

# Guía Técnica para la prevención del riesgo por exposición a la SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE (SCR) en el ámbito laboral



Guía Técnica para la  
prevención del riesgo por exposición a la  
SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE (SCR)  
en el ámbito laboral

## **Título**

Guía Técnica para la prevención del riesgo por exposición a la sílice cristalina respirable (SCR) en el ámbito laboral

## **Financia**

Dirección General de Política Energética y Minas. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

## **Edita**

Instituto Nacional de Silicosis (INS). Departamento Técnico

[www.ins.es](http://www.ins.es) – [info@ins.es](mailto:info@ins.es)

## **Autores/as**

María Carballo Menéndez (INS)

Eva M<sup>a</sup> Fernández Vilas (INS)

Juan A. Freijo Pasarín (INS)

Pablo Menéndez Cabo (INS)

## **Entidades y servicios colaboradores**

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST)

Servicio de Neumología Ocupacional del INS

## **Edición de contenidos, maquetación y diseño gráfico**

Grupo CARAC

[www.grupocarac.es](http://www.grupocarac.es) – [info@grupocarac.es](mailto:info@grupocarac.es)

## **Imprime: Editorial MIC**

Primera edición. Oviedo, diciembre 2022

Depósito legal: AS 03364-2022

NIPO (papel y en línea): 665-22-048-0





<b>PRESENTACIÓN .....</b>	<b>9</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>15</b>
<b>2. OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO O EMPRESARIA .....</b>	<b>21</b>
<b>2.1. Ámbito de aplicación del Real Decreto 665/1997 y polvo de SCR .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2. Los/las empresarios/as y la aplicación del Real Decreto 665/1997 .....</b>	<b>26</b>
<b>2.3. Procedimiento tras la identificación de presencia y exposición a SCR .....</b>	<b>27</b>
<b>2.4. Nuevos objetivos a cumplir por parte de los/las empresarios/as de acuerdo con el Real Decreto 665/1997 .....</b>	<b>30</b>
2.4.1. <i>VLA-ED</i> .....	30
2.4.2. <i>Medidas preventivas</i> .....	31
2.4.3. <i>Medidas de higiene personal y de protección individual</i> .....	31
2.4.4. <i>Vigilancia de la Salud</i> .....	32
<b>2.5. Otros aspectos de la gestión empresarial afectados por el Real Decreto 665/1997 .....</b>	<b>32</b>
<b>2.6. Coordinación de Actividades Empresariales (CAE) .....</b>	<b>33</b>
<b>2.7. Sectores con obligaciones específicas .....</b>	<b>35</b>
<b>3. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS .....</b>	<b>41</b>
<b>3.1. Requisitos del personal técnico que realiza la evaluación.....</b>	<b>41</b>
<b>3.2. Identificación de peligros.....</b>	<b>42</b>
3.2.1. <i>¿Cómo confirmar o descartar la presencia de SCR?</i> .....	46
3.2.2. <i>Procedimiento de muestreo en punto fijo</i> .....	49

<b>3.3. Evaluación de riesgos</b> .....	<b>50</b>
3.3.1. <i>Evaluación de la exposición</i> .....	51
3.3.2. <i>Contenido del informe higiénico</i> .....	76
<b>3.4. EJEMPLO PRÁCTICO: Identificación y evaluación del riesgo por exposición a SCR en una marmolería</b> .....	<b>78</b>
<b>4. SUSTITUCIÓN DE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE</b> .....	<b>95</b>
<b>4.1. Concepto de sustitución</b> .....	<b>95</b>
<b>4.2. Motivos para considerar la sustitución</b> .....	<b>95</b>
4.2.1. <i>Obligaciones legales</i> .....	95
4.2.2. <i>Razones técnicas</i> .....	97
4.2.3. <i>Motivación comercial</i> .....	98
<b>4.3. El proceso de sustitución</b> .....	<b>99</b>
<b>5. CONTROL DE LA EXPOSICIÓN</b> .....	<b>105</b>
<b>5.1. Planificación de la actividad preventiva</b> .....	<b>107</b>
<b>5.2. Fuentes secundarias de exposición</b> .....	<b>107</b>
<b>5.3. Sistemas cerrados</b> .....	<b>109</b>
<b>5.4. Medidas para la reducción y prevención de la exposición</b> .....	<b>110</b>
<b>5.5. Fundamentos generales de las principales técnicas de reducción de la exposición a polvo de SCR</b> .....	<b>114</b>
5.5.1. <i>Métodos por vía húmeda</i> .....	116
5.5.2. <i>Métodos por vía seca</i> .....	124
<b>5.6. Ventilación general</b> .....	<b>132</b>
5.6.1. <i>Aislamiento del personal (salas de control y cabinas fijas y de maquinaria)</i> .....	134

5.7. Plan de mantenimiento preventivo.....	136
5.8. Plan de limpieza de las instalaciones.....	137
<b>6. MEDIDAS DE HIGIENE PERSONAL Y DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....</b>	<b>143</b>
6.1. Medidas de higiene personal.....	143
6.2. Medidas de protección individual.....	148
6.2.1. Equipos de protección respiratoria.....	149
<b>7. EXPOSICIONES ACCIDENTALES Y EXPOSICIONES NO REGULARES.....</b>	<b>167</b>
7.1. Exposiciones accidentales.....	168
7.2. Exposiciones no regulares.....	172
<b>8. LA VIGILANCIA DE LA SALUD.....</b>	<b>179</b>
8.1. SCR y efectos para la salud.....	179
8.2. Características de la Vigilancia de la Salud en trabajos con exposición a SCR.....	181
8.3. SCR y enfermedad profesional.....	182
8.3.1. Consentimiento y obligatoriedad del reconocimiento médico.....	182
8.3.2. Derecho a la intimidad y confidencialidad.....	183
8.3.3. Contenido de los reconocimientos médicos específicos sobre SCR para la Vigilancia de la Salud.....	184
8.3.4. Periodicidad de la Vigilancia de la Salud respecto al nivel de exposición a polvo de SCR.....	186
8.4. Vigilancia de la Salud post-ocupacional.....	193
8.5. Capacitación para la Vigilancia de la Salud.....	194
8.6. Resultados del reconocimiento médico.....	196

# ÍNDICE

8.7. Vigilancia de la Salud en personas trabajadoras con exposiciones a SCR esporádicas, intermitentes u ocasionales .....	199
8.8. Silicosis y tabaquismo.....	202
<b>9. DOCUMENTACIÓN .....</b>	<b>207</b>
9.1. Plan de Prevención de Riesgos Laborales .....	208
9.2. Evaluación de Riesgos Laborales.....	210
9.2.1. Controles periódicos .....	211
9.2.2. Reevaluación y revisión de la ERL.....	212
9.3. Planificación de la Actividad Preventiva .....	214
9.3.1. Seguimiento de las medidas preventivas .....	216
9.3.2. Equipos de protección respiratoria.....	217
9.3.3. Personal expuesto .....	217
9.3.4. Vigilancia de la Salud.....	218
9.3.5. Consulta y participación del personal.....	219
9.3.6. Formación e información del personal.....	220
9.3.7. Coordinación de actividades empresariales.....	220
9.4. Servicios de Prevención y entidades especializadas.....	223
9.4.1. Servicios de Prevención Propios .....	223
9.4.2. Auditorías .....	224
9.4.3. Servicios de Prevención Ajenos.....	225
<b>10. INFORMACIÓN A LAS AUTORIDADES .....</b>	<b>231</b>
10.1. Autoridades Competentes .....	231

# ÍNDICE

<b>10.2. Comunicación de la enfermedad profesional.....</b>	<b>232</b>
10.2.1. <i>Parte de enfermedad profesional .....</i>	<i>233</i>
<b>10.3. Información a la Autoridad Laboral.....</b>	<b>235</b>
<b>10.4. Consecuencias de la falta de información a las autoridades .....</b>	<b>237</b>
<b>11. INFORMACIÓN Y FORMACIÓN DE LAS PERSONAS TRABAJADORAS .....</b>	<b>241</b>
11.1. Información.....	242
11.2. Formación .....	245
<b>12. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DEL PERSONAL .....</b>	<b>253</b>
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>259</b>
<b>ANEXO I. AJUSTE DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA.....</b>	<b>268</b>
<b>ANEXO II. MODELO DE RECEPCIÓN DE INFORMACIÓN Y FORMACIÓN EN PREVENCIÓN DEL RIESGO DE EXPOSICIÓN A SCR RECIBIDA POR LAS PERSONAS TRABAJADORAS .....</b>	<b>284</b>
<b>ANEXO III. FICHA DE ENTREGA DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....</b>	<b>286</b>
<b>ANEXO IV. REGISTROS DE CONSULTA Y PARTICIPACIÓN EN MATERIA DE PREVENCIÓN FRENTE AL RIESGO POR EXPOSICIÓN A SCR.....</b>	<b>288</b>
<b>ANEXO V. AUTORIZACIÓN PARA EXPOSICIONES ACCIDENTALES Y NO REGULARES.....</b>	<b>292</b>
<b>REFERENCIAS CONSULTADAS .....</b>	<b>297</b>



# Presentación





# PRESENTACIÓN

Recientemente, el Instituto Nacional de Silicosis (INS) ha conmemorado el 50º aniversario de la Institución. Durante este tiempo se ha consolidado como Centro de Referencia Nacional para la prevención médico-técnica de las enfermedades cardiorrespiratorias de origen ocupacional, como se recoge en la disposición adicional segunda de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, *de prevención de Riesgos Laborales*, marcándose como objetivos prioritarios la prevención de los riesgos laborales y la salud de las personas trabajadoras.

La actividad del INS está dirigida a la prevención primaria y secundaria de las enfermedades respiratorias de tipo ocupacional y medioambiental, desarrollando para ello actividades de docencia, investigación, prevención técnica y médica y asesoramiento. Dentro de estos cometidos se encuadra la elaboración de guías técnicas que podrán adoptarse como referencia en el proceso de evaluación de riesgos laborales, conforme prevé el artículo 5.3.b) del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, *por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención*.

Desde hace más de 20 años, el INS viene desarrollando actuaciones impulsadas y financiadas por el actualmente denominado Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), a través de la Dirección General de Política Energética y Minas, con el propósito de mejorar la seguridad y la higiene en el trabajo. El Real Decreto 1154/2020, de 22 de diciembre, 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*, para incluir como cancerígenos los trabajos que supongan exposición a polvo respirable de sílice cristalina. Además, en su exposición de motivos indica que el INS elaborará una guía técnica para la prevención del riesgo por exposición a la SCR en el ámbito laboral, contando con el apoyo técnico del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST).

Conforme a lo anterior, se ha desarrollado la presente **«Guía Técnica para la prevención del riesgo por exposición a la sílice cristalina respirable (SCR) en el ámbito laboral»**. Desde el INS queremos agradecer la financiación del MITECO y la colaboración prestada por el INSST para la elaboración de este documento, que esperamos sea de utilidad para dar cumplimiento a la nueva normativa y contribuya a controlar adecuadamente el riesgo.

En la actualidad, el INS afronta su medio siglo de vida con la esperanza y el convencimiento de que las medidas enfocadas a preservar la salud respiratoria de las personas mantendrán un papel primordial para la sociedad a lo largo de las próximas décadas.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jesús', enclosed within a circular scribble.

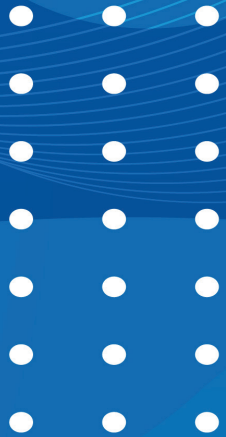
D. Jesús Ramón García García

*Director del Instituto Nacional de Silicosis*





# Introducción





1  
Introducción

# 1. INTRODUCCIÓN

La sílice es un compuesto químico formado por un átomo de silicio y dos átomos de oxígeno ( $\text{SiO}_2$ ), que puede presentarse en forma amorfa o, en mayor medida, en forma cristalina. La forma más común de la sílice cristalina es el cuarzo. Este, al someterse a determinadas temperaturas, pasa a otras formas de sílice cristalina, como es el caso de la tridimita o la cristobalita.

La sílice se encuentra presente en la mayoría de las rocas y minerales que componen la corteza terrestre y, en consecuencia, en gran cantidad de procesos industriales que las utilizan como materia prima. En estos procesos industriales, la exposición laboral a SCR se puede producir en cualquier situación de trabajo en la que se genere polvo respirable que pueda pasar al ambiente, por ejemplo, cuando se llevan a cabo operaciones de corte, trituración, perforación, molienda u otro tipo de acciones mecánicas de disgregación que pueden liberar partículas de sílice en unas granulometrías lo suficientemente pequeñas como para penetrar hasta la zona alveolar de los pulmones, pudiendo quedarse allí depositadas. La exposición crónica a este polvo puede producir silicosis u otro tipo de enfermedades pulmonares.

La silicosis es una enfermedad profesional bien conocida en relación con las actividades mineras, es decir, las encaminadas a la extracción de minerales. Sin embargo, no es tan conocida la exposición a polvo de SCR en otras actividades como, por ejemplo, las del sector cerámico, fundiciones, etc. Se trata de una enfermedad incapacitante e irreversible a día de hoy, que puede agravar o ser precursora de otras enfermedades que afectan a los pulmones u otros órganos. Además, la inhalación de SCR se ha asociado también con la aparición de cáncer de pulmón.

En 1997, la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés) clasificó el polvo respirable de sílice cristalina como cancerígeno para humanos, ratificando dicha clasificación en 2012.



Puesto que el polvo de SCR generado en un proceso de trabajo no es una sustancia que se comercialice, no está sometido a clasificación con arreglo al Reglamento (CE) nº 1272/2008, *sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas* (Reglamento CLP).

Fruto de los datos científicos y técnicos disponibles sobre los efectos cancerígenos de la SCR, la 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*, ha incluido en su anexo I los “trabajos que supongan exposición a polvo respirable de sílice cristalina generado en un proceso de trabajo”, estableciéndose también, en su anexo III, un valor límite vinculante .

El contenido de la Directiva (UE) 2017/2398 se ha transpuesto al derecho español mediante el 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*, ahora de aplicación también a los trabajos con exposición a SCR.

La presente Guía tiene por objeto facilitar la aplicación y la interpretación de las exigencias del Real Decreto 665/1997 en lo referente a trabajos en los que haya o pueda haber exposición a SCR, estableciendo criterios y recomendaciones con el fin de lograr una correcta aplicación de la normativa y de la práctica preventiva.

La estructura de la misma consta de este cuerpo central que desarrolla los contenidos del Real Decreto 665/1997 de forma específica para los trabajos en los que se genera, o puede generarse, polvo de SCR, siendo así de aplicación común a todos los sectores. Además, se anexarán una serie de apéndices de aplicaciones prácticas y medidas de prevención dirigidas a actividades concretas.

Aunque la silicosis no se considera un requisito previo para el desarrollo de un cáncer de pulmón de origen laboral, sí se trata de un importante indicador de las actividades en las que las personas trabajadoras han estado expuestas a elevadas concentraciones de SCR durante su vida laboral.

Por ello, para la elaboración de los mencionados apéndices se han seleccionado los sectores con mayor incidencia de silicosis entre su personal en los últimos diez años, teniendo en cuenta los datos de incidencia procedentes de las memorias anuales del INS.



Fig. 1.1. Cantera (Fuente: INS)



Fig. 1.2. Fundición (Fuente: INS)



Fig. 1.3. Pizarra (Fuente: INS)

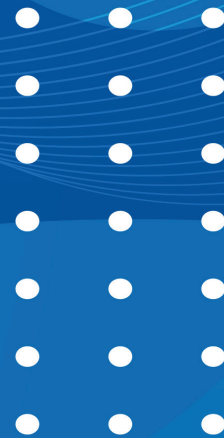
Es por ello que el primero de los apéndices específicos estará dedicado al sector extractivo, desarrollando los apartados de la normativa minera que no se encuentran definidos en el Real Decreto 665/1997, y para los que existen criterios particulares o más específicos, incluidos en la Instrucción Técnica Complementaria 02.0.02 (BOE del 9 de julio de 2021), del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera (RGNBSM). También se analizarán las medidas preventivas existentes en este ámbito, con el fin de valorar su efectividad real, permitiendo a las empresas reducir al nivel más bajo posible los valores de exposición.

Los demás apéndices estarán dedicados a otros sectores, como es el caso de las marmolerías, fundiciones o la construcción, entre otros, evaluando las medidas preventivas a adoptar en cada actividad concreta para controlar, en la medida de lo posible, el riesgo por exposición a SCR de las personas trabajadoras.

The image features a vibrant blue background with various abstract shapes, including overlapping circles and lines. In the center, a large white number '2' is prominently displayed. It is surrounded by four white L-shaped corner brackets, one in each quadrant. A grid of small white dots is positioned behind the number '2'. Additionally, there are two diagonal lines: a thin, light blue line in the upper right and a thicker, darker blue line in the lower right, both with a slight gradient and shadow effect.

2

# Obligaciones del empresario o empresaria





# 2

Obligaciones  
del empresario  
o empresaria

## 2. OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO O EMPRESARIA

Basándose en la evidencia científica actual, la Comisión Europea ha propuesto que los trabajos que supongan exposición a polvo de SCR generado en un proceso de trabajo tengan la consideración de cancerígenos. Como consecuencia de ello, se ha modificado la 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*, incluyendo dichos trabajos en el anexo I y asignándole a la fracción respirable de polvo de sílice cristalina un VLA-ED vinculante de 0,1 mg/m<sup>3</sup> en su anexo III. Estos cambios se han introducido mediante la Directiva (UE) 2017/2398, de 12 de diciembre de 2017.

Las Directivas relativas a la exposición a agentes cancerígenos o mutágenos en el trabajo se han transpuesto a la normativa nacional española a través del Real Decreto 665/1997. Como consecuencia, se añaden nuevas obligaciones a empresarios/as en cuyas actividades se pueda generar polvo de SCR.

La nueva clasificación del polvo de SCR añade a los/las empresarios/as nuevas exigencias a las que se derivan de la Ley 31/1995, *de prevención de Riesgos Laborales* (LPRL) y su normativa de desarrollo. Así, a lo dispuesto en el Real Decreto 39/1997, *por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención*, o en Real Decreto 374/2001, sobre agentes químicos (como lo es la SCR a la que ahora se añade su capacidad carcinógena), se suma ahora **lo más específico del Real Decreto 665/1997** sobre agentes cancerígenos que por lo tanto **aplica al polvo de SCR**. Así, serán obligaciones de los/las empresarios/as las correspondientes a la SCR en cuanto a:

- ❖ **La integración de la prevención.** Las actuaciones preventivas relacionadas con la SCR deben incorporarse a todas las actividades productivas y de gestión de la empresa (ingeniería, mantenimiento, compras, recursos humanos...), y a todos los niveles jerárquicos (personal, mandos intermedios, gestión...), siendo conocidos y desarrollados por las personas que tengan capacidad de decisión real. En todos los ámbitos citados se han de tomar decisiones

preventivas que sean eficientes para prevenir los riesgos por exposición a SCR, y que no persigan solo un cumplimiento formal de la normativa, o se limiten a actuaciones aisladas para corregir situaciones de riesgo después de que estas se materialicen, en lugar de anticiparse a las mismas.

- ❖ La **evaluación inicial de la exposición a SCR** cuando este riesgo no se haya podido evitar, programar la reevaluación con determinada periodicidad y la actualización cuando cambien las condiciones de los puestos de trabajo.
- ❖ La **planificación de las medidas preventivas** que se hayan implantado o sean necesarias frente a la exposición del personal a SCR, y su control y seguimiento periódico, de forma que se asegure su efectividad.
- ❖ La **información y la formación específica** de trabajadores y trabajadoras sobre exposición a polvo respirable con contenido silíceo derivada del trabajo, así como de las medidas de prevención adoptadas.
- ❖ Las medidas a adoptar ante situaciones de **riesgo grave e inminente** por exposición a concentraciones elevadas de SCR.
- ❖ La **vigilancia de la salud específica, individual y colectiva**, respecto a enfermedades por inhalación de polvo de SCR de las personas trabajadoras.
- ❖ Las medidas específicas a aplicar en el caso de **trabajadores y trabajadoras especialmente sensibles**, en particular, en el caso de las trabajadoras embarazadas o lactantes y el personal sujeto a relaciones laborales de carácter temporal.
- ❖ La **coordinación** entre empresarios o empresarias que desarrollen sus actividades en el mismo centro de trabajo, o los de las contratadas, subcontratadas o trabajadores autónomos.
- ❖ La **consulta y participación** del personal en las cuestiones que pueden afectar a su salud por inhalación de polvo de SCR en el trabajo.

Las obligaciones preventivas de los/las empresarios/as son independientes de la modalidad preventiva elegida por estos/as y de las obligaciones que afectan a las empresas fabricantes, importadoras y suministradoras de productos con contenido en sílice cristalina para su comercialización, atendiendo a la normativa nacional y comunitaria.

Respecto de todas estas obligaciones, la Ley de Infracciones y Sanciones en el Orden Social (Real Decreto Legislativo 5/2000) aborda la regulación de las responsabilidades y sanciones que deben garantizar su cumplimiento.

En este capítulo se resumen las principales obligaciones que los/las empresarios/as han de tener presentes con el nuevo marco normativo.

## 2.1. Ámbito de aplicación del Real Decreto 665/1997 y polvo de SCR

El ámbito de aplicación del Real Decreto 665/1997 es el que se especifica en su artículo 1, es decir: “[...] **las actividades en las que los trabajadores estén o puedan estar expuestos a agentes cancerígenos o mutágenos como consecuencia de su trabajo**”.

Dentro de este ámbito de aplicación estarán incluidos los **trabajos que supongan exposición al polvo respirable de sílice cristalina generado en procesos de trabajo**, por lo que las empresas que los desarrollen deberán aplicar las disposiciones de este Real Decreto.

Como primera aproximación a esos trabajos, se debe considerar su aplicación en las actividades descritas en el Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, *por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro*, y en las que, de manera oficial, se reconoce la posibilidad de que puedan generarse daños para la salud en unas determinadas actividades (silicosis o cáncer de pulmón) de las personas trabajadoras por presencia de SCR.



## ACTIVIDADES CON CAPACIDAD RECONOCIDA PARA GENERAR CÁNCER DE PULMÓN SEGÚN REAL DECRETO 1299/2006



Trabajos en minas, túneles, canteras,  
galerías, obras públicas



Trabajos en chorro de arena y esmeril



Tallado y pulido de rocas síliceas, trabajos de  
canterías



Industria cerámica



Trabajos en seco, de trituración, tamizado  
y manipulación de minerales o rocas



Industria siderometalúrgica



Fabricación de carborundo, vidrio,  
porcelana, loza y otros productos  
cerámicos, fabricación y conservación de  
los ladrillos refractarios a base de sílice



Fabricación de refractarios



**Fig. 2.1.** Actividades con capacidad reconocida para generar silicosis y cáncer de pulmón (Real Decreto 1299/2006)

Es habitual asociar la exposición a SCR al ámbito minero, en especial por el conocimiento de la incidencia que la enfermedad de la silicosis tiene en este sector. Sin embargo, a la vista de la tabla anterior, debe tenerse en cuenta que este agente puede estar presente en otros muchos sectores. En los últimos años se han generado daños a la salud de las personas trabajadoras en actividades en las que pasaba inadvertida la presencia de polvo de SCR, o bien no se aplicaban las medidas preventivas adecuadas a dicha exposición.

**Por lo tanto, existe una gran cantidad de actividades y sectores en los que se emplean materias silíceas, distintos al minero, en los que será necesario aplicar el Real Decreto 665/1997.**

A modo de ejemplo, se pueden citar los siguientes:

- ❖ Construcción (talleres de elaboración de piedra o marmolerías, reforma o edificación de viviendas...).
- ❖ Obra pública (instalaciones o reparaciones en calzadas en ámbito urbano, canalizaciones, elementos constructivos de vías de comunicación, etc.).
- ❖ Fabricación de bienes de equipo o materiales industriales (trabajos en fundiciones, tratamientos de acabado de superficies, elaboración de elementos cerámicos).
- ❖ Otros, como la fabricación de vidrio, neumáticos, papel o incluso de piezas porcelánicas para confección de prótesis dentales o de pulido de piezas de joyería.

## 2.2. Los/las empresarios/as y la aplicación del Real Decreto 665/1997

En el Real Decreto 665/1997 se establecen las disposiciones mínimas que habrán de aplicarse a las **actividades en las que el personal esté o pueda estar expuesto** a agentes cancerígenos o mutágenos.

Por lo tanto, el empresario o empresaria deberá conocer si en sus centros de trabajo el personal podría estar expuesto a polvo de SCR. Para ello será necesario, en primer lugar, **identificar la presencia de sílice**, verificando a continuación la **existencia de tareas que puedan provocar la puesta en suspensión de polvo respirable** que la contenga. Si esto es así, el riesgo potencial existirá y será de aplicación el Real Decreto 665/1997. En base a esto, las empresas deberán averiguar:

- ❖ Si utilizan **materias primas con contenido en sílice cristalina** en su composición.  
Para ello pueden ayudarse del etiquetado de los productos empleados, su ficha de datos de seguridad (FDS), la clasificación de los productos establecida en la normativa europea, los estudios sectoriales equivalentes al suyo y el análisis del material en laboratorio, entre otros.
- ❖ **Si es posible que se genere polvo de SCR** en las tareas desarrolladas durante el proceso productivo. Tal sería el caso cuando:

- Se añaden aditivos con contenido en sílice cristalina (adición de arena silíceas en la fabricación de cementos).
- Se utilizan materiales con sílice en operaciones relacionadas con las de producción (confección de moldes en fundiciones).
- Se realizan operaciones mecánicas (corte o disgregación de materiales, tratamientos para el acabado de superficies) que pueden generar polvo con contenido en SCR, tal y como sucede en los trabajos desarrollados en marmolerías y otras instalaciones en el sector de la construcción.
- Se generen residuos que puedan contener sílice cristalina como consecuencia de las operaciones anteriores (materiales sobrantes o de polvo recogido mediante extracción localizada).
- Existan operaciones auxiliares de las de producción, como es el caso de las relacionadas con el mantenimiento, almacenaje de sustancias, limpieza de instalaciones, movimiento de mercancías y realización de obras, entre otras, en las que sea posible liberar polvo silíceo al ambiente.

Además, deberá tenerse en cuenta que, durante el desarrollo de sus tareas, **el personal podría estar expuesto a SCR procedente de fuentes exteriores** al centro de trabajo. Sería el caso, entre otros, de la entrada de polvo con contenido silíceo por puertas, ventanas u otros accesos como consecuencia del trasiego de vehículos sobre firmes con materiales silíceos o que se hayan depositado sobre los mismos; recirculación de extracciones localizadas propias o ajenas; o ventilación desde un punto con presencia de polvo silíceo.

## 2.3. Procedimiento tras la identificación de presencia y exposición a SCR

Una vez que se considera posible la exposición a SCR, es decir, se identifica su posible presencia (ver Capítulo 3) la primera medida que el/la empresario/a ha de adoptar es la de evitar el riesgo, tratando para ello de **sustituir el agente o los procedimientos** en que este pueda generarse por otros que no sean peligrosos, o lo sean en menor medida, de acuerdo con lo recogido en el Capítulo 4 de esta Guía, sobre sustitución de sílice cristalina.

Si tras el análisis de alternativas para la sustitución del producto se concluye que es viable y se lleva a cabo, la aplicación del Real Decreto 665/1997 no sería necesaria. Si por el contrario no fuera técnicamente posible, deberá incluirse en la documentación preventiva el estudio realizado y la justificación de los motivos para no implementarla.

Descartada la sustitución, el/la empresario/a se encontrará ante un **riesgo no evitable**, por lo que procederá a evaluarlo adecuadamente (ver Capítulo 3 de esta Guía).

Con la información de la Evaluación de Riesgos, el/la empresario/a está en disposición de tomar las mejores decisiones posibles para completar su Plan de Prevención, planificando e implementando las actuaciones preventivas frente a la exposición a SCR. En concreto, y en relación con los capítulos de esta Guía, deberá:

- ❖ Prevenir y reducir la exposición a un nivel tan bajo como sea técnicamente posible (ver Capítulo 5), manteniendo siempre la exposición por debajo del VLA-ED, y priorizando la realización de los trabajos en un sistema cerrado.
- ❖ Adoptar las medidas de higiene personal y de protección individual necesarias (ver Capítulo 6).
- ❖ Evaluar y gestionar las medidas preventivas frente a exposiciones accidentales y exposiciones no regulares (tratado en Capítulo 7).
- ❖ Llevar a cabo la Vigilancia de la Salud específica del personal (objeto del Capítulo 8).

Todas estas actuaciones deberán:

- ❖ Estar planificadas.
- ❖ Contar con responsable y fechas previstas de ejecución, destinando los medios humanos y materiales necesarios para ello.
- ❖ Ser controladas periódicamente para comprobar su efectividad y que esta se mantiene en el tiempo. Para ello, podrán ser necesarias mediciones de exposición con determinada periodicidad.

Las obligaciones de los/las empresarios/as se representan esquemáticamente por medio del flujograma siguiente:

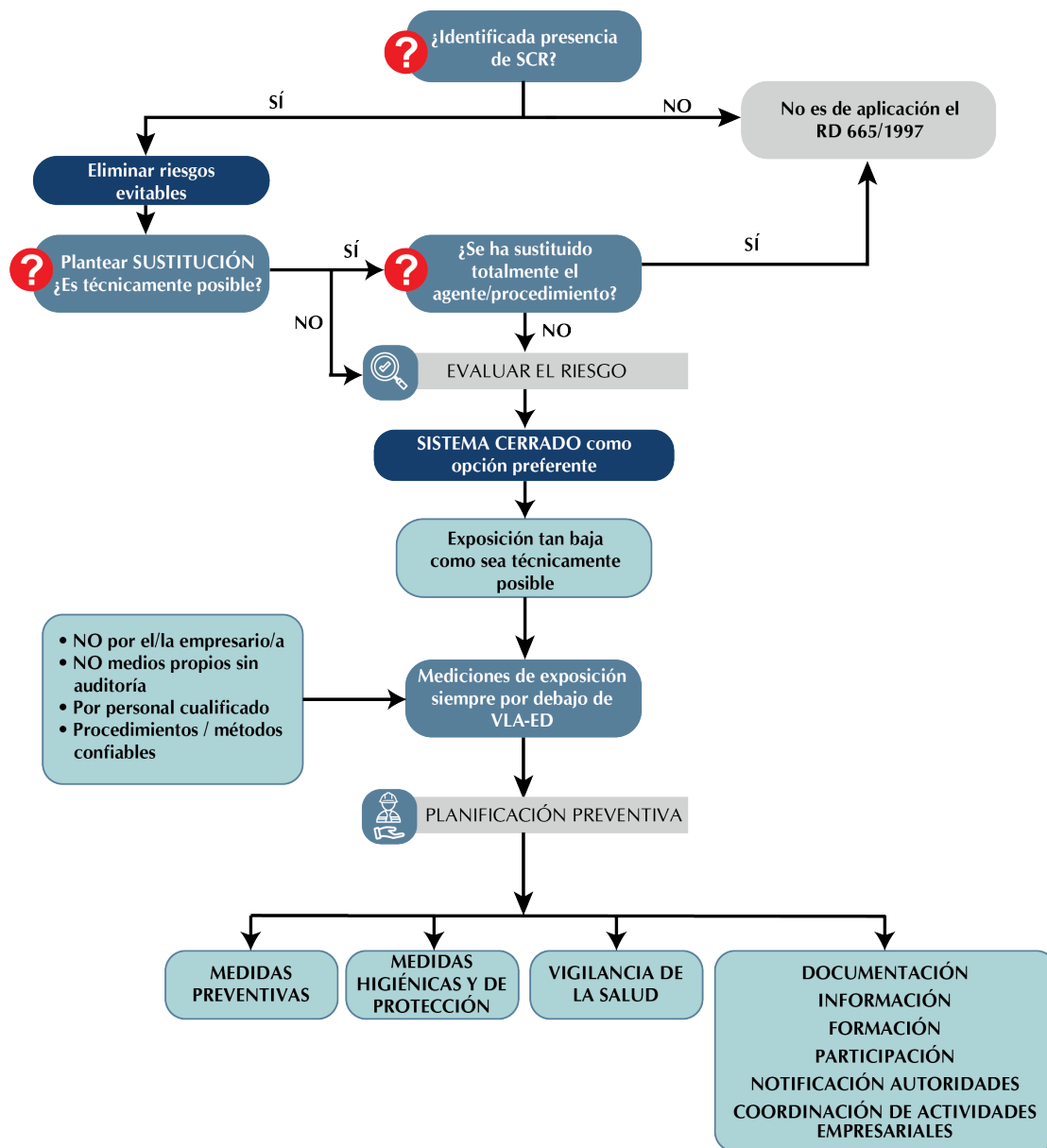


Fig. 2.2. Representación esquemática de las obligaciones de empresarios/as en relación con la presencia de SCR

## 2.4. Nuevos objetivos a cumplir por parte de los/las empresarios/as de acuerdo con el Real Decreto 665/1997

Con independencia de la normativa de PRL preexistente, en especial el Real Decreto 374/2001, que ya debía cumplirse en relación con la exposición a polvo de SCR, se detallan aspectos de las nuevas obligaciones que se le plantean a los/las empresarios/as con el Real Decreto 665/1997.

### 2.4.1. VLA-ED

La consideración como cancerígeno del polvo respirable de sílice cristalina implica el refuerzo de las medidas preventivas que ya se hacían necesarias para este agente.

