

MONOGRAFÍAS DEL INVASSAT

MG04-210102

Exposición laboral
por vía inhalatoria
a agentes
químicos
cancerígenos o
mutágenos

**INSTITUT VALENCIÀ DE SEGURETAT
I SALUT EN EL TREBALL**

MONOGRAFÍAS DEL INVASSAT

MG04-210102

Exposición laboral por vía inhalatoria a agentes químicos cancerígenos o mutágenos

Julio 2021



**GENERALITAT
VALENCIANA**

INVASSAT

Institut Valencià de
Seguretat i Salut en el Treball

Título: *Exposición laboral por vía inhalatoria a agentes químicos cancerígenos o mutágenos*

Edición: julio 2021

Coordinación: Juan José Puchau Fabado

Elaboración: Yolanda Lozano Cádiz, Sonia Martínez Prats, Juan José Puchau Fabado, Temístocles Quintanilla Icardo y Vicente Blas Sempere López.

Serie: Monografías del INVASSAT

Identificador: MG04-210102

Han participado en la redacción de este documento: Germán Cañavate Buchón (OTP- Oficina Técnica de Prevención); Silvia Cerdá Reig (ESOC Prevención); Raúl Chilet Pérez (OTP - Oficina Técnica de Prevención); Vicente Fernández (SPG Prevención); Sonia Gómez Ríos (Valora Prevención); Fausto Juliá Mallol (Valora Prevención); David Palau Vaquer (Consecas); Virgilio Elías Rodríguez Roig (Unimat Prevención); Santiago Silva (SGS Tecnos); José Terol Muñoz (Unimat Prevención); Benjamín Toledo Escrihuela (Prevenpyme).

Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball (INVASSAT)
C/ València, 32. 46100 Burjassot
www.invassat.gva.es



GENERALITAT
VALENCIANA

INVASSAT
Institut Valencià de
Seguretat i Salut en el Treball

Para citar este documento:

INSTITUT VALENCIÀ DE SEGURETAT I SALUT EN EL TREBALL (INVASSAT). *Exposición laboral por vía inhalatoria a agentes químicos cancerígenos o mutágenos* [en línea]. Burjassot: INVASSAT, 2021. 30 p. [Consulta: dd.mm.aaaa]. Disponible en XXXX. (MG04-210102)

Este documento ha sido elaborado con la participación de las siguientes asociaciones de servicios de prevención ajenos:



Resumen

La gravedad de los efectos para la salud asociados a los agentes químicos cancerígenos o mutágenos los convierten en uno de los campos prioritarios de actuación en materia de seguridad y salud en el trabajo. No obstante, el carácter estocástico de sus efectos hace que la gestión preventiva de estos agentes resulte especialmente compleja en el ámbito laboral. Con objeto de facilitar dicha gestión preventiva, el presente documento proporciona criterios técnicos referidos a la exposición laboral por vía inhalatoria a este tipo de agentes, orientados hacia la aplicación práctica del Real Decreto 665/1997. Asimismo, incluye un anexo específico relativo a la sílice cristalina respirable, debido a su enorme presencia e impacto en multitud de actividades y centros de trabajo.

Contenido

1. Objeto, 1
2. Criterio general de aplicación del Real Decreto 665/1997, 1
3. Alcance del Real Decreto 665/1997 en función del tipo de presencia, 3
4. Puestos de trabajo afectados por el Real Decreto 665/1997 dentro de una misma empresa, 5
5. Mediciones, 6
6. Formación, 8
7. Mujeres embarazadas o en periodo de lactancia natural, 8
8. Personas trabajadoras expuestas, 9
9. Anexo: Consideraciones particulares para el caso de la sílice cristalina respirable (SCR), 10
 1. Cuestiones aplicables de forma general y transversal, 11
 2. Obras de construcción, 17
 3. Fábricas y talleres de piedras naturales y artificiales, 20
 4. Sector cerámico, 22
10. Referencias legales y técnicas, 26

1. OBJETO

El objeto del presente documento es trasladar criterios técnicos referidos a la exposición laboral por vía inhalatoria a agentes químicos cancerígenos o mutágenos, orientados hacia la aplicación práctica del [Real Decreto 665/1997](#).

Los criterios relativos a los sectores de actividad contemplados no tienen carácter exhaustivo ni pretenden constituir una guía de buenas prácticas para dichos sectores. Su objeto es abordar determinadas cuestiones específicas que consideramos de especial interés en ellos.

2. CRITERIO GENERAL DE APLICACIÓN DEL REAL DECRETO 665/1997

El criterio técnico actual relativo a los agentes mutágenos y a la mayoría de cancerígenos, es que sus efectos son estocásticos. En la práctica esto supone que para la mayor parte de estos agentes solo se admite la existencia de una relación *exposición-probabilidad* que no permite establecer umbrales de seguridad (INSST, 2021)¹

Dado que la reglamentación vigente no hace ninguna distinción entre los diferentes agentes legalmente considerados cancerígenos en nuestro país² (en cuanto al alcance de sus VLA) y dado que no existe constancia de criterios publicados por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) ni por ningún organismo con capacidad para realizar interpretaciones a dicha reglamentación, que identifiquen los supuestos agentes cancerígenos específicos para los que excepcionalmente se podría admitir la existencia de un umbral de seguridad, a efectos prácticos y mientras no dispongamos de otro criterio superior, debemos entender que el efecto estocástico aplica a todos los agentes cancerígenos.

Lo anterior supone que el riesgo de exposición por vía inhalatoria vinculado a un agente químico cancerígeno y/o mutágeno está asociado a su mera **presencia** (susceptible de producir contacto), siendo esta por tanto la que determinará la aplicación del Real Decreto 665/1997 (INSSBT, 2017, p. 15-16).

Y dicha presencia únicamente puede descartarse (mediante medición) en aquellos puestos de trabajo no involucrados directamente con las actividades mencionadas en el [artículo 1](#) del Real Decreto 665/1997.³ Lo que implica que para el resto de puestos (los directamente involucrados) no podrá descartarse, incluso en el caso de que el agente no se detecte mediante medición. A este respecto debe tenerse en cuenta que las disposiciones mínimas establecidas en el Real Decreto 665/1997 aplican a las actividades en las que las personas trabajadoras **estén o puedan estar expuestas** a agentes cancerígenos o mutágenos como consecuencia de su trabajo, y que las medidas previstas en su [artículo 5.5](#) aplicarán **siempre que se utilice** un agente cancerígeno.

1 Este criterio se refleja en el documento *Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España* (INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (España) [INSST], 2021, ap. 7) y en la Guía Técnica del RD 665/1997 (comentarios a los arts. 2.3. y 5.4) (INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD, SALUD Y BIENESTAR EN EL TRABAJO (España) [INSSBT], 2017, p. 15 y 19)

2 Solo aquellos que cumplen los requisitos establecidos en el [artículo 2](#) del Real Decreto 665/1997.

3 Según lo previsto en el [Real Decreto 1154/2020](#), de 22 de diciembre (preámbulo) y en la Guía Técnica del RD 665/1997 (INSSBT, 2017, p. 12, 15)

Así, en relación con la **identificación cualitativa** de la presencia:

- Para los puestos de trabajo directamente involucrados con el agente se considera que SIEMPRE existe presencia. En estos casos la identificación de la presencia no está condicionada por su detección mediante medición.
- Únicamente para el caso de puestos o lugares de trabajo no involucrados directamente con el agente, en los que sin embargo la presencia resulte posible, cabe la posibilidad de descartar dicha presencia. En estos casos solo podrá considerarse que no existe presencia cuando esta no se identifique en la determinación analítica realizada al efecto (es decir, cuando se mida y no se detecte).

En cualquier caso, una vez identificada la presencia en el puesto es necesario cuantificar el nivel de dicha presencia en el contexto de la evaluación de riesgos, pues debe determinarse el grado de la exposición. Hay que tener en cuenta que deberá verificarse, por ejemplo, que la exposición no sobrepasa el VLA correspondiente.

Por ello, **a efectos prácticos y en relación con las mediciones de evaluación de la exposición por vía inhalatoria**, en aquellos puestos en los que se haya identificado la presencia del agente (estén directamente involucrados o no con este) debemos diferenciar dos situaciones distintas:

- **Presencia con detección:** siempre que se detecte el agente en la medición, con independencia del nivel de presencia en que se encuentre;
- **Presencia sin detección:** cuando se mida y no se detecte el agente, pero no pueda descartarse su presencia ambiental porque se sepa que está en el proceso o lugares concretos del puesto de trabajo, ya sea porque se usa como materia prima o porque se genera como producto intermedio, residuo, etc.⁴

Todo lo anterior teniendo en cuenta que:

- Para el caso concreto de los **puestos de trabajo no involucrados directamente** con las actividades mencionadas en el [artículo 1](#) del Real Decreto 665/1997 y conforme a lo establecido en el preámbulo del [Real Decreto 1154/2020](#): “En estos puestos de trabajo, cuando el agente cancerígeno o mutágeno se encuentre de forma habitual en el aire exterior (urbano o rural) a muy bajas concentraciones, la presencia en el lugar de trabajo se podría entender como concentraciones ambientales significativamente superiores a las que son normales en el aire exterior”. De ello se deduce que si en estos puestos no se cumple esta condición (es decir, si la concentración ambiental no es significativamente superior a la normal del aire exterior) deberá entenderse que en ellos se descarta la presencia a efectos de aplicación del Real Decreto 665/1997.
- En aquellos casos en los que no se disponga de metodología de toma de muestras y análisis que permita determinar de forma válida la concentración ambiental del agente cancerígeno o

4 Según se indica en la Guía Técnica del RD 665/1997 (INSSBT, 2017), dicho Real Decreto es aplicable siempre que se produzca, entre otras, alguna de las circunstancias siguientes: cuando se emplea como materia prima, se fabrica, se genera como producto intermedio, residuo, impureza o por reacción no deseada o se forma o interviene por cualquier motivo en el proceso laboral básico y las actividades relacionadas con él (mantenimiento, manutención, almacenamiento, reparación, etc.); cuando se utiliza, se forma o se libera al ambiente en el transcurso de las actividades no ligadas al proceso laboral básico (limpieza, desinfección, obras y modificaciones, etc.).

mutágeno, no tenemos forma de descartar su presencia. Por tanto, aplicando el principio de precaución debemos considerar que en estos casos siempre será de aplicación lo previsto en el [Real Decreto 665/1997](#).

