066 La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel	Líquido	P.e.: 56°C P.f.: -95°C PV (a 20°C): 3,2 kPa
Metiletilcetona Sinónimos -Butanona	78-93-3	200	600	300	900	VLB®, VLI	Ver Anexo 2	H225 Líquido y vapores muy inflamables H319 Provoca irritación ocular grave H336 Puede provocar somnolencia o vértigo	Líquido	P.e.: 80°C P.f.: -86°C PV (a 20°C): 10,5 kPa
Aminas										
N,N-Dimetilaminamida (2017) DMEA - Etildimetilamina	598-56-1	2	6,1	4	12,2	f		H225 Líquido y vapores muy inflamables H332 Nocivo en caso de inhalación H302 Nocivo en caso de ingestión H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves	Líquido	P.e.: 36,5°C P.f.: -140°C PV (a 20°C): 52,7 kPa
Dietanolamina (2021) - N, N-Dietanolamina - 2,2'-Dihydroxidietilamina - 2,2'-Iminodietanol - Diolamina	111-42-2	0,2	1			vía dérmica, f, FIV		H302 Nocivo en caso de ingestión H315 Provoca irritación cutánea H318 Provoca lesiones oculares graves H373 Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas	Sólido	P.e. 269°C P.f. 28°C
Dietilamina (2007) - Dietamina - N-etiletanoamina - N,N-dietilamina - Etanoamina	109-89-7	5	15	10	30	VLI, vía dérmica, f		H225 Líquido y vapores muy inflamables H332 Nocivo en caso de inhalación H312 Nocivo en contacto con la piel H302 Nocivo en caso de ingestión H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves	Líquido	P.e: 268,8 °C P.f.: 28 °C P.V.: <0,01 torr a 20°C

Agente químico	N° CAS	VLA-ED ppm mg/m ³		VLA-EC ppm mg/m ³		Notas de los LEP (*)	Indicador biológico VLB Momento de muestreo	Frases H (1)	Estado físico y Forma de presentación (2)	Propiedades físicas (3)
Aldehídos										
Formaldehído (2018) Sinónimos: - Metanal - Óxido de metileno - Aldehído metílico - Aldehído fórmico	50-00-0	0,3	0,37	0,6	0,74	C1B, Sen, s, v		H301 Tóxico en caso de ingestión H311 Tóxico en contacto con la piel H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves H317 Puede provocar una reacción alérgica en la piel H331 Tóxico en caso de inhalación H341 Se sospecha que provoca defectos genéticos H350 Puede provocar cáncer	Gas	P.e.: -19 °C P.f.: -92 °C
Acroleína (2018) - Acrilaldehído - Aldehído acrílico - 2-Propenal	107-02-8	0,02	0,05	0,05	0,12	VLI		H332 Nocivo en caso de inhalación H312 Nocivo en contacto con la piel	Líquido	P.e.: 192 °C P.f.: -64 °C PV (a 20°C): 0,03 kPa
Esteres										
Acetato de metilo - Éster metílico - Etanoato de metilo	79-20-9	200	616	250	770			H225 Líquido y vapores muy inflamables H319 Provoca irritación ocular grave H336 Puede provocar somnolencia o vértigo EUH 066 La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel	Líquido	P.e.: 57°C P.f.: -98° °C P.V.: 23,1 kPa a 20°C
Acetato de etilo (2018) - Ester etílico - Etanoato de etilo	141-78-6	200	734	400	1468	VLI		H225 Líquido y vapores muy inflamables H319 Provoca irritación ocular grave H336 Puede provocar somnolencia o vértigo EUH 066 La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.	Líquido	P.e.: 77°C P.f.: -84°C PV (a 20°C): 10 kPa
Acetato de isobutilo (2021) - Acetato de 2-metilpropilo - Acetato de 2-metil-1-propilo - Éster 2-metilpropílico del ácido acético - Etanoato de β-metilpropilo	110-19-0	50	241	150	723	VLI		H225 Líquido y vapores muy inflamables EUH 066 La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.	Líquido	P.e.: 118°C P.f.: -99°C PV (a 20°C): 1,73 kPa