En primer lugar, no es posible superar el VLA-ED de  $0,05 \text{ mg/m}^3$  para el polvo de SCR fijado en el anexo III del Real Decreto 665/1997. El artículo 5 del Real Decreto es taxativo: “*La exposición no superará el valor límite de los agentes cancerígenos establecido en el anexo III del presente Real Decreto*”. Como ya se ha comentado con anterioridad, para la mayoría de los agentes cancerígenos o mutágenos, y a diferencia de lo que ocurre con buena parte de los agentes químicos no cancerígenos, no es posible determinar niveles por debajo de los cuales la exposición no provoque efectos adversos. En estos casos, mantener la exposición por debajo de un valor determinado no evitará completamente el riesgo, pero sí podrá limitarlo. Por ello:

**El VLA-ED para la SCR de  $0,05 \text{ mg/m}^3$ , establecido en el anexo III del Real Decreto 665/1997, no podrá ser superado en ningún caso.**



La relación dosis-efecto que se acepta para el caso de agentes químicos pasa, en este caso, a convertirse en una relación dosis-probabilidad. Es decir, se considera que los efectos en determinadas personas trabajadoras podrían producirse a cualquier concentración, por baja que esta sea. En consecuencia:

**Aún en el caso de no superarse el VLA-ED, el/la empresario/a debe garantizar que el nivel de exposición se reduce al nivel más bajo que técnicamente sea posible.**



Por lo tanto, en el caso particular de la SCR, no será suficiente con mantenerse por debajo del VLA-ED, ya que no es un límite entre situaciones aceptables y no aceptables. Se trata de un límite que sirve de referencia para valorar la efectividad de las medidas preventivas existentes. Esto último ha de entenderse en el sentido de aplicar la técnica más moderna y eficiente que se utilice en el mismo sector y tipo de actividad, y no como el deber de actuar hasta el límite de la posibilidad técnica, con independencia de su exigencia económica.

## 2.4.2. Medidas preventivas

Si el resultado de la evaluación de riesgos pone de manifiesto un riesgo por exposición a polvo de SCR, en el artículo 5 del Real Decreto 665/1997 se especifican **todas las medidas preventivas necesarias que deben aplicarse** para prevenir y reducir la exposición, que complementan a las consideradas en el Real Decreto 374/2001, sin perjuicio de sumar otras que la rebajen al nivel tan bajo como técnicamente sea posible. A estas medidas se dedica el Capítulo 5 de esta Guía.

Dado que la **superación del VLA-ED no es admisible, en el caso de llegar a producirse deberán aplicarse de forma inmediata las medidas que permitan subsanar la situación, incluyendo la paralización de las actividades**, al menos mientras se procede a aplicar las medidas correctoras de gestión del riesgo que fuesen necesarias. Respecto a esto, debe recordarse que en el artículo 4 de la Ley 31/1995, para el caso de exposición a agentes susceptibles de causar daños graves a la salud de las personas, se considera que existe riesgo grave e inminente “[...] *cuando sea probable racionalmente que se materialice en un futuro inmediato una exposición a dichos agentes de la que puedan derivarse daños graves para la salud, aun cuando éstos no se manifiesten de forma inmediata*”.

En el Capítulo 7 de esta Guía se dan indicaciones para el caso de exposiciones accidentales y no regulares, que pudieran ser inesperadas o anormalmente elevadas.

## 2.4.3. Medidas de higiene personal y de protección individual

La posibilidad de contaminación por agentes cancerígenos o mutágenos y, en este caso, por SCR, implica extremar las medidas de higiene personal y de protección individual. Será necesario poner a disposición del personal identificado como expuesto en la evaluación de riesgos, un tiempo dentro de la jornada laboral para su aseo personal. El Real Decreto 665/1997 concreta este tiempo en un máximo de 10 minutos antes de la comida (entendida como la principal del día) y otros 10 minutos antes



de abandonar el trabajo, y que en ningún caso podrá acumularse ni utilizarse para fines distintos a los previstos. La empresa se responsabilizará del lavado y descontaminación de la ropa de trabajo, quedando rigurosamente prohibido que el personal se lleve dicha ropa a su domicilio. Igualmente, será necesario prestar mayor atención a la protección individual del personal. Estas cuestiones se tratan en el Capítulo 6 de esta Guía.

#### 2.4.4. Vigilancia de la Salud

La Vigilancia de la Salud ha de ser específica y conforme a protocolos médicos oficiales. Se especifica a los/las empresarios/as el tiempo que han de ocuparse de que se conserven los historiales médicos (fijado en 40 años tras el cese de actividad de las personas trabajadoras o de la empresa), quién debe custodiarlos (incluso en caso de cese de la actividad), así como el derecho del personal a la revisión de los resultados. La normativa actual impide, además, que se contraten con **empresas de trabajo temporal** los trabajos con exposición a polvo de SCR. Los agentes cancerígenos se incluyen dentro de los agentes químicos a los que no podrán estar expuestas las **mujeres embarazadas o en período de lactancia natural**.

Estos aspectos son objeto de atención del Capítulo 8 de esta Guía.

### 2.5. Otros aspectos de la gestión empresarial afectados por el Real Decreto 665/1997

Otros aspectos relacionados con la gestión preventiva frente a SCR que venían realizando los/las empresarios/as, se ven ahora afectados y se analizan dentro de los correspondientes capítulos de la presente Guía, entre ellos los referentes a:

- ❖ La documentación. Todas las actuaciones preventivas deberán incluirse en la documentación preventiva de la empresa, a la que se dedica el Capítulo 9 de esta Guía. Entre las novedades se incluye ahora la información referente a la sustitución de la sílice cristalina o a la imposibilidad de llevarla a cabo, la de disponer de una lista de personal expuesto, así como la conservación de sus historiales médicos. Tanto la lista como los historiales mencionados se conservarán, al menos, durante cuarenta años tras haber finalizado la exposición.

- ❖ La información a las autoridades competentes (Capítulo 10). Se añade la obligación de notificar los casos de cáncer que se reconozcan resultantes de la exposición a polvo de SCR.
- ❖ La información, la formación y la consulta y participación del personal. Se tendrá que formar e informar al personal de forma específica en relación con los riesgos y medidas preventivas frente a SCR (ver Capítulo 11). Además, la empresa permitirá la participación del personal en materia de las cuestiones incluidas en el Real Decreto 665/1997, aspectos que son objeto del Capítulo 12 de esta Guía.

## 2.6. Coordinación de Actividades Empresariales (CAE)

Entre las obligaciones de los/las empresarios/as se encuentran las correspondientes a la Coordinación de Actividades Empresariales (CAE), incluidas en el artículo 24 de la Ley 31/1995. Este artículo se ha desarrollado reglamentariamente para todos los sectores de actividad a través del Real Decreto 171/2004, de 30 de enero. De forma resumida, pues requeriría de un tratamiento específico que no es el objeto de esta Guía, se pueden destacar algunos aspectos de las obligaciones relacionadas con la CAE en la normativa mencionada:

- ❖ Se debe establecer una CAE siempre que en un mismo centro de trabajo se desarrollen actividades con concurrencia de personal de dos o más empresas o trabajadores autónomos. En ese caso, deberán cooperar en la aplicación de la normativa de Prevención de Riesgos Laborales, establecer los medios de coordinación necesarios y la necesidad de la presencia de recursos preventivos, así como formar e informar al personal y/o a sus representantes legales sobre los riesgos del resto de empresas que pudieran afectarles, o de los que se generen con motivo de las actividades de las empresas concurrentes.
- ❖ Las obligaciones difieren en función de que el/la empresario/a adopte el rol de titular, que sería quien pone a disposición y gestiona el centro de trabajo, o bien del empresario/a principal, cuando contrata o subcontrata en su centro de trabajo obras o servicios de su propia actividad, adquiriendo además para estas últimas el deber de vigilancia del cumplimiento de la normativa de PRL.

En relación con la SCR, se ha de tener en cuenta que en el Real Decreto 171/2004 se hace un tratamiento especial sobre el control de las interacciones desarrolladas en el centro de trabajo, cuando se puedan generar **riesgos calificados como graves o muy graves**. Por su consideración como **cancerígenos**, sería **el caso de los trabajos que supongan exposición a polvo respirable con contenido en sílice cristalina**.

Además de las disposiciones mínimas del Real Decreto 171/2004, en algunos sectores de actividad existe normativa específica en relación con la CAE. Así, para el sector de la Construcción se han de considerar las obligaciones incluidas en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, *por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción*, que regulan aspectos más técnicos en relación con sus características, los actores que intervienen y sus documentos propios.

En las obras de construcción es más que frecuente el desarrollo de trabajos que generan exposición a polvo de SCR, motivado por el contenido silíceo de la mayor parte de los materiales que se utilizan. Estos trabajos tienen un tratamiento específico en cuanto a que:

- ❖ Los trabajos que generan polvo que contenga SCR se pueden considerar **trabajos con riesgos especiales** para la seguridad y salud de los trabajadores. Como tales se incluyen (anexo II del Real Decreto 1627/1997) aquellos en los que la exposición a agentes químicos suponga un riesgo de especial gravedad, o para los que la vigilancia de la salud sea legalmente exigible. Como consecuencia, se establecen obligaciones específicas, entre las que figuran la presencia de recursos preventivos, designación de personas como medio de coordinación preferente o la de documentar por escrito ciertos aspectos preventivos. A esto último se refiere el punto 9.3.7. del Capítulo 9.

Otras actividades con características específicas en relación con la CAE son las industrias extractivas o mineras, que también cuentan con aspectos propios, recogidos para este sector de actividad en un apéndice de la presente Guía.

## 2.7. Sectores con obligaciones específicas

La realización de trabajos que supongan exposición a polvo de SCR determina la aplicación del Real Decreto 665/1997. Además, puede darse el caso de que la actividad desarrollada por la empresa esté sujeta a legislación específica que determine obligaciones adicionales para los/las empresarios/as.

Además de lo ya visto para el sector de la Construcción en el punto anterior, este será el caso del sector de la Minería, en el que son de aplicación las disposiciones del Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, *por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera*, y de las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) que lo desarrollan. Concretamente, para el caso de la SCR, deberán cumplirse las obligaciones de la Orden TED/723/2021, de 1 de julio, *por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria 02.0.02 "Protección de los trabajadores contra el riesgo por inhalación de polvo y sílice cristalina respirables"*, de dicho reglamento.

### PRINCIPALES REFERENCIAS NORMATIVAS SOBRE OBLIGACIONES DE LOS/LAS EMPRESARIOS/AS EN RELACIÓN CON LA SCR Y ESPECIFICIDAD PARA EL CASO DE AGENTES CANCERÍGENOS



Legislación de carácter general



Ley 31/1995



RD 39/1997

Obligaciones preventivas de carácter general en relación con la exposición al agente SCR

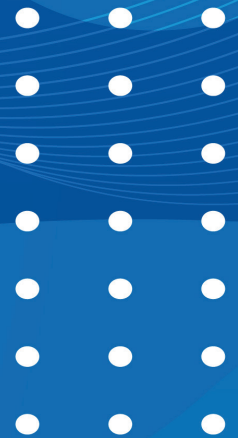
 <p><b>Legislación sobre agentes químicos</b></p>	 <p><b>RD 374/2001</b></p>	<p>Sobre obligaciones respecto a la SCR como agente químico</p>
 <p><b>Legislación sobre agentes cancerígenos o mutágenos</b></p>	 <p><b>RD 665/1997</b></p>	<p>Obligaciones para los trabajos con exposición a polvo de SCR y su consideración como cancerígenos</p>
 <p><b>Legislación sectorial específica</b></p>	 <p><b>ITC 02.0.02</b></p>	<p>Especificación de obligaciones aplicables al sector de la Minería</p>
	 <p><b>RD 1627/1997</b></p>	<p>Obligaciones preventivas para el sector de la Construcción</p>



3



# Identificación y evaluación de riesgos







# 3

Identificación y  
evaluación de riesgos



## 3. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Este capítulo contempla los distintos procesos que deben llevarse a cabo con el fin de identificar y evaluar el riesgo derivado de la exposición a SCR en los lugares de trabajo, haciendo especial hincapié en la evaluación de la exposición y en las mediciones higiénicas para su posterior comparación con el valor límite establecido. A su vez, también se especifican los requisitos generales relativos al personal técnico encargado de realizar esta evaluación.



Tal y como indica el artículo 3 del Real Decreto 665/1997, identificado un riesgo relacionado con la exposición a SCR durante el trabajo, se procederá, si no puede evitarse, a su evaluación, determinando la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las personas trabajadoras. El objetivo de la evaluación de riesgos es estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que la empresa esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deban adoptarse (Real Decreto 39/1997, art. 3.1).

### 3.1. Requisitos del personal técnico que realiza la evaluación

De acuerdo con el artículo 11 del Reglamento de los Servicios de Prevención, en el caso del riesgo por exposición a polvo de SCR, el/la empresario/a no podrá asumir la realización de la evaluación de riesgos en ningún caso, al tratarse de actividades con exposición a un agente cancerígeno, incluidas en el anexo I de dicho reglamento. Además, e independientemente de la modalidad de organización de la prevención seleccionada por la empresa (Servicio de Prevención Ajeno -SPA-, recursos propios, etc.), el Técnico/a de Prevención responsable de su elaboración debe poseer la cualificación para el desempeño de funciones de **Nivel Superior**, y se recomienda que cuente con la especialidad en **Higiene Industrial**. Asimismo, dicha especialización debería ser ampliada con formación complementaria y específica, teórica y práctica, sobre la exposición a SCR en los lugares de trabajo, dada la posible complejidad del proceso de evaluación.

En ocasiones, se encuentra que la toma de muestras, dentro del proceso de evaluación de la exposición, la realiza, como si se tratase de un procedimiento independiente, personal distinto al responsable de la evaluación (técnico/a evaluador). En este sentido, se recuerda que la evaluación debería entenderse como un conjunto, pero en caso de que por determinadas circunstancias el personal técnico evaluador delegue la toma de muestras en otra persona, **esta debe ser Técnico/a de Nivel Superior en Prevención de Riesgos Laborales con la especialidad de Higiene Industrial, y estar integrado en la modalidad de organización de la prevención elegida por la empresa** (Servicio de Prevención Propio -SPP-, SPA, Servicio de Prevención Mancomunado, Trabajador Designado o combinando más de una modalidad en el caso de sistemas mixtos). Es decir, si la modalidad seleccionada por la empresa es un SPA, todas las actividades preventivas, incluida la toma de muestras higiénicas, habrán de ser realizadas por personal de dicho SPA con los requerimientos ya citados. No obstante, dada la importancia que tiene la información recabada durante las jornadas de medición en la posterior interpretación de los resultados, es preferible que todo el proceso sea realizado por el mismo personal técnico.

Cabe recordar que, en las modalidades mixtas, la parte soportada por recursos propios debe ser objeto de una auditoría externa bienal. La obligatoriedad de tal auditoría se recoge en el artículo 30 de la Ley 31/1995, y su alcance se define en el Capítulo V del Reglamento de los Servicios de Prevención.

## 3.2. Identificación de peligros

El primer paso para una correcta evaluación del riesgo es identificar el peligro (presencia de SCR) o, lo que es lo mismo, identificar si existe un riesgo potencial derivado de la exposición a polvo de SCR.

Para ello será necesario recabar toda la información disponible relacionada con la posible exposición de las personas trabajadoras. Por tanto, como punto de partida de este proceso será de gran utilidad disponer de una relación exhaustiva y actualizada de los distintos puestos de trabajo existentes en la empresa. Además, en este caso será necesario examinar la **composición (contenido en sílice cristalina) de las distintas materias primas y materiales** manipulados, mediante la información aportada por las Fichas de Datos de Seguridad (FDS) o por medio de su análisis en laboratorio, si fuera necesario. A su vez, han de estudiarse todas las **tareas** propias de cada uno de los puestos de trabajo que sean **susceptibles de poner en suspensión polvo de SCR** que pueda ser inhalado por el personal. Además de los trabajos y tareas habituales, han de considerarse, en la medida de lo posible, todas aquellas

**situaciones imprevistas** que presumiblemente puedan modificar la concentración de polvo de SCR en el ambiente (accidentes, incidentes, averías, emergencias...), así como los puestos de trabajo e instalaciones **ocasionales**. Habrá que prestar especial interés acerca de este asunto, dada su mayor complejidad, en el caso del personal que desarrolla su trabajo en distintas localizaciones e incluso en distintas empresas (trabajos de mantenimiento, reparaciones, etc.).

Con toda la información recopilada, los puestos de trabajo podrán englobarse inicialmente en alguna de las siguientes situaciones:

1

### PUESTOS DE TRABAJO INVOLUCRADOS DIRECTAMENTE

Puestos de trabajo **involucrados directamente** en tareas que generan polvo de SCR, en los que **se asume una posible presencia de SCR** tanto por las operaciones realizadas como por los materiales manipulados. Es probable que la identificación de estos puestos sea relativamente sencilla en la mayor parte de los casos, pero habrán de tenerse en cuenta también los relacionados con actividades secundarias como mantenimiento, reparaciones, limpieza, etc.

2

### PUESTOS DE TRABAJO NO INVOLUCRADOS DIRECTAMENTE

Puestos de trabajo **no involucrados directamente** en dichas tareas pero que, por otros motivos, como su localización, la contaminación por proximidad o la existencia de polvo de SCR en suspensión en los locales o espacios de trabajo, puedan verse también expuestos.

Sin embargo, habrá puestos en los que resulte complicado identificar si existe o no exposición, por lo que será necesario realizar **mediciones para proceder a confirmar o descartar la presencia de SCR**. Un ejemplo de esta situación podrían ser determinados puestos de oficina o administración, en los cuales, por las tareas inherentes al puesto, no se manipulan directamente los materiales y donde el personal no debiera estar expuesto al polvo generado en las instalaciones anexas, pero que, por la ubicación de los mismos, las características constructivas (ventanas y tipo de ventilación, etc.), entre otros factores, pudiera producirse esta exposición.

Finalizada esta primera parte del proceso, se dispondría de un listado de puestos de trabajo en los que se ha identificado un riesgo potencial de exposición a polvo de SCR. El siguiente paso consistiría en la **eliminación de todos aquellos riesgos evitables**. Una vez eliminadas dichas situaciones, ya se dispondría del **listado definitivo de puestos de trabajo y de personal en los que existe riesgo por exposición a polvo de SCR** a los que son de aplicación las exigencias del Real Decreto 665/1997. A continuación, y con el citado listado como base, ha de evaluarse el riesgo por exposición a polvo de SCR en cada uno de los puestos de trabajo.



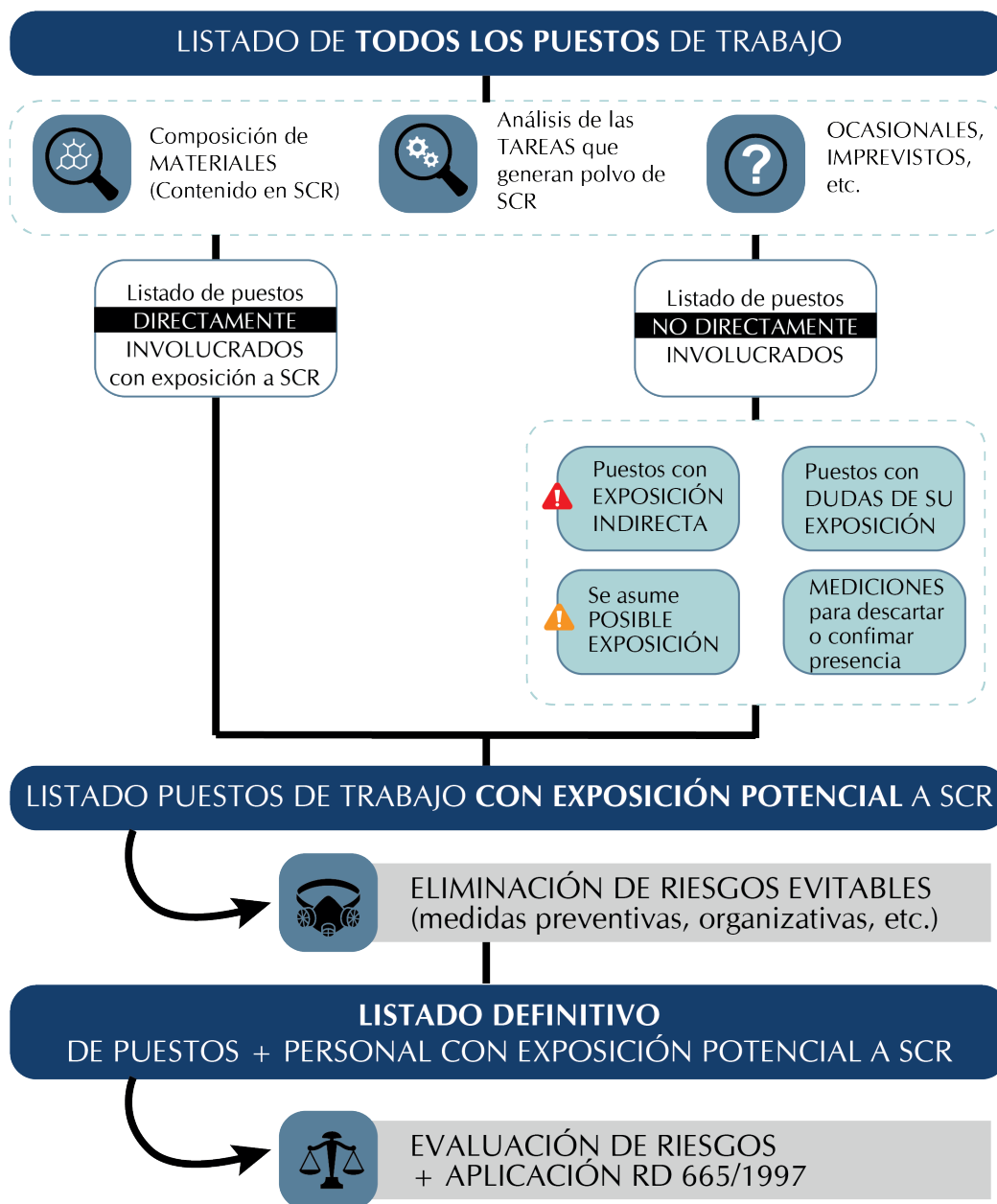


Fig. 3.1. Resumen proceso de identificación

### 3.2.1. ¿Cómo confirmar o descartar la presencia de SCR?

Previamente a la evaluación del riesgo, y a fin de identificar la presencia de SCR en aquellos puestos de trabajo no involucrados directamente con las actividades mencionadas en el artículo 1 del Real Decreto 665/1997, pero en los que por diversas circunstancias no esté clara una posible exposición a polvo de SCR, será necesaria la realización de **mediciones específicas**.

**Lo expuesto en este apartado no servirá para descartar la presencia de SCR en puestos directamente involucrados.**



El procedimiento que aquí se describe se fundamenta en el criterio recogido en la «*Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos o mutágenos en el trabajo*» (Guía ACM) del INSST, que se basa en confirmar la presencia del agente en función de su detección en el ambiente laboral. Mediante estas mediciones, el personal técnico debe ser capaz de atribuir la no detección del agente a la ausencia del mismo y que esta no sea consecuencia de deficiencias en el procedimiento de medida. A continuación, se describen distintos aspectos a tener en cuenta relacionados con el procedimiento general a seguir para confirmar o descartar la presencia de polvo de SCR:

- ❖ Se recomienda realizar un mínimo de **tres mediciones** en los **casos más desfavorables**, seleccionando las jornadas de trabajo en las que la probabilidad de esa posible presencia en las zonas afectadas sea mayor.
- ❖ El muestreo se realizará en un punto fijo lo más cerca posible del previsible punto de contacto entre el contaminante y el personal o, en su defecto, próximo a la zona de respiración, establecida aproximadamente a 1,60-1,70 metros de altura para puestos de trabajo donde se realizan las actividades de pie, o a 1,20 metros del suelo para puestos en posición sentada, pero sin interferir en la actividad normal desarrollada.
- ❖ En general, debe muestrearse toda la **jornada laboral (8 horas)**, de forma que no queden períodos sin muestrear.

- ❖ Se recomienda muestrear el **mayor volumen posible**, empleando para ello el muestreador que permita la selección de la fracción respirable al **caudal más alto indicado en el procedimiento**, con el fin de detectar concentraciones ambientales lo más bajas posibles. No obstante, como exigencia mínima, puede emplearse como referencia el cálculo del volumen mínimo necesario para detectar concentraciones inferiores al 3% del VLA-ED. Este criterio está basado en los requisitos de fiabilidad recogidos en la Norma UNE-EN 482:2021 y en la relación habitual entre el límite de cuantificación (LOQ) y el límite de detección (LOD):  $LOQ = 3,3 LOD$ . Por tanto, para poder descartar la presencia de polvo de SCR deberá muestrearse, como mínimo, el siguiente volumen en litros:

$$V_{min} = \frac{LOD}{0,03 VLA-ED}$$

Donde:

LOD es el límite de detección de la técnica analítica del laboratorio (en  $\mu\text{g}/\text{filtro}$ )

VLA-ED es el establecido para la SCR (en  $\text{mg}/\text{m}^3$ )

Según el criterio técnico citado, **se considerará que existe presencia cuando en alguna de las muestras obtenidas se detecte SCR.**



En la Tabla 3.1 se resumen los posibles supuestos en función del resultado obtenido, así como del procedimiento utilizado y las conclusiones derivadas de cada caso.

CONCENTRACIÓN AMBIENTAL	VOLUMEN DE MUESTREO ( $T_{\text{MUESTREO}} = \text{TODA LA JORNADA}$ )	CONCLUSIÓN
Detectable ( $\geq \text{LOD}$ )	Todo V	Hay presencia
No detectable ( $< \text{LOD}$ )	$V < V_{\text{min}}$	<b>No se debería concluir que no hay presencia</b> , ya que no se ha alcanzado el volumen mínimo. Recurrir a otro muestreador con un caudal de trabajo superior que permita alcanzar el $V_{\text{min}}$ en una jornada.
	$V > V_{\text{min}}$	Se puede concluir con fiabilidad que <b>no hay presencia del agente</b> en la zona investigada.

Tabla 3.1. Conclusiones derivadas de las mediciones para confirmar o descartar presencia de SCR

En caso de que la detección pudiera atribuirse a la presencia de polvo de SCR de forma habitual en el aire exterior a muy bajas concentraciones (como se recoge en la *Exposición de Motivos* del Real Decreto 1154/2020, que modifica el Real Decreto 665/1997), habrá que verificar que las concentraciones ambientales encontradas durante el trabajo son significativamente superiores a las que se consideran normales en el aire exterior, para poder decidir si al colectivo de personal no involucrado directamente le resulta de aplicación las disposiciones del Real Decreto 665/1997. Pero, en este caso, habrá que tener en cuenta que dicha presencia **no procede ni de la propia actividad ni de actividades cercanas, sino que se trata de una presencia natural, lo que reduce su aplicación a casos excepcionales en el caso de la sílice cristalina respirable**. En esos casos, para poder llegar a la conclusión de que la concentración de

polvo de SCR no es significativamente superior a las que son normales en el aire exterior, se recomienda realizar un mínimo de tres mediciones de la concentración fuera de la zona de influencia de la actividad generadora de SCR y de otra fuente de emisión ajena a la propia empresa que la pudiera generar, tomadas aproximadamente a 1,70 m sobre el nivel del suelo, en las mismas condiciones y empleando equipos iguales a los utilizados en las mediciones en las zonas de trabajo y realizadas de manera simultánea a las mismas. Puede encontrarse más información acerca de este procedimiento en la Guía ACM del INSST.

Es importante realizar estas mediciones con rigor, ya que la posible consideración errónea de un entorno laboral como exento de polvo de SCR debido a un número insuficiente de mediciones o a un procedimiento incorrecto, puede acarrear importantes peligros para la salud del personal, dado que el riesgo pasaría desapercibido.



**Ha de tenerse en cuenta que mientras se estudian y analizan las causas de la posible exposición, y hasta que se pueda alcanzar una conclusión fiable, los puestos investigados han de considerarse con exposición y, por tanto, les será de aplicación el Real Decreto 665/1997.**

### 3.2.2. Procedimiento de muestreo en punto fijo

El procedimiento para la toma de muestras estáticas en puntos fijos comparte ciertas similitudes con el muestreo personal, especialmente en lo referente al ajuste de caudal inicial, verificación final, almacenaje y envío de muestras, etc. Dicho procedimiento se encuentra descrito en el apartado de Evaluación.

La principal diferencia entre ambos procedimientos es el emplazamiento, ya que en este caso el equipo de toma de muestras se ubicará en un soporte o similar, a una altura que se corresponda, aproximadamente, con la zona de respiración. Además, deben evitarse en lo posible interferencias con el trabajo habitual, así como mantener el equipo alejado de corrientes de aire.

### 3.3. Evaluación de riesgos

Para cada puesto en el que se ha identificado una posible exposición a SCR debe estimarse la magnitud del riesgo, con el fin de valorar si las medidas preventivas implantadas son adecuadas o si es necesario adoptar otras adicionales.

Existen distintos **modelos de evaluación cualitativa o “control banding”, pero no son de aplicación a agentes cancerígenos, por lo que en el caso del polvo respirable de sílice cristalina estos métodos no sustituyen a la evaluación mediante mediciones de exposición**, ya que el Real Decreto 374/2001 indica que *“La evaluación de los riesgos derivados de la exposición por inhalación a un agente químico peligroso deberá incluir la medición de las concentraciones del agente en el aire, en la zona de respiración del trabajador”*. Sin embargo, alguno de estos métodos simplificados puede resultar de utilidad para identificar de manera relativamente sencilla los factores que más influyen en la exposición (aquellos con puntuaciones más elevadas), constituyendo una herramienta eficaz en el proceso de planificación. De esta manera, cuando sea necesario implantar medidas correctoras, se pueden focalizar los esfuerzos en aquellas variables que han sido más determinantes, ayudando en la toma de decisiones, e incluso simulando distintos escenarios, con el fin de seleccionar la mejor alternativa entre las posibles.

La evaluación de riesgos es un proceso dinámico que ha de adaptarse continuamente a las variaciones que tengan lugar en el centro de trabajo y que, por tanto, ha de **revisarse** cada vez que se den cambios significativos en las condiciones de trabajo, cuando los controles periódicos evidencien que las medidas preventivas no son suficientes, cuando se detecten alteraciones de la salud del personal, cuando se incorporen al puesto personas especialmente sensibles, y con la periodicidad que se acuerde entre la empresa y los representantes del personal. En este sentido, es una práctica habitual que se registren sucesivas actualizaciones del documento principal, cuyo contenido incluye únicamente las variaciones respecto al año anterior. Ello implica que, tras varias actualizaciones seguidas, no siempre es posible disponer de manera sencilla de la totalidad de la documentación relativa a la evaluación de riesgos, por lo que se recomienda que se reevalúe la actividad, generando en consecuencia un nuevo documento completo, al menos **cada 3 años**.

En línea con lo anterior, resulta imprescindible que los distintos documentos preventivos mantengan una adecuada coherencia entre sí, especialmente en lo que a denominación y asignación de puestos de trabajo se refiere. Este hecho es fundamental para lograr una adecuada **trazabilidad** entre documentos, así como un seguimiento eficaz del historial preventivo de cada persona trabajadora.

### 3.3.1. Evaluación de la exposición

El grado de exposición del personal se determinará mediante **mediciones higiénicas**. De acuerdo con el Reglamento de los Servicios de Prevención, cuando la normativa no indica los métodos que hay que aplicar para la realización de mediciones, se podrán utilizar los recogidos en normas UNE, en las Guías del INSST, del INS, o en otras normas internacionales, entre otros documentos técnicos.

La información reflejada en este apartado está extraída de la Norma UNE-EN 689:2019. En todo caso, si resultara necesario profundizar sobre alguno de los puntos aquí expuestos, podrá consultarse dicha Norma, en la que se dispone de información adicional y detallada sobre cada uno de los aspectos.

La implementación de medidas, así como el resto de actuaciones dentro del contexto preventivo, estarán condicionadas por el resultado de la evaluación de riesgos. Por ello, las **mediciones** han de entenderse como una herramienta eficaz para proponer, priorizar y aplicar las medidas preventivas óptimas en cada caso, con el fin de reducir y controlar, en la medida de lo posible, la exposición de las personas trabajadoras. En definitiva, no deben entenderse las mediciones en sí mismas y la comparación con los valores límite como la finalidad de la actividad preventiva, sino como un medio eficiente sobre el que sustentar el resto de prácticas preventivas.