Finalmente, en el caso particular de que se trabaje en un sistema cerrado y estanco (preferentemente a presión negativa), aunque se admite la presencia del agente en su interior, se considera que dicho sistema no solo elimina la exposición sino que también evita la exposición a productos intermedios del proceso (INSSBT, 2017, p. 18). Por ello entendemos que, en términos generales, fuera del sistema no existirá exposición al agente cancerígeno⁵. No obstante, dado que no se anula completamente el riesgo para las personas, pues existe la posibilidad de que se produzcan fallos o averías en el sistema, deberá tenerse en cuenta lo establecido en el [artículo 7](#) del Real Decreto 665/1997, así como los siguientes criterios y recomendaciones incluidas en su Guía Técnica (INSSBT, 2017, p. 26):

- Los equipos o componentes que constituyan el sistema de encerramiento deberán ser de calidad y fiabilidad contrastada;
- Deberá implementarse un programa de mantenimiento preventivo, y cuando sea posible predictivo, que garantice que el sistema mantiene sus prestaciones de fiabilidad y seguridad, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante;
- Deberá prestarse especial atención a las pérdidas de estanqueidad en puntos críticos (válvulas, juntas, puntos de toma de muestras...) y al correcto funcionamiento de las instalaciones que garanticen la depresión del sistema.

3. ALCANCE DEL REAL DECRETO 665/1997 EN FUNCIÓN DEL TIPO DE PRESENCIA

A partir de lo indicado anteriormente, podemos distinguir dos situaciones con presencia del agente:

A. Presencia con detección

Dado que los efectos del agente se consideran siempre de carácter muy grave e irreversible, cualquier presencia detectada supondrá la aplicación, en los puestos afectados, de todas las obligaciones previstas por el [Real Decreto 665/1997](#).

Entre ellas, cuando no se pueda eliminar el agente por sustitución o trabajar en sistema cerrado, será necesario aplicar una serie de medidas preventivas básicas, entre las que destacan:

- Establecimiento de métodos de trabajo que eliminen o minimicen la generación del agente, así como implantación de medidas técnicas sobre los propios procesos y equipos a tal fin (trabajos en húmedo; disminución de velocidades de corte, pulido...; disminución de las temperaturas del proceso; herramientas portátiles con aporte de agua...).

⁵ Este extremo debería verificarse en cada caso particular, teniendo en cuenta las características del sistema y de las operaciones que se realizan.

- Extracción localizada (para captar el agente cuya generación no se pueda evitar).
- Compartimentación/autorización de las zonas de riesgo, junto con un adecuado control de acceso a las mismas. Cuando la compartimentación no resulte viable, dichas zonas deberán delimitarse y separarse del resto en la medida de lo posible.
- Limpieza periódica y puntual. Para el caso de materia particulada siempre por aspiración y/o en húmedo.
- Uso de protección respiratoria.
- Evaluación de la exposición, realizada mediante mediciones higiénicas.
- Información y formación específica a los trabajadores expuestos.
- Vigilancia de la salud específica, previa y periódica.

Además, debe tenerse en cuenta que el derecho de los trabajadores y las trabajadoras a la vigilancia periódica de su estado de salud deberá prolongarse más allá de la finalización de la relación laboral a través del Sistema Nacional de Salud, en conformidad con lo establecido en el [artículo 37.3.e\) del Real Decreto 39/1997](#) por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (RSP).

B. Presencia sin detección

Entendemos que en estos casos el nivel de exposición ya se sitúa en el “nivel tan bajo como sea técnicamente posible” exigido por la reglamentación. Podría suponerse, por tanto, que el nivel de protección ofrecido es lo suficientemente alto como para que en esta situación no resulte obligatorio el uso de protección respiratoria⁶.

Asimismo, entendemos que solo en este caso cabe la posibilidad de descartar el riesgo por contaminación al que se refiere el [artículo 6.1](#) del Real Decreto 665/1997. No obstante, esta circunstancia deberá valorarse para cada caso particular, teniendo en cuenta que el hecho de no detectar presencia ambiental del agente no implica necesariamente que no exista riesgo de contaminación al mismo. Un ejemplo de lo anterior puede ser el caso en el que se trabaje en vía húmeda con lodos o barros, de forma que en las mediciones ambientales no se detecte presencia del agente, pero puedan producirse salpicaduras sobre la ropa que, al secarse, faciliten su posterior desprendimiento y presencia en el ambiente.

En cualquier caso, todo lo anterior debe entenderse sin perjuicio de la obligación de cumplir con las medidas preventivas que resulten aplicables, de entre las previstas en el [artículo 5.5](#) del Real Decreto

6 Según se indica en la Guía Técnica del RD 665/1997 (INSSBT, 2017, p. 21-22) se recurrirá a las medidas de protección individual cuando las medidas de prevención y protección colectiva u organizativa sean insuficientes, técnicamente inviables o provisionalmente mientras estas se adoptan; entendiéndose que, en relación con la exposición por vía inhalatoria, las medidas serán insuficientes cuando no puedan garantizar que la exposición por dicha vía no supere en ninguna ocasión los límites ambientales de exposición, incluidos sus correspondientes límites de desviación. Teniendo en cuenta lo anterior, cuando el nivel de presencia del agente en el ambiente es tan bajo que ni siquiera se detecta, entendemos que las medidas de prevención y protección adoptadas deben considerarse suficientes por lo que no es necesario recurrir a la protección individual respiratoria.

665/1997. Asimismo, la “presencia sin detección” estará supeditada a la verificación de que esta se mantiene en el tiempo, mediante mediciones periódicas de control.

4. PUESTOS DE TRABAJO AFECTADOS POR EL REAL DECRETO 665/1997 DENTRO DE UNA MISMA EMPRESA

Es evidente que la exposición al agente afecta a los propios puestos de trabajo que interactúan, o pueden hacerlo, directamente con él (por ejemplo porque se sitúan dentro del proceso en el que se utiliza). Sin embargo, también puede afectar indirectamente a otros puestos en teoría no vinculados con el agente (por ejemplo por desplazamiento por la atmósfera de trabajo hasta ellos). Por tanto es necesario determinar para qué puestos será de aplicación lo previsto en el [Real Decreto 665/1997](#).

Entendiendo por *zona sucia* la zona del centro de trabajo en la que se llevan a cabo las actividades o procesos que involucran directamente al agente cancerígeno y/o mutágeno, se considerarán puestos afectados fuera de la zona sucia:

- **Si la zona sucia no está aislada:** se consideran afectados **todos** los puestos situados fuera de la zona sucia y **próximos** a ella, que a su vez **no estén aislados respecto a esta**. En estos puestos situados fuera de la zona sucia se considera que existe presencia del agente incluso cuando esta no se detecte (**presencia asumida**). A este respecto se consideran las siguientes posibilidades:
 - Si no se realizan mediciones → igual nivel de exposición que en zona sucia.
 - Si se mide y no se detecta → presencia sin detección
 - Si se mide y se detecta → presencia con detección

Sin embargo, los puestos **alejados** de la zona sucia (**varias decenas de metros**) no se considerarán afectados, aceptándose por tanto que no existe presencia en ellos, siempre que se cumplan las siguientes condiciones además del alejamiento:

- Se demuestre que no se utiliza el agente (puestos o lugares de trabajo no involucrados directamente con el mismo)
 - Se mida y no se detecte presencia. Esta condición estará sujeta a la realización de mediciones periódicas de control.
 - Dispongan de zonas de acceso diferentes a las de la zona sucia y sean organizativamente independientes de esta (es decir, su personal no necesite acceder a dicha zona sucia)
- **Si la zona sucia está aislada:** En general se considera que no hay presencia del agente fuera de la zona sucia. No obstante, en función de las características del aislamiento podrían identificarse puestos para los cuales, aún no siendo evidente, resultara posible su presencia (**presencia posible**). En estos casos solo podrá descartarse dicha presencia mediante medición.

Se considera zona sucia aislada aquella que consiga evitar adecuadamente que el agente afecte al resto de puestos de trabajo (preferiblemente por compartimentación con medios físicos, aunque podrían emplearse otros medios como cortinas de aire adecuadas o incluso,

en determinados casos, distanciamiento) y además disponga de un adecuado sistema de control de acceso.