Agente químico	N° CAS	VLA-ED ppm mg/m ³	VLA-EC ppm mg/m ³	Notas de los LEP (*)	Indicador biológico VLB Momento de muestreo	Frases H (1)	Estado físico y Forma de presentación (2)	Propiedades físicas (3)
Éteres								
Metil-terc-butiléter (MTBE) (2012) - Eter-metil-tercbutílico - terc-Butil-metil-eter - 2-Metoxi-2-metilpropano - Metil-1,1-Dimetileter - 1,1,1-Trimetil-dimetileter	1634-04-4	50	183,5	100	367	VLI	H225 Líquido y vapores muy inflamables H315 Provoca irritación cutánea	Líquido P.e.: 55°C P.f.: -109°C PV (a 25°C): 32,7 kPa

(*)

ae Alterador endocrino. Hay una serie de sustancias utilizadas en la industria, la agricultura y los bienes de consumo de las que se sospecha que interfieren con los sistemas endocrinos de los seres humanos y de los animales y que son causantes de perjuicios para la salud como el cáncer, alteraciones del comportamiento y anomalías en la reproducción. Tales sustancias se denominan "alteradores endocrinos".

Los valores límite asignados a estos agentes no se han establecido para prevenir los posibles efectos de alteración endocrina, lo cual justifica una vigilancia adecuada de la salud.

C1: carcinógenos o supuestos carcinógenos para el hombre. Compruébese para cada agente específico su clasificación conforme al Reglamento (CE) n° 1272/2008.

C1 A: si se sabe que es un carcinógeno para el hombre en base a la existencia de pruebas en humanos.

C1 B: si se supone que es un carcinógeno para el hombre en base a la existencia de pruebas en animales.

f: reacciona con agentes nitrosantes que pueden dar lugar a la formación de N-N nitrosaminas carcinógenas.

FIV: Fracción inhalable y vapor. La notación FIV señala a aquellos agentes químicos que se pueden presentar en el ambiente de trabajo, tanto en forma de materia particulada como de vapor, por lo que las dos fases pueden coexistir, contribuyendo ambas a la exposición. Esta situación se puede dar, principalmente, en los siguientes casos:

- Cuando el agente en cuestión tiene un valor "intermedio" de presión de vapor (en estos casos se tiene en cuenta la relación entre su concentración en el aire saturado de vapor y el valor del VLA-ED, y la nota se asigna, generalmente, cuando el cociente entre ambas cantidades se encuentra entre 0,1 y 10).

- Por razón de forma de uso del agente químico (por ejemplo, pulverización).

- En los procesos que conlleven cambios importantes de temperatura que puedan afectar al estado físico del agente químico.

- En los procesos en los que una fracción significativa del vapor puede disolverse o adsorberse en las partículas de otra sustancia, a semejanza de lo que ocurre con los agentes solubles en agua en ambientes con humedad elevada.

Para mayor información, véase C. Pérez and S.C. Soderholm. Some chemical requiring special consideration when deciding whether to sample the particle, vapor, or both phases of an atmosphere. Appl. Occup. Environ. Hyg. 6 (10), 859-864. 1991.

M1 B: mutagenicidad (consultar documento LEP).

r: sustancia con restricciones respecto a la fabricación, comercialización o uso en los términos que recoge el Reglamento (CE) n° 1907/2006 sobre Registro, Evaluación, Autorización y Restricción de sustancia y preparados químicos (REACH) (consultar documento LEP).

s: sustancia prohibida total o parcialmente su comercialización y uso como fitosanitario y/o como biocida (consultar documento LEP).

Sen: sensibilizante.

v: agente cancerígeno con valor límite vinculante recogido en el Anexo III del Real Decreto 665/1997 y en sus modificaciones posteriores.

VLB: Agente químico que tiene Valor Límite Biológico en el documento de Valores Límite LEP.