Aunque es responsabilidad del personal técnico evaluador definir y desarrollar la estrategia de muestreo más adecuada a cada situación, a continuación, se expone, estructurada en varios epígrafes, la información relativa a la toma de muestras y la comparación de los resultados con el valor límite, con el fin de sintetizar aquellos aspectos más importantes a tener en cuenta en cada una de las fases de la evaluación de la exposición. **Todas las decisiones relativas a la evaluación han de estar debidamente reflejadas y justificadas en los correspondientes informes.**

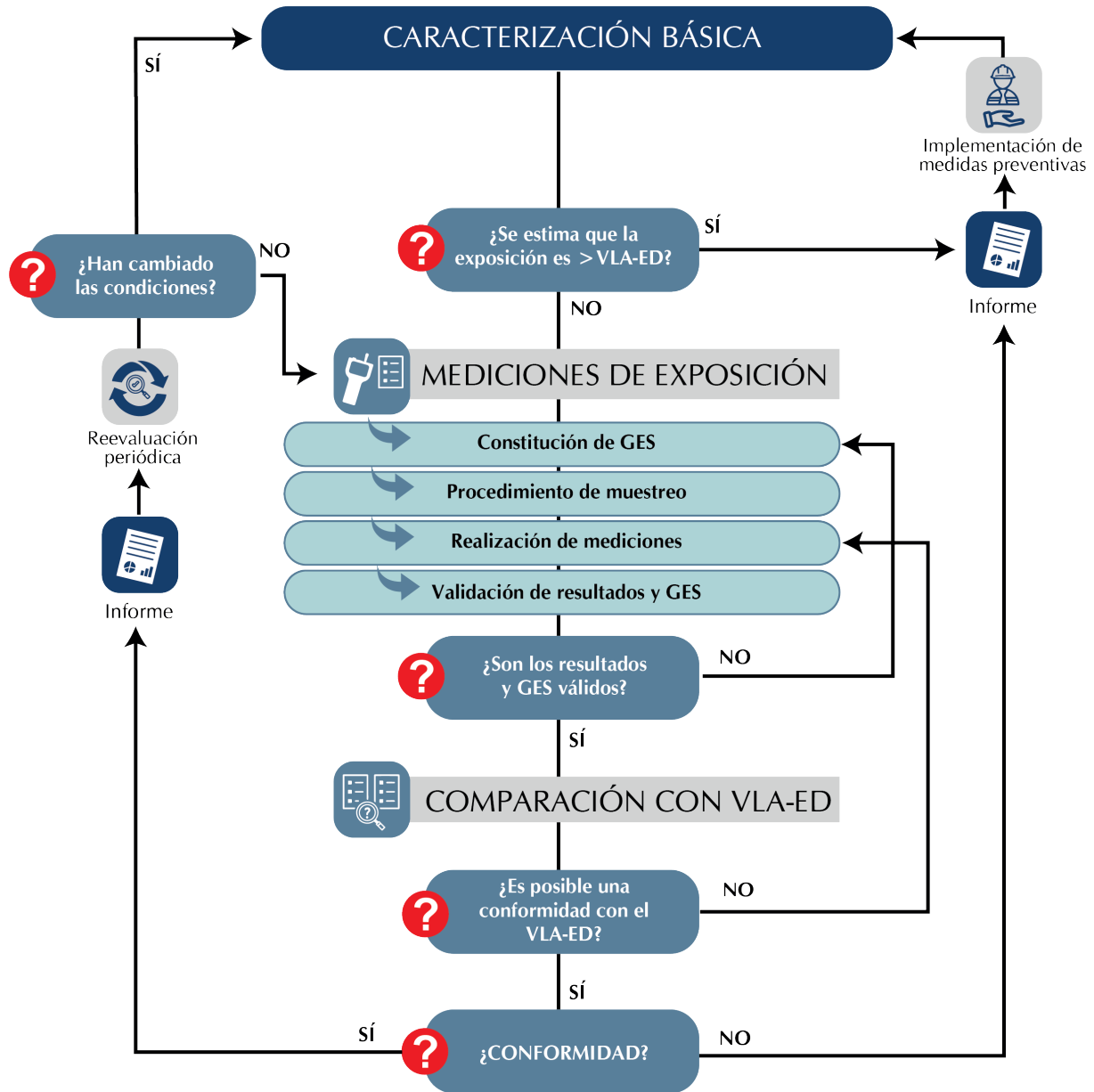


Fig. 3.2. Evaluación del riesgo por exposición a SCR (Fuente: adaptación de la Norma UNE-EN 689:2019)

## A. CARACTERIZACIÓN BÁSICA

La **caracterización básica** de los puestos y lugares de trabajo es fundamental para establecer una adecuada estrategia de muestreo. Durante la caracterización ha de recogerse toda la información posible acerca de los diversos factores que puedan influir en la exposición. Para llevar a cabo esta caracterización puede ser de gran utilidad el empleo de **equipos de lectura directa**. Aunque la mayor parte de este tipo de equipos (contadores de partículas por condensación -CPC-, espectrómetros, etc.) aportan resultados en tiempo real de concentración de partículas en el ambiente, y no de su composición, puede estimarse una concentración de SCR aproximada aplicando un factor de corrección basado en el porcentaje de SCR contenido en la Fracción Respirable (FR) de partículas, que se obtiene de manera sencilla a partir de los resultados de mediciones de exposición personales en instalaciones similares (o en la misma si se dispone de ellas -ver Figs. 3.3 y 3.5-). Estos datos proporcionan de manera rápida una valiosa información del grado de exposición en el entorno de trabajo, especialmente desde un punto de vista cualitativo, permitiendo establecer comparaciones entre distintos puestos o entre zonas del mismo centro de trabajo.



### EJEMPLO

Mediciones en tiempo real en una empresa para caracterizar los puestos de trabajo.

*En base a los resultados históricos de las mediciones personales realizadas en la empresa, se calcula que aproximadamente el 10% de la fracción respirable corresponde con los resultados de SCR. Esta información permite disponer de una concentración estimada de polvo de SCR a partir de las mediciones de fracción respirable tomadas en tiempo real.*

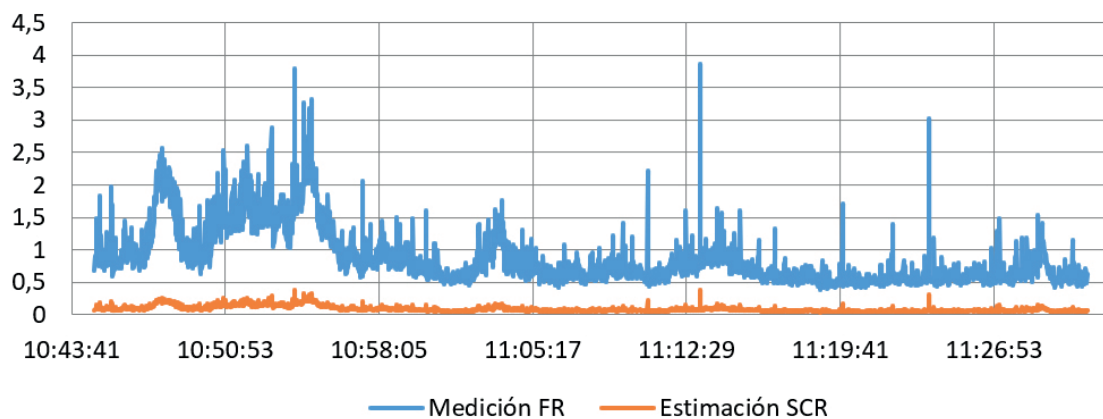


Fig. 3.3. Concentración de fracción respirable de partículas y estimación de SCR. (Fuente: INS)



Fig. 3.4. Mediciones con equipo de lectura directa (Fuente: INS)

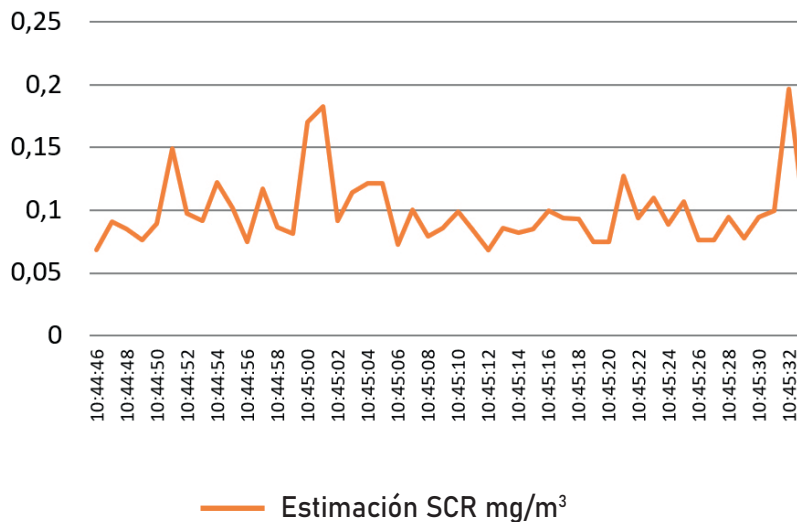


Fig. 3.5. Detalle de la concentración estimada de SCR (Fuente: INS)

Esto, junto con la observación visual y el resto de datos recabados durante la caracterización básica, puede contribuir a caracterizar mejor el centro de trabajo y los distintos perfiles de exposición de los puestos, fundamentalmente en relación a la variabilidad de la exposición del personal a lo largo de la jornada, información que de otra manera sería más compleja de obtener.

En ocasiones, será necesario adoptar medidas preventivas y de gestión del riesgo incluso antes de realizar las mediciones de exposición si con la información inicial se estima que el personal se encuentra expuestos a niveles de exposición elevados. No debe olvidarse que el fin último de la realización de mediciones es optimizar el control del riesgo para reducir al máximo la exposición laboral.

## B. MEDICIONES DE EXPOSICIÓN







## 1. Selección de puestos/personal a muestrear

Si durante la caracterización básica de las instalaciones se identifica que existe un grupo de personas trabajadoras con el mismo perfil general de exposición debido a la similitud y frecuencia de las tareas desarrolladas, por los materiales y procesos con los que trabajan y por la semejanza en la forma de la que realizan las tareas, estos pueden constituir un Grupo de Exposición Similar (GES).

Es importante destacar que en los trabajos en el exterior debe considerarse el efecto de las condiciones climatológicas cambiantes en las prácticas de trabajo a la hora de constituir los GES.

En el caso de que el perfil de exposición fuera específico de una sola persona trabajadora, su exposición se evaluaría de igual modo a como se evalúa la del GES. De acuerdo con esto, puede suceder, por lo tanto, que un GES esté constituido por una única persona.

**No debe confundirse GES con puesto de trabajo**, ya que existe la posibilidad de que un mismo puesto de trabajo, en determinadas circunstancias, como que las ubicaciones de las distintas personas que lo integran se encuentren alejadas entre sí, o que se vean influenciados por otros puestos o procesos cercanos, dé lugar a varios GES. Por el contrario, resultará más complicado que distintos puestos de trabajo puedan configurar un mismo GES, ya que no se cumplirían los requisitos establecidos en la propia definición detallada al inicio de este apartado.

**La agrupación por GES realizada inicialmente ha de validarse** tal y como indica la Norma UNE-EN 689:2019, puesto que la composición de los mismos puede no ser la adecuada por no cumplirse las premisas citadas previamente, debido a variaciones de exposición inter-personal (dos personas trabajadoras que realizan el mismo trabajo pueden no tener la misma exposición) e intra-personal (variabilidad de la exposición entre jornadas de una misma persona). Esta validación se realiza cuando se cuenta con menos de 6 muestras válidas (de 3 a 5 mediciones) en base a la opinión experta, a la información recabada durante las jornadas de medición y a la caracterización básica. Si se dispone de 6 o más mediciones válidas pueden emplearse los métodos gráficos y estadísticos detallados en dicha norma. El método gráfico de probabilidad logarítmica aporta una mayor información cuando se trata de analizar la composición de dichos grupos, facilitando la toma de decisiones cuando existen

exposiciones que no se ajustan al GES inicial, ya que visualmente permite detectar conjuntos distintos, exposiciones excepcionales, etc. No obstante, cada caso concreto requerirá de un análisis detallado por parte del personal técnico responsable, al ser este conocedor de las distintas variables condicionantes de la decisión final (características del centro de trabajo y los distintos puestos, procedimiento de medición empleado, etc.).

Además, los GES deberían reevaluarse anualmente para comprobar que la asignación del personal al grupo continúa siendo adecuada.



## 2. Métodos de análisis de SCR

Las muestras han de analizarse empleando la técnica analítica más adecuada en cada caso, FTIR (infrarrojo con transformada de Fourier) o DRX (difracción de rayos X), en función del material o materiales utilizados el día de la medición.

La DRX permite diferenciar entre distintos polimorfos de SCR (cuarzo y cristobalita) y es el método idóneo cuando es previsible encontrar ambas formas cristalinas en la materia prima, bien por la propia composición de la misma, como es el caso de los aglomerados de cuarzo, o bien porque esta ha sido sometida a procesos con elevada temperatura (se considera recomendable a partir de 600°C), como ocurre con determinados procesos llevados a cabo en fundiciones. Además, y aunque no exista presencia de cristobalita, es posible que ciertas materias primas causen interferencias para la determinación de SCR por FTIR, por lo que en este caso la DRX será también la técnica analítica a emplear. Por ello, es importante aportar dicha información al laboratorio encargado del análisis de las muestras.

Para más información técnica acerca de los distintos métodos y procedimientos de ensayo puede consultarse la guía técnica «*Métodos de determinación de partículas y SCR*», publicada por el Laboratorio del Departamento Técnico del INS, o los métodos del INSST MTA/M-056/A04 (DRX) y MTA/M-057/A04 (FTIR).



### 3. Equipos de toma de muestras

El **equipamiento** necesario para la toma de muestras es el siguiente:

- ❖ **Bomba para muestreo personal tipo P** (para muestreo de partículas) cuyas características se encuentran definidas en la Norma UNE-EN ISO 13137:2022.
- ❖ **Muestreador de la fracción respirable** de acuerdo al convenio descrito en la Norma UNE-EN 481:1995. La función de estos sistemas de clasificación es separar las partículas en función de su tamaño. Existen varios tipos de muestreadores:
  - **Ciclones:**

La clasificación se lleva a cabo a través de la fuerza centrífuga y por gravedad. El aire y las partículas entran tangencialmente en el ciclón, en cuyo seno la corriente de aire y las partículas siguen una trayectoria en espiral, provocando que las partículas de mayor tamaño, sometidas al efecto de la fuerza centrífuga, se vean forzadas a impactar contra las paredes del ciclón, dirigiéndose al depósito situado en el fondo de este, mientras que las partículas de menor tamaño (es este caso la fracción respirable) siguen una corriente ascendente por el centro del mismo para quedar retenidas en el filtro (elemento de retención).
  - **Impactadores:**

La clasificación se basa en el impacto inercial. Es decir, para efectuar la separación de la fracción respirable, el aire es forzado a entrar a través de los orificios de captación e impacta sobre unos substratos con tamaño de poro decreciente donde se produce la deposición de las partículas en función de su tamaño. En dicho substrato quedan adheridas las partículas de tamaño superior al requerido y las partículas de la fracción respirable quedan retenidas en el elemento de retención o filtro.
- ❖ **Elemento de retención:** es el medio donde se recogen las partículas que se encuentran en suspensión para su análisis posterior. Es dependiente del muestreador seleccionado. Existen diferentes tipos de elementos de retención: filtros de cloruro de polivinilo (PVC), espumas de poliuretano, filtros de fibra de vidrio y filtros de celulosa. El más utilizado es el filtro de PVC de 5  $\mu\text{m}$  de tamaño de poro, puesto que es el que presenta un mejor comportamiento en aire en los ensayos analíticos.
- ❖ **Medidor de caudal** o caudalímetro calibrado.

Con el fin de seleccionar el muestreador óptimo para cada caso, la tabla siguiente reproduce la recogida en el informe técnico CEN/TR 15230, e incluye, con carácter informativo, datos de los muestreadores de la fracción respirable que cumplen con las especificaciones exigibles y su conformidad con los convenios dados por la UNE-EN 481:1995.

MUESTREADOR	FABRICANTE	CAUDAL DE MUESTREO (l/min)	ELEMENTO DE RETENCIÓN
IOM Multidust	SKC	2	Filtro de 25mm en portafiltro
GK 2.69	BGI	4,2	Filtro de 37 mm
SIMPEDS	CASELLA	2,2	Filtro de 25 mm
Ciclón polvo respirable	BGI	2,2	Filtro de 25 mm
Ciclón aluminio	SKC	2,5	Filtro de 25 mm o 37 mm
Ciclón plástico conductor	SKC	3	Filtro de 25 mm o 37 mm
PGP-FSP 2	GSM	2	Filtro de 37 mm
Ciclón Nylon 10 mm	PANAMETRICS	1,7	Filtro de 37 mm
CIP 10R	ARELCO	10	Espuma
PGP-FSP 10	GSM	10	Filtro 37 mm

**Tabla 3.2.** Caudales de aspiración para el muestreo de la fracción respirable  
(Fuente: modificado del informe CEN/TR 15230)

Dicho informe técnico, elaborado en el año 2004, incluía los muestreadores disponibles en el mercado en aquel momento. Actualmente existen nuevos equipos (ciclones, impactadores, etc.) no incluidos en el mismo, que cumplen con la normativa aplicable y que, por tanto, pueden utilizarse para el muestreo de la fracción respirable. Una representación de dichos muestreadores se recoge en la tabla siguiente:

MUESTREADOR	FABRICANTE	CAUDAL DE MUESTREO (l/min)
GS-3	SKC	2,75
GS-1	SKC	2
GK4.162 RASCAL	BGI	8,5-9
PPI	SKC	8
PPI DESECHABLE	SKC	4-8
BGI-4L	BGI	2,2

Tabla 3.3. Otros ejemplos de muestreadores de la fracción respirable y su caudal de operación (Fuente: INS)



#### 4. Estrategia de muestreo

Las mediciones encaminadas a su comparación con los VLA-ED deben ser **adecuadas, fiables y representativas** de la concentración ambiental a la que está expuesto el personal, teniendo en cuenta las posibles variaciones a lo largo de las jornadas de trabajo y de las diferentes estaciones del año.

La **duración de la toma de muestras** es una de las variables del muestreo que más determina el cumplimiento de lo anterior. En general, ha de cubrir en la medida de lo posible la totalidad de la jornada,

al tratarse, en la mayoría de los casos en los que existe polvo de SCR, de una exposición variable, es decir, que la concentración en el ambiente sufre grandes cambios a lo largo de la jornada laboral. Sin embargo, la Norma UNE-EN 689:2019 en su Anexo D, establece una serie de alternativas considerando distintos perfiles de exposición, si bien en todos los supuestos contemplados se considera como opción prioritaria el muestreo durante toda la jornada laboral. No obstante, la duración del muestreo nunca debería ser inferior al tiempo mínimo necesario que permita recoger suficiente cantidad de muestra, de manera que esta pueda ser cuantificada con la fiabilidad requerida en la Norma UNE-EN 482:2021. Dicha norma indica que *“para que la muestra sea fiable debe muestrearse un volumen en el que se puedan cuantificar concentraciones inferiores al 10% del VLA-ED”*. Por lo tanto, el volumen de aire mínimo ( $V_m$ , expresado en litros) a tomar en cada muestra se calculará a partir de la siguiente expresión:

$$V_m = \frac{LOQ}{0,1 \text{ VLA-ED}}$$

Donde:

LOQ es el límite de cuantificación de la técnica analítica del laboratorio (en  $\mu\text{g}/\text{filtro}$ )

VLA-ED es el establecido para la SCR (en  $\text{mg}/\text{m}^3$ )

Una vez conocido el volumen mínimo de muestreo, se seleccionará un muestreador con el que recoger, al menos, dicho volumen de muestra dentro de la jornada de trabajo, utilizando la siguiente expresión y los caudales de trabajo expuestos en las Tablas 3.2 y 3.3:

$$t_m = \frac{V_m}{\text{Caudal}}$$



## EJEMPLO

Cálculo de la duración del muestreo teniendo en cuenta el muestreador y la representatividad de las mediciones. Para poder determinar SCR (VLA-ED = 0,05 mg/m<sup>3</sup>) empleando para el muestreo un ciclón tipo SIMPEDS, cuyo caudal nominal es de 2,2 l/min, el tiempo mínimo de muestreo es:

- ❖ En el **caso de análisis por FTIR** en un laboratorio con un LOQ de 3µg, se obtiene un volumen mínimo de muestreo de 600 litros, que muestreado con un ciclón a 2,2 l/min, supone un tiempo mínimo de muestreo de **272 minutos (4 horas y 32 minutos)** para que la muestra sea fiable de acuerdo con los requisitos de la Norma UNE-EN 482. Una vez superado ese tiempo, y para asegurar su representatividad, el muestreo deberá extenderse a toda la jornada, o lo más próximo posible a la duración de la misma, y nunca inferior al 80%.
- ❖ En el **caso de análisis por DRX** en un laboratorio con un LOQ de 10µg, se obtiene un volumen mínimo de muestreo de 2000 litros, que muestreado a 2,2 l/min, supone un tiempo mínimo de muestreo de **909 minutos (15 horas y 9 minutos)**. No es correcto muestrear durante más de una jornada de trabajo, por lo que sería necesario recurrir a muestreadores que operen a mayor caudal con el fin de reducir dicho tiempo de muestreo y que este encaje dentro de una jornada laboral normal. Si se seleccionase un ciclón GK 2.69 a 4,2 l/min, el tiempo mínimo de muestreo para cumplir con los requisitos de la Norma sería de **476 minutos (7 horas y 56 minutos)**. Si el ciclón a emplear fuese el PGP-FSP10 a 10 l/min, el tiempo para que la muestra fuese fiable se reduciría hasta los **200 minutos (3 horas y 20 minutos)**, pero en este caso, al igual que en el ejemplo de FTIR, una vez superado el tiempo mínimo, el muestreo deberá extenderse a toda la jornada, o lo más próximo posible a la duración de la misma, para asegurar su representatividad.

Ha de tenerse en cuenta que, en caso de medir durante periodos inferiores a la totalidad de la jornada, el tiempo no muestreado no puede ignorarse y ha de ser igualmente evaluado con detalle por el personal técnico evaluador e incluirse en el informe resultante de la medición, justificando la decisión. Debido a ello, el personal técnico debe permanecer en el lugar de trabajo controlando el muestreo y recabando toda la información posible para la posterior interpretación de los resultados. Si circunstancialmente esto no fuera posible, puede ser sustituido por otra persona, siempre y cuando se encuentre debidamente formada y tenga experiencia en este tipo de operaciones.

Otro de los aspectos a determinar dentro de la estrategia es el número de mediciones y de jornadas que se muestrearán. Para ello habrá de tenerse en cuenta tanto el número de personas trabajadoras pertenecientes al GES, como el procedimiento empleado para verificar la conformidad con el VLA-ED (ver punto 3.3.1.c.). En general, serán necesarias, como mínimo, 3 mediciones válidas por GES. En función de los resultados obtenidos, si no es posible concluir mediante la prueba preliminar, será necesario realizar más mediciones. Además, si los GES están constituidos por un elevado número de personas, podrá ser necesario realizar mediciones adicionales a las mínimas, tal y como recoge la Guía técnica del INSST para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo, en su apéndice 4. Las mediciones deberán realizarse en suficientes días, tales que permitan considerar todas las posibles situaciones durante las cuales la exposición pueda variar.



## 5. Procedimiento de muestreo (muestras personales)

- I. Antes de comenzar con el procedimiento en sí mismo, se comprobará que todos los elementos (ciclón, tubo y bomba) se encuentran en buen estado de conservación, sin daños aparentes.
- II. Se monta el elemento de retención, tarado previamente, en el muestreador seleccionado y el conjunto permanecerá cerrado hasta que dé comienzo el muestreo.



- III. El caudal de la bomba ha de ajustarse mediante un medidor de caudal calibrado, teniendo en cuenta que la desviación no puede ser superior al  $\pm 5\%$  del caudal de referencia (dependiente del muestreador seleccionado). Para ello, se empleará un muestreador y un elemento de retención de las mismas características que el empleado en la toma de muestras.

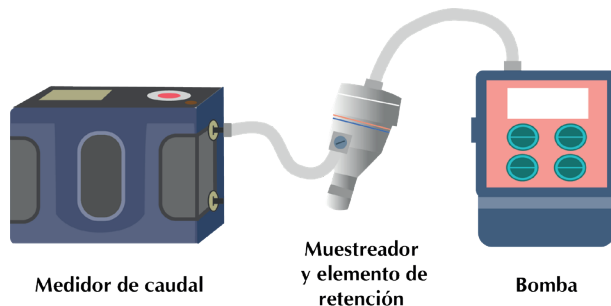


Fig. 3.6. Equipamiento toma de muestras (Fuente: INSST)

- IV. La bomba ya ajustada se conecta al muestreador mediante un tubo flexible.
- V. El muestreador se coloca, tal como puede verse en la Fig. 3.7, en la zona de respiración de la persona trabajadora, respetando la posición indicada por el fabricante para lograr una clasificación adecuada. La bomba de muestreo se ubica en el cinturón o similar, evitando interferencias con los movimientos de la persona trabajadora y estrangulamientos del tubo flexible.



Fig. 3.7. Trabajador portando equipo de muestreo personal (Fuente: INS)

- VI. Para iniciar el muestreo se pone en marcha la bomba, recomendándose el bloqueo de los menús, de manera que no pueda manipularse la misma, accidental o intencionadamente.
- VII. A lo largo de la jornada de trabajo ha de vigilarse de manera periódica el correcto funcionamiento de los equipos, así como prestar atención a todas aquellas incidencias o anomalías que puedan afectar al resultado final.
- VIII. Finalizada la toma de muestras, se retiran los equipos del personal participante y se registra el tiempo transcurrido y el volumen aspirado, así como el resto de datos relativos al muestreo que se consideren necesarios.
- IX. El caudal de la bomba ha de verificarse una vez finalizado el muestreo para asegurar que durante su funcionamiento este se ha mantenido en el intervalo de  $\pm 5\%$  respecto del caudal inicial registrado. En caso contrario, la muestra será considerada no válida. Esta operación ha de realizarse con el mismo muestreador y elemento de retención con el que se efectuó la calibración inicial.
- X. Los elementos de retención se colocarán en embalajes apropiados para su posterior envío al laboratorio de análisis, evitando golpes o movimientos bruscos que puedan provocar un desprendimiento de la muestra. Por cada lote de muestras tomadas en las mismas condiciones se adjuntará, al menos, un blanco de campo (elemento de retención sometido exactamente a la misma manipulación que las muestras, excepto al paso del aire a través del mismo). Se recomienda aportar un blanco de campo por cada 10 muestras tomadas.



## 6. Cálculo de la exposición diaria

La exposición diaria es la concentración media del agente químico en la zona de respiración de la persona trabajadora medida o calculada de forma ponderada con respecto al tiempo, para la jornada laboral real y referida a una jornada estándar de ocho horas diarias.

Referir la concentración media a dicha jornada estándar implica considerar el conjunto de las distintas exposiciones del personal a lo largo de la jornada real de trabajo, cada una con su correspondiente duración, como equivalente a una única exposición uniforme de ocho horas.

Así pues, la ED puede calcularse matemáticamente mediante la siguiente fórmula:

$$ED = \frac{\sum C_i \times t_i}{8}$$

Siendo:

$C_i$ : concentración i-ésima

$t_i$ : tiempo de exposición, en horas, asociado a cada valor de  $C_i$

### C. COMPARACIÓN CON LOS VALORES LÍMITE

Es importante recordar que si durante la realización de las distintas mediciones algún resultado es mayor que el VLA-ED se trata de una situación de **No conformidad** y será necesaria la adopción urgente de medidas de control para remediar la situación, teniendo en cuenta además las exigencias derivadas del Real Decreto 665/1997. Esto se debe a que estadísticamente el hecho de que una muestra aislada, considerada válida y sin incidencias, supere el VLA-ED, es un indicador de que no se trata de una situación excepcional sino habitual.

Una vez comprobado que ningún resultado supera individualmente el VLA-ED, y antes de proceder a la comparativa del conjunto de resultados de exposición, será necesario validar los resultados, la composición del GES y comprobar a qué distribución se aproximan las mediciones, siguiendo el procedimiento indicado en la Norma.

Tras la publicación del Real Decreto 1154/2020, el Valor Límite Ambiental para la Exposición Diaria a SCR es el que se reproduce en la Tabla 3.4:

SCR	VALOR LÍMITE DE EXPOSICIÓN DIARIA (VLA-ED)
	0,05 mg/m <sup>3</sup>

**Tabla 3.4.** Valor Límite de Exposición Diaria para SCR (Fuente: Real Decreto 1154/2020)

Debido a que el vigente VLA-ED hace referencia a la SCR y no a sus distintas variedades cristalográficas (cuarzo y cristobalita) como ocurría anteriormente, si en el ambiente de trabajo existieran tanto SCR en forma de cuarzo como de cristobalita, debe realizarse la suma de ambos valores previo a su comparación con el VLA-ED. Sin embargo, existen ocasiones en las que dicha suma no puede realizarse de manera directa, por ejemplo, cuando se cuantifica cuarzo pero no se cuantifica cristobalita (<LOQ). Además, en estos casos pueden surgir dos situaciones posibles: que se detecte presencia de cristobalita o que no se detecte (<LOD).

El hecho de que un resultado de laboratorio sea inferior al LOQ, pero superior al LOD, indica que el agente está presente, pero en una cantidad muy baja, lo que hace que el laboratorio no pueda asignarle un valor numérico con una incertidumbre o fiabilidad aceptable. Es probable que, aun así, el laboratorio de análisis proporcione dicho valor, aunque no es lo habitual. Si así fuera, se propone emplear el valor reportado por el laboratorio para efectuar la suma de ambos polimorfos. En aquellos casos en los que el laboratorio no lo proporcione, se propone que, para obtener la suma de SCR, se adopten de manera general los siguientes criterios:

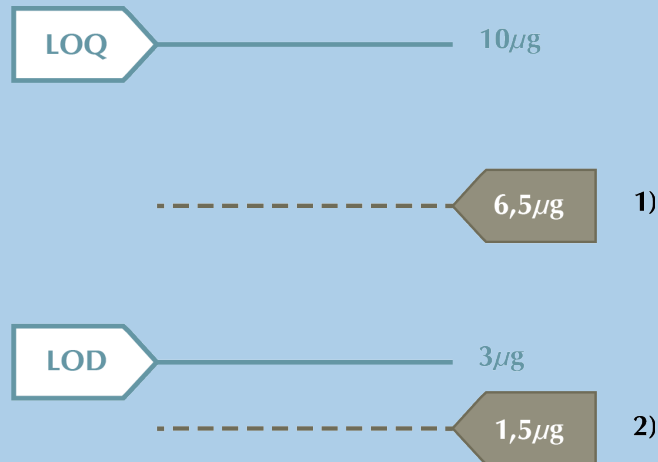
- a. Si el resultado del polimorfo **es inferior al LOQ**, pero superior al LOD, se sume, como valor más probable de la masa contenida en el elemento de retención, la mitad del intervalo entre el LOD y LOQ analítico.
- b. Si el resultado del polimorfo **es inferior al LOD**, y no pudiendo asegurar la ausencia del agente, se asume la mitad del LOD como valor más probable.



## EJEMPLO

Caso de una muestra analizada por DRX en la que se cuantifica cuarzo ( $16 \mu\text{g}$ ) pero no se cuantifica cristobalita. Teniendo en cuenta que los LOQ y LOD de la técnica analítica empleada por el laboratorio son  $10 \mu\text{g}$  y  $3 \mu\text{g}$ , respectivamente, el valor de SCR resultante sería:

1. Si no se cuantifica, pero se detecta cristobalita:  
 $\mu\text{g SCR} = 16 \mu\text{g} + 6,5 \mu\text{g} = 22,5 \mu\text{g}$
2. Si ni se cuantifica ni se detecta cristobalita:  
 $\mu\text{g SCR} = 16 \mu\text{g} + 1,5 \mu\text{g} = 17,5 \mu\text{g}$



Si bien la práctica habitual era considerar los Valores Límite como una frontera entre situaciones con y sin riesgo, estos realmente no constituyen una barrera definida entre situaciones seguras y situaciones peligrosas, especialmente en el caso de agentes cancerígenos como la SCR, por lo que es necesario reducir la exposición al mínimo posible. Los conocimientos científicos actuales no permiten identificar un nivel de exposición seguro por debajo del cual no exista riesgo de que la SCR, como agente cancerígeno, produzca sus efectos característicos sobre la salud. Por esta razón, los límites de exposición no deben ser considerados como una garantía para la protección de la salud, sino como unas referencias máximas para la adopción de las medidas de prevención y protección más adecuadas.

### 1. Resultados inferiores al límite de cuantificación (<LOQ)

Una vez analizados los resultados obtenidos de la medición, puede darse el caso de que existan exposiciones por debajo del LOQ. Estos resultados representan niveles de exposición existentes, pero no medibles con una incertidumbre aceptable, por lo que han de tenerse en consideración. La Norma UNE-EN 689:2019, en su Anexo H, aporta un procedimiento detallado basado en técnicas estadísticas (método manual/gráfico y programas informáticos) para abordar dichos resultados, tratando de que estos ni sobreestimen ni subestimen la exposición a la hora de compararla con los Valores Límite.

Estas exposiciones no deben eliminarse, ignorarse ni reemplazarse por valores fijos, como ocurría en versiones anteriores de la normativa.

El calculador del INSST facilita el tratamiento de estos valores para verificar la conformidad con el VLA-ED.



Fig. 3.8. Herramienta web para la comparación de ED y EC con sus respectivos VLA (Fuente: INSST)

## 2. Prueba preliminar

Según lo establecido en la Norma UNE-EN 689:2019, la prueba preliminar es la primera de las opciones para verificar la conformidad de la exposición con el Valor Límite Ambiental de Exposición Diaria, y **requiere llevar a cabo de tres a cinco mediciones válidas** de la exposición de personal pertenecientes a un mismo GES, ya que una única medición, o incluso varias mediciones, por debajo del Valor Límite pueden ser insuficientes para demostrar de manera fiable la conformidad con los VLA-ED, sin usar pruebas estadísticas como las aquí propuestas.