En la siguiente figura se muestra un diagrama de flujo resumen de todo lo anterior:

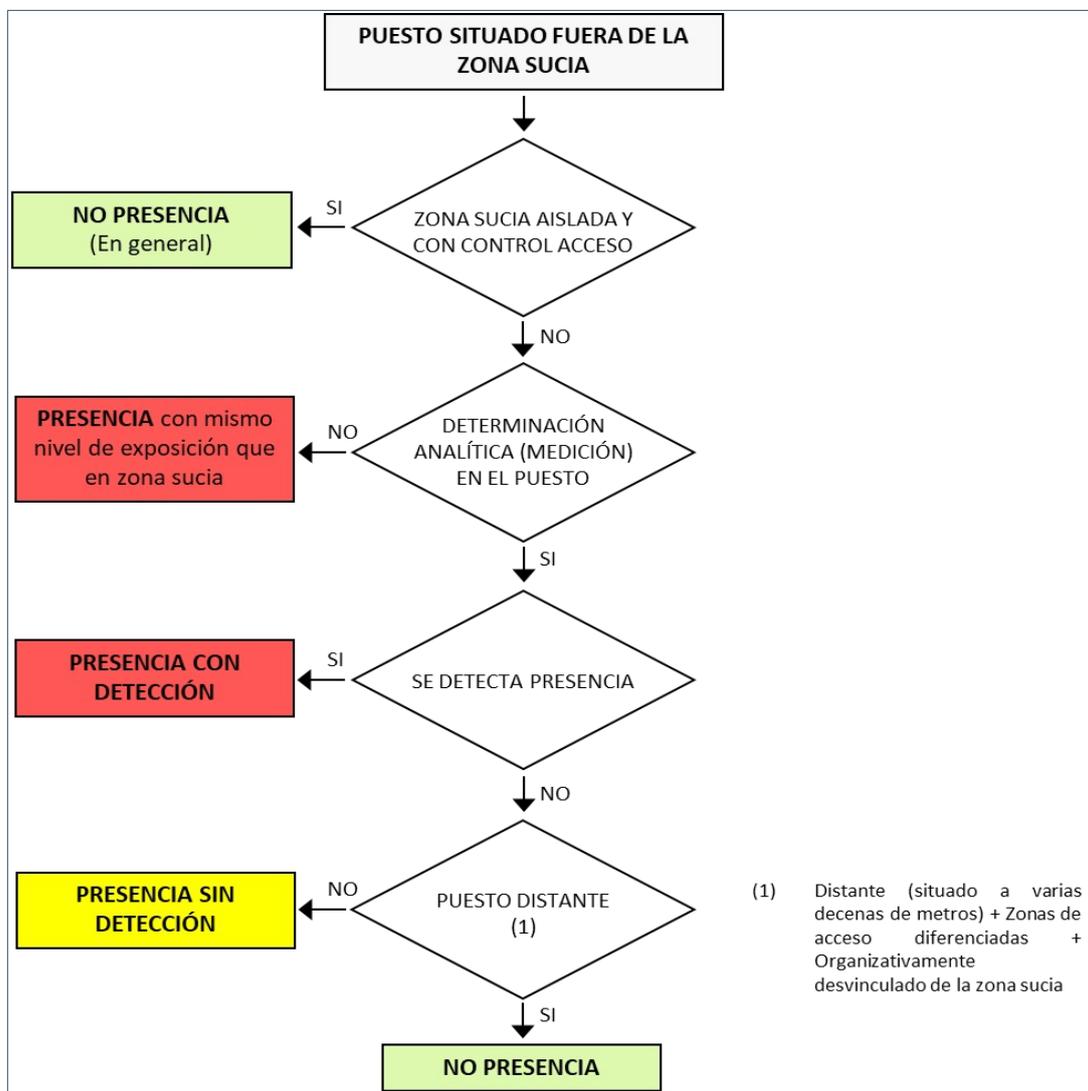


Figura 1: Decisión sobre la afección a los puestos de trabajo situados fuera de la zona sucia

5. MEDICIONES

5.1 Frecuencia de las mediciones de evaluación de la exposición

Si perjuicio de lo previsto en términos generales en el [capítulo II \(sección 1ª\)](#) del Real Decreto 39/1997, especialmente cuando se puedan producir cambios que afecten a las condiciones de exposición (en cuyo caso deberá repetirse la evaluación), y en el [artículo 8.4](#) del Real Decreto

665/1997, se recomienda reevaluar anualmente la exposición. En relación con la frecuencia con la que dichas reevaluaciones deberían incluir mediciones de la exposición, entendemos que:

- **En caso de presencia sin detección.**

Teniendo en cuenta que en este caso se admite la no utilización de protección respiratoria y la posibilidad de descartar el riesgo de contaminación, lo que a efectos prácticos supone una menor exigencia en cuanto a las medidas preventivas requeridas a la empresa, resulta imprescindible garantizar que el nivel de presencia del agente se mantiene en este valor tan bajo (por debajo del límite de detección) a lo largo del tiempo. Para ello deberán realizarse mediciones periódicas de control frecuentes, cuya periodicidad no deberá ser superior a 1 año.

Asimismo, este escenario requerirá que la presencia sin detección se constate en, al menos, 3 mediciones válidas de la exposición de trabajadores del GES⁷, preferiblemente en turnos o jornadas diferentes, consecutivas. No obstante, las posteriores mediciones periódicas de control, mencionadas en el párrafo anterior, podrán referirse a una única medición de la exposición.

- **En el caso de presencia con detección.**

Para establecer la periodicidad concreta en estos casos, deberá tenerse en cuenta lo previsto por la Guía Técnica del Real Decreto 665/1997 en los comentarios del artículo 3, en los que se indica, entre otras cosas, que no debería ser superior a tres años (INSSBT, 2017).

En cualquier caso dicha periodicidad deberá justificarse adecuadamente, teniendo en cuenta la importancia de verificar tanto la eficacia de las medidas preventivas adoptadas (máxime cuando estas deberían estar integradas en una acción continua de mejora orientada a conseguir el nivel de exposición más bajo que sea técnicamente posible) como la no superación del VLA. Se recomienda seguir el criterio de la [UNE EN 689-2019](#).

5.2 Mapeo

Puede resultar útil realizar mediciones ambientales, combinadas con las personales, que permitan hacer un mapa del centro de trabajo en el que se identifiquen las distintas zonas en cuanto a tipos y niveles de presencia del agente, a efectos de determinar el alcance de la aplicación del [Real Decreto 665/1997](#) y la frecuencia de la medición de la exposición en cada una de ellas.

Debe tenerse en cuenta que dicha información será necesaria, además, para poder cumplir adecuadamente como “empresario titular del centro de trabajo”, con los deberes de información e instrucción ([artículo 24 de la Ley 31/1995](#) y [Real Decreto 171/2004](#)) en relación con aquellas empresas externas y/o trabajadoras y trabajadores autónomos que pudieran acceder al mismo. Asimismo, dichas empresas concurrentes deberán tener en cuenta lo previsto en el [Real Decreto 665/1997](#) en caso de que accedan a zonas del centro en las que exista riesgo de exposición a un agente cancerígeno o mutágeno. A este respecto, la información suministrada por el empresario titular debería ser lo más precisa posible, teniendo en cuenta las importantes implicaciones preventivas que puede tener para las empresas concurrentes.

7 Grupo de exposición similar, según definición contenida en el apartado 3.1.3 de la [norma UNE-EN 689:2019](#).

6. FORMACIÓN

En términos generales, deberá garantizarse una formación suficiente y adecuada que incluya, al menos, el contenido expresamente previsto en el [artículo 11](#) del Real Decreto 665/1997:

- a) Los riesgos potenciales para la salud, incluidos los riesgos adicionales debidos al consumo de tabaco.
- b) Las precauciones que se deberán tomar para prevenir la exposición.
- c) Las disposiciones en materia de higiene personal.
- d) La utilización y empleo de equipos y ropa de protección.
- e) Las consecuencias de la selección, de la utilización y del empleo de equipos y ropa de protección.
- f) Las medidas que deberán adoptar los trabajadores, en particular el personal de intervención, en caso de incidente y para la prevención de incidentes.

Y en el [artículo 9.2.c\) del Real Decreto 374/2001](#): “Las precauciones y medidas adecuadas que deban adoptarse con objeto de protegerse a sí mismos y a los demás trabajadores en el lugar de trabajo.”

7. MUJERES EMBARAZADAS O EN PERIODO DE LACTANCIA NATURAL

Teniendo en cuenta que si existe presencia (susceptible de contacto) existe riesgo de exposición a agentes cancerígenos o mutágenos (INSSBT, 2017, p. 15-16), así como lo previsto en la [disposición adicional segunda del Real Decreto 665/1997](#), añadida por el [Real Decreto 1154/2020](#)⁸:

- Todos los agentes cancerígenos y mutágenos incluidos en el ámbito de aplicación del [Real Decreto 665/1997](#) deben entenderse como incluidos en el [anexo VIII del RSP](#), que contiene la lista no exhaustiva de agentes y condiciones de trabajo a los cuales no podrá haber riesgo de exposición por parte de trabajadoras embarazadas o en periodo de lactancia natural. En consecuencia, no podrá existir presencia de dichos agentes en los puestos de trabajo ocupados por estas trabajadoras.
- Las sustancias etiquetadas como H341 (mutágeno categoría 2) y H351 (cancerígeno categoría 2) se incluyen en el [anexo VII del RSP](#), que contiene la lista no exhaustiva de agentes, procedimientos y condiciones de trabajo que pueden influir negativamente en la salud de las trabajadoras embarazadas o en período de lactancia natural, del feto o del niño durante el período de lactancia natural.