VLI: Agente químico para el que la U.E. estableció en su día un valor límite indicativo. Todos estos agentes químicos figuran al menos en una de las directivas de valores límite indicativos publicados hasta ahora. Los estados miembros disponen de un tiempo fijado en dichas directivas para su trasposición a los valores límites de cada país miembro. Una vez adoptados, estos valores tienen la misma validez que el resto de los valores adoptados por el país.

Vía dérmica: indica que, en las exposiciones a esta sustancia, la aportación por la vía cutánea puede resultar significativa para el contenido corporal total si no se adoptan medidas para prevenir la absorción. En estas situaciones, es aconsejable la utilización del control biológico para poder cuantificar la cantidad global absorbida del contaminante.

(1)

Frase que describe la naturaleza de los peligros de una sustancia o mezcla peligrosa (Reglamento (CE) N° 1272/2008)

(2)

A temperatura ambiente

(3)

P.f.: Punto de fusión; P.e.: Punto de ebullición; P.V.: Presión de vapor

Tabla 2: Lista de Valores Límite Biológicos disponibles para los agentes químicos más importantes en "Conformado de piezas de caucho por moldeo por compresión o inyección: exposición a humos de procesado de caucho (vulcanización)".

Agente químico	N° CAS	INDICADOR BIOLÓGICO (IB)	VALORES LÍMITE VLB	MOMENTO DE MUESTREO	NOTAS
Benceno (2017)	71-43-2	Ácido S-Fenilmercaptúrico en Orina	0,045 mg/g creatinina	Final de la jornada laboral (2)	
		Ácido t,t-Mucónico en Orina	2 mg/l		
Tolueno (2018)	108-88-3	o-Cresol en Orina	0,6 mg/g creatinina	Final de la jornada laboral (2)	F
		Tolueno en Sangre	0,05 mg/l	Principio de la última jornada de la semana laboral (5)	
		Tolueno en Orina	1 g/g creatinina	Final de la jornada laboral (2)	
Xilenos (2014)	1330-20-7	Ácidos metilhipúricos en Orina	1 g/g creatinina	Final de la jornada laboral (2)	
Etilbenceno (2011)	100-41-4	Suma del ácido mandélico y el ácido fenilgloxílico en Orina	700 mg/g creatinina	Final de la jornada laboral (1)	I, S
Tetracloroetileno	127-18-4	Percloroetileno en Aire alveolar (fracción final del aire exhalado)	3 ppm	Principio de la última jornada de la semana laboral (5)	
Tetracloroetileno (percloroetileno 2018)		Percloroetileno en Sangre	0,4 mg/l		
Acetona	67-64-1	Acetona en Orina	50 mg/l	Final de la jornada laboral (2)	I
Metiltilcetona	78-93-3	Metiltilcetona en Orina	2 mg/l	Final de la jornada laboral (2)	

(1) Después de cuatro o cinco días consecutivos de trabajo con exposición, lo antes posible después del final de la última jornada, dado que los indicadores biológicos se eliminan con vidas medias superiores a las cinco horas, Estos indicadores se acumulan en el organismo durante la semana de trabajo, por lo tanto, el momento de muestreo es crítico con relación a exposiciones anteriores.

(2) Cuando el final de la exposición no coincida con el final de la jornada laboral, la muestra se tomará lo antes posible después de que cese la exposición real.

F Fondo. El indicador está generalmente presente en cantidades detectables en personas no expuestas generalmente. Estos niveles de fondo están considerados en el valor VLB.

I El indicador biológico es inespecífico puesto que puede encontrarse después de la exposición a otros agentes químicos.

S El indicador biológico es un indicador de exposición al agente químico en cuestión, pero la interpretación cuantitativa de su medida es ambigua (semicuantitativa). Estos indicadores biológicos deben utilizarse como una prueba de selección (screening) cuando no se pueda realizar una prueba cuantitativa o usarse como prueba de confirmación si la prueba cuantitativa no es específica y el origen del determinante es dudoso.