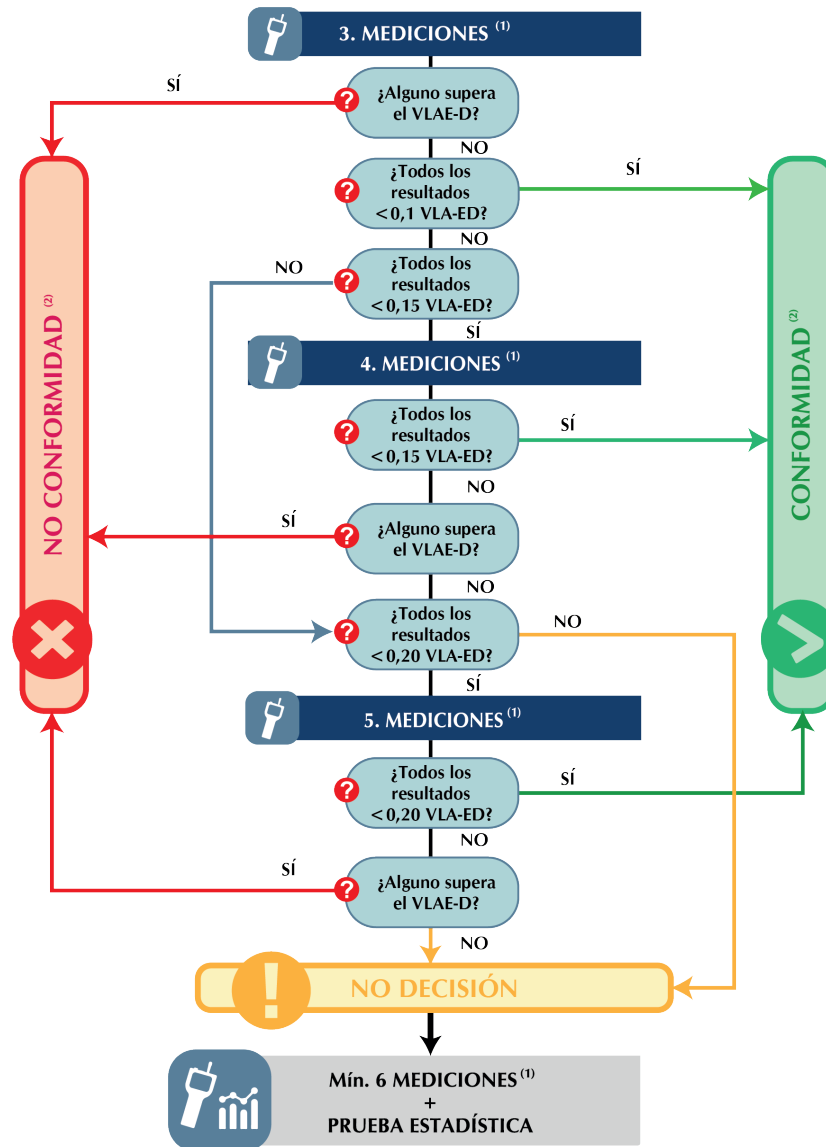
a) Se considera que el Valor Límite no se ha superado (CONFORMIDAD) si todos los resultados están por debajo de:

- 1)  $0,1VLA-ED$  para un conjunto de 3 mediciones de la exposición,
- 2)  $0,15VLA-ED$  para un conjunto de 4 mediciones de la exposición,
- 3)  $0,2VLA-ED$  para un conjunto de 5 mediciones de la exposición,

Se entiende por Conformidad, que la exposición laboral media ponderada en el tiempo del personal es inferior al VLA-ED para todos los integrantes del GES.

b) Si los resultados no cumplen ninguna de las tres condiciones del apartado anterior, se deben realizar **más mediciones, requiriendo un mínimo de 6, y aplicar la prueba estadística.**

Para facilitar la interpretación de este apartado se proporciona el diagrama que se muestra a continuación:



(1) Siempre debe validarse el GES antes de comprobar la conformidad con el VLA-ED.  
 (2) De acuerdo con las condiciones de conformidad establecidas para la evaluación de la exposición en la Norma UNE-EN 689:2019.

Fig. 3.9. Procedimiento para la evaluación del riesgo de exposición a SCR mediante el test preliminar



### 3. Prueba estadística

En las situaciones en las que la prueba preliminar no sea concluyente (en la práctica, todas aquellas en las que se obtenga un resultado para la exposición diaria (ED) superior al 0,2 VLA-ED), la verificación de la conformidad de la exposición con el VLA-ED requiere aplicar una prueba estadística que permita determinar, con un nivel de confianza del 70%, que la probabilidad de que la exposición supere el VLA-ED sea menor del 5%.

La Norma UNE-EN 689:2019 propone un procedimiento estadístico aplicable cuando los resultados de la exposición siguen una distribución Log-normal (caso más frecuente), o una ley de distribución normal, y requiere calcular el límite superior del intervalo definido por el nivel de confianza del 70% para el percentil 95 de la distribución ( $LSC_{95,70}$ ).

Previo al cálculo de los estadísticos, es necesario comprobar a qué distribución se aproximan las mediciones de exposición en los términos definidos en la Norma.

La determinación del valor del  $LSC_{95,70}$  se realiza a partir de los estadísticos que caracterizan la distribución, obtenidos a partir de **un mínimo de seis resultados**. Estos estadísticos son, para el caso de resultados que siguen una ley de distribución log-normal, la media geométrica (MG) y la desviación estándar geométrica (DSG). Cuando los resultados se ajustan a una distribución normal, se utilizan la media aritmética (MA) y la desviación estándar (DS). Las fórmulas empleadas para el cálculo son:

#### DISTRIBUCIÓN LOG-NORMAL

$$\text{Ln}LSC_{95,70} = \text{Ln}MG + U_T \text{Ln}DSG$$

$$LSC_{95,70} = e^{\text{Ln}LSC_{95,70}}$$

$$\text{Ln}MG = \frac{\sum \text{Ln } x_i}{n}$$

$$\text{Ln } DSG = \sqrt{\frac{\sum (\text{Ln } x_i - \text{Ln } MG)^2}{n - 1}}$$

## DISTRIBUCIÓN NORMAL

$$LSC_{95,70} = MA + U_T DS$$

$$MA = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$DS = \sqrt{\frac{\sum (x_i - MA)^2}{n - 1}}$$

Donde:

$x_i$ : resultados obtenidos para las exposiciones

n: número total de resultados

Al parámetro  $U_T$  se le asignan los valores correspondientes a la  $t$  de Student para distribuciones no centradas. Estos valores dependen del tamaño de la muestra o número de resultados y, para el caso del percentil 95 y para un nivel de confianza del 70%, los valores se indican en la siguiente tabla:

Nº MEDICIONES	$U_T$	Nº MEDICIONES	$U_T$	Nº MEDICIONES	$U_T$
2	4,216	22	1,857	42	1,789
3	2,809	23	1,851	43	1,787
4	2,453	24	1,846	44	1,785
5	2,286	25	1,841	45	1,783
6	2,187	26	1,836	46	1,781
7	2,120	27	1,832	47	1,780
8	2,072	28	1,828	48	1,778
9	2,035	29	1,824	49	1,776
10	2,005	30	1,820	50	1,775
11	1,981	31	1,817	51	1,773
12	1,961	32	1,814	52	1,772
13	1,944	33	1,811	53	1,771
14	1,929	34	1,808	54	1,769
15	1,917	35	1,805	55	1,768
16	1,905	36	1,802	56	1,767
17	1,895	37	1,800	57	1,765
18	1,886	38	1,797	58	1,764
19	1,878	39	1,795	59	1,763
20	1,870	40	1,793	60	1,762
21	1,863	41	1,791	n > 60	1,75

Tabla 3.5. Valores de  $U_T$  en función del número de mediciones

El valor calculado para el  $LSC_{95,70}$  se compara con el VLA-ED, de forma que si:

- ❖  $LSC_{95,70} < VLA-ED$ , la exposición es CONFORME
- ❖  $LSC_{95,70} \geq VLA-ED$ , la exposición es NO CONFORME

Otro procedimiento para aplicar el test estadístico recogido en la Norma es el de la comparación de la variable  $U_R$  con el valor tabulado  $U_T$  en función del número de resultados. La variable  $U_R$  se calcula según las siguientes expresiones, en función del tipo de distribución de los resultados:

#### DISTRIBUCIÓN LOG-NORMAL

$$U_R = \frac{\ln(VLA) - \ln(MG)}{\ln(DSG)}$$

#### DISTRIBUCIÓN NORMAL

$$U_R = \frac{VLA - MA}{DS}$$

El valor calculado para el  $U_R$  se compara el valor de  $U_T$ , de forma que si:

- ❖  $U_R \geq U_T$ , la exposición es CONFORME
- ❖  $U_R < U_T$ , la exposición es NO CONFORME

No obstante, en el caso de agentes cancerígenos, **una situación de conformidad no debe interpretarse como una situación sin riesgo** en la que no es precisa la adopción de medidas, ya que según el Real Decreto 665/1997 es necesario reducir la exposición a un valor tan bajo como sea técnicamente posible, aunque no se superen los Valores Límite.

Se puede obtener una información más detallada en la Norma UNE-EN 689:2019 o en la Guía Técnica sobre agentes químicos del INSST. Además, en la página web del INSST se dispone de un “calculador” que, de acuerdo con los requisitos de la Norma, facilita la comparación con los VLA-ED.

#### **D. REEVALUACIONES DE EXPOSICIÓN PERIÓDICAS. PERIODICIDAD DE LAS MUESTRAS**

Si, como resultado de la evaluación, la exposición es conforme, se debe reevaluar periódicamente la exposición. La frecuencia de las nuevas mediciones higiénicas para realizar esta reevaluación debe fijarse en base a criterios técnicos. Existen varios métodos y aproximaciones para calcular esta frecuencia y, de hecho, la Norma UNE-EN 689:2019 en su Anexo I, presenta dos alternativas posibles.

No obstante, y teniendo en cuenta que el polvo de SCR generado en los procesos es un agente cancerígeno, se recomienda que **al menos anualmente** se lleve a cabo la reevaluación de cada GES mediante mediciones, incluyendo una comprobación de si la asignación de personal al GES sigue siendo adecuada debido a la posible variabilidad del proceso producida por, entre otros motivos, el propio desgaste de los equipos de trabajo o el cambio de ubicación y condiciones meteorológicas que pueden darse en los trabajos o tareas realizados en el exterior.

#### **3.3.2. Contenido del informe higiénico**

El informe higiénico debe ser completo, claro, comprensible y fácil de interpretar, ya que en base al mismo se derivarán actuaciones encaminadas a mejorar las condiciones de trabajo y a corregir las posibles deficiencias detectadas. Por tanto, se recomienda que dicho informe cuente con los contenidos mínimos que se citan a continuación:

- ❖ Datos generales: título del informe, entidad emisora, nombre del autor/a, fecha, etc.
- ❖ Introducción: antecedentes, objeto, fecha y personas presentes en la/s visita/s de campo

❖ **Cuerpo del informe:**

- Descripción del lugar o centro de trabajo
- Descripción del proceso productivo y de las materias primas o materiales con contenido en sílice cristalina
- Posibles focos de generación de SCR
- Descripción de puestos de trabajo y constitución de GES
- Descripción de las medidas preventivas existentes
- Equipos de protección respiratoria: criterio de selección, características, pautas de utilización, uso real de los mismos, etc
- Valoración del riesgo por exposición a SCR:
  - Metodología
  - Normativa de referencia
  - Equipos de muestreo (incluyendo certificados de calibración)
  - Procedimiento y estrategia de muestreo
  - GES/puestos muestreados
  - Método analítico empleado y datos del laboratorio
  - Incidencias durante el muestreo
  - Resultados (incluyendo copias de los informes finales de ensayo del laboratorio acreditado)
  - Representatividad de los resultados
  - Criterios de valoración
- Conclusiones
- Recomendaciones concretas

### 3.4. EJEMPLO PRÁCTICO: Identificación y evaluación del riesgo por exposición a SCR en una marmolería

En este caso práctico se pretende aclarar las condiciones de realización de los distintos tipos de mediciones de exposición.

#### IDENTIFICACIÓN

Se trata de una marmolería con 10 puestos de trabajo diferenciados. De ellos, 6 son puestos involucrados directamente en tareas que generan polvo de SCR (ver Tabla 3.6), por lo que se asume presencia de SCR, y el personal que los desempeña se considera expuesto. Además, existen otros 4 puestos de trabajo no involucrados directamente en tareas con generación de polvo de SCR. Tras analizar las tareas propias de cada puesto, se concluye que tanto *Medición* como *Encargado/a de taller* son puestos con exposición, debido a que entran regularmente a la nave de elaboración para realizar distintas labores, como pueden ser el control de stocks, dar indicaciones al resto de personal, etc. Tras analizar en detalle el puesto de comercial, que desarrolla sus tareas en unas oficinas ubicadas en el centro de la ciudad, y se comunica con la nave de elaboración por medios telefónicos y electrónicos, no se considera que pueda estar expuesto.

CASO	PUESTO DE TRABAJO	DIRECTAMENTE INVOLUCRADO EN TAREAS QUE GENERAN SCR	NO DIRECTAMENTE INVOLUCRADO	
			PRESENCIA DE SCR	NO PRESENCIA DE SCR
1	Comercial			NO
2	Medición		SI, por proximidad	
3	Administración			DUDA, mediciones para descartar presencia
4	Encargado/a de taller		SI, por proximidad	
5	Corte /CNC	SI		

CASO	PUESTO DE TRABAJO	DIRECTAMENTE INVOLUCRADO EN TAREAS QUE GENERAN SCR	NO DIRECTAMENTE INVOLUCRADO	
			PRESENCIA DE SCR	NO PRESENCIA DE SCR
6	Pulido	SI		
7	Terminaciones	SI		
8	Colocación en obra	SI		
9	Limpieza	SI		
10	Mantenimiento	SI		

Tabla 3.6. Identificación inicial del riesgo en los distintos puestos de trabajo

Sin embargo, existen dudas sobre la posible exposición en el puesto de *Administración*. La oficina (ver Fig. 3.10) donde se ubica el puesto se encuentra en el interior de la nave, pero el acceso a la misma se realiza por una entrada independiente situada en el exterior. Tiene ventanas, que habitualmente están cerradas, para tener contacto visual con la zona de producción. Recientemente, se ha instalado una puerta que comunica la nave con el interior de la oficina para que la persona encargada del equipo CNC pueda acceder al ordenador que lo controla. La oficina dispone de un sistema de impulsión de aire que hace que se encuentre a presión positiva para que el polvo presente en la nave no entre en la misma cuando se abre la puerta que las comunica. No obstante, este sistema no siempre funciona bien, y las averías han sido frecuentes desde que se instaló.

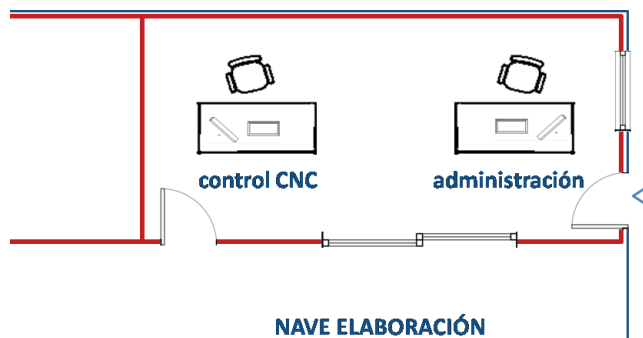


Fig. 3.10. Plano de la oficina (Fuente: INS)



Por tanto, en la primera fase de identificación, se plantean mediciones para confirmar o descartar la presencia de SCR en el puesto de *Administración*, siguiendo el criterio definido por el INSST en la *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a ACM*. Para ello, han de realizarse al menos 3 mediciones ambientales, en punto fijo, en jornadas diferentes con las siguientes condiciones:

- ❖ Las jornadas se seleccionarán teniendo en cuenta aquellos días en los que la probabilidad de presencia de polvo de SCR en el ambiente sea mayor, es decir, aquellos días en los que se trabaje con aglomerados de sílice.
- ❖ Las mediciones se extenderán a toda la jornada laboral (8 horas).
- ❖ Se empleará un muestreador de la fracción respirable con el que se pueda muestrear un volumen igual o mayor al mínimo para detectar SCR, teniendo en cuenta que el análisis de las muestras se realizará por DRX al haber probabilidad de que existan distintas formas cristalinas de sílice (cuarzo y cristobalita).
- ❖ El equipo de muestreo ambiental se ubicará lo más cerca posible del previsible punto de contacto entre el polvo de SCR y la persona trabajadora, cercano a la puerta que comunica la oficina y la nave, y a 1,20 metros del suelo, al tratarse de un puesto que se desarrolla sentado la mayor parte de la jornada. Para no interferir con el trabajo habitual, el equipo se posiciona entre ambas mesas de trabajo (Fig. 3.11).

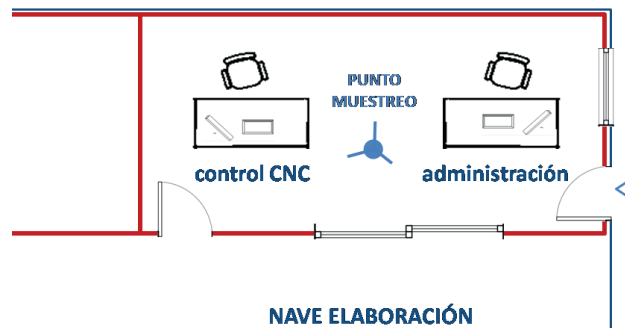


Fig. 3.11. Ubicación del equipo de muestreo para confirmar/descartar presencia de SCR (Fuente: INS)

En este caso, el origen de la posible exposición del personal que ocupa el puesto de *Administración* es el polvo generado en la propia actividad, y no la presencia natural de SCR en el ambiente exterior, por lo que no tendría sentido realizar mediciones simultáneas en el exterior para comprobar si la concentración es significativamente superior a la natural.

Ha de tenerse en cuenta que mientras se investigan las causas de la posible exposición, y hasta que se pueda alcanzar una conclusión, lo correcto es considerar el puesto como con exposición, y por tanto le será de aplicación el Real Decreto 665/1997.

Si en alguna de las 3 mediciones se detectase presencia de SCR, es decir, alguno de los resultados fuese superior al límite de detección (LOD) del método analítico empleado, se considerará que existe presencia de SCR en el lugar de trabajo, y por tanto en el puesto. Antes de continuar con el proceso de evaluación del riesgo, lo prioritario sería aplicar medidas para tratar de evitarlo.

## EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN SEGÚN NORMA UNE-EN 689:2019

---

Una vez concluido el proceso de identificación y eliminados los riesgos evitables, se procede a evaluar la exposición mediante mediciones. Continuando con el supuesto planteado, se detalla a continuación el procedimiento a seguir, tomando como ejemplo el puesto de *Terminaciones*.

### CARACTERIZACIÓN BÁSICA Y CONFIGURACIÓN INICIAL DEL GES

Los tres trabajadores realizan trabajos de pulido, canteado, acanalado, vaciado de fregaderos, encimeras, grifos, etc., con la finalidad de cumplir los requerimientos del cliente. Para ello, emplean principalmente **herramientas neumáticas manuales** (amoladoras de distintos diámetros y pulidoras) **con inyección de agua**. Además, para ciertos trabajos puntuales en materiales en los que no resulta viable trabajar con aporte de agua, cuentan con una **cortina de aspiración** de 3 metros de largo x 2,2 metros de alto. Asimismo, los trabajadores emplean habitualmente como **equipos de protección respiratoria** mascarillas autofiltrantes FFP3. Para operaciones puntuales “en seco” hacen uso de equipos motorizados que ofrecen un nivel de protección superior.



Fig. 3.12. Trabajadores en zona de terminaciones  
(Fuente: INS)



Fig. 3.13. Herramientas utilizadas  
(Fuente: INS)

Debido a la continua aparición de nuevos productos en el mercado (materiales porcelánicos, cerámicos, conglomerados de diversos materiales...) y a la evolución de las tendencias comerciales, las empresas de este sector manipulan una amplia variedad de materiales con contenidos variables en sílice cristalina. En esta empresa, la mayor parte de los trabajos están orientados a la fabricación de **encimeras de cocina** y **al revestimiento de fachadas, baños, etc.**, tanto en obra nueva como en proyectos de reformas, aunque en ocasiones puntuales también realizan trabajos de **arte funerario**. Actualmente, aproximadamente el **40% de los trabajos se realizan con aglomerados de sílice**, el **40% con materiales porcelánicos** y el **20% restante se lleva a cabo principalmente con granito y otras piedras naturales** (mármol, arenisca, travertino, etc.).



Fig. 3.14. Ejemplos de materiales utilizados (Fuente: INS)

Los trabajos de corte y pulido generan polvo respirable de sílice cristalina en distintas concentraciones, ya que influye tanto la propia tarea como el material utilizado.

La **jornada de trabajo es de 8 horas**, de lunes a viernes, en **horario de 8:30 a 13:30 y de 15:00 a 18:00**.

## MEDICIONES DE EXPOSICIÓN

### ❖ Procedimiento de medida

Se utiliza como procedimiento de medida el Método de Toma de muestra y Análisis del INSST, **Método MTA/MA - 056/A06** *“Determinación de sílice libre cristalina (cuarzo, cristobalita, tridimita) en aire - Método del filtro de membrana / Difracción de rayos X”*.

Debido a la variedad de materiales utilizados en una misma jornada, que pueden contener sílice cristalina en forma de cuarzo y/o cristobalita, las muestras se analizarán por **DRX**.

### ❖ Contaminante químico

Polvo respirable de sílice cristalina (SCR)

Real Decreto 1154/2020 → VLA-ED = 0,05 mg/m<sup>3</sup>

### ❖ Duración total del muestreo (DTM) según UNE-EN 689:2019 para que sea representativo

La Norma UNE-EN 689:2019 establece como práctica habitual, salvo excepciones justificadas, que la duración total del muestreo debe ser lo más próxima al periodo de referencia del VLA para que este sea **representativo**.

En el calculador desarrollado por el INSST este concepto se ha introducido imponiendo que el tiempo total muestreado tiene que ser mayor o igual que el 80% del tiempo de exposición durante la jornada de trabajo. Dado que la exposición es de 8 horas (480 minutos), la duración mínima del muestreo será  $\geq 0,8 \times 480 = 384$  minutos (**DTM  $\geq$  6 horas y 24 minutos**).

El tiempo final de muestreo dependerá también de la técnica analítica (y del laboratorio de análisis) y del muestreador seleccionado en función de los requisitos de la Norma UNE-EN 482:2021.

## ❖ Estrategia de muestreo

Seleccionada la técnica analítica (DRX), y conocidos los límites de cuantificación (LOQ) y de detección (LOD) de la técnica de análisis para la SCR, se debe establecer una estrategia de muestreo considerando los requisitos establecidos en la Norma UNE-EN 482:2021 para los procedimientos de medida.

En este caso, de acuerdo con la norma, el único aspecto a considerar en el muestreo es la captación de un volumen de aire suficiente para poder determinar concentraciones iguales o inferiores al 10% del VLA-ED, de forma que el volumen de aire mínimo ( $V_m$ ) que se debe tomar en cada muestra se calculará a partir del límite de cuantificación (LOQ) de la técnica de análisis y del VLA-ED establecido para la SCR a partir de la siguiente expresión:

### Datos de partida

VLA-ED (SCR) = 0,050 mg/m<sup>3</sup>

10% VLA-ED (SCR) = 0,0050 mg/m<sup>3</sup>

LOQ (DRX; Lab. INS) = 10 µg/filtro

$$V_m = \frac{Loq}{0,1 \cdot VLA-ED} = \frac{10}{0,005} = 2000 \text{ litros}$$

El volumen mínimo a muestrear ha de ser igual o mayor de **2000 litros**.

Teniendo en cuenta el caudal de trabajo de los muestreadores, se tendrá que seleccionar uno que permita muestrear 2000 litros dentro de la jornada de trabajo. El tiempo mínimo de muestreo para completar el volumen de aire requerido para cada uno de los muestreadores se calculará mediante la expresión:

$$t_m = \frac{V_m}{Caudal}$$

MUESTRADOR	CICLÓN NYLON 10 mm	IOM MULTIDUST	PGP-FSP 2	GS-1	SIMPEDS	CICLÓN POLVO RESPIRABLE	CICLÓN ALUMINIO	GS-3	CICLÓN PLÁSTICO CONDUCTOR	GK 2.69	PPI	PPI DESECHABLE	GK4.162 RASCAL	CIP 10R	PGP-FSP 10
Fabricante	PANAMETRICS	SKC	GSM	SKC	CASELLA	BGI	SKC	SKC	SKC	BGI	SKC	SKC	BGI	ARELCO	GSM
Caudal de muestreo (l/min)	1,7	2	2	2	2,2	2,2	2,5	2,75	3	4,2	8	4 y 8	8,5-9	10	10
t (min) DRX	1176	1000	1000	1000	909	909	800	727	667	476	250	250-500	222-235	200	200

**Tabla 3.7.** Tiempo mínimo de muestreo en análisis por DRX en función del muestreador

En este caso ha de seleccionarse un ciclón **GK 2.69** a un caudal de **4,2 l/min** con filtro de PVC de 37 mm de diámetro y 5 micras de tamaño de poro, con el que habrá que medir, como mínimo, durante **476 minutos**. El muestreo será de tipo personal.



Fig. 3.15. Trabajador durante el muestreo personal (Fuente: INS)

La selección del muestreador, además de condicionar el soporte de muestreo (filtro de 25 mm, 37 mm...), puede llegar a condicionar también la bomba de muestreo a utilizar, ya que muchas de ellas llegan hasta un caudal de 5 l/min. Otro aspecto a considerar a la hora de seleccionar la bomba será la pérdida de carga asociada al caudal, y por tanto al conjunto muestreador y elemento de retención empleado, tal y como indica la NTP 1168 “Pérdida de carga asociada a muestreadores y elementos de retención en el muestreo de agentes químicos”.

Dado que la duración total del muestreo debe ser igual o superior a 6 horas y 24 minutos, se propone una **estrategia de muestreo** que incluya la toma de muestras a **los distintos trabajadores del GES en distintas jornadas** durante 480 minutos cada muestra, para lo cual, y considerando la distribución de la jornada laboral, se ha procedido a iniciar los muestreos a las 8:30 hasta las 13:30, en que se ha detenido, para volver a reiniciar con el mismo filtro a las 15:00 y finalizar a las 18:00. **La duración total del muestreo será de 480 minutos y el volumen de aire será 2016 litros**, cumpliendo la estrategia definida con los requisitos establecidos para la toma de muestra.

Se seleccionarán días de muestreo en los que se manipulen aglomerados de cuarzo (entre otros materiales) para evaluar el puesto en condiciones desfavorables.

## ❖ Resultados de las mediciones

Considerando el procedimiento de medida, y siguiendo la estrategia de muestreo establecida, se realizaron 3 mediciones en 2 jornadas de trabajo distintas, con el fin de evaluar tanto la variabilidad entre el personal como entre distintas jornadas.

Los resultados obtenidos se indican a continuación:

PUESTO	MUESTRAS JORNADAS 1 Y 2	
	FECHA	CONCENTRACIÓN SCR (mg/m <sup>3</sup> )
Terminaciones 1 (Jose M <sup>a</sup> C.T.)	9/02/2021	0,008
Terminaciones 2 (Rubén A.D.)	9/02/2021	0,015
Terminaciones 3 (Alejandro M.M.)	11/02/2021	0,028

Los resultados se consideran válidos y representativos.



## COMPARACIÓN CON EL VLA-ED

Se observa que los resultados son superiores al 20% del VLA-ED, por lo que no se podrá optar por la prueba preliminar para verificar la conformidad con el VLA-ED, siendo necesario, por tanto, un mínimo de 3 mediciones más para disponer de un total de 6 y aplicar el test estadístico.

Se planifica la realización de una nueva tanda de mediciones para evaluar la exposición de los trabajadores en dos jornadas más. **Total: 4 jornadas y 6 muestras.**

PUESTO	MUESTRAS JORNADAS 1 Y 2		MUESTRAS JORNADAS 3 Y 4	
	FECHA	SCR (mg/m <sup>3</sup> )	FECHA	SCR (mg/m <sup>3</sup> )
Terminaciones 1 (Jose M <sup>a</sup> C.T.)	9/02/2021	0,008	17/02/2021	0,022
Terminaciones 2 (Rubén A.D.)	9/02/2021	0,015	18/02/2021	0,010
Terminaciones 3 (Alejandro M.M.)	11/02/2021	0,028	17/02/2021	0,026

De nuevo, los resultados se consideran válidos y representativos.

Los 6 datos se introducen en el calculador desarrollado por el INSST, herramienta especialmente útil que facilita la aplicación práctica de esta Norma. El resultado obtenido se muestra a continuación:



Fig. 3.16. Resultados proporcionados por la herramienta calculador (Fuente: INSST)

Las mediciones se aproximan a una distribución log-normal por lo que se calculan los estadísticos MG y DSG y posteriormente el LSC<sub>95,70</sub>. También se calcula el U<sub>R</sub>, para compararlo con el valor U<sub>T</sub> tabulado correspondiente a 6 mediciones. Ambos valores indican la conformidad con los criterios definidos en la Norma, puesto que el LSC<sub>95,70</sub> es inferior al VLA-ED y U<sub>R</sub> > U<sub>T</sub>.

No obstante, especialmente en el caso de agentes cancerígenos y mutágenos, esto no debe interpretarse como una situación sin riesgo en la que no es preciso la adopción de medidas, ya que según el Real Decreto 665/1997, de aplicación para el riesgo por exposición a polvo de SCR, es necesario reducir la exposición al mínimo posible.

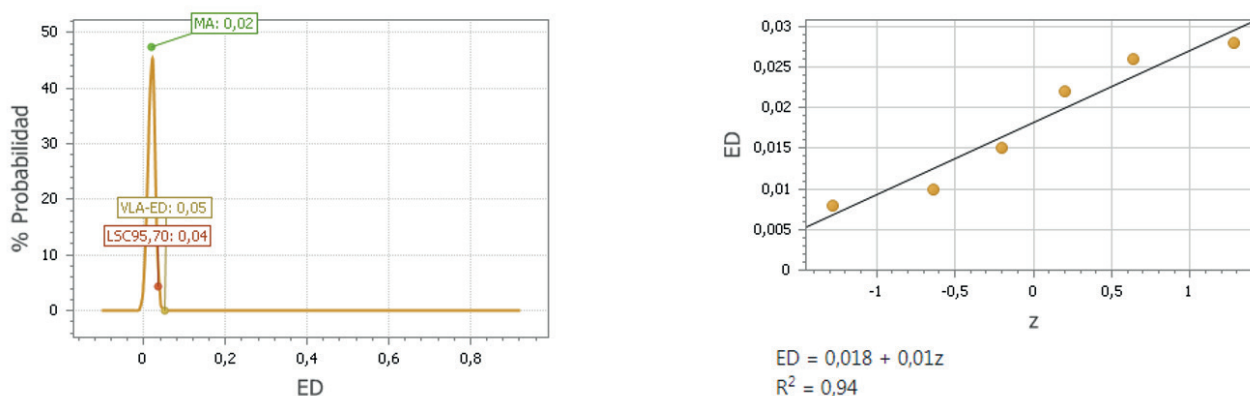


Fig. 3.17. Representaciones gráficas proporcionadas por la herramienta calculador (Fuente: INSST)

Además, el calculador proporciona información gráfica (Fig. 3.17) de la distribución de resultados y de la validación de la composición del GES. En el segundo gráfico, los resultados se aproximan a una recta con un elevado coeficiente de correlación, lo que, unido a los datos recabados durante las jornadas de medición, permite concluir que el GES inicial está bien configurado.

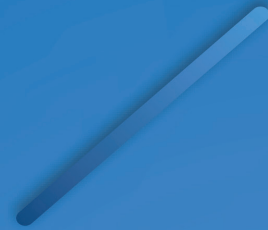
**Para la correcta interpretación de los resultados es importante tener en cuenta, además de los propios resultados numéricos y estadísticos, toda la información recogida durante las mediciones:** tareas realizadas por cada miembro del GES, medidas preventivas utilizadas, condiciones ambientales, posibles interferencias con otros puestos, averías de equipos de trabajo, incidentes ocurridos durante el muestreo, trabajos inusuales, etc.

## REEVALUACIÓN PERIÓDICA

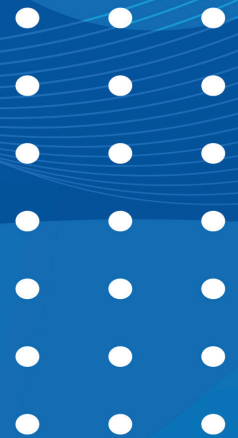
Se plantea una reevaluación periódica con mediciones al cabo de un año, al tratarse de un agente cancerígeno. Si no han cambiado las condiciones de exposición, las nuevas mediciones podrán juntarse a las anteriores para verificar la conformidad con el VLA-ED.



4



# Sustitución de la Sílice Cristalina Respirable





# 4

Sustitución de la Sílice  
Cristalina Respirable

## 4. SUSTITUCIÓN DE LA SÍLICE CRISTALINA RESPIRABLE

### 4.1. Concepto de sustitución

Desde el punto de vista preventivo, se trata de una medida de carácter prioritario que actúa en el origen, eliminando o minimizando el riesgo asociado a la utilización de un agente químico alternativo a la SCR que no sea peligroso o lo sea en menor grado, y si esto no fuera posible, actuando igualmente sobre el proceso, cambiándolo por otro menos peligroso.

### 4.2. Motivos para considerar la sustitución

Existen obligaciones legales, razones técnicas e incluso motivaciones comerciales por las que se debe considerar la sustitución de forma prioritaria.

#### 4.2.1. Obligaciones legales

De una forma general, los principios de la acción preventiva establecidos en el artículo 15 de la Ley 31/1995, *de prevención de Riesgos Laborales*, obligan a las empresas a sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.

En el caso concreto de los agentes químicos, en el artículo 5 del Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, *sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes químicos durante el trabajo*, se establece también la sustitución como medida preferente para eliminar o reducir el riesgo.