⁸ La disposición adicional segunda del RD 665/1997 establece que: “Toda referencia hecha a agentes cancerígenos o mutágenos en las normas laborales vigentes deberá entenderse hecha a los incluidos en el ámbito de aplicación de este real decreto.”

8. PERSONAS TRABAJADORAS EXPUESTAS

Es importante identificar a las personas trabajadoras expuestas, o que puedan estarlo, a agentes cancerígenos o mutágenos, no solo en lo que se refiere a su propia protección sino también con objeto de adoptar las medidas organizativas necesarias para limitar su número al menor posible y disponer del listado actualizado al que se refiere el [artículo 9 del Real Decreto 665/1997](#).

ANEXO

Consideraciones particulares para el caso de la sílice cristalina respirable (SCR)

1. CUESTIONES APLICABLES DE FORMA GENERAL Y TRANSVERSAL

1.1. Equipos de protección respiratoria (EPR)

El EPR deberá proporcionar una protección frente a partículas al menos tipo P3 (o FFP3 para mascarillas autofiltrantes).

A efectos orientativos, el siguiente cuadro contiene las orientaciones del SLIC⁹ (2016) para la protección contra SCR, en relación con los tipos de requisitos para respiradores, filtros y pruebas de ajuste.

Cuadro 1. Tipos de respiradores para protección contra SCR

Tipo de respirador	Clasificación del filtro	Prueba de ajuste (en caso de ser necesario, por Estado miembro)
Máscara buconasal desechable	FFP3	Sí
Máscara buconasal reutilizable	P3	Sí
Máscara completa	P3	Sí (solo prueba cuantitativa)
Máscara completa con ventilación asistida	TM2P3	Sí (solo prueba cuantitativa)
Capuchas/cascos con ventilación asistida	TH2P3	No
Casco de granallado con ventilación incorporada	(sin filtro)	No

Fuente: COMISIÓN EUROPEA. SLIC, 2016

En relación con el cuadro 1 cabe mencionar que la prueba de ajuste no es exigible actualmente en España.

No obstante lo anterior, debe tenerse en cuenta que la cuestión del ajuste del EPR es crítica, debido a la peligrosidad intrínseca de los agentes cancerígenos y mutágenos y a sus efectos estocásticos. Por este motivo, en línea con lo previsto en el apéndice 8 de la *Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo* (INSHT, 2013) y en la [norma UNE-EN 529](#) (*Equipos de protección respiratoria. Recomendaciones sobre selección, uso, cuidado y mantenimiento: guía*) debería prestarse especial atención a la comprobación del ajuste. Se recomienda que la persona que va a utilizar el equipo realice una comprobación diaria del ajuste, previa a su uso, que será obligatoria en caso de que se indique en las instrucciones del fabricante.

9 The Senior Labour Inspectors's Committee (Comisión Europea). Sus recomendaciones respecto a la SCR vienen contenidas en *Guidance for National Labour Inspectors on addressing risks from worker exposure to respirable crystalline silica (RCS) on construction sites* (COMISIÓN EUROPEA. Senior Labour Inspectors' Committee [SLIC], 2016).

1.2. Ropa de trabajo

En general, la ropa de trabajo a utilizar cuando exista posibilidad de exposición a SCR debería estar confeccionada con materiales que no retengan polvo (materiales sintéticos mejor que algodón). En caso de que no sea desechable, su lavado y descontaminación corresponderá a la empresa de forma que al menos diariamente se le proporcione al trabajador ropa limpia.

1.3. Vigilancia de la salud

Tendrá carácter obligatorio, en conformidad con lo establecido en el [artículo 243](#) del texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social ([Real Decreto Legislativo 8/2015](#), de 30 de octubre). En el momento de la publicación del presente criterio, el protocolo específico de vigilancia de la salud aplicable a la sílice cristalina respirable es el *Protocolo de vigilancia sanitaria específica: Silicosis* (CONSEJO INTERTERRITORIAL DEL SISTEMA NACIONAL DE SALUD, 2020). En cualquier caso, puede consultarse el protocolo vigente en cada momento a través de la [página web del Ministerio de Sanidad](#).

1.4. Método de toma de muestra y análisis

Los métodos de toma de muestra y análisis propuestos por el INSST son:

- MTA/MA-056/A06 (Método del filtro de membrana/Difracción de rayos X) (INSHT, 2006)
- MTA/MA-057/A17 (Método del filtro de membrana/Espectrofotometría de infrarrojos) (INSSBT, 2017)

1.5. Duración de la toma de muestras

La duración total del muestreo deberá ser representativa de la exposición. A tal fin:

- En general se recomienda muestrear la totalidad de la exposición;
- En cualquier caso deberá muestrearse la totalidad de la exposición cuando esta sea variable en el tiempo y/o dure menos de 4 horas;
- Para exposiciones uniformes y superiores a 4 horas, la duración del muestreo abarcará al menos 4 horas del tiempo de exposición. En estos casos deberá justificarse que la exposición es uniforme.

1.6. Tiempo mínimo de muestreo

El tiempo mínimo de muestreo deberá ser coherente con la sensibilidad del método de toma de muestra y análisis utilizado, teniendo en cuenta el volumen mínimo de aire recomendado por dicho método y sus límites de detección (LD) y cuantificación (LC). Lo anterior resulta especialmente importante para aceptar aquellas situaciones en las que no se detecta la presencia del contaminante o no se puede cuantificar. Si el tiempo mínimo de muestreo es mayor que la duración de la tarea que se intenta medir, debería considerarse la posibilidad de utilizar un muestreador diseñado para ser usado a un caudal de muestreo superior.

A este respecto, el tiempo mínimo de duración del muestreo (t_{\min}) para asegurar que la cantidad de analito recogido es superior al límite de cuantificación analítico, aún a concentraciones ambientales del orden de 0,1 VLA-ED, se estima mediante la expresión:

$$t_{\min} = LC / (q \cdot 0,1 \text{ VLA-ED}); \text{ donde } q \text{ es el caudal en l/min}$$

Debe tenerse en cuenta que, en relación con la fiabilidad del procedimiento de medición, según indica la norma UNE-EN 482 y recoge la *Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo*, en su apéndice 5, el intervalo de medida del procedimiento cubrirá, al menos, las concentraciones de 0,1 a 2 veces el VLA-ED y de 0,5 a 2 veces el VLA-EC (INSHT, 2013, p. 108). A este respecto, en dicha Guía Técnica se indica, en su apéndice 4, que:

Quando la concentración esperable del agente químico sea inferior a 0,1-VLA-ED pero por razones de aplicación de legislación específica o normativa (por ejemplo, cancerígenos y mutágenos) sea necesario descartar su presencia en el lugar de trabajo, la duración de la toma de muestra será el tiempo máximo que admita el método al caudal más alto recomendado, cuando las condiciones de trabajo lo permitan. (INSHT, 2013, p. 83)

EJEMPLO

Suponiendo para la sílice cristalina respirable un VLA-ED = 0,1 mg/m³ (valor vigente hasta el 31 de diciembre de 2021); caudal nominal del muestreador q = 2,2 lpm; método de toma de muestra y análisis MTA/MA-056/A06 (Difracción de Rayos X) → LD = 3 µg, LC = 9 µg, V_{min} = 480 l

- Volumen mínimo recomendado por método → $t = 480 \text{ l} / 2,2 \text{ lpm} = \mathbf{218,2 \text{ min} = 3,63 \text{ h}}$
- Cuantificar concentraciones del orden de magnitud de 0,1VLA-ED → $t_{\min} = LC / (0,1 \text{ VLA-ED} \cdot q) = 9 / 0,1 \cdot 0,1 \cdot 2,2 = \mathbf{409 \text{ min} = 6,81 \text{ h}}$

Así, en este caso y con este caudal, para poder descartar la presencia tendríamos que haber muestreado al menos durante 6,81 horas (garantizando así el poder cuantificar concentraciones del orden de 0,1VLA-ED) y que en estas condiciones no se detectara contaminante (< 3 µg).

1.7. Muestreador

Deberá utilizarse un muestreador que cumpla los requisitos de las normas [UNE-EN 13205](#) y [UNE-EN 481](#) (convenio fracción respirable).

A este respecto, en el siguiente cuadro se recogen los muestreadores de la fracción respirable expresamente admitidos en los métodos de toma de muestra y análisis propuestos por el INSST. Se trata de muestreadores de la fracción respirable incluidos en el Informe Técnico CEN/TR 15230, sin perjuicio de que puedan utilizarse otros muestreadores válidos que hayan aparecido en el mercado en fecha posterior a dicho informe técnico.