*“El empresario garantizará la eliminación o reducción al mínimo del riesgo que entrañe un agente químico peligroso para la salud y seguridad de los trabajadores durante el trabajo. Para ello, el empresario deberá, preferentemente, evitar el uso de dicho agente sustituyéndolo por otro o por un proceso químico que, con arreglo a sus condiciones de uso, no sea peligroso o lo sea en menor grado.”*

Art. 5, Real Decreto 374/2001



Y en el caso de los agentes cancerígenos o mutágenos, el Real Decreto 665/1997 refuerza la medida de evitar la utilización de agentes cancerígenos, de tal manera que en su artículo 4 se establece que:

*“En la medida en que sea técnicamente posible, el empresario evitará la utilización en el trabajo de agentes cancerígenos o mutágenos, en particular mediante su sustitución por una sustancia, una mezcla o un procedimiento que, en condiciones normales de utilización, no sea peligroso o lo sea en menor grado para la salud o la seguridad de los trabajadores.”*

Art. 4, Real Decreto 665/1997



**Es decir, si la técnica lo permite, se debe evitar la utilización de materiales que contengan sílice cristalina, o bien modificar o cambiar el procedimiento que genere el polvo respirable, aunque ello suponga un mayor coste.**

El estudio de las posibilidades de sustitución y su programación, aun cuando técnica o económicamente no resultase viable, deberá incluirse en la documentación preventiva a disposición de las autoridades laborales y sanitarias, como se exige en el apartado f) del artículo 10 del Real Decreto 665/1997, donde se señala que en dicha documentación se incluirán:



*“Los criterios y resultados del proceso de sustitución de agentes cancerígenos o mutágenos a que se refiere el artículo 4 del presente Real Decreto.”*

Art. 10 f), Real Decreto 665/1997

Por tanto, deberán justificarse los motivos por los que la sustitución de la sílice cristalina o de los procesos en los que se genere SCR no pudieran llevarse a cabo. Incluso en sectores como el extractivo o minero, en los que la sílice se encuentra presente de forma natural, también deberá justificarse documentalmente que la sustitución no es viable. En este caso, no tiene sentido hablar de sustitución de la sílice cristalina en los materiales que la contengan, pero en cambio si se podría valorar un cambio de procedimiento.

Son numerosas las actividades no extractivas en las que se puede generar polvo de SCR. Algunos ejemplos son la utilización de arenas silíceas para la construcción, el moldeo en fundiciones o el desbastado de piezas metálicas. También se utiliza sílice como materia prima o componente en la industria cerámica, en la elaboración de los conocidos como aglomerados de cuarzo o incluso en la fabricación de piezas dentales, entre otras. En todas ellas se deberá realizar un estudio de viabilidad técnica, justificando en su caso la imposibilidad de la sustitución.

#### **4.2.2. Razones técnicas**

Desde el punto de vista preventivo, la medida más eficaz es la sustitución total de la sílice cristalina, eliminando así el peligro que supone la posible generación de polvo respirable que la contenga en los procesos productivos (véase Tabla 4.1).

Si no es posible la sustitución total del agente o de los procesos en los que se genera, se deberán analizar las posibilidades técnicas de realizar una sustitución parcial del agente o de los procedimientos, realizando cambios operativos, tecnificando los existentes o automatizando procesos, incluso los auxiliares como, por ejemplo, las operaciones de limpieza, donde suelen generarse altas concentraciones de polvo de SCR.

OPERACIÓN	TIPO DE SUSTITUCIÓN	AGENTE/PROCEDIMIENTO DE SUSTITUCIÓN
<b>Desbastado y saneamiento de piezas metálicas por proyección de abrasivos (arenas silíceas)</b>	Total del agente	Corindón, granalla metálica, abrasivo plástico, etc.
	Total del procedimiento	Corte por láser/lanza térmica
	Parcial del procedimiento	Fabricación automatizada previa para menores necesidades de desbastado
	Parcial del agente	Granalla de acero inoxidable en determinadas zonas de las piezas

Tabla 4.1. Ejemplos de posible sustitución de agente/procedimiento

### 4.2.3. Motivación comercial

La sustitución puede tener además otras repercusiones positivas en términos de mejora de la imagen corporativa o menores exigencias para la comercialización de productos.

La comercialización y distribución de sustancias y mezclas en el Espacio Económico Europeo (EEE) se rige por el Reglamento (CE) 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, *relativo al registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias y preparados químicos*, más conocido como Reglamento REACH, por sus siglas en inglés, en vigor desde el 1 de junio de 2007, con el fin de garantizar un elevado nivel de protección de la seguridad, la salud y el Medio Ambiente, minimizando los efectos adversos de los agentes químicos peligrosos y unificando los requisitos del mercado interior. La Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas (ECHA, en inglés) es la

encargada de establecer las condiciones necesarias para registrar, evaluar y autorizar o, en su caso, restringir, la fabricación, comercialización y uso de sustancias y mezclas consideradas peligrosas, como es el caso de los cancerígenos o mutágenos, planteando alternativas como la sustitución.

El reglamento REACH traslada a las empresas (fabricantes, importadores, usuarios intermedios) que utilicen agentes químicos, la responsabilidad de identificar y evaluar los riesgos de estos agentes, y de informar sobre cómo deben utilizarse de forma segura.

En estrecha relación con el Reglamento REACH, el Reglamento (CE) 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, *sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas* (Reglamento CLP), especifica cómo deben clasificarse, etiquetarse y envasarse las sustancias y mezclas químicas, adaptando al mercado europeo los criterios del Sistema Globalmente Armonizado (SGA) para el comercio mundial de Naciones Unidas. Entre los objetivos del Reglamento CLP está el de determinar qué propiedades de las sustancias y mezclas deben dar lugar a su clasificación como peligrosas. El polvo respirable de sílice cristalina generado en un proceso de trabajo no está sometido a clasificación con arreglo al Reglamento CLP. Por este motivo, se consideró procedente incluirlo en el anexo I de la Directiva 2004/37/CE y, mediante transposición, en el anexo I del RD 665/1997.

Por ello, se recomienda que, con independencia de otras posibles obligaciones, los fabricantes, importadores o suministradores informen del riesgo a sus clientes.

### 4.3. El proceso de sustitución

La sustitución de la SCR, en la mayoría de las actividades en las que interviene, debe ser un proceso metódico que puede resultar laborioso, no exento de costes económicos y de resistencia por parte de las organizaciones a los cambios que implica. La participación y motivación de personal cualificado y conocedor del proceso productivo es imprescindible.

Son muchos los documentos y guías que orientan a las empresas en la búsqueda de agentes y/o procedimientos alternativos, así como en el desarrollo del proceso de sustitución. Algunas fuentes de información sobre agentes y/o procedimientos alternativos se citan en el apartado *Referencias Consultadas*.

Sin embargo, sin pretender ser exhaustivos, para la sustitución de la sílice cristalina se hará necesario superar varios hitos, entre los que se pueden citar los que se recogen en la Tabla 4.2.



**Búsqueda de posible agente químico y/o procedimiento sustituto.**



**Elección de agente/procedimiento.**



**Valoración de la posible peligrosidad del nuevo agente/procedimiento y evaluación de nuevos riesgos.**



**Estudio de los cambios que el agente o procedimiento sustitutivo hará necesarios.**



**Estudio del coste de la inversiones necesarias (nueva maquinaria o equipos específicos...)**



**Actuaciones derivadas. Formación del personal, tratamiento de residuos.**



**Ensayos y pruebas a pequeña escala para la comprobación de la viabilidad de la sustitución propuesta.**



**Implantación efectiva de la solución probada.**



**Evaluación del éxito de la propuesta y de las posibles correcciones necesarias.**

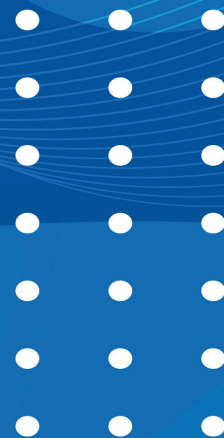
**Tabla 4.2.** Ejemplo de proceso para sustitución de agente/procedimiento





5

# Control de la exposición







# 5

Control de la  
exposición

## 5. CONTROL DE LA EXPOSICIÓN

Evitar la utilización de materiales con sílice cristalina, sustituirlos (total o parcialmente) o reemplazar los procedimientos que originan polvo de SCR son las medidas prioritarias a adoptar para prevenir la exposición a este agente cancerígeno, tal y como se expone en el capítulo anterior. Sin embargo, cuando la sustitución no resulta técnicamente viable deberá valorarse, como primera opción para controlar la exposición, que los procesos en los que se produce polvo de SCR se lleven a cabo en **sistemas cerrados**, preferentemente a presión negativa, que garanticen que no se producirá exposición.

La implantación de estos sistemas, al igual que la del resto de medidas, ha de abordarse como un proyecto en sí mismo, con el fin de que la solución adoptada se adecúe al proceso y sea eficaz.

Sin embargo, debido a las características del proceso, en ocasiones no es técnicamente posible la aplicación de un sistema cerrado, y en esos casos las empresas deberán garantizar que el nivel de **exposición** de su personal se reduzca a un nivel **tan bajo como sea técnicamente posible**, tal y como exige el Real Decreto 665/1997. Para ello, han de adoptarse todas las medidas preventivas y organizativas que sean necesarias, aun cuando los resultados de las mediciones higiénicas sean inferiores al VLA-ED.

La Fig. 5.1 que se presenta a continuación engloba las distintas fases a seguir para el control del riesgo. Mientras que dichas fases están organizadas por orden de prioridad, las medidas no están ordenadas por preferencia, sino que deberán seleccionarse, en base a criterios técnicos, todas aquellas que puedan contribuir a la reducción de la exposición a SCR en cada caso concreto. No debe recurrirse a una medida de orden inferior si existe una de orden superior posible.

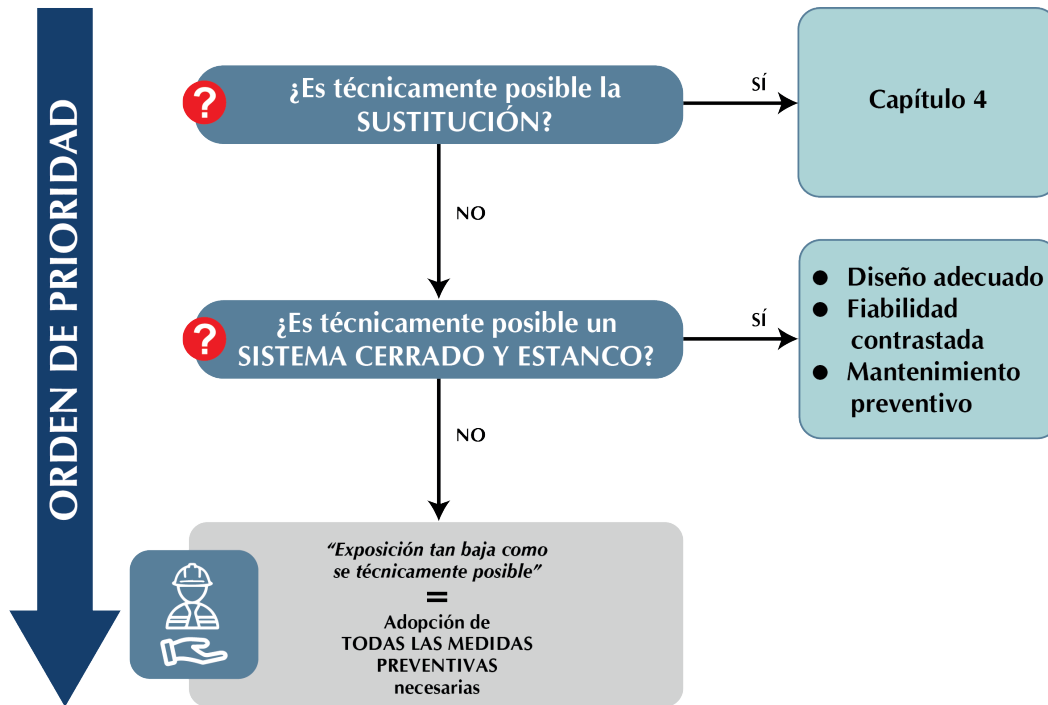


Fig. 5.1. Fases del control del riesgo por exposición a SCR

Además de la selección de medidas fiables diseñadas de manera que se adapten a cada caso concreto, la correcta implantación de las mismas y la comprobación de su efectividad, es fundamental que la empresa cuente con un **Plan de mantenimiento preventivo**. Este plan ha de garantizar que las distintas medidas implantadas mantienen su rendimiento óptimo. Además, han de recogerse las actuaciones o medidas alternativas a adoptar frente a los posibles fallos y averías más comunes.

Todos estos aspectos se abordan con mayor detalle en los siguientes apartados.

## 5.1. Planificación de la actividad preventiva

Los distintos objetivos de la planificación deben fijarse teniendo en cuenta la magnitud del riesgo y la cantidad de personal expuesto, estableciendo así un orden de prioridad coherente con la gravedad del riesgo.

Más allá del cumplimiento legal, para que la planificación resulte una herramienta útil y eficaz es importante que esté **particularizada** para cada empresa o instalación, incluyendo actuaciones de control, supresión del riesgo o mejora, **concretas y medibles**. Para cada una de estas acciones deben establecerse explícitamente:

- ❖ Plazos para su ejecución, indicando tanto la previsión de fechas de inicio y fin como las reales de realización.
- ❖ Responsables asignados.
- ❖ Los medios materiales, humanos y económicos necesarios.

De todo ello deberá haber **constancia documental actualizada**.

Además de todo lo concerniente a las medidas preventivas o de control, las actuaciones **derivadas de la detección de personal afectado por enfermedad profesional** (en este caso silicosis o cáncer de pulmón) también tendrán que estar incluidas en dicho documento.

## 5.2. Fuentes secundarias de exposición

Las tareas propias de cada puesto de trabajo que pueden generar polvo de SCR en suspensión resultan, habitualmente, de fácil identificación. Sin embargo, además de la influencia de las mencionadas tareas, la concentración de contaminante a la que se encuentra expuesto el personal a lo largo de su jornada laboral puede estar influenciada por múltiples variables, que también deben ser tenidas en cuenta al evaluar su puesto de trabajo.

Esto se conoce como **fuentes secundarias de exposición o exposición indirecta**, entre las que se incluyen:

- ❖ Influencia del polvo generado en trabajos próximos.
- ❖ Tránsito de maquinaria.
- ❖ Fugas en conducciones o sistemas de filtrado que se encuentren en las inmediaciones.
- ❖ Acumulación de polvo por caída de material o fugas en el proceso.
- ❖ Limpieza de la ropa de trabajo con técnicas que favorezcan la puesta en suspensión del polvo depositado en la ropa (por ejemplo, el soplado con aire comprimido).
- ❖ Operaciones de limpieza o mantenimiento cercanas.
- ❖ Corrientes de aire generadas de manera natural por la ventilación (tanto en interior de instalaciones, debido a las puertas y ventanas, como en el exterior debido a las condiciones climatológicas) o por medidas preventivas implementadas en otros puestos.

En algunos casos estas fuentes secundarias pueden suponer un porcentaje bastante elevado de la exposición total del personal, y por lo tanto son una fuente de exposición que hay que controlar adecuadamente.

Todos los aspectos mencionados deberán ser tenidos en cuenta a la hora de evaluar la exposición del personal, ya que contribuyen, en mayor o menor medida, al nivel de exposición al que se encuentra expuesto. Asimismo, deberá estudiarse la influencia que pudiera tener cualquier cambio en el proceso productivo en los distintos puestos de trabajo, y no solo en aquellos involucrados directamente.

### 5.3. Sistemas cerrados

Una vez identificados todos los focos de generación de polvo de SCR, tanto primarios como secundarios, debe optarse, **de manera prioritaria**, y siempre que sea posible, por el cerramiento del proceso que origina la dispersión de polvo (o de determinadas partes del mismo) mediante sistemas cerrados, preferentemente a presión negativa.

Un sistema cerrado es aquel que, por sus características de diseño y de funcionamiento, previene la liberación del agente químico contenido en su interior, y que permite, en principio, garantizar que no se producirá exposición.

Para controlar y limitar la dispersión de partículas generadas en un área determinada a las zonas adyacentes es necesario presurizarla negativamente (menos presión en el interior que en el exterior) con respecto a las zonas contiguas, para evitar así que los contaminantes transportados por el aire salgan de esa zona y lleguen al personal que se encuentra en el exterior. En la salida del aire (que preferiblemente debería realizarse hacia el exterior de la instalación) ha de instalarse un filtro de alta eficacia que asegure la eliminación de las partículas existentes en la corriente de aire.

Este tipo de cerramientos han de proyectarse para cada caso concreto, teniendo en cuenta las necesidades y limitaciones de la instalación, y podrán ser de múltiples tamaños, fijos o retráctiles, opacos o que permitan la visibilidad entre zonas, etc.

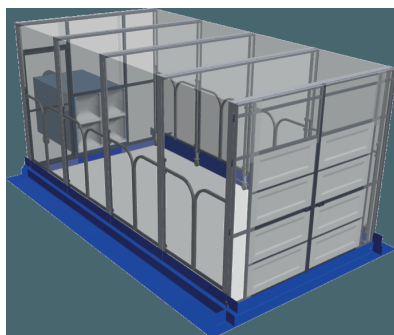


Fig. 5.2. Distintos ejemplos de cerramientos a presión negativa (Fuente: [www.duroair.com](http://www.duroair.com))

Para asegurar su correcto funcionamiento, los accesos deberán estar restringidos y las puertas o aberturas cerradas. En caso de que fuera imprescindible acceder para realizar algún tipo de tarea de mantenimiento, control, etc., sería necesario seleccionar de manera específica el EPR más adecuado, teniendo en cuenta que en el interior del recinto las concentraciones ambientales de polvo de SCR pueden ser *a priori* más elevadas. Por tanto, se recomienda que se señalicen los accesos como área restringida con uso obligatorio de EPR.

Que una determinada sala, cabina o área se considere a presión positiva o negativa simplemente está relacionado con la inyección y extracción del sistema de aire, ya que estructuralmente ambos tipos comparten la mayor parte de características de diseño. Además, dentro de una misma instalación pueden existir zonas tanto a presión negativa como a presión positiva (por ejemplo, salas de control o cabinas) que pueden no distinguirse a simple vista. Se recomienda la colocación de un elemento que permita el control de la presión diferencial entre el interior y el exterior. Esto permitiría visualizar y verificar que la presión se encuentra dentro de los parámetros predeterminados y con el sentido de flujo de aire que corresponda a cada caso.

La robotización y automatización de ciertos procesos, ligado a los sistemas cerrados, puede ayudar a reducir aún más la exposición personal, así como el número de personas expuestas.

En este tipo de instalaciones, cobra una especial importancia la elaboración y el seguimiento de un minucioso programa de mantenimiento preventivo para evitar posibles fugas y minimizar fallos.

## 5.4. Medidas para la reducción y prevención de la exposición

En función de los resultados obtenidos en la Evaluación de Riesgos, base fundamental de la actuación preventiva, será necesario adoptar distintas medidas con el fin de reducir al máximo posible la exposición del personal a polvo de SCR.

El Real Decreto 665/1997 cita una serie de medidas preventivas y organizativas comunes a todos los agentes cancerígenos, debiendo las empresas **implantar todas las que sean necesarias**. No se trata de un listado ordenado por prioridad, sino que debe seleccionarse y aplicarse una combinación de todas aquellas que ayuden a minimizar el riesgo por exposición a polvo de SCR en cada caso concreto:



- a) *Limitar las cantidades del agente cancerígeno o mutágeno en el lugar de trabajo.*
- b) *Diseñar los procesos de trabajo y las medidas técnicas con el objeto de evitar o reducir al mínimo la formación de agentes cancerígenos.*
- c) *Limitar al menor número posible los trabajadores expuestos o que puedan estarlo.*
- d) *Evacuar los agentes cancerígenos en origen, mediante extracción localizada o, cuando ello no sea técnicamente posible, por ventilación general, en condiciones que no supongan un riesgo para la salud pública y el medio ambiente.*
- e) *Utilizar los métodos de medición más adecuados, en particular para una detección inmediata de exposiciones anormales debidas a imprevistos o accidentes.*
- f) *Aplicar los procedimientos y métodos de trabajo más adecuados.*
- g) *Adoptar medidas de protección colectiva o, cuando la exposición no pueda evitarse por otros medios, medidas individuales de protección.*
- h) *Adoptar medidas higiénicas, en particular la limpieza regular de suelos, paredes y demás superficies.*
- i) *Delimitar las zonas de riesgo, estableciendo una señalización de seguridad y salud adecuada, que incluya la prohibición de fumar en dichas zonas, y permitir el acceso a las mismas sólo al personal que deba operar en ellas, excluyendo a los trabajadores especialmente sensibles a estos riesgos.*
- j) *Velar para que todos los recipientes, envases e instalaciones que contengan agentes cancerígenos estén etiquetados de manera clara y legible y colocar señales de peligro claramente visibles, de conformidad todo ello con la normativa vigente en la materia.*
- k) *Instalar dispositivos de alerta para los casos de emergencia que puedan ocasionar exposiciones anormalmente altas.*
- l) *Disponer de medios que permitan el almacenamiento, manipulación y transporte seguros de los agentes cancerígenos, así como para la recogida, almacenamiento y eliminación de residuos, en particular mediante la utilización de recipientes herméticos etiquetados de manera clara, inequívoca y legible, y colocar señales de peligro claramente visibles, de conformidad todo ello con la normativa vigente en la materia.*



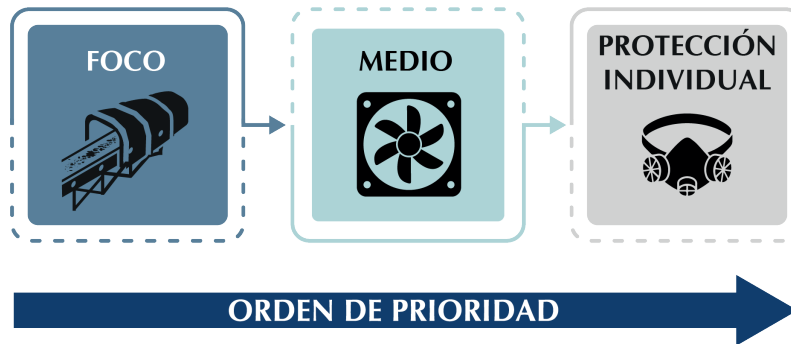


Fig. 5.3. Priorización de actuaciones en el control de la exposición a SCR

Existen dos formas principales de abordar la reducción de la exposición a polvo de SCR mediante soluciones técnicas o controles de ingeniería. Una primera basada en evitar la generación de polvo respirable en el foco, y otra consistente en actuar sobre las partículas de SCR que se encuentran en suspensión en el ambiente. Entre estas dos alternativas, resultan **más efectivas las que actúan en el foco**, minimizando la cantidad de partículas que se ponen en suspensión, frente a tratar de capturarlas posteriormente, cuando ya se encuentran en el ambiente de trabajo, debido a la complejidad ocasionada por la granulometría del material. Es posible encontrar soluciones que proporcionan una elevada efectividad en la reducción de partículas en tamaños superiores a las respirables, aunque la mayor parte de las medidas preventivas aplicables y estudiadas hasta el momento parecen ofrecer reducciones en la fracción respirable de hasta un 25-50%, como máximo. Esto las hace, en general, insuficientes para alcanzar los niveles de exposición objetivo. Por ello es necesario, en la mayoría de los casos, el empleo de **varias medidas que se complementen entre sí**.

Además, su efectividad real en la práctica para reducir la exposición, tal y como se aborda en detalle en los **apéndices específicos anexos a esta Guía, con las medidas concretas para reducir la exposición a polvo de SCR en cada actividad**, está condicionada por múltiples factores, lo cual dificulta su cuantificación numérica de cara a proporcionar recomendaciones generales que puedan ser aplicables en distintos sectores y circunstancias. El uso simultáneo de varias medidas preventivas, las propias incertidumbres inherentes a la medición y el muestreo o la variación diaria en las condiciones de trabajo, son algunas de las causas que complican determinar tal magnitud.

No obstante, es importante cuantificar la reducción de la exposición que proporcionan las medidas preventivas en cada centro de trabajo, empleando los resultados obtenidos como una herramienta que permita optimizar su funcionamiento y, por lo tanto, la reducción del riesgo. Es decir, tomando como

punto de partida una situación desfavorable, se debe conocer cuánto mejora al implantar una medida preventiva concreta, si esta cumple los objetivos de reducción previstos y si es necesario implantar más medidas.

Al igual que en el caso de los sistemas cerrados, la implantación de estas medidas debería llevarse a cabo, conforme a su complejidad, mediante un **proyecto técnico** similar al de cualquier otra instalación, contando para ello con empresas especializadas. De esta manera, la ejecución de las distintas fases (definición de características y necesidades, diseño, elaboración de memoria, ejecución, puesta en servicio, comprobación de la eficacia, etc.), favorecerá que la medida o medidas implantadas sean lo más efectivas posible. Así mismo, para que las prestaciones obtenidas se mantengan en el tiempo es necesario efectuar un **mantenimiento preventivo** de las mismas.

## FASES DEL PROYECTO TÉCNICO



1. Cuantificación de la situación de partida y definición del objetivo



2. Proyecto: Diseño especializado de la solución técnica propuesta



3. Implantación



4. Comprobación de la reducción alcanzada



5. Plan de mantenimiento y mejoras

En cuanto a los **dispositivos de alerta**, actualmente no existen en el mercado equipos destinados a la medición en tiempo real de concentración de polvo de SCR en el aire que puedan ser utilizados para tal fin, aunque dicha tecnología está en desarrollo. Sin embargo, sí se encuentran disponibles dispositivos para la monitorización de polvo respirable con sistemas de alerta incorporados. Dichas alarmas pueden ser configuradas por quienes los empleen para que se activen cuando en el ambiente de trabajo se superen determinados niveles de concentración. Como referencia, estos niveles podrían establecerse en base al porcentaje de SCR contenido en la Fracción Respirable (FR) de partículas, obtenido directamente a partir de los resultados de las mediciones de exposición personales llevadas a cabo en la instalación. También se pueden instalar dispositivos de alerta que, aunque no monitorizan la concentración ambiental de polvo, avisan de fallos en las medidas preventivas. Por ejemplo, un mecanismo de control de las pérdidas de carga en un conducto de un sistema de extracción localizada permitirá detectar fugas que pueden ocasionar exposiciones anormalmente elevadas.

## 5.5. Fundamentos generales de las principales técnicas de reducción de la exposición a polvo de SCR

En general, las soluciones técnicas empleadas para la reducción o supresión del polvo respirable de sílice cristalina se pueden clasificar en dos grupos principales: aquellas medidas basadas en el aporte de agua (**vía húmeda**) y las basadas en el movimiento de aire (**ventilación y sistemas de extracción, captación y filtrado**).

Además, y como ya se introdujo al inicio del presente capítulo, en ambos casos puede actuarse bien sobre el foco de generación de polvo, tratando de impedir que las partículas lleguen a ponerse en suspensión, o cuando estas ya se encuentran en el ambiente. En este sentido, ha de tenerse en cuenta que la fracción respirable de las partículas puede permanecer en suspensión durante largos periodos de tiempo después de haber sido generada, ya que, al tratarse de partículas con un diámetro tan pequeño, su velocidad de sedimentación es muy baja. Esto, unido a que pueden ser arrastradas por las corrientes de aire hasta zonas alejadas de su lugar de emisión, y a que son “invisibles” al ojo humano (salvo a muy altas concentraciones), hace que deban **priorizarse aquellos sistemas que actúan en el foco**, evitando la puesta en suspensión de polvo. Antes de implementar cualquier sistema preventivo se deberían caracterizar con detalle las siguientes variables:



## ❖ EL POLVO

- Tamaño de las partículas
- Composición
- Concentración aproximada



## ❖ LA FUENTE O FUENTES DE GENERACIÓN DE POLVO

- Primarias
- Secundarias
- Características: dispersa, direccional...
- Volumen, forma, velocidad y dirección de la nube de polvo generada



## ❖ LOS PUESTOS DE TRABAJO

- Ubicación de los distintos puestos
- Posición y movimientos habituales del personal
- Desplazamientos necesarios durante la jornada laboral
- Materiales manipulados (estado, tamaño...)
- Características de las herramientas y equipos de trabajo



## ❖ EL AMBIENTE DE TRABAJO

- Velocidad y dirección del aire
- Posibles corrientes de aire en el entorno de la zona de trabajo
- Existencia de procesos a alta temperatura o equipos de climatización que puedan generar corrientes de aire de origen térmico
- Influencia de las condiciones climatológicas

Aunque existe amplia información y documentación técnica relativa a las distintas medidas, a continuación, se explican una serie de conceptos generales cuyo objetivo es ayudar a la comprensión del funcionamiento de todas ellas, para facilitar así la selección de la más idónea en cada caso concreto, aunque lo más frecuente será el empleo de varias medidas que se complementen.

En caso de ser necesaria una información más detallada y exhaustiva pueden consultarse los siguientes documentos y manuales de referencia (ver *Referencias Consultadas* para mayor detalle):

- ❖ *Industrial ventilation: a manual of recommended practice for design.* ACGIH
- ❖ *Industrial ventilation: a manual of recommended practice for operation and maintenance.* ACGIH
- ❖ *Dust Control Handbook for Industrial Minerals Mining and Processing.* NIOSH
- ❖ *Controlling airborne contaminants at work: A guide to local exhaust ventilation (LEV).* HSE
- ❖ *Manual de ventilación.* Soler&Palau
- ❖ *Handbook of Atomization and Sprays. Theory and Applications*
- ❖ *Industrial sprays and atomization*
- ❖ *Hazard prevention and control in the work environment: airborne dust.* WHO



### 5.5.1. Métodos por vía húmeda

Los sistemas con aporte de agua (con o sin aditivos) para reducir la puesta en suspensión de polvo son ampliamente conocidos y utilizados en muchos sectores industriales debido a sus múltiples ventajas. Además, en ocasiones es necesaria la inyección directa de agua en las herramientas o equipos de trabajo como refrigerante del proceso, por lo que su uso está ampliamente extendido, aun no siendo con

frecuencia la supresión del polvo su función principal. Se trata de una técnica aparentemente sencilla, que también cuenta con limitaciones, por lo que habrá que tomar en consideración una serie de factores de cara a implementar el diseño más adecuado en cada aplicación.

Dentro de los métodos húmedos existen distintas técnicas:

- ❖ Inyección de agua en equipos y herramientas
- ❖ Humectación y lavado de materiales
- ❖ Sistemas de nebulización

De nuevo, las soluciones que impiden la puesta en suspensión de polvo actuando en el foco (inyección de agua, humectación...) resultan más efectivas que las orientadas a capturar las partículas suspendidas en el ambiente (nebulización), siempre y cuando estén adecuadamente diseñadas y mantenidas.

Sin embargo, no siempre será posible aplicar elevados niveles de humedad, bien sea por los propios materiales manipulados, por las características de los procesos productivos, por la disponibilidad de agua, por el discomfort térmico que puede ocasionar al personal, o por el efecto de la meteorología.

A continuación, se exponen distintas variables a tener en cuenta en relación con estas medidas, haciendo énfasis en su influencia en el rendimiento final de la misma. En todo caso, las circunstancias específicas de cada puesto de trabajo, empresa y solución adoptada serán determinantes para el buen fin de la prevención.

### *Factores determinantes en el rendimiento*

#### ❖ **Grado de humectación**

Diversos estudios recogen cómo, durante el corte o fractura de un material, la mayor parte de partículas finas permanecen adheridas al material arrancado, e inicialmente solo una pequeña fracción es susceptible de ponerse en suspensión en el aire. Un adecuado grado de humedad facilitará que esos finos permanezcan unidos al material y no se dispersen al ambiente de trabajo en procesos posteriores. Además, cuanto más **uniformemente húmedo** se encuentre el material (mezclado mecánico) menos partículas se pondrán en suspensión, aumentando la efectividad de la medida de control.

Es importante abordar y entender la reducción o supresión del polvo como un conjunto, a lo largo de todo el proceso. En función de las operaciones posteriores, como en el caso de largos transportes en los que los materiales van perdiendo la humedad, llegando incluso a secarse, puede ser necesario **humectar el material de nuevo en puntos intermedios**.

En aquellos casos en los que un elevado grado de humedad pueda suponer un problema (problemas de abastecimiento, materiales higroscópicos o con muchos finos, productos finales con humedad limitada, etc.), la incorporación de determinados **aditivos, agentes humectantes o espumas** permite alcanzar una alta efectividad, reduciendo la cantidad de agua necesaria.

### ❖ **Tamaño de gota**

Tanto en la inyección de agua en equipos y herramientas como en la humectación, el agua incide directamente sobre el foco emisor de polvo, tratando de evitar que las partículas se pongan en suspensión. En estos casos, no es determinante el tamaño de la gota de agua, puesto que, inicialmente, no se pretende que la partícula de polvo se impregne y precipite, sino que el objetivo es que quede atrapada o sea arrastrada por el agua, impidiendo su puesta en suspensión. Por otro lado, el fin de la nebulización es crear las condiciones óptimas para la precipitación de las partículas que se encuentran en suspensión, por lo que, en general, es necesario controlar el tamaño de las gotas de agua, hasta crear una niebla con gotas muy finas. Cuando tienen el tamaño apropiado, las partículas de polvo en suspensión absorben esas gotas de agua, incrementando su humedad, y por lo tanto también su peso, lo que implica un aumento en su velocidad de precipitación. Además, se favorece el fenómeno de coalescencia, mediante el cual varias partículas humidificadas pueden unirse, de manera que el agregado adquiere un mayor peso, acelerando su precipitación.

Para favorecer que la partícula en suspensión absorba adecuadamente las gotas de agua pulverizadas es necesario un **tamaño de gota lo más pequeño posible**, tratando incluso de que las gotículas sean de **igual o menor tamaño que las partículas que se desean eliminar**, por lo que para el correcto diseño del sistema será necesario estudiar detenidamente cada caso y sus particularidades.

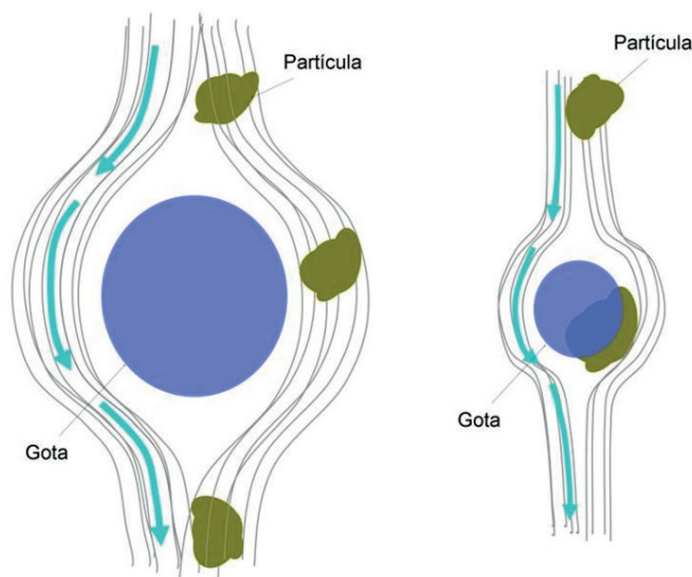


Fig. 5.4. Efecto del tamaño de gota en la humectación de las partículas (Fuente: INS)

Existen numerosos factores que influyen sobre el tamaño de gota. Entre ellos, cabe destacar las propiedades del líquido, la capacidad de la boquilla, la presión del circuito o el ángulo de aspersión.

### ❖ Tipo de boquilla

Las boquillas empleadas para la humectación pueden ser principalmente de dos tipos: boquillas en las que únicamente se inyecta **agua**, y aquellas en las que se emplea también **aire a presión**. Dentro de estos tipos existen diferentes boquillas atendiendo al tamaño de gota o al patrón de inyección requerido.

- **Boquillas hidráulicas.** Son elementos que permiten la inyección de agua tanto a baja presión, que es la presión que puede alcanzar la red de suministro en la empresa (2-15 bar), como a alta presión (15-90 bar), para lo que se requieren potentes sistemas de bombeo. Estas boquillas, en función de su morfología y la presión de agua, permiten cubrir un amplio espectro de tamaños de gota, desde gruesas (1 mm) a muy finas (0,3 mm), e incluso llegar a la atomización (0,1- 0,02 mm).



- **Boquillas neumáticas.** Este tipo de boquillas efectúa una mezcla de agua y aire a presión, que aumenta el número de choques efectivos entre el fluido y las partículas en suspensión, ya que al aumentar la presión de pulverización se imprime a las gotas de fluido una mayor velocidad. Permite la atomización de las gotas de agua, con tamaños próximos a  $10\ \mu\text{m}$ .

Dos de los aspectos que han de tenerse en cuenta para seleccionar el tipo de boquilla más apropiado para cada aplicación son el **ángulo** y el **patrón de aspersión** (Figs. 5.5. y 5.6.). El ángulo de aspersión, que es el ángulo de apertura que forma el agua a la salida de la boquilla, así como la distancia, determinarán la superficie de cobertura de la boquilla. En las mismas condiciones, este ángulo será más cerrado cuando se hace uso de fluidos más viscosos.

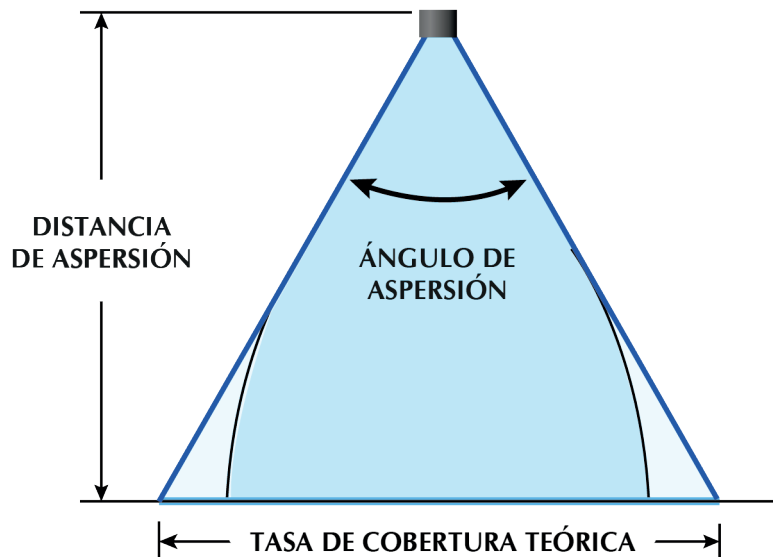


Fig. 5.5. Superficie de cobertura de la boquilla y sus parámetros (Fuente: [www.spray.com](http://www.spray.com))

En cuanto a la forma en planta de la aspersión, existen diferentes patrones en función del tipo de boquilla, tal y como se puede ver en la siguiente imagen. Como se puede observar, el tamaño de gota está influenciado por el patrón de aspersión seleccionado:

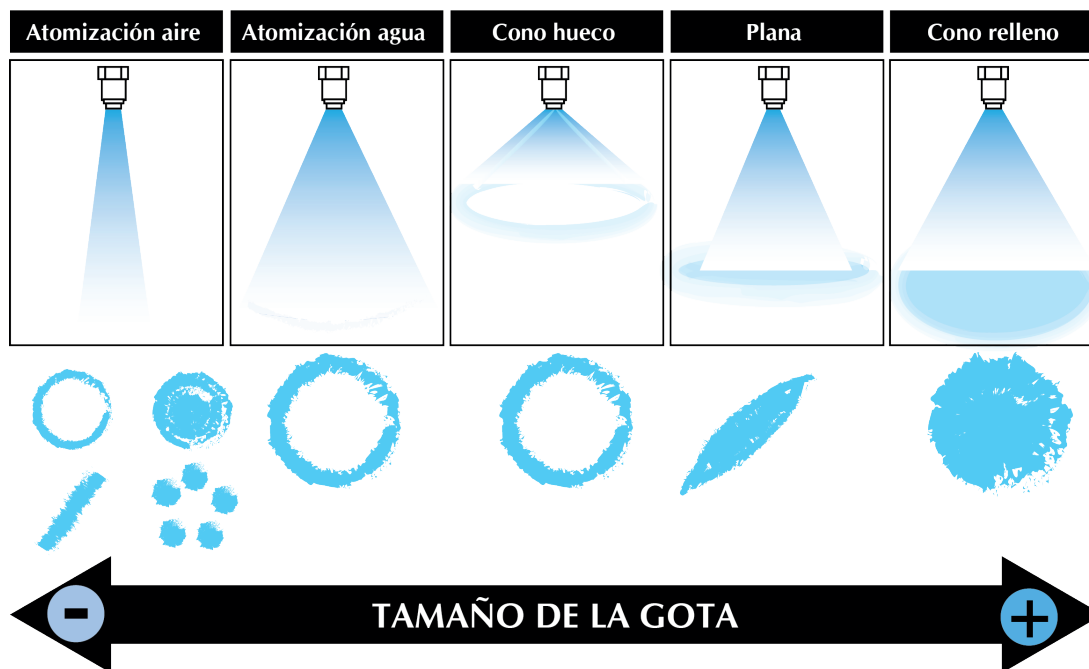


Fig. 5.6. Patrones de aspersión en función del tipo de boquilla (Fuente: [www.spray.com](http://www.spray.com))

### ❖ Número de boquillas y ubicación

Una vez seleccionado el tipo de boquilla más adecuado (con su correspondiente ángulo y patrón de aspersión) habrá que seleccionar la cantidad y ubicación más adecuada para lograr un rendimiento óptimo del sistema de humectación.

Ha de tenerse en cuenta que las propias boquillas, especialmente las que trabajan a elevadas presiones del fluido, **pueden producir movimiento del aire diseminando las partículas** que se encuentran en suspensión en el ambiente, haciendo menos efectiva la captura y pudiendo llegar a elevar la concentración de polvo de SCR en otras zonas debido a ese desplazamiento del polvo. Esto cobra especial importancia si el personal se encuentra ubicado o realiza habitualmente sus tareas en esa zona, no siendo siempre sencillo percibir esas nuevas corrientes de aire, por lo que habrá que prestar especial atención sobre este aspecto.

Para evitar lo anterior, en la medida de lo posible, es preferible emplear **un mayor número de boquillas a menor caudal y presión**, tratando de minimizar la dispersión de las partículas. Otra opción que incrementa la efectividad de los sistemas de humectación y nebulización es su empleo **en el interior de cerramientos**. Por último, el emplazamiento óptimo será aquel que tenga en cuenta, además de la efectividad, la durabilidad de los dispositivos. Si la ubicación de las boquillas provoca que sufran daños frecuentemente por, por ejemplo, golpes con el propio material o porque interfieren con el normal funcionamiento de otros equipos de trabajo, el elevado grado de mantenimiento hará que no puedan cumplir adecuadamente con el objetivo para el que han sido instaladas.

Se han mostrado más efectivos los **sistemas combinados**, que humectan de manera uniforme y en profundidad el material, evitando la generación de polvo de SCR y que, a su vez, disponen de sistemas de nebulización para capturar las partículas que han llegado a ponerse en suspensión.

### ❖ Tipo de agua y temperatura

El origen del agua empleada para estos sistemas es otro de los factores importantes a considerar. No se requiere el mismo tipo de instalación si la fuente principal de suministro de agua es la red de abastecimiento que si se trata de agua recirculada procedente del propio proceso, que precisará de **equipamientos adicionales** de decantación, tratamiento de lodos, etc. Asimismo, tampoco las características del agua (dureza, etc.) son las mismas en todas las zonas geográficas, por lo que habrá que valorar en cada caso la necesidad de implementar sistemas previos de tratamiento de aguas (filtrado, descalcificación, etc.). Además, la adición de productos como espumantes, surfactantes, etc., modifican la viscosidad del agua, por lo que su comportamiento (ángulo de aspersión, área de cobertura, ángulo de aspersión, capacidad, etc.) en una boquilla estándar diferirá del comportamiento en dicha boquilla del agua sin aditivos.

De igual modo, las características climatológicas influyen a la hora de instalar un sistema de humectación, tanto en el propio proceso productivo como en el **confort térmico** de las personas que trabajen en la instalación. En determinadas épocas del año, las bajas temperaturas pueden provocar la congelación de los circuitos de agua, inutilizando los sistemas de humectación. Además, el aumento de la humedad

ambiental llevará asociada, subsidiariamente, una reducción de la temperatura en la zona de trabajo, no siempre deseable si se tiene en cuenta el confort térmico del personal. En épocas más cálidas, cuando se alcanzan temperaturas elevadas, las gotas más finas son más propensas a evaporarse en determinados entornos, volviendo a liberar las partículas capturadas inicialmente.

### ❖ **Mantenimiento**

Como en cualquiera de las medidas técnicas a adoptar, un correcto mantenimiento preventivo es fundamental para asegurar el funcionamiento óptimo de la instalación.

En el caso concreto de las boquillas han de incluirse en la rutina de revisión y mantenimiento aspectos como la posible obturación de las boquillas y los conductos, la corrosión, la erosión, los posibles daños por impactos de los materiales y equipos manipulados, etc., además de todo el mantenimiento necesario de las instalaciones auxiliares (compresores, sistemas de decantación, equipos de filtrado...).

## **LIMITACIONES DE LOS SISTEMAS DE CONTROL POR VÍA HÚMEDA**

- ❖ No pueden emplearse en todos los materiales.
- ❖ No pueden emplearse en los procesos que no admitan una humedad elevada.
- ❖ Pueden ocasionar problemas en determinadas condiciones climáticas (congelación de los circuitos en invierno y limitaciones o restricciones de disponibilidad en verano).
- ❖ La elevada humedad puede provocar deterioro (corrosión, etc.) del resto de equipamientos de la instalación.
- ❖ Pueden ser necesarios sistemas auxiliares de drenaje, recogida y gestión de lodos.
- ❖ La reducción de la sensación térmica provocada por el aumento de humedad puede afectar al confort del personal.
- ❖ Puede ser necesaria la modificación de la instalación eléctrica para su adecuación.

A pesar de que a priori puede resultar una instalación sencilla, todos los factores enumerados anteriormente, así como la necesidad de adaptarse a las particularidades de cada situación y proceso productivo concreto, hacen de la humectación y la nebulización un sistema complejo, cuyo diseño ha de ser minucioso, detallado y llevado a cabo por empresas especializadas que ofrezcan garantías acerca de la solución instalada.

### 5.5.2. Métodos por vía seca

Las soluciones técnicas basadas en el movimiento de aire pueden agruparse, de manera general, en dos tipos de actuaciones diferenciadas:

- ❖ **Ventilación general:** encaminada a la **dilución** del contaminante y a la renovación del aire. En este caso, siempre se actúa sobre el polvo que se encuentra ya suspendido en el ambiente de trabajo. En general, este tipo de ventilación es adecuada cuando el contaminante es de toxicidad baja o media. Sin embargo, en el caso del polvo de SCR no es la técnica más adecuada, al tratarse de un cancerígeno.
- ❖ **Sistemas de captación, extracción localizada** o soluciones afines: actúan específicamente sobre el contaminante, bien en el foco, tratando de **capturar** las partículas que se generan, evitando que se dispersen en el ambiente, o capturando las partículas en suspensión antes de que alcancen la zona de respiración del trabajador.

En la mayor parte de los casos se utilizan ambos sistemas de manera combinada, contando con sistemas de extracción en puestos u operaciones determinadas y con la ventilación general como apoyo a los mismos.

#### *Sistemas de extracción localizada*

A continuación, se exponen los factores que influyen en el funcionamiento de los sistemas de captación o extracción localizada.

### ❖ Zona de captura y zona de trabajo

La zona de captura, referida a un equipo de extracción localizada, es el espacio frente a la captación en el que la velocidad es suficiente para capturar la nube de polvo generada. Por otro lado, la zona de trabajo es aquella donde se genera el contaminante en las distintas tareas u operaciones. Por lo tanto, para que el funcionamiento del equipo sea efectivo, la zona de trabajo debe estar situada dentro de la zona de captura del equipo (Fig. 5.7).

Sin embargo, la zona de captura es casi siempre más pequeña de lo que a priori pueden imaginar a quienes afecta, ya que la velocidad del aire decrece rápidamente a medida que la distancia a la campana aumenta. Por ello, es importante que el personal que va a hacer uso de los equipos conozca el tamaño y la forma de la zona de captura. Esto se puede conseguir, además de con la debida formación, marcando dicha zona en el propio puesto de trabajo.



**Fig. 5.7.** Efectividad de un sistema de captación en función de la distancia a la zona de trabajo  
(Fuente: A guide to local exhaust ventilation. HSE)

### ❖ Distancia al foco y ubicación

Como ya se ha indicado en el punto anterior, la eficiencia de los sistemas de extracción está muy condicionada por la proximidad de la captación al foco de generación del polvo. En general, podría decirse que los equipos de extracción localizada serán prácticamente inefectivos cuando estén situados respecto a la fuente a una distancia superior al diámetro de dicha extracción (o diámetro equivalente en caso de conducciones cuadradas o rectangulares), ya que la velocidad de captación a una distancia igual al diámetro del conducto se ve reducida hasta en un 90% , tal y como se muestra en la Fig. 5.8.

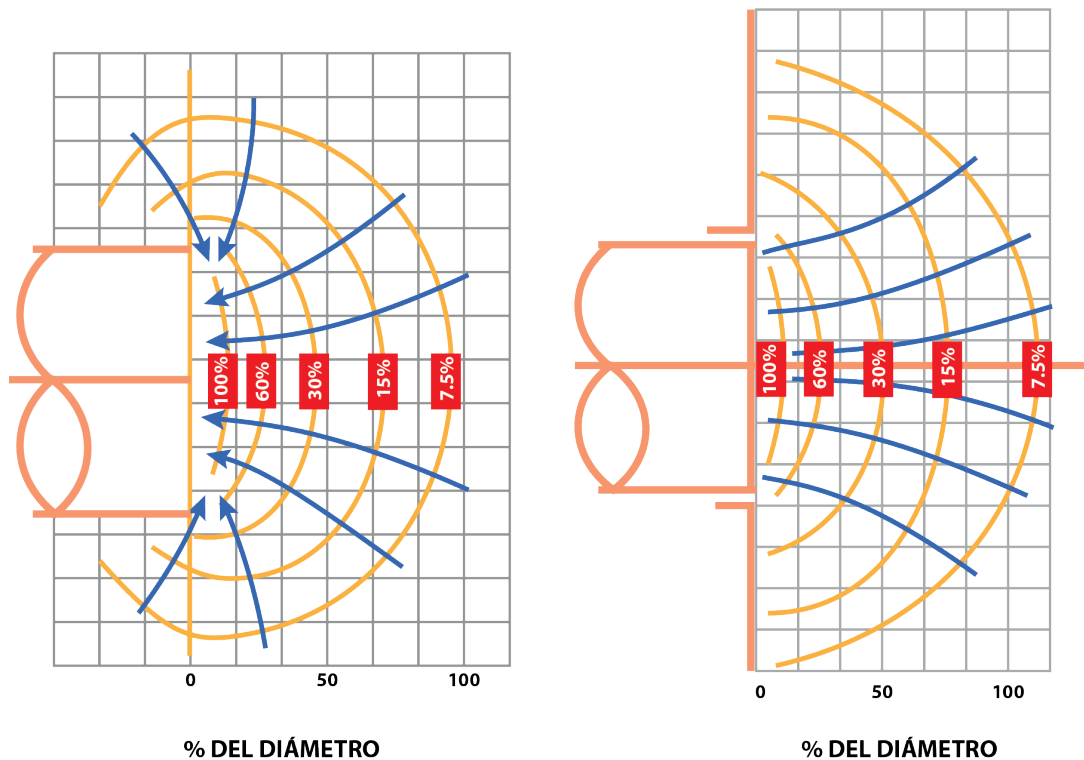


Fig. 5.8. Disminución de la velocidad en función de la distancia (Fuente: Industrial ventilation. ACGIH)

Teniendo en cuenta lo anterior, se priorizarán los emplazamientos de las campanas lo más cercanos posible a la fuente de generación de polvo y, además, se ubicarán de manera que se aproveche la velocidad y dirección del flujo de aire proveniente del foco emisor.

### ❖ Velocidad de captura, de aspiración y en el conducto

La velocidad de captura es la velocidad de aire requerida, en un foco de generación de polvo, para superar el movimiento de la nube contaminante y atraerla hacia la campana de extracción. En la tabla siguiente (Tabla 5.1) se muestran los intervalos de velocidad de captura recomendados en función del modo en que se genera el contaminante:

LIBERACIÓN DE LA NUBE CONTAMINANTE	PROCESO	INTERVALO DE VELOCIDAD DE CAPTURA (m/s)
Aire en calma con poca o ninguna energía	Evaporación, nieblas en tanques de galvanizado	0,25 a 0,5
Aire bastante tranquilo con poca energía	Trasvase de líquidos, soldaduras	0,5 a 1,0
Aire en movimiento con energía moderada	Trituración, pulverización	1,0 a 2,5
Aire turbulento con alta energía*	Corte, chorreo abrasivo, amolado	2,5 a >10

*\*Este tipo de nubes son de difícil control utilizando sistemas de extracción localizada.*

**Tabla 5.1.** Velocidades de captura (Fuente: A guide to local exhaust ventilation. HSE)



Conviene tener en cuenta ciertas recomendaciones sobre cómo utilizar las velocidades de captura indicadas en la tabla anterior:

❖ Se utilizará el límite inferior:

- Cuando las corrientes de aire en el local son mínimas o favorables a la captura del contaminante.
- Si se trata de contaminantes de baja toxicidad o únicamente molestos.
- En el caso de una producción de contaminantes baja o intermitente.
- Cuando la campana es de gran tamaño o con una gran masa de aire en movimiento.

❖ Se usará el límite superior:

- Si se detectan corrientes de aire que interfieren en el equipo.
- Con contaminantes de alta toxicidad.
- Cuando se cuenta con una gran producción, uso continuo.
- Si se trata de una campana pequeña, únicamente control local.

En general, en el caso del polvo de SCR debe utilizarse como referencia el límite superior, al tratarse de un agente de alta toxicidad.

Por otro lado, la velocidad de aspiración se obtiene como cociente entre el caudal de extracción y el área de la abertura de la campana o rendija, y es distinta de la velocidad de captura.

El dato que habitualmente suministra el fabricante o instalador es la velocidad de aspiración, es decir, en la zona de entrada del equipo, no en la zona en la que se genera el polvo y donde se pretende capturar las partículas.

Otra de las velocidades a tener en cuenta en el diseño del sistema es la velocidad en la sección del conducto. Si en la corriente de aire existen partículas sólidas, como es el caso del polvo de SCR, la velocidad en el conducto debe ser igual o superior a la velocidad mínima requerida para su arrastre, impidiendo que se depositen en el mismo, provocando incluso su obstrucción. En la tabla siguiente (Tabla 5.2) se muestran los rangos de velocidad de diseño en conductos, recomendados en función de la naturaleza del contaminante:

NATURALEZA DEL CONTAMINANTE	EJEMPLO	VELOCIDAD DE DISEÑO (m/s)
Humos de soldadura	Soldadura	10 - 12,5
Polvo muy fino y ligero	Harina de madera, polvo de talco	12,5 - 15
Polvos secos	Polvo fino de caucho, baquelita en polvo para moldeo, virutas (ligeras), polvo de detergente	15 - 20
Polvo ordinario	Polvo de desbarbado, polvo de granito, harina de sílice, polvo de arcilla, fundiciones (en general), polvo de caliza, polvo en el embalado	17,5 - 20
Polvos pesados	Polvo de aserrado (pesado y húmedo), viruta metálica, polvo de desmoldeo en fundiciones, polvo en el chorreado con arena, pedazos de madera, polvo de barrer, virutas de latón, polvo en el taladrado de fundición, polvo de plomo	20 - 22,5
Polvo pesado húmedo	Polvo de plomo con pequeños pedazos, polvo de cemento húmedo	> 22,5

**Tabla 5.2.** Valores recomendados para la velocidad de diseño de conductos  
(Fuente: Industrial Ventilation. ACGIH -modificado-)

## ❖ Campanas y cerramientos

En estos sistemas la efectividad de la captación aumentará con el grado de cierre. Además de mejorar la eficacia de la captación, aumentar el grado de cierre permite reducir el volumen de aspiración requerido para alcanzar un determinado grado de control.

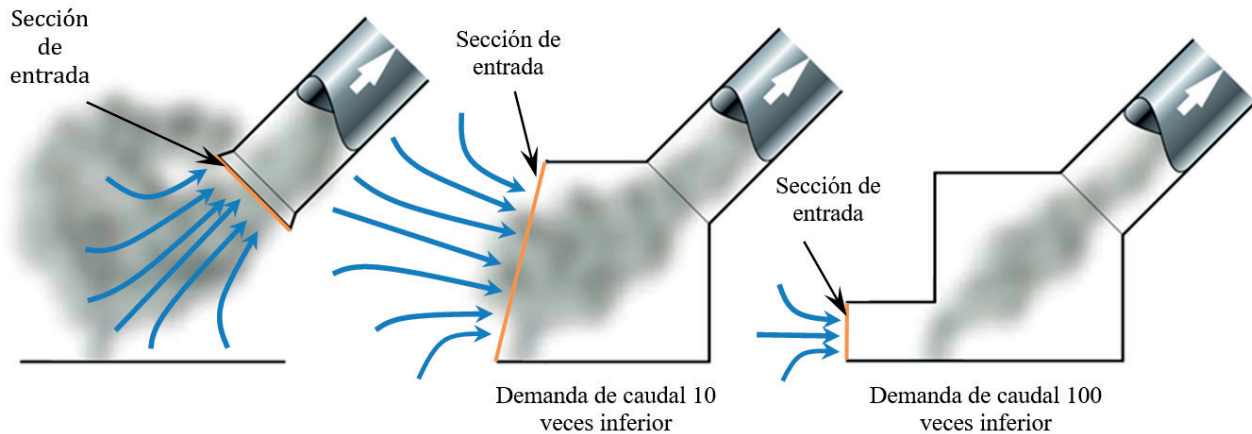


Fig. 5.9. Aumento de la efectividad de captación (Fuente: A guide to local exhaust ventilation. HSE (modificada))

## ❖ Posición del personal

Es muy importante que el personal haga un uso correcto de los equipos, realizando los trabajos en la posición óptima respecto al elemento de captación, sin interponerse nunca en la corriente de aire que extrae las partículas.

Independientemente del valor recomendado para la velocidad del aire, es fundamental para lograr un adecuado funcionamiento de los equipos de extracción, ubicar los mismos de tal manera que se evite en todo momento que el aire contaminado atraviese la zona de respiración de las personas. Además, se tendrá en cuenta también la ergonomía a la hora de diseñar el puesto de trabajo.

## ❖ **Sistemas de captación y filtrado**

Los sistemas de captación y extracción localizada llevarán asociado un sistema de depuración para eliminar los contaminantes de la corriente de aire. Cuando los contaminantes se presentan en forma de partículas, como es el caso de la SCR, los equipos de depuración aplicables serán de dos tipos: filtros de aire y captadores de polvo.

En general, los filtros están destinados a tratar aire con bajas concentraciones de polvo, mientras que los captadores (precipitadores electrostáticos, depuradores húmedos, ciclones...) están enfocados al tratamiento de concentraciones de polvo más elevadas.

Debido a los múltiples factores que deben tenerse en cuenta para realizar tanto el diseño como la implementación del sistema de extracción más adecuado en cada caso, se recomienda recurrir a empresas especializadas que puedan asegurar un rendimiento óptimo de los equipos.

### **LIMITACIONES DE LOS SISTEMAS DE CONTROL POR VÍA SECA**

- ❖ En ocasiones, son sistemas que actúan a determinada distancia del foco, una vez que las partículas se encuentran en suspensión en el ambiente, lo que disminuye su eficacia
- ❖ Su efectividad está muy condicionada por la distancia al foco de generación y por los hábitos de trabajo del personal usuario
- ❖ Son necesarias elevadas velocidades de captura, lo que implica una instalación compleja
- ❖ Suelen ser instalaciones costosas
- ❖ Es necesario un mantenimiento preventivo exhaustivo
- ❖ Son necesarios sistemas auxiliares de depuración del polvo capturado

## 5.6. Ventilación general

La ventilación general tiene como objetivo principal disminuir la concentración ambiental de contaminantes por dilución y/o desplazamiento. Pueden considerarse tres tipos distintos: ventilación natural, forzada o mixta (una combinación de las dos anteriores). En todo caso, el diseño de la ventilación en un contexto de exposición laboral a agentes cancerígenos tendrá que realizarse con sumo cuidado, evitando que se pueda trasladar el riesgo a otras zonas donde no existía.

La ventilación natural, consiste en la entrada y salida de aire no forzada a presión atmosférica, y se origina, principalmente, por corrientes de convección derivadas de variaciones en las condiciones meteorológicas, con el componente “aleatorio” que ello conlleva. Por otro lado, la ventilación forzada es aquella que es independiente de las condiciones meteorológicas, ya que, de manera controlada y mediante ventiladores, conductos y demás instalaciones asociadas, se suministra aire del exterior o se extrae el aire del interior de un local, sustituyéndolo por aire limpio procedente del exterior.

En la práctica, si la ventilación forzada está correctamente diseñada, puede ser razonablemente eficaz, sobre todo en zonas de pequeña extensión y localizadas. Sin embargo, en el caso de instalaciones más grandes, a menudo su eficacia se puede llegar a ver condicionada por la influencia de la ventilación natural. Las turbulencias y corrientes generadas, con distinto caudal y dirección, influirán en la concentración de polvo de SCR existente en determinados puestos de trabajo, llegando incluso a hacerla fluctuar ampliamente. Hay que tener en cuenta, además, que la entrada de aire del exterior en los lugares de trabajo también afectará a la temperatura ambiental y al confort térmico del personal.

Por ello, para diseñar un sistema de ventilación general será necesario contemplar múltiples aspectos:

- ❖ Cálculo del caudal de aire necesario (teniendo en cuenta la existencia de sistemas de extracción localizada y la ocupación máxima de la nave).
- ❖ Ubicación de las salidas de aire.
- ❖ Análisis del recorrido esperable del aire en la zona.
- ❖ Previsión de la reposición del aire extraído.
- ❖ Estudio de eliminación del aire extraído contaminado, evitando su reintroducción en el local.

También habrá que tener en consideración otras variables como la calidad del aire exterior, los vientos dominantes, la humedad, la temperatura, el nivel de ocupación humana, el confort térmico, los requisitos generales de mantenimiento, etc.

Una vez estudiados los caudales necesarios y diseñada la ventilación, y con el fin de evitar posibles turbulencias e interferencias entre las distintas corrientes de aire, existen distintos dispositivos que contribuyen a controlar la entrada natural de aire del exterior, como son la instalación de puertas con apertura automática, los sistemas con doble puerta, las cortinas de lamas de PVC, distintos tipos de cortavientos, cortinas de aire, etc.



**Fig. 5.10.** Ejemplos de dispositivos para el control de la entrada de aire exterior  
(Fuente: TMI AIR BARRIERS. CHASE DOORS)

Las cortinas de aire permiten establecer una separación entre dos ambientes distintos al generar una barrera gracias al aire impulsado. Cuanto más laminar sea el flujo generado, más efectiva será la separación entre ambas zonas y más difícil será que el polvo existente en uno de los ambientes atraviese la barrera alcanzando el otro. Estos equipos se emplean también en la segregación o separación de zonas sucias y resultan de utilidad para, por ejemplo, limitar la cantidad de personal expuesto.

Más allá de las posibles turbulencias causadas por la entrada de aire, habrá que tener en cuenta si en el ambiente exterior también existe polvo debido al tránsito de maquinaria, materiales almacenados, firmes sin asfaltar o compactar, etc.

### 5.6.1. Aislamiento del personal (salas de control y cabinas fijas y de maquinaria)

El objetivo de esta medida es alejar o aislar al personal del ambiente de trabajo contaminado.

De manera general, este aislamiento físico será efectivo siempre y cuando las salas o cabinas permanezcan adecuadamente cerradas, estén aisladas del entorno y se introduzca aire limpio debidamente filtrado. Aunque se trate de un concepto básico, la eficacia del aislamiento estará directamente condicionada por el tiempo que el personal permanezca en el interior de la cabina, por lo que se habrá de reducir al mínimo indispensable el tiempo que pase en el exterior de la misma.

Este tipo de aislamiento puede darse tanto en **cabinas fijas o salas de control como en las cabinas de la maquinaria**.

Una vez implementado, suele tratarse de un sistema que además de su efectividad ofrece una **elevada comodidad** al personal usuario. Sin embargo, en determinados puestos de trabajo puede resultar de escasa utilidad, especialmente en aquellos en los que se realicen tareas físicas que requieran de una elevada movilidad, o en las que sea necesario el manejo de piezas de grandes dimensiones.

A continuación, se enumeran una serie de aspectos que deben tenerse en cuenta a la hora de implementar este tipo de medidas para conseguir un rendimiento óptimo, tratando de evitar los problemas más habituales:

#### ❖ **Puesta en marcha automática**

Puede resultar de gran utilidad automatizar el arranque de los sistemas de impulsión/extracción de aire en las cabinas, evitando así posibles errores humanos.

#### ❖ **Filtrado del aire**

Para asegurar que el aire que se introduce en la cabina se encuentra limpio es necesario que el sistema de filtrado disponga de filtros de alta eficacia con un nivel de retención de partículas elevado como, por ejemplo, los filtros HEPA (*High Efficiency Particulate Arresting*). La selección del tipo de filtro dependerá de la concentración de polvo de SCR existente en el ambiente de trabajo, así como del propio diseño del sistema de filtración, teniendo en cuenta las distintas pérdidas de carga originadas por los elementos del sistema.

En ocasiones, será necesario que la instalación de filtrado disponga de un prefiltro o filtro de gruesos, cuyo objetivo es alargar la vida útil del filtro HEPA y proteger el sistema de filtrado principal.

Para facilitar el mantenimiento preventivo puede emplearse un sistema de comprobación o de monitorización de la capacidad de filtrado que informe al personal del nivel de saturación del filtro.

### ❖ **Sellado y sistemas de climatización**

Asegurar la estanqueidad de las cabinas es de vital importancia para garantizar el correcto funcionamiento de estos equipos. Para ello es necesario, además de su adecuado diseño, incluyendo su aislamiento del ambiente exterior, que los cerramientos (puertas y ventanas) se mantengan cerrados.

En ocasiones, la apertura de ventanas se realiza para regular la temperatura, lo que podría ocasionar la entrada de polvo del exterior. Por este motivo, los sistemas de climatización (aire acondicionado/calefacción) que garanticen el confort térmico del personal son de gran ayuda, sin que ello origine un aumento en la exposición.

En el caso de las puertas de acceso, además de proporcionar un cierre estanco, es recomendable que cuenten con un resorte u otro sistema de cierre automático.

### ❖ **Presurización positiva**

Con el fin de evitar la entrada de polvo del exterior es recomendable que el habitáculo de la cabina o sala de control se encuentre en sobrepresión o presión positiva.