Cuadro 2. Muestreadores de la fracción respirable recogidos en el informe CEN/TR 15230, cuya utilización está expresamente admitida en los MTA/MA 056/A06 y 057/A17

Fracción del aerosol	Muestreador personal	Caudal de muestreo (l/min)	Elemento de retención	Fabricante	MTA/MA
Respirable	GK 2.69	4,2	Filtro de 37 mm	BGI	056/A06 y 057/A17
	SIMPEDS	2,2	Filtro de 25 mm	Casella	056/A06 y 057/A17
	Ciclón polvo respirable	2,2	Filtro de 25 mm	BGI	056/A06 y 057/A17
	Ciclón aluminio	2,5	Filtro de 25 o 37 mm	SKC	056/A06 y 057/A17
	Ciclón plástico conductor	2,2	Filtro de 25 o 37 mm	SKC	056/A06 y 057/A17
	PGP-FSP 2	2	Filtro de 37 mm	GSM	057/A17
	PGP-FSP 10	10	Filtro de 37 mm	GSM	056/A06 y 057/A17
	Ciclón de nylon 10mm	1,7	Filtro de 37 mm	Panametrics	056/A06 y 057/A17
	CIP 10-R	10	Espuma	Arelco	056/A06
Inhalable y Respirable	IOM Multidust	2	Espuma y filtro de 25 mm en portafiltro	SKC	056/A06 y 057/A17
Inhalable, Torácica y Respirable.	Respicon	3,11	Filtros de 37 mm	HundTSI	057/A17

Dado que no existe un muestreador ideal que pueda ser considerado de referencia para cada situación (INSHT, 2007) y teniendo en cuenta que no todos los muestreadores cumplen con todos los requisitos de las normas antes referidas para todas las condiciones ambientales posibles, antes de su uso deberá verificarse que el muestreador seleccionado es aceptable para las condiciones ambientales concretas (especialmente diámetro aerodinámico de las partículas, velocidad y dirección del viento) de utilización.

Dicho lo anterior, actualmente el muestreador más comúnmente utilizado para la toma de muestras de SCR en la Comunitat Valenciana es el SIMPEDS, que puede estar presente en más del 90% de las mediciones. Según nuestra experiencia también se emplean, aunque con mucha menor frecuencia, el GK 2.69 y el ciclón de plástico SKC. A este respecto conviene tener en cuenta que el ciclón de plástico

SKC puede sobremuestrear hasta en un 30% cuando se utiliza a un caudal de 2,2 l/min¹⁰, recomendando el fabricante un caudal de 3 l/min¹¹.

1.8 Bomba de muestreo

En general, para la realización de las mediciones personales se recomienda, siguiendo el criterio técnico del Instituto Nacional de Silicosis [INS] (2015, p. 89), la utilización de bombas tipo P (bombas para muestreo personal de partículas en suspensión en el aire) que cumplan los requisitos de la [norma UNE-EN ISO 13137](#), a caudales entre 1 l/min y 5 l/min) frente a caudales > 5 l/min que parecen sobrevalorar la exposición real del trabajador. No obstante, en aquellos casos en los que el tiempo mínimo de muestreo resulte muy alto en relación con la duración de la tarea evaluada, puede resultar necesario utilizar muestreadores de alto caudal.

1.9 Operaciones de mayor riesgo

Con carácter general entendemos que las operaciones o procesos de mayor riesgo son aquellos que generan fracturas recientes en el material (corte, trituración, pulido...), por su influencia en las características superficiales de la partícula de SCR (concretamente en la distribución superficial de los grupos silanol) y por tanto en su toxicidad¹².

1.10 Limpieza del lugar de trabajo

Cuando se haya trabajado de forma previa con el agente, deberá realizarse una limpieza general inicial del polvo de sílice cristalina de las instalaciones, incluyendo paredes y techos. Asimismo, en todo caso deberán implementarse procedimientos de limpieza regular de todas las superficies.

Como norma deberán emplearse métodos de limpieza en húmedo y/o por aspiración. Además deberá evaluarse la necesidad de uso de protección respiratoria durante las operaciones de limpieza, que en cualquier caso será obligatoria cuando exista presencia con detección.

- En caso de limpieza en húmedo:

Si se utilizan vaporizadores de agua o mangueras, deberán emplearse sistemas de drenaje adecuados (EUROPEAN NETWORK FOR SILICA [NEPSI], 2020)¹³. En cualquier caso no deberá

10 Noticia emitida por SKC en agosto de 2018. Consulta: 09.06.2021. Disponible en: <http://www.vertex.es/wp-content/uploads/2018/11/Cicl%C3%B3n-de-pl%C3%A1stico-SKC-Noticia-Agosto-2018.pdf>

11 Según el actual manual de instrucciones de uso elaborado por SKC. Ver certificado de conformidad incluido en su página 4 (septiembre de 2018). Consulta: 09.06.2021. Disponible en: <https://www.skcltd.com/images/pdfs/007-04-001.pdf>

12 RCS International Conference: Implications of Occupational Exposure to Respirable Crystalline Silica. Scientific and Legal Aspects. Castelló, 17 de septiembre de 2019. [Consulta: 10.06.2021]. Disponible en: <https://www.fue.uji.es/silife>

permitirse que el lodo o fango que pueda haberse formado en el suelo se seque (INSHT, 2010).

En caso de derrames de volúmenes grandes de material fino y seco, deberá utilizarse un método de pulverización fina para humedecerlos, pues un chorro de agua podría facilitar el paso del polvo al ambiente (NEPSI, 2020) (INSHT, 2010).

- En caso de limpieza en seco:

Deberá realizarse por aspiración, mediante aspiradores industriales equipados con filtros HEPA o técnica equivalente (NEPSI, 2020) (INSHT, 2010).

1.11 Formación específica

Teniendo en cuenta el contenido mínimo reglamentario descrito en el apartado 6, se propone el siguiente contenido específico para la formación relativa a la sílice cristalina respirable:

1. QUÉ ES LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE. CLASIFICACIÓN
2. RIESGOS POTENCIALES PARA LA SALUD
 - a) Vías de penetración principales.
 - b) Los riesgos potenciales para la salud relacionados con el polvo de sílice cristalina respirable, incluidos los riesgos adicionales debidos al consumo de tabaco.
 - c) Aspectos relativos a la vigilancia de la salud.
3. LEGISLACIÓN VIGENTE. REAL DECRETO 665/1997
 - a) Valores límite ambientales del polvo respirable y de la sílice cristalina.
 - b) Productos que contienen sílice cristalina y fichas de datos de seguridad.
4. CONTROL DEL POLVO RESPIRABLE DE SÍLICE CRISTALINA. PREVENIR LA EXPOSICIÓN
 - a) Mediciones higiénicas. Valoración y control del riesgo.
 - b) Medidas técnicas. Factores que influyen en la exposición y medidas preventivas a adoptar:
 - Sobre la fuente.
 - Sobre el medio.
 - Sobre el individuo.
 - c) Medidas organizativas.
 - Buenas prácticas que deben utilizarse en el lugar de trabajo y procedimientos de trabajo seguro.
 - Las precauciones que se deberán tomar para prevenir la exposición.
 - Las disposiciones en materia de higiene personal.
 - Medidas que deberán adoptar los trabajadores, en particular el personal de intervención, en caso de incidente y para la prevención de incidentes.
 - Precauciones y medidas adecuadas que deben adoptarse en el lugar de trabajo.
5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL
 - a) Selección, utilización y empleo de equipos y ropa de protección, y sus consecuencias.
 - b) Uso, ajuste y mantenimiento de equipos de protección.

13 NEPSI es el acrónimo por sus siglas en inglés de [Red Europea de la Sílice](#), una red constituida por aquellos sindicatos europeos de trabajadores y empresarios que firmaron el [Acuerdo sobre la protección de la salud de los trabajadores a través de la buena manipulación y uso de la sílice cristalina y los productos que la contienen](#) del diálogo social el 25 de abril de 2006. Sus recomendaciones respecto a la SCR vienen contenidas en la [Guía de buenas prácticas para la protección de la salud de los trabajadores mediante la adecuada manipulación y el uso correcto de la sílice cristalina y de los productos que la contenga](#) n. Así pues, en adelante las referencias a NEPSI deben entenderse realizadas a dicha guía.

En relación con su periodicidad, el [artículo 11.2](#) del Real Decreto 665/1997 establece que la formación deberá repetirse periódicamente, si fuera necesario. A este respecto, en línea con lo indicado en la [ficha 2.3.4](#) de la *Guía de Buenas Prácticas para la Protección de la Salud del Trabajador para la Adecuada Manipulación y Uso de la Sílice Cristalina y de los Productos que la contengan* de NEPSI (instrumento referido en el considerando 19 de la [Directiva \(UE\) 2017/2398](#) y en el considerando 24 de la [Directiva \(UE\) 2019/130](#)), entendemos que resultaría aconsejable repetir la formación al menos cada 2 años.

En cuanto a su duración, si bien no está fijada reglamentariamente, teniendo en cuenta el contenido formativo propuesto aconsejamos una duración mínima de 2 horas.

En cualquier caso, la aplicación de los criterios anteriores estará sujeta a las previsiones que, en relación con la formación en SCR, pudieran contener los correspondientes convenios colectivos en un futuro.

2. OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

2.1 Mediciones higiénicas en obras

Deberían realizarse mediciones higiénicas en obra, al menos hasta que se disponga de los suficientes datos y experiencia acumulada, no para llevar a cabo una evaluación de riesgos al uso de los puestos de trabajo (pues desde la perspectiva de una obra en concreto, resultaría difícilmente fiable al no responder a patrones convencionales de exposición ni poder extrapolarse directamente al resto de obras) sino para:

- Desde un punto de vista global: poder caracterizar el mapa de riesgo de la empresa por puestos de trabajo, tipología de obras, fases de obra, tecnologías y equipos de trabajo utilizados, etc., con objeto de poder identificar los puestos de trabajo afectados y elaborar los procedimientos de trabajo seguro que luego se implementarán en obra.
- Desde el punto de vista de una obra en concreto: determinar las zonas con presencia de contaminante, al objeto de poder adoptar en ellas las medidas preventivas necesarias, incluidas las de tipo organizativo.