El aire filtrado ha de introducirse en la cabina, preferiblemente, por su parte superior, y posteriormente disponer de un sistema de extracción (a menor caudal que el de entrada para mantener la sobrepresión) por la parte inferior. De esta manera se evita que las partículas arrastradas por la corriente de aire generada pasen por la zona de respiración del personal.

### ❖ **Visibilidad de los procesos**

Uno de los factores que en ocasiones generan una mayor reticencia de cara a implementar este tipo de soluciones es la pérdida de visibilidad de ciertas partes del proceso. La solución a este problema consiste en aumentar la superficie acristalada de la sala en cuestión, o en la instalación de un sistema cerrado de vídeo con cámaras en todos aquellos puntos del proceso a controlar.



### ❖ Aumentar el tiempo de permanencia en el interior de la cabina

Como ya se comentó en la introducción, un aspecto básico para garantizar el rendimiento de esta medida es aumentar el tiempo de permanencia en el interior, tratando de minimizar las entradas y salidas. Para lograr este objetivo es posible que sea necesario reorganizar o definir nuevas rutinas de trabajo o automatizar ciertos procesos, entre ellos los sistemas de comunicación industrial.

Durante aquellas tareas en las que sea imprescindible que el personal abandone la sala o cabina, deberá valorarse la necesidad de utilizar equipos de protección respiratoria específicos.

### ❖ Limpieza

El mobiliario y el material de las distintas superficies (paredes y suelos) deben ser de fácil limpieza.

Además, puede ser necesario incorporar medios higiénicos para realizar la limpieza de botas y/o ropa antes de entrar en la cabina, a fin de impedir o minimizar la entrada de polvo del exterior.

## 5.7. Plan de mantenimiento preventivo

El plan de mantenimiento ha de elaborarse en función del equipo o equipos de los que se trate. En ocasiones bastará con seguir las pautas fijadas en el propio manual de instrucciones o la información facilitada por quien haya efectuado la instalación. Sin embargo, en otros casos será la empresa quien, apoyándose en la información anterior y asesorado por el SPP o SPA, indique cómo, quién y cuándo han de efectuarse las distintas actuaciones. Para ello será importante su experiencia y conocimiento del proceso, así como la evaluación de riesgos previamente realizada.

De igual modo, el plan de mantenimiento ha de incluir las **revisiones, comprobaciones e inspecciones** periódicas, debiendo quedar estas operaciones registradas documentalmente y conservarse durante toda la vida útil del equipo.

Además, deben plantearse **revisiones adicionales** cuando los equipos sufran transformaciones o reparaciones, así como en el momento de su puesta en funcionamiento tras un tiempo prolongado sin usarse.

El personal encargado de las tareas de mantenimiento, reparación o transformación ha de estar adecuadamente formado e informado de los riesgos específicos para su seguridad y salud derivados de estas operaciones, debiendo evitarse, en la medida de lo posible, que las operaciones de mantenimiento constituyan un riesgo mayor en sí mismas. También deben conocer las medidas de prevención y protección aplicables, ya que probablemente serán distintas a las empleadas durante el normal funcionamiento de los equipos.

En el caso de que el mantenimiento de la instalación o de determinados elementos de la misma (instalaciones de baja tensión, equipos a presión, etc.) venga impuesto por una **normativa industrial específica**, este deberá ser realizado por empresas mantenedoras, conservadoras o reparadoras incluidas en el Registro Integrado Industrial, o por la propia empresa si dispone de los medios (técnicos y humanos) establecidos en la correspondiente normativa.

## 5.8. Plan de limpieza de las instalaciones

Además de la implantación de soluciones técnicas efectivas y de la realización de un mantenimiento preventivo adecuado, debe establecerse un plan de limpieza de los equipos e instalaciones. En ciertos aspectos, las tareas de limpieza pueden considerarse ligadas a las operaciones de mantenimiento periódico de los equipos, por lo que estos trabajos específicos de limpieza también podrían incluirse en el plan de mantenimiento.

Las operaciones de limpieza se llevarán a cabo, principalmente, por **vía húmeda y/o aspiración**, evitando medios mecánicos (como barrido o carga y descarga mediante pala manual) que facilitan la puesta en suspensión de polvo.

En el caso de las medidas preventivas basadas en el aporte de agua, y entendiendo la reducción del polvo como un aspecto a abordar en el ciclo de trabajo completo, debe garantizarse el correcto drenaje de los lodos originados. Un drenaje deficiente podría traducirse en la acumulación de lodos que, al perder compactación debido a la evaporación total o parcial del agua, facilitarían la puesta en suspensión de las partículas, con el consiguiente riesgo.

Será necesario definir las tareas concretas y establecer una periodicidad adecuada a cada una de ellas, asignando responsables, y de todo ello deberá quedar **constancia documental actualizada**.

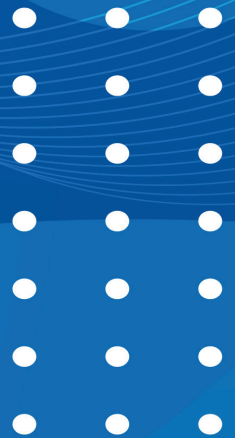
En algunos casos, puede ser necesario incluir las tareas de limpieza dentro de la rutina de trabajo de cada operario/a con la frecuencia que sea precisa. Por ello, al igual que ocurre en las operaciones de mantenimiento, el personal deberá estar adecuadamente formado e informado sobre los riesgos específicos derivados de estas operaciones, para evitar que supongan un aumento del riesgo en sí mismas. Es especialmente importante que el personal conozca las medidas de prevención y protección aplicables, ya que podrían ser distintas a las empleadas durante el resto de tareas de su jornada laboral.



The image features a vibrant blue background with various abstract shapes, including overlapping circles and lines. A large white number '6' is centered, surrounded by a grid of small white dots. Four white L-shaped corner brackets are positioned around the number. Two blue diagonal lines with a slight gradient are also present, one above and one below the number.

6

# Medidas de higiene personal y de protección individual





# 6

Medidas de higiene  
personal y de protección  
individual

## 6. MEDIDAS DE HIGIENE PERSONAL Y DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Este capítulo contempla las medidas de higiene personal y de protección individual necesarias que se deben adoptar en toda actividad en la que exista riesgo por exposición a polvo respirable de sílice cristalina.

Las personas trabajadoras a las que se apliquen estas medidas serán aquellas que, en la evaluación de riesgos de su puesto de trabajo, incluyendo la totalidad de tareas propias del mismo, se hayan identificado como personal expuesto a dicho agente durante la jornada laboral.

El riesgo por exposición en los lugares de trabajo puede deberse al polvo de SCR generado durante el propio proceso productivo en el que se utiliza la SCR, o a la realización de tareas auxiliares, como limpieza, movimiento de maquinaria, tránsito de personal, etc., capaces de poner en suspensión ese polvo previamente generado.

### 6.1. Medidas de higiene personal

Las medidas de higiene personal contenidas en este apartado tienen como objetivo proteger a las personas trabajadoras del riesgo derivado de inhalación de polvo de SCR, impidiendo su dispersión fuera de las zonas con riesgo de exposición, para evitar prolongar la exposición más tiempo del estrictamente necesario.

Se citan a continuación las medidas recogidas en el artículo 6 del Real Decreto 665/1997 que se deben adoptar en el centro de trabajo, y cuyo coste en ningún caso podrá recaer sobre las personas trabajadoras (artículo 14.5 de la Ley 31/1995).

- ❖ **No comer, beber o fumar en las zonas de trabajo.** Se dispondrá de una zona específica para ello (comedor), que deberá estar limpia y, por tanto, exenta de riesgo por exposición a SCR, la cual estará separada de la zona de trabajo, con las condiciones necesarias para evitar la exposición durante el descanso.



- ❖ **Proporcionar al personal ropa de protección o de trabajo apropiada según las condiciones de trabajo.** Asimismo, se recomienda contar con ropa de recambio disponible en el centro del trabajo. Debe introducirse, como parte habitual de cada tarea, el hábito de una limpieza adecuada de la ropa de trabajo para eliminar las partículas de SCR que pudieran quedar adheridas a la misma. En el caso de que el personal, al abandonar las zonas con riesgo por exposición a polvo de SCR, lleve a cabo una limpieza previa a cambiarse la ropa de trabajo para eliminar el polvo que pudiera quedar adherido, esta no podrá llevarse a cabo mediante el uso de sistemas de aire comprimido. Esta práctica contribuye a poner en suspensión el polvo que ya se encuentra depositado. Para esta limpieza existen sistemas como, por ejemplo, las cabinas para limpieza de personal, que incorporan aire en flujo vertical y captación en zona inferior (véase Fig. 6.1). En todo caso, deben fijarse las condiciones de su utilización (empleo de EPR adecuado, tiempo de permanencia en cabina...) para que las turbulencias generadas no supongan un riesgo adicional en su uso.



Fig. 6.1. Cabinas de limpieza de personal (Fuente: INS)

Otra medida higiénica básica ante la posible puesta en suspensión de polvo es la limpieza del calzado antes de entrar en las instalaciones, y especialmente en las cabinas de la maquinaria móvil, ya que puede resultar decisivo a la hora de reducir el riesgo por exposición a SCR.

- ❖ **Disponer de vestuarios que cuenten con lugares separados para guardar la ropa limpia y la ropa de protección o de trabajo.** Se dispondrá de una zona limpia y específica (vestuario) exenta de riesgo por exposición a SCR, la cual estará separada de la zona de trabajo, en la que el personal ha de disponer de instalaciones para guardar la ropa de calle u otras prendas personales de forma separada de la ropa de protección o de trabajo.

En la práctica, dichas instalaciones podrán ser taquillas/armarios dobles. También se puede disponer de un vestuario compartimentado que garantice la separación y aislamiento entre la **zona contaminada** (zona sucia a la que el personal accede con la ropa de trabajo con polvo de SCR) y la **zona libre de polvo de SCR** (zona limpia en la que el personal se viste con la ropa de calle), a través de una **zona intermedia** (zona de aseo y duchas).

- ❖ **Disponer de un lugar limpio y específico para el almacenamiento de equipos de protección respiratoria reutilizables.** Estos deberán ser revisados para asegurar su buen funcionamiento y óptimas condiciones de acuerdo con las especificaciones del proveedor. Se recomienda seguir unos procedimientos de limpieza y mantenimiento adecuados para garantizar la eficacia del EPR. Esta medida no es aplicable a los EPR no reutilizables, como puede ser el caso de algunas mascarillas autofiltrantes, entre otros.
- ❖ **Disponer de aseos que cuenten con los medios necesarios para poder llevar a cabo una correcta higiene personal.** Las personas trabajadoras deberán aplicar una rutina estricta de higiene personal, tanto para la limpieza de manos antes de comer y beber, como para lavarse y cambiarse la ropa de protección al abandonar las zonas con riesgo por exposición a SCR.
- ❖ **El personal identificado en la evaluación de riesgos como expuesto dispondrá, dentro de la jornada laboral, del tiempo necesario para su aseo personal, con un máximo de diez minutos antes de la comida y otros diez minutos antes de finalizar su trabajo.** En ningún caso, este tiempo podrá acumularse y/o ser empleado para otro fin distinto de aquel para el que fue previsto y computará como tiempo efectivo de trabajo.

- ❖ **La empresa se responsabilizará del lavado y descontaminación de la ropa de trabajo.** Al finalizar la jornada laboral, el personal sustituirá la ropa de protección o de trabajo por la ropa de calle antes de abandonar el centro de trabajo. En ningún caso, habrá de llevar la ropa y el calzado de trabajo a su domicilio.

Para su descontaminación y lavado, la empresa contará en sus instalaciones con los medios propios necesarios para eliminar las partículas de SCR presentes en la ropa de trabajo o externalizará su limpieza contratando a empresas especializadas.

Si el procedimiento empleado es este último, se utilizarán recipientes cerrados, debidamente etiquetados de forma clara e inequívoca, para garantizar la correcta gestión por parte de las empresas que participen en el proceso de limpieza (transportista, lavandería...).

Para indicar el riesgo específico derivado del peligro de la SCR, si esta se pone en suspensión al manipular la ropa de trabajo contaminada, los recipientes que la contienen llevarán en la etiqueta (véase Fig. 6.2.), al menos, la indicación de peligro H350i *“Puede provocar cáncer por inhalación”* (anexo III Reglamento (CE) nº 1272/2008), acompañada de la palabra de advertencia *“Peligro”* y del pictograma cuyo código es GHS08 (anexo V Reglamento (CE) nº 1272/2008).



Fig. 6.2. Propuesta INS de etiqueta para señalizar recipientes que contienen ropa de trabajo con SCR

Además, todo el personal que pueda o tenga que manipular dicho contenido ha de contar con instrucciones precisas para realizarlo en condiciones de total seguridad.

- ❖ **Aplicar una rutina de limpieza en las instalaciones citadas (comedor, vestuario, área de almacenamiento de equipos y aseos).** Si bien en este documento se desarrollan los aspectos descritos en el Real Decreto 665/1997 de aplicación común a todos los sectores, en cada uno de los apéndices que se anexarán a esta Guía se establecerán las medidas prácticas específicas para cada actividad concreta que permitan reducir la exposición a SCR.

En todo caso, cabe citar en este punto la necesidad de adoptar medidas para la limpieza regular de las instalaciones. Las operaciones de limpieza no deben constituir por sí mismas un foco de riesgo para el personal que las efectúe, por lo que se evitará la puesta en suspensión de partículas de SCR.

Para ello, se emplearán métodos húmedos y aspiración. Si el procedimiento empleado es este último, se dispondrá de aspiradores industriales equipados con filtros de alta eficacia frente a partículas en el aire (filtro HEPA). Los medios mecánicos tradicionales contribuyen a poner polvo en suspensión y deben sustituirse por los anteriormente citados. En ningún caso, se empleará el aire comprimido como sistema de limpieza.

Por último, las operaciones de limpieza de las instalaciones serán objeto de procedimientos específicos en los que se establecerán, entre otros, los elementos objeto de limpieza (suelos, techos, paredes, otras superficies...), las personas responsables de las tareas, la programación de las mismas, así como los medios empleados para ello. Cabe destacar la importancia de realizar un mantenimiento adecuado y periódico de los equipos empleados en la limpieza para evitar la puesta en suspensión del polvo depositado y su dispersión.



**Fig. 6.3.** Fregadora de suelos en marmolería (Fuente: INS)

## 6.2. Medidas de protección individual

Una vez descartada la sustitución, total o parcial, de los materiales con sílice cristalina o de los procesos de trabajo en los que se genere polvo de SCR, por no resultar técnicamente viable, el riesgo existente ha de reducirse al mínimo posible aplicando medidas técnicas de protección colectiva o medidas, métodos

o procedimientos de organización del trabajo a partir de los resultados obtenidos en la evaluación de riesgos. Si la adopción de dichas medidas aún resultase insuficiente para garantizar que la exposición no supera en ninguna ocasión los valores recomendados, la empresa deberá proporcionar al personal equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos, debiendo mantener constancia documental de ello.

### Equipo de Protección Individual (EPI)

Se entiende por equipo de protección individual (EPI) cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por la persona trabajadora para que la proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.



Por lo tanto, de manera general, será necesario recurrir al empleo de equipos de protección individual cuando:

- ❖ Las medidas de **prevención y protección colectiva u organizativas aplicadas sean insuficientes.**
- ❖ Las medidas de **prevención y protección colectiva u organizativas necesarias sean técnicamente inviables.**
- ❖ Las **medidas de prevención y protección colectiva se encuentren en fase de implantación** y, por lo tanto, sea necesario recurrir provisionalmente al empleo de protección individual.
- ❖ Se trate de efectuar **operaciones puntuales o de una situación eventual** que no justifique la implantación de medidas permanentes.

- ❖ Se produzcan **situaciones de emergencia, rescate o salvamento.**
- ❖ Se considere conveniente proporcionarlos como **medida de precaución adicional** aunque existan medidas de control adecuadas.

Aun siendo necesaria la utilización simultánea de varios EPI en la mayor parte de sectores o actividades (protección de la cabeza, protección ocular...), este apartado trata, exclusivamente, sobre los **equipos de protección respiratoria** destinados a proteger a las personas trabajadoras del riesgo por inhalación de polvo de SCR. En los siguientes puntos se abordan los aspectos que se consideran más importantes, y aquellos que generalmente suscitan más dudas en cuanto a su aplicación práctica, lo cual no exime del cumplimiento del resto de exigencias descritas en la legislación específica sobre EPI.

### 6.2.1. Equipos de protección respiratoria

Los equipos de protección respiratoria (EPR) son EPI cuya finalidad es proteger de la inhalación de atmósferas peligrosas, tanto por la presencia de agentes nocivos para la salud, como por déficit de oxígeno.



**Al contrario de lo que ocurre con otros EPI, por ejemplo los protectores auditivos, la utilización de los EPR no es tomada en cuenta a la hora de evaluar la conformidad con los VLA-ED.**

Los equipos de protección respiratoria se clasifican, de acuerdo con su principio de funcionamiento, en dos grandes grupos (véase Fig. 6.4):

- ❖ **Equipos filtrantes:** el aire inhalado pasa a través de un material filtrante que retiene los contaminantes.
- ❖ **Equipos aislantes:** proporcionan aire respirable procedente de una fuente independiente del medio ambiente, que puede ser portada por quien lo usa (equipos autónomos) o proceder de una línea de aire fresco o de aire comprimido.

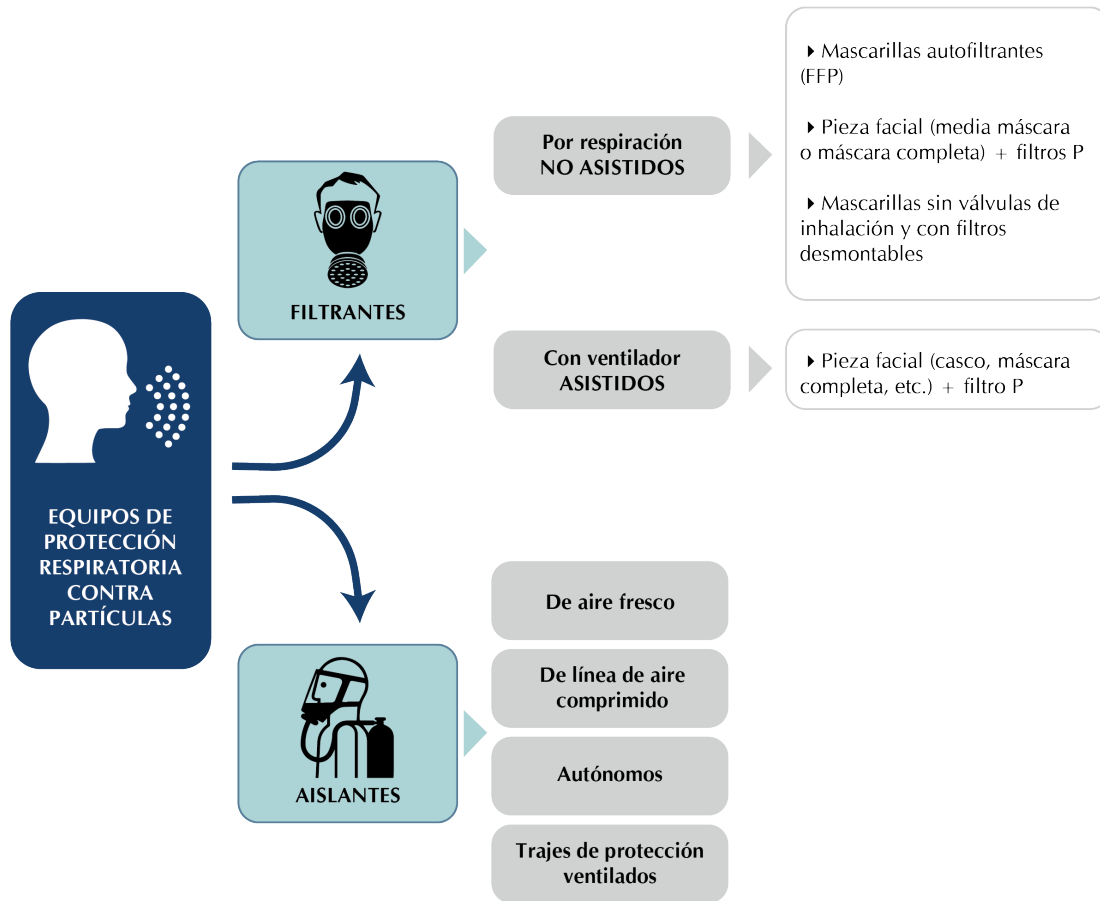


Fig. 6.4. Clasificación de EPR

En lo que a protección por inhalación de polvo de SCR se refiere, se encuentra generalizada la utilización de los EPR filtrantes, quedando habitualmente relegados los aislantes a situaciones de emergencia, espacios confinados con deficiencia de oxígeno, situaciones en las que se desconoce la concentración de los contaminantes, etc. Por ello, la información recogida en este capítulo describe fundamentalmente el funcionamiento de los EPR filtrantes, los distintos tipos existentes, así como su correcta selección, uso y mantenimiento.

A pesar de lo referido en cuanto a prioridad de actuaciones en materia de protección, donde ha de prevalecer la colectiva frente a la individual, el empleo del EPR está muy extendido, y teniendo en cuenta que estos equipos son la última barrera entre la persona trabajadora y un agente nocivo (en este caso cancerígeno), resulta de vital importancia asegurar una correcta selección y utilización que concluya en un funcionamiento final eficaz.

### 6.2.1.1. Equipos de protección respiratoria filtrantes

Los EPR filtrantes suministran aire respirable a la persona que lo utiliza por medio de la purificación o filtración del aire contaminado. Constan de una pieza facial y de uno o varios filtros capaces de retener los contaminantes (partículas, gases o vapores) del aire antes de ser respirado.

A su vez, dentro del conjunto de EPR filtrantes contra partículas se diferencian los siguientes tipos:

- ❖ **Medias máscaras filtrantes o mascarillas autofiltrantes (FFP1, FFP2, FFP3):** cubren nariz, boca y barbilla y constan, total o parcialmente, de material filtrante. El aire de la atmósfera ambiental pasa a través del material filtrante donde quedan retenidas las partículas. El aire exhalado sale al exterior a través del material filtrante o por una válvula de exhalación, si el equipo dispone de ella.



Fig. 6.5. Mascarillas autofiltrantes de distintos fabricantes (Fuente: 3M, Moldex y Dräger)



- ❖ **Máscaras completas o medias máscaras con filtros intercambiables (P1, P2, P3):** una media máscara es una pieza facial que cubre nariz, boca y barbilla y que se mantiene en su lugar mediante unas cintas ajustables. Una máscara completa cubre ojos, nariz, boca y barbilla, ofreciendo un ajuste alrededor de toda la cara de quien lo utiliza. Ambos equipos llevan asociados unos filtros a través de los que pasa el aire hacia el interior debido al esfuerzo respiratorio del usuario (no asistido).



Fig. 6.6. Medias máscaras y máscaras completas de distintos fabricantes (Fuente: 3M, JSP y BLS)

- ❖ **Equipos motorizados o asistidos (TH1P, TH2P, TH3P y TM1P, TM2P, TM3P):** generalmente, estos equipos constan de uno o varios filtros por los que pasa todo el aire suministrado a la pieza facial y de un motor-ventilador que aspira el aire a través de los filtros y lo dirige a la pieza facial. Habitualmente, el ventilador lo porta la persona trabajadora en el cinturón, aunque existen equipos que lo sitúan en la nuca (véase Fig. 6.7). La presión positiva generada por el caudal de aire dentro del dispositivo permite que su eficacia no se vea tan condicionada por el ajuste con la cara de quien lo porta.



Fig. 6.7. EPR filtrantes asistidos con distintas piezas faciales (Fuente: 3M y CleanSpace)

Las mascarillas autofiltrantes y las medias máscaras o máscaras completas con filtros son equipos de **presión negativa o no asistidos**, es decir, el aire pasa a través del filtro debido únicamente a la propia acción de la respiración de quien lo utiliza (inhalación). Por el contrario, los equipos motorizados son equipos de **presión positiva o asistidos** debido al sistema con ventilador que incorporan.

Organismos internacionales de referencia recomiendan el empleo de equipos de presión positiva en determinados trabajos porque proporcionan mayor protección y a su vez ofrecen mayor comodidad debido, en gran medida, a su menor resistencia a la respiración. Entre los trabajos para los que se recomiendan destacan aquellos de larga duración, con ritmos de trabajo elevados o en situaciones de estrés térmico. Por otra parte, más allá de la comodidad en su empleo, es necesario tener en cuenta que la eficacia de estos equipos no depende de su hermeticidad, como ocurre en el caso de los equipos filtrantes de presión negativa, sino del suministro de un caudal de aire suficiente (generalmente indicado por el fabricante del equipo). Esto hace que el ajuste de las piezas faciales con la cara de quien lo usa no sea determinante para conseguir una protección eficaz.

En el caso de  **mascarillas autofiltrantes, medias máscaras y máscaras completas con filtros** adquiere un papel decisivo el ajuste y, por tanto, la correcta selección y colocación del equipo, ya que solo así ofrecerán el nivel de protección para el que han sido diseñados y ensayados. El principal problema de un sellado inadecuado es la falta de hermeticidad, reduciendo la protección que proporciona el equipo, haciendo que aumente el riesgo para la persona trabajadora, lo cual además puede llegar a pasar desapercibido, generando una sensación de falsa protección.

Los EPR que se comercializan en Europa han de cumplir una serie de requisitos basados en ensayos técnicos que permiten determinar, entre otros aspectos, su **Factor de Protección Nominal (FPN)**, valor basado en los ensayos de fuga total hacia el interior. Estas pruebas se realizan en condiciones controladas de laboratorio, y en ellas participan individuos afeitados, formados y familiarizados con el

**Debe tenerse en consideración que la presencia de vello facial (barba o barba ligera) es uno de los mayores condicionantes para el correcto ajuste del EPR, provocando fugas en el sellado y facilitando que el aire con partículas entre al interior de la pieza facial en lugar de hacerlo a través del filtro.**



uso de estos equipos, por lo que parece razonable plantear que durante su uso en ambientes y atmósferas de trabajo reales, en las que interviene un mayor número de factores, los resultados que se obtengan no alcancen los observados en el laboratorio.

En la Tabla 6.1 se exponen, a modo informativo, los factores de protección nominales (FPN) de los distintos tipos de EPR filtrantes, datos que permiten comparar sus capacidades teniendo en cuenta que un mayor valor de FPN se traduce en una mayor capacidad filtrante del conjunto. Sin embargo, el empleo exclusivo del FPN como criterio de selección puede plantear ciertas limitaciones, producto de las múltiples diferencias existentes entre las condiciones de laboratorio y las reales de trabajo. Por esta razón, en algunos países se definen los **Factores de Protección Asignados (FPA)**. Estos factores representan el nivel de protección respiratoria que, de forma realista, puede esperarse en el lugar de trabajo para un 95% de los usuarios adecuadamente formados y supervisados, utilizando un EPR en buen estado de funcionamiento y ajustado correctamente. Los FPA son menores que los FPN y difieren en cada país. En la actualidad, en España no se dispone de FPA, pudiendo consultarse como referencia en la siguiente tabla los correspondientes a otros países, si bien no resultan vinculantes.

EQUIPO	CLASE	FPN	FPA				
			FINLANDIA 	ALEMANIA 	ITALIA 	SUECIA 	UK 
<b>Mascarillas autofiltrantes</b> (UNE-EN 149:2001+A1:2010)	FFP1	4	4	4	4	4	4
	FFP2	12	10	10	10	10	10
	FFP3	50	20	30	30	20	20
<b>Medias máscaras con filtros</b> (UNE-EN 140/AC:2000 + UNE-EN 143:2022)	P1	4	4	4	4	4	4
	P2	12	10	10	10	10	10
	P3	48	-	30	30	-	20
<b>Máscaras completas con filtros</b> (UNE-EN 136/AC:2004)	P1	5	4	4	4	4	4
	P2	16	15	15	15	15	10
	P3	1000	500	400	400	500	40
<b>Equipo motorizado con capucha o casco</b> (UNE-EN 12941:1999/A2:2009)	TH1	10	5	5	5	5	10
	TH2	50	20	20	20	20	20
	TH3	500	200	100	200	200	40
<b>Equipo motorizado con máscaras o medias máscaras</b> (UNE-EN 12942:1999/A2:2009)	TM1	20	10	10	10	10	10
	TM2	200	100	100	100	100	20
	TM3	2000	1000	500	400	1000	40

**Tabla 6.1.** Normas de referencia, FPN y FPA, de equipos de protección respiratoria filtrantes

En cualquier caso, debe tenerse en cuenta que estos factores, si bien constituyen una buena herramienta para preseleccionar la clase de EPR mínima necesaria, se trata de valores calculados en base a pruebas de laboratorio que en ningún momento pueden entenderse como la protección real que proporciona un determinado EPR a la totalidad del personal. Es decir, que una mascarilla autofiltrante FFP3 cuente con un FPN de 50 (y un FPA de 30, tomando los valores de referencia de Alemania) no garantiza que ese EPR proteja a cada persona de concentraciones hasta 30-50 veces el VLA-ED, ya que, si el equipo no está debidamente ajustado, el nivel de protección puede ser notablemente inferior. Además, dicha protección podrá ser diferente entre distintas jornadas y también entre distintas personas trabajadoras que usen EPR idénticos.

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante recordar que la finalidad de estos factores de protección no es en ningún caso la de aplicar un coeficiente para rebajar los resultados obtenidos en las mediciones de la exposición para su posterior comparación con el VLA-ED.



La mejor aproximación a la protección real que proporciona a un usuario un EPR específico, en condiciones de trabajo reales, se calcula mediante el *Workplace Protection Factor (WPF)*. Este factor precisa de la realización de mediciones simultáneas en el interior y el exterior del equipo, y su principal objetivo es comprobar de manera empírica la efectividad de aquel en dichas condiciones. Pero, de nuevo, existirá variabilidad en el ajuste tanto entre jornadas como entre personas que utilizan el mismo EPR.

### 6.2.1.2. Equipos de protección respiratoria aislantes

Los EPR filtrantes como medida de protección individual pueden llegar a resultar insuficientes en determinadas situaciones, siendo necesario recurrir a los equipos aislantes. De manera general, estos equipos se emplean en atmósferas deficientes en oxígeno, en ambientes contaminados con concentraciones en las que no sea posible la utilización de filtros o no sea rentable su uso, o donde se desconoce la concentración del agente y se prevé que pueda ser elevada. Estos equipos aíslan las vías respiratorias de quien lo utiliza del medio ambiente que le rodea, proporcionando aire respirable de

una fuente no contaminada independiente del entorno. Constan de una pieza o adaptador facial y de un suministro de aire respirable.

Puesto que el uso de este tipo de EPR no es muy habitual en el caso del riesgo por exposición a polvo de SCR, no se desarrollará con profundidad en los contenidos de esta Guía, pero si fuera necesario ahondar en las características y funcionamiento de los mismos, la Norma UNE-EN 529:2006 proporciona información adicional a ese respecto.

### 6.2.1.3. Selección del EPR filtrante

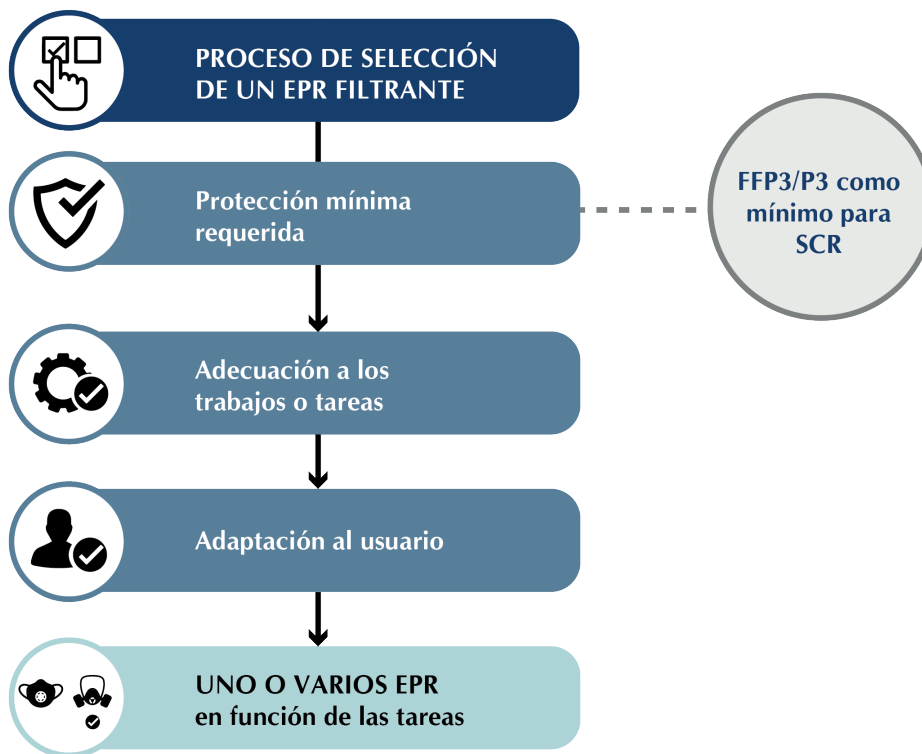


Fig. 6.8. Fases del proceso de selección de un EPR filtrante

Se recomienda que, de manera general, los equipos utilizados proporcionen un nivel de protección, como mínimo, de tipo FFP3 (en el caso de mascarillas autofiltrantes) o filtros P3 (cuando se empleen medias máscaras o máscaras completas dotadas de filtros).



En caso de utilizar equipos filtrantes asistidos, también se recomienda seleccionar el nivel de protección más elevado dentro de cada tipo.