2.2 Sustitución

Debe promoverse la sustitución de aquellos materiales con alto contenido en sílice cristalina utilizados en la construcción, que sean susceptibles de ser sometidos a procesos de disgregación mecánica en la obra que generen polvo.

En este sentido, un ejemplo de una actividad especialmente desfavorable en el ámbito de las obras de construcción es la limpieza abrasiva mediante chorreado con arena u otros abrasivos que puedan contener sílice cristalina (INSST, 2011), que muy a menudo se realiza en exteriores (sobre fachadas, muros, estructuras metálicas de puentes...) lo que dificulta enormemente la implementación de medidas técnicas de control y hace casi imposible el confinamiento del chorreado en un proceso cerrado. Siempre que sea posible deberán utilizarse abrasivos que no contengan sílice y trabajar en medio húmedo. En el cuadro 3 se muestran algunos posibles sustitutos de la sílice para el chorreado con abrasivos, propuestos por OSHA (1996) y referenciados expresamente por el SLIC.

Cuadro 3. Posibles sustitutos de la sílice para el chorreado con abrasivos

Alúmina	Cuentas de vidrio	Granalla de acero angular
Granalla de aluminio	Plástico de melamina	Granalla fina de acero
Policarbonato ambiente (Ambient Polycarbonate)	Novaculita	Plástico de urea
Huesos de albaricoque	Olivino (silicato de magnesio y hierro)	Cáscaras de nuez
Carbonato cálcico	Policarbonato	Grano de trigo
Zuros	Carburo de silicio	Óxido de aluminio blanco
Policarbonato criogénico	Granalla fundida inoxidable	Circón
Granate abrasivo	Alambre de acero de corte	

Fuente: COMISIÓN EUROPEA. SLIC, 2016

2.3 Zona de trabajo

Las zonas de trabajo en las que se pueda generar SCR (especialmente aquellas en las que se realicen procesos que causen fracturas en el material) deberán estar convenientemente delimitadas (acotadas y señalizadas). En ellas será obligatorio el uso de EPR por parte del personal.

- Cuando el trabajo se realice en interiores:

En la medida de lo posible el trabajo se realizará en zonas físicamente aisladas del resto de puestos, que en cualquier caso deberán estar adecuadamente ventiladas.

- Cuando el trabajo se realice en el exterior:

La zona de trabajo se mantendrá lo más alejada posible del resto de puestos de trabajo. Se realizará un regado regular de las posibles zonas de generación de polvo (viales, zonas de vertido de escombros, áreas de demolición, acopios de áridos u otros materiales que puedan contener sílice cristalina, etc.)

2.4 Equipos de trabajo para corte, lijado, pulido, perforación...

En general los equipos deberán trabajar mediante sistemas húmedos. Si lo anterior no resultara posible o fuera insuficiente para controlar la emisión de polvo, deberán utilizarse sistemas para su extracción.

Para el caso concreto de uso de equipos portátiles (herramientas de mano):

- Siempre que sea posible deberán utilizarse máquinas portátiles de baja velocidad (INSHT, 2010), especialmente cuando se trate de equipos de corte (COMISIÓN EUROPEA. SLIC, 2016)
- En caso de que el equipo disponga de un sistema de aporte de agua integrado, este deberá garantizar un suministro adecuado en función de las instrucciones del fabricante. Si en el manual de instrucciones no se especifica el caudal de suministro, para los equipos portátiles puede considerarse, a efectos orientativos, un caudal mínimo de 0,5 l/min¹⁴ (COMISIÓN EUROPEA. SLIC, 2016).
- En caso de que los trabajos se realicen en seco, las herramientas manuales deberán disponer de unidad de extracción de polvo. La unidad de extracción de polvo deberá cumplir los requisitos para extractores de polvo de clase H (riesgo alto)¹⁵, según norma UNE-EN 60335-2-69. Además, cuando resulte viable (por ejemplo en herramientas eléctricas rotativas), estos sistemas se conectarán a dispositivos de captación de polvo (cassette, anillo colector, bolsa de recolección, etc.) integrados (HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE (Reino Unido), 2016).

En cualquier caso, en la obra deberán realizarse las mínimas operaciones posibles de mecanizado sobre materiales que contengan sílice cristalina en su composición. En este sentido, las piezas prefabricadas constituidas por estos materiales (por ejemplo piezas de aglomerados de cuarzo o de piedras naturales) que deban instalarse en obra, deberán venir ya cortadas, dimensionadas y preparadas con la mayor precisión posible del taller.

2.5 Maquinaria pesada de obra para movimiento de tierras, excavaciones, demoliciones...

La maquinaria pesada de obra (como palas cargadoras, dumper, retroexcavadoras, etc.) que se utilice para realizar actividades en ambientes con polvo respirable de sílice cristalina, debe operarse desde **cabinas cerradas** que protejan a los operadores (conductores) de la exposición a dicho polvo.

Además, las cabinas deberán estar **presurizadas y dotadas de sistemas de filtración** eficaces. Debe tenerse en cuenta que los dos factores más importantes para reducir las concentraciones de polvo en

14 Se advierte que caudales menores no conseguirán una supresión de polvo igual de buena, y que caudales mayores no mejorarán la supresión de polvo y aumentarán la necesidad de rellenar el tanque con mayor frecuencia.

15 Según la norma [UNE-EN 60335-2-69](#), la clase H (riesgo alto) se considera adecuada para separar todos los polvos con todos los valores límites de exposición ocupacional, incluidos los polvos carcinógenos y patógenos; mientras que la clase M (riesgo medio) lo es para separar el polvo con un valor límite de exposición ocupacional no menor de 0,1 mg/m³. En la actualidad es indiscutible el carácter carcinógeno del polvo de SCR, que además a partir del 31/12/2021 tendrá en nuestro país un VLA-ED de 0,05 mg/m³. Por este motivo, el criterio del INVASSAT es que solo deberá admitirse el uso de extractores de polvo de clase H.

las cabinas cerradas son el uso de un sistema de filtración de aire eficaz y una cabina hermética (con sellado eficaz) para obtener una presurización positiva dentro de la misma (NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (Estados Unidos) [NIOSH], 2009).

No obstante, aunque las cabinas estén dotadas de estos sistemas su falta de mantenimiento puede hacer que, con el paso del tiempo, alguno de sus elementos (por ejemplo el cierre hermético) acabe deteriorándose, permitiendo finalmente la presencia de polvo respirable de sílice cristalina dentro de la cabina. Por ello:

- Deberán implementarse programas de revisión y mantenimiento (sobre filtros, juntas, sellado de puertas...) adecuados, en los que por supuesto se tengan en cuenta las especificaciones del fabricante.
- Deberán realizarse mediciones periódicas de control en el interior de las cabinas, para comprobar la eficacia de las medidas adoptadas.

Asimismo, deberán establecerse programas de limpieza (por aspiración) del interior de las cabinas para retirar los restos de tierra y polvo que el propio operador pueda arrastrar consigo.

2.6 Higiene personal y ropa de trabajo

Deberá disponerse de instalaciones próximas a las zonas sucias, que los trabajadores puedan utilizar para ducharse y lavarse antes de abandonarlas.

Asimismo, deberá disponerse de lugares separados para guardar, de manera separada, la ropa de trabajo o protección a utilizar dentro de la zona sucia y la ropa a utilizar fuera de ella.

Los comedores deberán estar situados fuera de las zonas sucias.

3. FABRICAS Y TALLERES DE PIEDRAS NATURALES Y ARTIFICIALES

3.1 Trabajos de corte y mecanizado en industria y talleres

Deberán emplearse máquinas con **sistema de aporte de agua** (trabajo en húmedo) que proporcione un suministro adecuado.

- El caudal óptimo deberá evaluarse en cada caso, pues puede variar según las operaciones y equipos empleados. No obstante, se observa en ciertos equipos como caudales en torno a los 30 l/min permiten minimizar la generación de polvo (INSHT, 2010)¹⁶

¹⁶ Según la NTP 890, se ha observado que para discos de corte entre 400 y 700 mm de diámetro, un caudal de, aproximadamente, 20-30 l/min y para el equipo de pulido de cantos (5 cabezales simultáneamente) un caudal medio,

- No dejar que el lodo o fango que pueda haberse formado en el suelo se seque lo que podría favorecer que este polvo pueda pasar al ambiente. (INS-HT, 2010)

En caso de que no se consiga evitar la presencia ambiental del agente (presencia con detección), durante las operaciones de mecanizado los trabajadores deberán utilizar **equipos de protección respiratoria (EPR)**.



[INVASSAT]

3.2 Trabajos con máquinas portátiles en taller



Pulidora portátil: aporte agua [INVASSAT]

Emplear sistemas de corte o pulido a baja velocidad.

Emplear **máquinas portátiles con sistema de aporte de agua** (trabajo en húmedo), que disponga de mesa con recogida y drenaje del agua. En relación con el caudal de aporte, se tendrán en cuenta las mismas observaciones que se han realizado para el sector de la construcción.

Cuando el sistema de trabajo en húmedo no consiga evitar completamente la presencia de polvo respirable de sílice cristalina en el

ambiente (presencia detectada):

- Los trabajadores deberán utilizar **equipos de protección respiratoria (EPR)**.
- Además, deberá complementarse con el **uso de cabinas de extracción localizada**. Si bien la velocidad mínima de captura en la boca de la cabina dependerá de su diseño¹⁷, la instalación y mantenimiento de estos sistemas de extracción deberán garantizar que dicha velocidad mínima de captura cumple las especificaciones del fabricante. En cualquier caso, durante los trabajos en el interior de las cabinas los trabajadores **no deberán situarse entre la fuente de generación de polvo y la zona de aspiración**.

también de 30 l/min y por cabezal, permiten minimizar la generación de polvo

17 De forma orientativa, la NTP 890 muestra dos tipologías de cabinas para las que se proponen velocidades de aspiración de 1 m/s y 1,5 m/s, respectivamente.

3.3 Trabajos de instalación en obras/domicilios

Se deberán reducir al máximo los trabajos a realizar fuera del taller, mediante la máxima preparación y mecanizado de los materiales en el taller.

Cuando no quede más remedio que repasar las piezas en el lugar de instalación:

- Siempre que sea posible se deberán emplear **máquinas portátiles con sistema de aporte de agua** (trabajo en húmedo). En el caso de trabajos de corta duración, y excepcionales, con máquinas portátiles en que no sea posible emplear sistemas húmedos, se utilizarán **máquinas portátiles con sistema de extracción localizada incorporado** en la propia herramienta.



Sistema de extracción portátil [INVASSAT]

- Asimismo, deberán emplearse sistemas de corte o pulido a baja velocidad.
- Se llevará a cabo una limpieza adecuada de la zona de trabajo, que permita eliminar los restos de polvo que se puedan haber generado.
- Durante las operaciones con máquinas portátiles los trabajadores deberán utilizar **equipos de protección respiratoria (EPR)**.

4. SECTOR CERÁMICO

4.1 Cerramientos

Siempre que resulte técnicamente posible, deberá establecerse un sistema de cerramientos y confinamiento en todas las fases del proceso productivo, así como en aquellas zonas en las que se detecte presencia de SCR, incluidas:

- Recepción de materias primas.
- Zonas de acopios de tierras. Eras del atomizador.

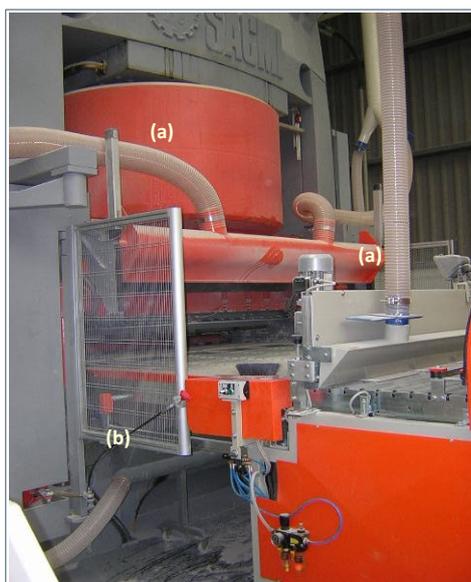
- Transporte de materias primas y tierra atomizada, debiendo procederse al carenado de las cintas transportadoras de tierra atomizada. Cuando el carenado no resulte técnicamente posible se deberán encapsular los puntos críticos (saltos de cintas y puntos de carga/descarga) e incorporar una o varias tomas de aspiración localizada, según el caso.
- Almacenamiento de materias primas y tierra atomizada.
- Zonas de carga y descarga de vehículos (tunelización), pudiendo conseguirse el cerramiento mediante cortinas como las que se observan en la fotografía adjunta.



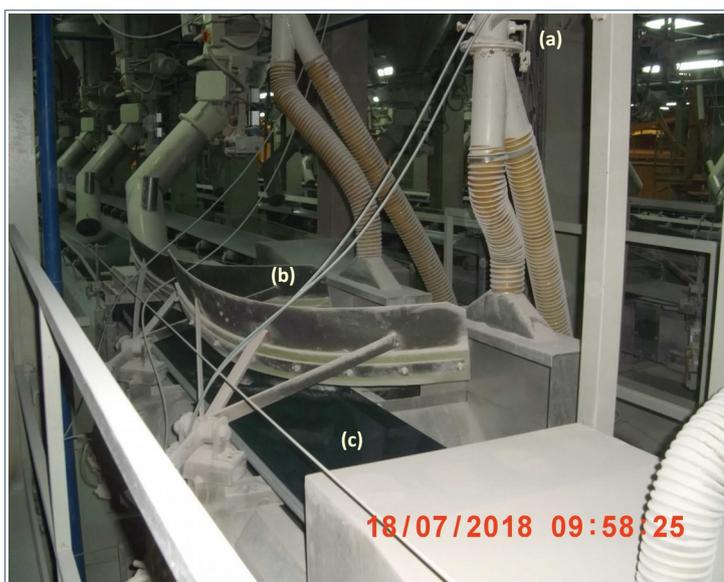
Cortinas (a) [Unimat Prevención]

4.2 Extracción localizada

Los cerramientos deberán combinarse con sistemas de extracción localizada, que en cualquier caso deberán estar instalados en la recepción, vertido y cambios de altura de las cintas transportadoras de tierra atomizada. Algunos ejemplos de puntos en los que dichos sistemas resultan necesarios son:



Prensas: (a) aspiraciones localizadas y (b) tomas de aspiración para la operativa de limpieza manual [Unimat Prevención]



Cintas de transporte: (a) tomas de aspiración; (b) centradores; (c) encapsulamientos [Unimat Prevención]



Línea de esmaltado: (a) tomas de aspiración y (b) encapsulamientos, en los rascadores de piezas cerámicas [Unimat Prevención]

Para garantizar que se mantiene la eficacia de estos sistemas, deberán implementarse programas de mantenimiento preventivo que tengan en cuenta las recomendaciones del fabricante, proveedor o instalador, verificándose que el cambio de consumibles (como filtros) se realiza conforme a las instrucciones del fabricante. Especial atención debería prestarse al acople de las bocas de aspiración localizada (flexibles) con los encapsulamientos.

4.3 Cintas de transporte de tierras

Las cintas de transporte de tierras pueden ser un considerable foco de generación de polvo, debido a las pérdidas residuales de la tierra transportada que en ellas se producen. Para minimizar dichas pérdidas resulta importante:

- Ajustar los rascadores de las cintas transportadoras (especialmente en la Industria del Atomizador, dado el gran número de cintas de transporte que suelen existir a lo largo de su proceso productivo).
- Ajustar la carga de la cinta (kg) y su velocidad (Kg/h), para que sean compatibles con su capacidad de carga y dimensiones. Debe controlarse el ritmo de carga de tierras en las cintas.
- Utilizar rodillos de goma frente a los metálicos.

4.4 Acceso a las zonas sucias

El acceso a las zonas sucias debe realizarse de forma que se mantenga su aislamiento, en la medida de lo posible, para evitar que el contaminante escape y afecte a otras zonas del centro de trabajo. A este respecto puede valorarse:

- Instalación de puertas rápidas, o preferentemente cortinas de aire, para el acceso a la zona sucia y específicamente para el acceso restringido a la zona compartimentada de la sección de prensas.
- Instalación de duchas de aire que faciliten el proceso de descontaminación de los trabajadores al pasar de zonas sucias a zonas limpias.

4.5 Vehículos (pala, barredora y carretillas) y zonas de circulación de camiones

Los vehículos que transiten por zonas con presencia detectada de SCR deberán disponer de cabinas cerradas, presurizadas y dotadas de sistemas de filtración eficaces.

Asimismo deberá realizarse una humectación periódica (por ejemplo mediante camión cuba o sistemas de aspersión) de las zonas de circulación de camiones y maquinaria de movimiento de tierras, para disminuir lo máximo posible la concentración ambiental de polvo.

REFERENCIAS LEGALES

- ESPAÑA. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales. *Boletín Oficial del Estado* [en línea], 10.11.1995, núm. 269. [Consulta: 07.06.2021]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/l/1995/11/08/31/con>
- ESPAÑA. 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. *Boletín Oficial del Estado* [en línea], 23.12.2020, núm. 334. [Consulta: 08.06.2021]. Disponible en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2020-16833
- ESPAÑA. Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales. *Boletín Oficial del Estado* [en línea], 31.01.2004, núm. 27. [Consulta: 08.06.2021]. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2004-1848>
- ESPAÑA. 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. *Boletín Oficial del Estado* [en línea], 04.05.2001, núm. 104. [Consulta: 08.06.2021]. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2001-8436>
- ESPAÑA. Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. *Boletín Oficial del Estado* [en línea], 31.01.1997, núm. 27. [Consulta: 07.06.2021]. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1997-1853>
- ESPAÑA. 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. *Boletín Oficial del Estado* [en línea], 24.05.1997, núm. 124. [Consulta: 07.06.2021]. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1997-11145>
- ESPAÑA. Real Decreto Legislativo 8/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social. *Boletín Oficial del Estado* [en línea], 31.10.2015, núm. 261. [Consulta: 10.06.2021]. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2015-11724>
- UNIÓN EUROPEA. Directiva (UE) 2017/2398 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2017, por la que se modifica la Directiva 2004/37/CE relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes carcinógenos o mutágenos durante el trabajo. *Diario Oficial de la Unión Europea L* [en línea], 27.12.2017, núm. 345. [Consulta: 10.06.2021]. Disponible en: <https://boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2017-82594>
- UNIÓN EUROPEA. Directiva (UE) 2019/130 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de enero de 2019, por la que se modifica la Directiva 2004/37/CE relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agente carcinógenos o mutágenos durante el trabajo. *Diario Oficial de la Unión Europea L* [en línea], 31.01.2019, núm. 30. [Consulta: 10.06.2021]. Disponible en: <https://www.boe.es/doue/2019/030/L00112-00120.pdf>
- UNIÓN EUROPEA. Directiva 2004/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes carcinógenos o mutágenos durante el trabajo (Sexta Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE del Consejo). *Diario Oficial de la Unión Europea L* [en línea],

30.04.2004, núm. 158. [Consulta: 10.06.2021]. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2004-81146>

REFERENCIAS TÉCNICAS

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (1985). *Atmósferas en los puestos de trabajo. Definición de las fracciones por el tamaño de las partículas para la medición de aerosoles. UNE-EN 481:1985*. Madrid: AENOR.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (2005). *Aparatos electrodomésticos y análogos. Seguridad. Parte 2-69: Requisitos particulares para aspiradores que funcionan en mojado o en seco, incluyendo los cepillos con motor para uso industrial y comercial. UNE-EN 60335-2-69:2005*. Madrid: AENOR.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (2006). *Equipos de protección respiratoria. Recomendaciones sobre selección, uso, cuidado y mantenimiento. Guía. UNE-EN 529:2006*. Madrid: AENOR.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (2012). *Exposición en el lugar de trabajo. Requisitos generales relativos al funcionamiento de los procedimientos de medida de los agentes químicos. UNE-EN 482:2012*. Madrid: AENOR.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (2014). *Atmósferas en el lugar de trabajo. Bombas para muestreo personal de los agentes químicos y biológicos. Requisitos y métodos de ensayo. UNE-EN ISO 13137:2014*. Madrid: AENOR.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (2015). *Exposición en el lugar de trabajo. Evaluación del funcionamiento de los muestreadores para la medición de concentraciones de partículas en suspensión en el aire. UNE-EN 13205:2015*. Madrid: AENOR.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (2019). *Exposición en el lugar de trabajo. Medición de la exposición por inhalación de agentes químicos. Estrategia para verificar la conformidad con los valores límite de exposición profesional. UNE-EN 689:2019*. Madrid: AENOR.

COMISIÓN EUROPEA. Senior Labour Inspectors' Committee (2016). *Guidance for National Labour Inspectors on addressing risks from worker exposure to respirable crystalline silica (RCS) on construction sites* [en línea]. Luxembourg: Publications Office. 40 p. [Consulta: 08.06.2021]. Disponible en: <https://osha.europa.eu/en/guidance-national-labour-inspectors-on-addressing-risks-from-worker-exposure-to-respirable-crystalline-silica>

CONSEJO INTERTERRITORIAL DEL SISTEMA NACIONAL DE SALUD (España). *Protocolo de vigilancia sanitaria específica : silicosis* [en línea]. Madrid: Ministerio de Sanidad, 2020. 59 p. [Consulta: 08.06.2021]. NIPO: 133-20-034-2. Disponible en: <https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/silicosis.pdf>

EUROPEAN NETWORK FOR SILICA [NEPSI] (2006). *Guía de buenas prácticas para la protección de la salud de los trabajadores mediante la adecuada manipulación y el uso correcto de la sílice cristalina y de los productos que la contengan* [en línea]. Brussels: NEPSI. [Consulta: 10.06.2021]. Disponible en:

https://www.nepsi.eu/sites/nepsi.eu/files/content/editor/good-practice-guide/good_practice_guide_-_spanish_disclaimer_additional_task_sheets_251006_modified_august_2016.pdf

EUROPEAN NETWORK FOR SILICA [NEPSI] (2020). *Guía de buenas prácticas para la protección de la salud de los trabajadores mediante la adecuada manipulación y el uso correcto de la sílice cristalina y de los productos que la contengan* [en línea]. Brussels: NEPSI. [Consulta: 10.06.2021]. Disponible en: <https://guide.nepsiplatform.com/wp-content/uploads/2021/04/NEPSI-Good-Practice-Guide-ES.pdf>

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE (Reino Unido) (2016). *COSHH essentials in construction: Silica : Drilling with handheld rotary power* [en línea]. Bootle (Reino Unido): HSE. 4 p. [Consulta: 10.06.2021]. Disponible en: <https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/cn3.pdf>

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (España) (2006). *Determinación de sílice libre cristalina (cuarzo, cristobalita, tridimita) en aire : método del filtro de membrana / difracción de rayos X MTA/MA - 056/A06* [en línea]. Madrid: INSHT. 13 p. [Consulta: 08.06.2021]. Disponible en: https://www.insst.es/documents/94886/359043/MA_056_A06.pdf/6874e506-7697-49c6-ae77-ee55dc53e9a5

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (España) (2007). *Evaluación de la exposición laboral a aerosoles (III): muestreadores de la fracción torácica, respirable y multifracción* [en línea]. Madrid: INSHT. 6 p. (Notas técnicas de prevención; 765). [Consulta: 13.07.2021]. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/328681/890w.pdf/1200ad33-c044-4e98-b716-782f3eeab224>

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (España) (2010). *Exposición a Sílice cristalina respirable en operaciones de mecanizado de aglomerados de cuarzo : medidas preventivas* [en línea]. Madrid: INSHT. 6 p. (Notas técnicas de prevención; 890). [Consulta: 13.07.2021]. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/328681/890w.pdf/1200ad33-c044-4e98-b716-782f3eeab224>

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (España) (2011). *Chorroado con arena de piezas y estructuras metálicas: exposición a sílice cristalina* [en línea]. Madrid: INSHT. (BASEQUIM; 006). [Consulta: 13.07.2021]. Disponible en: <https://www.insst.es/stp/basequim/006-chorroado-con-arena-de-piezas-y-estructuras-metalicas-exposicion-a-silice-cristalina-2011-en-revisi%C3%B3n>

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (España) (2013). *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con agentes químicos presentes en los lugares de trabajo* [en línea]. Madrid: INSHT. 168 p. [Consulta 16.05.2021] ISBN: 978-84-7425-810-3. NIPO: 272-13-045-X. Disponible en: <https://www.insst.es/documentacion/catalogo-de-publicaciones/guia-tecnica-para-la-evaluacion-y-prevencion-de-los-riesgos-relacionados-con-agentes-quimicos>

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (España) (2021). *Límites de exposición profesional para Agentes Químicos en España 2021* [en línea]. Madrid: INSST. 181 p. [Consulta: 09.06.2021]. [Consulta: 01.06.2021]. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/1637405/LEP+2021.pdf/3e65c9ac-0708-f262-4808-2562cc9e0134?t=1620397240887>

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD, SALUD Y BIENESTAR EN EL TRABAJO (España) (2017). *Determinación de sílice cristalina (fracción respirable) en aire : método del filtro de membrana / espectrofotometría de infrarrojos* [en línea]. Madrid: INSSBT. 17 p. [Consulta: 08.06.2021]. Disponible en: https://www.insst.es/documents/94886/359043/MA_057_A04.pdf/0a4d3651-902d-41ad-8e18-8408ac6b79a4

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD, SALUD Y BIENESTAR EN EL TRABAJO (España) (2017). *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos o mutágenos durante el trabajo* [en línea]. Madrid: INSSBT. 49 p. [Consulta: 13.07.2021]. ISBN: 978-84-7425-825-7. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/203536/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+para+la+evaluaci%C3%B3n+y+prevenci%C3%B3n+de+los+riesgos+relacionados+con+la+exposici%C3%B3n+durante+el+trabajo+a+agentes+cancer%C3%ADgenos+o+mut%C3%A1genos/3123850f-f2a6-4f7d-ba66-20203161b38e>

INSTITUTO NACIONAL DE SILICOSIS (España) (2015). *Guía para el control del riesgo por exposición a sílice cristalina respirable : empresas sujetas al Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera* [en línea]. Javier Madera García, coord. Madrid: INS. [Consulta: 09.06.2021]. NIPO: 070-16-002-5. Disponible en: <https://ins.astursalud.es/documents/102310/161072/Gu%C3%ADa+para+el+control+del+riesgo+por+exposici%C3%B3n+a+S%C3%ADlice+Cristalina+Respirable.pdf/3cf5731f-f7ac-8100-a1e3-b9de6321017a?version=1.0>

NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (Estados Unidos) (2009). *Disminución de la exposición al polvo peligroso en cabinas cerradas que utilizan los operadores en la construcción* [en línea]. Washington: NIOSH. [Consulta: 10.06.2021]. Disponible en: https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/wp-solutions/2009-123_sp/default.html

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION (Estados Unidos) (1996). *Taking Action to Protect Against Silica. Silica advisor* [en línea]. Washington: OSHA. [Consulta: 10.06.2021]. Disponible en: https://www.osha.gov/dsg/etools/silica/protect_against/protect_against.html

INVASSAT

Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

www.invassat.gva.es

secretaria.invassat@gva.es



**GENERALITAT
VALENCIANA**

Conselleria d'Economia
Sostenible, Sectors Productius,
Comerç i Treball