Tomando en consideración esta recomendación, a continuación se resume el proceso usual de selección del EPR filtrante. Como primera aproximación, se ha de determinar la protección mínima a proporcionar teniendo en cuenta la concentración de SCR existente y el tiempo de exposición de la persona trabajadora. Tras su obtención, el valor se compara con los FPN o los FPA que ofrece cada EPR, con el fin de preseleccionar aquel o aquellos que ofrezcan un factor de protección superior al requerido.

Para el **cálculo de la protección mínima requerida** que ha de tener un EPR frente a SCR se empleará la siguiente fórmula:

$$\text{Protección mínima requerida} = \frac{\text{Concentración de SCR exterior de la pieza facial}}{\text{Concentración de SCR interior de la pieza facial}}$$

Se recomienda que para la realización del cálculo anterior se asigne, como máximo, a la concentración en el interior de la pieza facial el valor de  $0,1 \times \text{VLA-ED}$ . Si bien este pudiera no tratarse de un valor seguro para el resto de actuaciones preventivas, se considera un buen punto de partida para comenzar con el proceso de selección del EPR. En cuanto a la concentración de SCR, deberían valorarse también aquellas concentraciones más elevadas que ocasionalmente se produzcan y no emplearse únicamente el valor medio de la exposición diaria.

El uso del FPN resulta especialmente útil para establecer comparativas entre los diversos equipos presumiblemente aplicables a un puesto de trabajo, permitiendo realizar una preselección. Sin embargo, para dar cumplimiento al artículo 5 del Real Decreto 773/1997, *sobre las condiciones que deben reunir los EPI*, en el cual se especifica que deben proporcionar una protección eficaz, así como **adecuarse a la persona que lo utiliza** tras los ajustes necesarios, teniendo en cuenta sus condiciones anatómicas y fisiológicas, esta selección teórica resulta insuficiente.

Además de lo anterior, la decisión final sobre la selección del EPR deberá tener en cuenta otros factores determinantes en su utilización, y adecuarse tanto a las tareas a realizar como a la persona trabajadora.

Para valorar la **idoneidad del EPR en los trabajos y tareas** a desempeñar deben tenerse en cuenta, entre otros factores, los que se enumeran a continuación:

- ❖ La existencia de otros contaminantes en forma de gas o vapor
- ❖ Compatibilidad con otros EPI necesarios
- ❖ Movilidad y desplazamientos de la persona trabajadora durante el desarrollo de sus tareas
- ❖ Visibilidad
- ❖ Ritmo de trabajo
- ❖ Estrés térmico
- ❖ Necesidad de comunicación verbal
- ❖ Tiempo de uso



El estudio de estos factores inherentes a los distintos puestos de trabajo puede poner de manifiesto, por ejemplo, la idoneidad de emplear un EPR filtrante asistido (presión positiva).

Una vez concluida esta segunda fase, puede que surja también la necesidad de asignar dos (o más) EPR distintos a una misma persona, para adecuarlos a los distintos riesgos de su puesto, en función de las tareas a realizar. Un ejemplo de lo anterior lo constituiría el personal que tenga que realizar determinadas tareas de mantenimiento puntuales que requieran el uso de un equipo asistido, mientras que en sus tareas habituales podría emplear una mascarilla autofiltrante FFP3.

Finalmente, **el EPR debe adaptarse a cada persona**. Cuando la eficacia del EPR depende de su hermeticidad, un mal ajuste del equipo con la cara de quien lo utiliza debido a particularidades físicas, como la presencia de vello facial (uno de los factores más determinantes), cicatrices o el uso de gafas, entre otras, puede conllevar una pérdida de la hermeticidad, disminuyendo la protección proporcionada, llegando incluso a ser inexistente. Por ello, para realizar una correcta selección del modelo y la talla del EPR más adecuado, teniendo en cuenta la fisonomía y las características particulares de cada persona, existen dispositivos que permiten realizar un test de ajuste, valorando cualitativa o cuantitativamente el ajuste del equipo.

Además, estas pruebas resultan de utilidad como formación práctica de la plantilla en el uso y ajuste correcto del equipo. Los test de ajuste se abordan de manera más detallada en el Anexo I de esta Guía.

Al igual que con el resto de las obligaciones recogidas en la legislación preventiva, deberá asegurarse la participación del personal en el proceso de selección, lo cual contribuirá a lograr una mayor aceptación y un mejor uso de los EPR.

La Norma UNE-EN 529:2006 proporciona más información sobre selección y uso de equipos de protección respiratoria.

#### 6.2.1.4. *Mantenimiento*

Una parte importante de la eficacia del EPR depende de una utilización y un mantenimiento correctos. Aun disponiendo de un EPR adecuado y seleccionado de acuerdo con los criterios expuestos anteriormente, una mala utilización o un mantenimiento incorrecto del mismo reducirán notablemente su eficacia.

El artículo 6 del Real Decreto 665/1997 establece que las personas trabajadoras deben disponer de un lugar adecuado para el almacenamiento de los equipos de protección individual. Asimismo, la empresa ha de verificar que estos equipos se limpian y se comprueba su buen funcionamiento, reparando o sustituyendo aquellos defectuosos antes de un nuevo uso.

Para ello, tanto la utilización como el almacenamiento, el mantenimiento preventivo, la limpieza, la desinfección cuando proceda y la reparación de los equipos, deberán realizarse en las condiciones indicadas por la empresa fabricante del EPI de acuerdo con sus instrucciones. En el caso de los equipos reutilizables durante más de una jornada, puede ser de gran utilidad elaborar un procedimiento en el que se detalle en qué consiste tal descontaminación, limpieza y mantenimiento, incluyendo cómo se ha de efectuar y quién o quiénes serán las personas responsables de su realización, facilitando de esta manera un adecuado control y seguimiento de dichas tareas.

Es importante que el personal cuente con formación e información adecuada y suficiente, de manera que puedan detectar, lo antes posible, cualquier anomalía o desperfecto que, en su opinión, pudiera afectar al correcto funcionamiento del EPI.

También es necesario recordar que, en general, los EPI estarán destinados a un uso personal. Si las circunstancias exigiesen la utilización de un mismo equipo por varias personas, se adoptarán las medidas necesarias para que ello no origine ningún problema de salud o de higiene a los diferentes usuarios.

### 6.2.1.5. Duración de los EPR

**En general, se recomienda sustituir el filtro o mascarilla cuando la persona trabajadora advierta un incremento de la resistencia respiratoria, siendo este un indicador de la saturación del material filtrante.**



No es posible determinar el tiempo de vida útil o la duración de la eficacia de un filtro o mascarilla, ya que influyen diversas variables, tales como las condiciones ambientales (humedad relativa y temperatura), el ritmo respiratorio de quien lo porta, su capacidad pulmonar, así como la concentración y naturaleza del contaminante, entre otros.

Otros documentos de referencia:

«Guía técnica para la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual». INSST, 2022



De esta recomendación quedan excluidos aquellos equipos diseñados para un solo uso que deberán desecharse al finalizar el turno de trabajo. No obstante, se recomienda seguir siempre las indicaciones particulares de quien fabrica cada equipo.

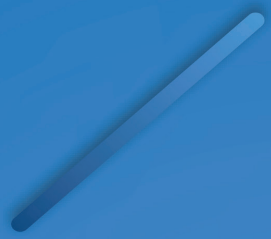


Fig. 6.9. Trabajador con EPR filtrante asistido (Fuente: INS)

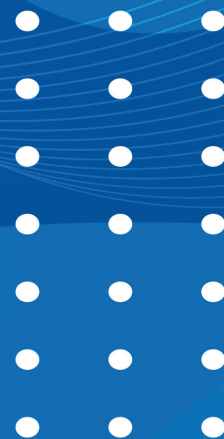




7



# Exposiciones accidentales y exposiciones no regulares





7

Exposiciones accidentales  
y exposiciones no regulares

## 7. EXPOSICIONES ACCIDENTALES Y EXPOSICIONES NO REGULARES

Este capítulo contempla las medidas a adoptar por la empresa en caso de exposiciones accidentales o imprevistas y de exposiciones no regulares a polvo respirable de sílice cristalina, tomando como base las recogidas en el artículo 7 del Real Decreto 665/1997.

En ocasiones, no es sencillo predecir la puesta en suspensión de polvo de SCR debido a deficiencias en sistemas preventivos, averías en maquinaria, deterioro de instalaciones de transporte o envasado, etc., lo que provoca una exposición anómala del personal a este agente. Por ello, se proponen una serie de pautas de actuación en estos casos, aunque siempre teniendo en cuenta la necesidad de posicionarse en el peor de los escenarios y conseguir gradualmente que las situaciones imprevistas sean más previsibles, limitando al máximo sus consecuencias.

Por otro lado, la exposición puede no ser habitual debido a la actividad desarrollada, pero puntualmente ser inevitable debido a la necesidad de efectuar tareas poco frecuentes pero imprescindibles en la mayoría de los sectores, como es el caso de revisiones, mantenimientos, reparaciones, limpiezas, desatascos, etc. Incluso es posible que estas actividades sean necesarias para revertir o eliminar las causas que supusieron una exposición anormal en el puesto de trabajo. Por ello, también se indica el procedimiento a seguir para proteger al personal en esta situación.

Tanto en el caso de exposiciones accidentales como en el de no regulares a polvo de SCR, el personal habilitado para el acceso debería contar con una autorización expresa por escrito, en la que se indiquen claramente los trabajos para los que se encuentra autorizado, la fecha de comienzo, la duración del turno de trabajo y la fecha de validez de la autorización, la ropa de trabajo y los equipos de protección individual necesarios, la formación en su uso que se precisa y los test necesarios para efectuar la tarea, el procedimiento de trabajo, así como las causas de una posible interrupción de las tareas y el procedimiento a seguir en ese caso. Además, se recomienda la supervisión por parte de un recurso preventivo, que efectuará un seguimiento del procedimiento de actuación, velando por el cumplimiento de las actividades preventivas previstas y su eficacia, siempre teniendo en cuenta que dicha supervisión debe realizarse de manera que no suponga exposición a polvo de SCR, o en caso de que existiera esta,



fuera mínima. En el Anexo V se recoge un modelo de ejemplo de lo que debería incluir una autorización temporal para el desarrollo de trabajos en caso de exposiciones accidentales y de no regulares.

En ocasiones, es necesaria una actuación rápida para evitar exposiciones a polvo de SCR o riesgos mayores. Con el objeto de que el personal encargado de esa primera respuesta disponga de la autorización necesaria para acometer los trabajos, teniendo en cuenta las implicaciones en materia formativa e informativa que la misma conlleva, se propone disponer de personal “permanentemente autorizado” para estas situaciones.

En lo relacionado con las mediciones orientadas a evaluar la exposición accidental y no regular del personal a polvo de SCR, dado que es difícil o imposible planificar o poner en marcha una medición para evaluar la exposición de una persona trabajadora en una situación de emergencia, y teniendo en cuenta además que el objetivo fundamental no es efectuar la medición en sí misma, los esfuerzos han de focalizarse en aplicar todas las medidas preventivas necesarias para proteger al personal. No obstante, la empresa, en base a la evaluación de riesgos, debería tener caracterizada la exposición a polvo y SCR en puestos o zonas próximas a la afectada en este caso, por lo que es conocedora del orden de magnitud de dicha exposición y, por tanto, aplicará las medidas preventivas necesarias para eliminarla o reducirla. Para ello, será de aplicación lo indicado tanto en el Capítulo 3 como en el Capítulo 5 de esta Guía.

Los criterios a aplicar en lo relativo a la Vigilancia de la Salud se encuentran especificados en el apartado 7 del Capítulo 8 de la presente Guía.


## 7.1. Exposiciones accidentales

La puesta en suspensión de polvo de SCR de forma accidental o imprevista podrá suponer, en la mayor parte de casos, una exposición anormalmente elevada del personal a este contaminante. Esta puede deberse a diferentes factores, como averías, deterioro de instalaciones, fallo en el funcionamiento de equipos, etc., que ocurren de forma súbita o inesperada. No obstante, a pesar de la dificultad existente en su previsión, antes de proceder a determinar las medidas a adoptar en caso de que se produzcan estas situaciones, es preciso basarse en una adecuada prevención para tratar de evitarlas como medida prioritaria. Para desarrollar una adecuada prevención es necesario invertir recursos en el mantenimiento preventivo y predictivo, tanto de los equipos de trabajo como de los propios sistemas de prevención de

la exposición a polvo de SCR, además de una adecuada organización del trabajo y de la prevención, todo ello con el principal objetivo de evitar accidentes y situaciones imprevistas que puedan suponer una exposición anormalmente elevada a SCR o, en caso de que ocurran, minimizar sus consecuencias.

A continuación, se indican las medidas a adoptar en caso de accidentes o situaciones imprevistas que pudieran suponer una exposición anormal (claramente superior a la habitual), con el objeto de proteger al personal, minimizando el riesgo de inhalación de partículas de polvo de SCR. Para ello, y una vez detectada esta exposición anómala, la empresa informará inmediatamente de esta situación al personal involucrado, teniendo en cuenta que mientras perduren las causas que originaron la exposición accidental se deberá:

**LIMITAR EL  
NÚMERO DE  
PERSONAS  
EXPUESTAS Y  
AUTORIZADAS**



**Limitar el número de personas autorizadas para trabajar en la zona afectada a las estrictamente indispensables para revertir la situación.** Teniendo en cuenta que las labores a realizar serán las imprescindibles para restablecer la normalidad, y que el personal estará expuesto a un riesgo grave por exposición a polvo de SCR, es preciso limitar el número de personas trabajadoras y expedir una autorización expresa para cada una de ellas, sin la cual no se permitirá el acceso a la zona de trabajo, que se encontrará debidamente señalizada (Fig. 7.1).



Fig. 7.1. Ejemplo de señalización temporal (Fuente: NIOSH)

### LIMITAR EL TIEMPO DE EXPOSICIÓN



**Garantizar que la exposición no sea permanente y que su duración para cada persona trabajadora se limite a lo estrictamente necesario.** Debido a que es inusualmente elevada, la duración de la exposición al riesgo al que está sometido el personal autorizado debe acotarse en el tiempo, estableciendo en la autorización la fecha en la que se expide dicho documento y la duración de su validez.

### DOTAR DE EPI AL PERSONAL AUTORIZADO



**Dotar al personal involucrado de ropa y EPI adecuados.** El personal autorizado deberá disponer de la ropa y EPI adecuados frente al riesgo por exposición a polvo de SCR, estando debidamente formados en su uso (ver Capítulo 6 de esta Guía, así como el Anexo III). Tanto la ropa de trabajo como los EPI necesarios para acceder a la zona afectada estarán incluidos de forma expresa en la autorización.

### NO PERMITIR ACCESO A LA ZONA AFECTADA SIN LOS EPI ADECUADOS



**No permitir el trabajo y acceso a la zona afectada sin los EPI adecuados.** Tanto el acceso como los trabajos en la zona afectada están limitados exclusivamente al personal autorizado. No se permitirá el acceso a esta zona sin los EPI especificados en la autorización, previa comprobación de la idoneidad de su colocación y buen estado de los mismos. Esto quiere decir que toda persona trabajadora autorizada para acometer trabajos en caso de exposiciones accidentales a polvo de SCR deberá estar formada en el uso del EPR y, si hace uso de equipos filtrantes basados en el ajuste facial, deberá garantizarse la estanqueidad sobre la cara de quien lo porte.

La forma de proceder ante estas situaciones, teniendo en cuenta los puntos anteriormente indicados, deberá estar prevista por la empresa, dejando establecidos los cauces para efectuar una correcta comunicación con el personal, la interrupción de la actividad, el abandono de la zona de trabajo, e incluso el formato y contenido de la autorización, debiendo encontrarse todo ello incluido en el Plan de Emergencia.

La detección de una exposición anormalmente elevada a polvo de SCR puede efectuarse, bien mediante equipos de lectura directa de polvo, ya sean fijos o portátiles (Figs. 7.2 y 7.3), que adecuadamente programados, emiten una señal de alarma cuando se supera una determinada concentración de polvo en el ambiente, o bien mediante simple detección visual. No obstante, es preciso recordar que el polvo de SCR que presenta un mayor riesgo para la salud es el comprendido en la fracción respirable, por lo que presenta tamaños de partícula, en general, inferiores a las 10  $\mu\text{m}$  y, por tanto, en su mayoría las partículas resultan invisibles para el personal.



Fig. 7.2. Ejemplo de detector fijo (Fuente: [www.trolex.com](http://www.trolex.com))



Fig. 7.3. Ejemplo de detector portátil (Fuente: [www.tsi.com](http://www.tsi.com))

Por otro lado, una vez detectado que se ha producido un accidente o situación imprevista que puede suponer una exposición anormal (claramente superior a la habitual) a polvo de SCR, como procedimiento de alerta para el personal se puede hacer uso de distintos sistemas de alarma. Existen dispositivos acústicos o luminosos con códigos sonoros y/o visuales fácilmente identificables por las personas, que permitirán reducir los tiempos de respuesta ante una situación de este tipo. También pueden efectuarse avisos por megafonía o en persona. Ha de emplearse el método que resulte más efectivo en cada caso, siempre teniendo en cuenta las particularidades de cada empresa. Un buen sistema de alarma, además de una notificación temprana, ha de proporcionar indicaciones sobre cómo actuar en caso de emergencia, favoreciendo que el proceso se realice de forma coordinada. En estos procedimientos pueden incluirse datos relativos a los puntos de encuentro, zonas seguras, cabinas o cámaras de rescate, etc., en definitiva, sobre aquellos lugares a los que el personal, ante tales situaciones, deba acudir para minimizar o evitar riesgos para la salud asociados a dicha exposición.

## 7.2. Exposiciones no regulares

Son exposiciones no regulares aquellas actividades poco habituales o poco frecuentes, y en muchos casos imprescindibles, que se desarrollan en la mayor parte de las empresas. Se trata de tareas específicas y complementarias que pueden implicar, debido a la propia actividad, un aumento en la exposición a polvo de SCR por parte del personal involucrado, como es el caso de revisiones, mantenimientos, reparaciones, limpiezas, desatascos, etc.

A continuación, se incluyen las medidas que necesariamente deberá adoptar la empresa en caso de actividades no regulares en las que se pueda prever un posible incremento significativo de la exposición del personal a polvo de SCR para limitar su exposición, y que previamente a su adopción deberán ser consultadas con el personal o sus representantes.

### EVITAR LA EXPOSICIÓN PERMANENTE DEL PERSONAL



**Evitar la exposición permanente del personal, reduciendo la duración de la misma al tiempo estrictamente necesario.** Debe reducirse el tiempo de trabajo al imprescindible para garantizar que el riesgo derivado de la exposición a polvo de SCR sea lo más bajo posible.

### ADOPTAR MEDIDAS COMPLEMENTARIAS



**Adoptar medidas complementarias para garantizar la protección del personal afectado, en particular, poniendo a su disposición ropa y equipos de protección adecuados que deberá utilizar mientras dure la exposición.** Deben adoptarse cuantas medidas complementarias se consideren necesarias para minimizar la inhalación de polvo respirable de SCR por parte del personal implicado, como es el uso de ropa y equipos de protección adecuadamente seleccionados, ajustados y en buen estado, proporcionando las instrucciones y formación necesarias para su correcto uso. En lo relacionado con los EPR, en ocasiones, para una misma persona trabajadora, puede ser necesario incluso asignar dos o más EPR diferentes, con distintos niveles de protección en función de las tareas a realizar (ver Capítulo 6 de la Guía).

### EVITAR EL ACCESO DE PERSONAS NO AUTORIZADAS



**Evitar que personas no autorizadas tengan acceso a las zonas donde se desarrollen estas actividades, bien delimitando y señalizando dichos lugares o bien por otros medios.** El personal encargado de realizar estas actividades no regulares deberá contar con autorización expresa y por escrito, debiendo estar adecuadamente informado y formado de las precauciones especiales y medidas que ha de adoptar de forma específica en relación con el riesgo por exposición a polvo de SCR y las tareas que va a desarrollar. Se recomienda de forma complementaria la señalización y balizado de las zonas afectadas, disponiendo una barrera física o visual que impida el acceso al personal no autorizado.

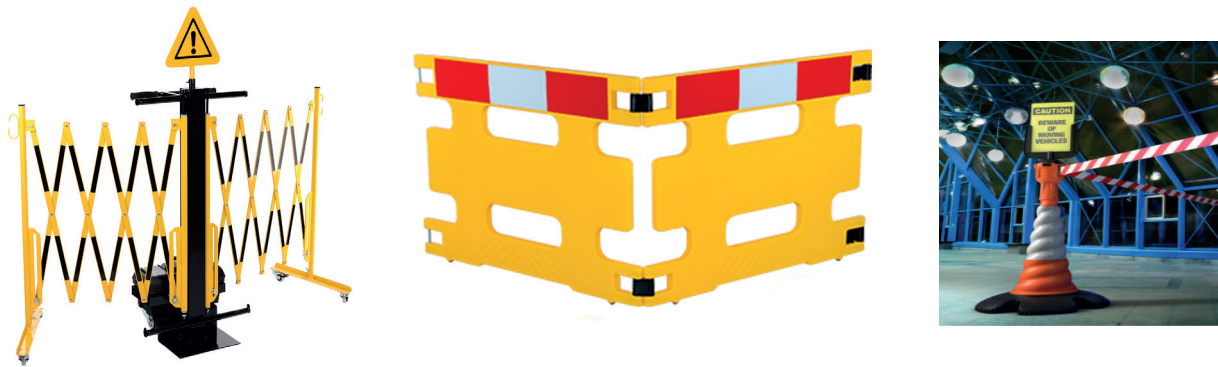


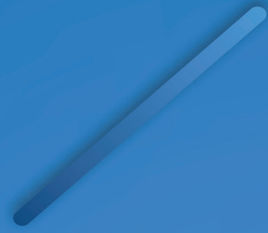
Fig. 7.4. Diferentes ejemplos de señalización temporal (Fuentes: [www.industrialproduct.es](http://www.industrialproduct.es) y [www.haleco.es](http://www.haleco.es))

Para garantizar el cumplimiento de lo indicado en el Real Decreto 665/1997 en lo relativo a exposiciones no regulares, se recomienda establecer un plan de trabajo para el personal autorizado en el que se incorporen los aspectos anteriormente tratados, así como las medidas de seguridad, las causas de una posible interrupción de la actividad (como podría ser la aparición de otro riesgo grave e inminente o la superación de un determinado nivel de exposición) y el procedimiento de actuación en ese caso. Además, se recomienda que el trabajo sea supervisado por un recurso preventivo, teniendo en cuenta que dicha supervisión debe realizarse de manera que no implique, o sea mínima, exposición a polvo de SCR.

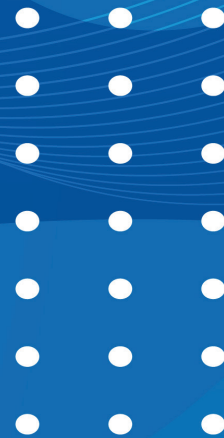




8



# La Vigilancia de la Salud





8

La Vigilancia  
de la Salud

## 8. LA VIGILANCIA DE LA SALUD

La Ley 31/1995, de 8 de noviembre, *de prevención de Riesgos Laborales*, es el cuerpo normativo básico para establecer un adecuado nivel de protección de la seguridad y la **salud** de las personas trabajadoras frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, y tanto en ella como en buena parte de su normativa de desarrollo, tal y como sucede en el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, *por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención*, se incluye la obligación de la empresa de garantizar la Vigilancia de la Salud (VS) de su personal y las características de la misma.

En este capítulo se recogen los requisitos aplicables para una adecuada Vigilancia de la Salud en lo que respecta a la exposición de las personas trabajadoras a polvo de SCR, a fin de dar cumplimiento a la normativa anterior, así como a lo dispuesto en el Real Decreto 665/1997.

### 8.1. SCR y efectos para la salud

Existen numerosos trabajos en los que se puede generar polvo que podría ser inhalado por el personal que los desarrolla. Dependiendo de la naturaleza de ese polvo y del tamaño de las partículas que contenga (en general por debajo de 10 micras, y muy especialmente en fracciones inferiores a 5 micras), este podría acumularse en los alvéolos pulmonares, dando lugar al desarrollo de enfermedades denominadas globalmente como *neumoconiosis*. Este término se utiliza para definir un conjunto de enfermedades derivadas de la acumulación de polvo inorgánico en los pulmones y las reacciones tisulares provocadas por su presencia, recibiendo diferentes nombres en función del agente causal (*silicosis* para la sílice, *caolinosis* para el caolín, *talcosis* para el talco, *asbestosis* en el caso del amianto..).

Como se ha comentado en capítulos anteriores de esta Guía, la sílice cristalina puede estar presente en multitud de materiales usados en diferentes procesos y sectores industriales (minería, elaboración de roca ornamental, marmolerías, cerámica, refractarios, fundiciones, ladrillo, cemento, vidrio, abrasivos, etc.). Por lo general, en estos procesos la variedad de sílice presente (dióxido silíceo cristalizado) corresponderá al **cuarzo**, aunque también pueden presentarse otras como la **crystalita**, a la que se atribuye un mayor poder fibrogénico, como ocurre en la elaboración de aglomerados silíceos utilizados en las marmolerías.

La enfermedad más frecuente por exposición a polvo de SCR es la **silicosis**, siendo la dosis acumulada del agente (que depende de la concentración del polvo en el aire y de la duración de la exposición) el mayor factor de riesgo para el desarrollo de la enfermedad, existiendo además un período de latencia entre el inicio de la exposición y el comienzo de la patología durante el cual el trabajador puede permanecer asintomático. Es una **enfermedad** que una vez iniciada puede progresar con el tiempo aunque se evite la exposición, y tiene carácter **irreversible e incurable**. Además, se han descrito interacciones entre la exposición a sílice y/o la silicosis con otras enfermedades, como es el caso de la tuberculosis, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) o enfermedades autoinmunes y del colágeno, como la artritis reumatoide o la esclerodermia y la enfermedad renal crónica. Además, la exposición a polvo de SCR puede producir **cáncer de pulmón**.

La Vigilancia de la Salud tiene dos vertientes, debiendo ser ambas implementadas conjuntamente. Por una parte, la **colectiva**, en relación al estudio epidemiológico de los factores de riesgo y su incidencia en la salud en determinados colectivos y, por otra, la **individual**, centrada en cada persona trabajadora, con el fin de determinar su estado de salud en relación a los riesgos específicos de la actividad laboral, entre los que se incluyen la exposición a agentes químicos, como lo es la SCR, para evitar el posible desarrollo de una **enfermedad profesional (EP)**.



Fig. 8.1. Estudios de imagen y función pulmonar para diagnóstico de EP (Fuente: INS)

## 8.2. Características de la Vigilancia de la Salud en trabajos con exposición a SCR

El 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*, define en su artículo 157 lo que se entiende por enfermedad profesional:



*“Se entenderá por enfermedad profesional la contraída a consecuencia del trabajo ejecutado por cuenta ajena en las actividades que se especifiquen en el cuadro que se apruebe por las disposiciones de aplicación y desarrollo de esta ley, y que esté provocada por la acción de los elementos o sustancias que en dicho cuadro se indiquen para cada enfermedad profesional.”*

En el anexo I del Real Decreto 1299/2006, se incluye el **cuadro de enfermedades profesionales (EPP) en el sistema de la Seguridad Social**. Las actividades recogidas en este listado en las que se reconoce que la SCR, nombrada como polvo de sílice libre (entendida como sílice cristalina), puede dar lugar a una EP, se contemplan en **dos apartados**: uno, en relación con la **silicosis** (grupo 4, agente A, subagente 01), y otro, en relación con el **cáncer de pulmón** (grupo 6, agente R, subagente 01).

El reconocimiento del carácter cancerígeno del polvo de SCR, junto al efecto ya conocido y más frecuente de causar neumoconiosis (silicosis), ha generado una amplia controversia en la comunidad científica, planteándose si sería un requisito imprescindible la existencia de una silicosis previa para el desarrollo de un cáncer de pulmón como consecuencia de la exposición a SCR. Las últimas evidencias científicas indican que uno y otro efecto de la SCR son independientes, por lo que **es posible el desarrollo de cáncer de pulmón, derivado de la exposición a SCR, en trabajadores que no han desarrollado silicosis**.

Sin embargo, se puede afirmar que las medidas preventivas y de Vigilancia de la Salud que se venían aplicando frente a la silicosis son también válidas para la prevención del cáncer de pulmón, sin perjuicio de que dichas medidas deban de ser complementadas con otras más específicas para esta otra enfermedad.



Por todo lo anterior, cobra especial importancia establecer las medidas oportunas para prevenir o, al menos, detectar precozmente las EPP derivadas de la exposición al polvo de SCR mediante una adecuada VS.

## 8.3. SCR y enfermedad profesional

A continuación, se detallan las características relacionadas con los exámenes de salud o reconocimientos médicos que debe contemplar una adecuada Vigilancia de la Salud de las personas trabajadoras expuestas a polvo de SCR.

### 8.3.1. Consentimiento y obligatoriedad del reconocimiento médico

La Ley 31/1995, en su artículo 22, especifica que la Vigilancia de la Salud solo podrá llevarse a cabo cuando las personas trabajadoras presten su consentimiento, pero estableciendo unas excepciones a esta condición y, por lo tanto, fijando su **carácter obligatorio**, entre otros, en los siguientes supuestos:

1. Cuando la realización de los reconocimientos sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud de las personas trabajadoras.
2. Cuando así esté establecido en una disposición legal en relación con la protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad.



En relación con el primero de ellos, hay que tener en cuenta que los efectos de la exposición a polvo de SCR sobre la salud de las personas trabajadoras no se manifiestan de forma inmediata. Entre ambos transcurre un periodo de latencia, que puede llegar a ser de varios años, durante los cuales la enfermedad (silicosis o cáncer de pulmón) puede pasar inadvertida. Para ello es necesaria la realización de pruebas específicas para la detección precoz de posibles daños que indiquen el inicio de este tipo de patologías.

En cuanto al establecimiento en una disposición legal de dicha obligatoriedad, es necesario tener en cuenta que el polvo de SCR es un agente al que se le reconoce en el Real Decreto 1299/2006 la capacidad de generar enfermedades profesionales. Por otro lado, el artículo 243 del 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*,

establece que todas las empresas que deban cubrir puestos con riesgo de enfermedades profesionales deben realizar reconocimientos médicos previos para cada tipo de enfermedad, que tendrán carácter de obligatorios para el trabajador.



Por lo tanto, **la realización de los reconocimientos médicos específicos resulta imprescindible para evaluar los posibles efectos de la exposición al polvo de SCR sobre la salud de las personas trabajadoras, estando además establecida en una disposición legal, en relación con la protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad, el carácter obligatorio de los reconocimientos médicos específicos.**

De acuerdo con la Ley 31/1995, cuando se establezca la obligatoriedad de los reconocimientos, será necesario además el informe previo de los representantes de los trabajadores, aunque en todo caso no excluirá dicha obligatoriedad.

### 8.3.2. Derecho a la intimidad y confidencialidad

Como en todo acto médico de carácter personal, se tiene que garantizar la intimidad del paciente y la confidencialidad de los resultados. A la información obtenida en los reconocimientos tan solo tendrán acceso el personal médico y las autoridades sanitarias que se ocupen de la Vigilancia de la Salud. Únicamente cada persona trabajadora afectada, previo consentimiento expreso, podrá autorizar que otras personas puedan acceder al contenido de sus reconocimientos médicos.



Por tanto, **los resultados de la Vigilancia de la Salud serán comunicados al personal afectado, mientras que a la empresa y personas u órganos responsables en materia de prevención se les informará exclusivamente de las conclusiones relacionadas con la aptitud de las personas trabajadoras para el desempeño de su puesto de trabajo, o de las medidas de prevención o protección necesarias para ello.**



### 8.3.3. Contenido de los reconocimientos médicos específicos sobre SCR para la Vigilancia de la Salud

La Ley 31/1995 establece el derecho de las personas trabajadoras a una **Vigilancia de la Salud periódica y específica en función de los riesgos inherentes a su trabajo**. Esta especificidad se consigue a través del cumplimiento de unos protocolos en los que se establezcan, para cada caso, la periodicidad y contenido de los reconocimientos médicos a llevar a cabo. Con su aplicación se pretende generar unos criterios uniformes con los que valorar los resultados obtenidos en la VS de las personas trabajadoras que estén, vayan a estar o hayan estado expuestas a polvo de SCR durante el trabajo.






Para el caso de la SCR existe un **Protocolo de vigilancia sanitaria específica (PVSE) para silicosis**, elaborado por el Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud en el año 2020, al que se hace referencia en esta Guía, y que ha contado con representantes del Ministerio de Sanidad, así como de Comunidades Autónomas (CC. AA.) y Sociedades Científicas, con la coordinación del Instituto Nacional de Silicosis (INS), como Centro de Referencia Nacional en enfermedades respiratorias de origen laboral (*Disposición adicional segunda: Reordenación orgánica, de la Ley 31/1995, de prevención de Riesgos Laborales*).

No existe, en el momento de la redacción de esta Guía, un protocolo específico en relación con el cáncer de pulmón derivado de la exposición a polvo de SCR. Sin embargo, la prevención frente a la silicosis redundará en la prevención del cáncer de pulmón, por lo que procede la aplicación del protocolo antes mencionado.



Fig. 8.2. Protocolo de vigilancia sanitaria específica. Silicosis (Fuente: Ministerio de Sanidad)

En cuanto al **contenido específico con el que deberán contar los reconocimientos médicos**, en el PVSE para silicosis se distinguen varias posibilidades, en función del nivel de riesgo y sector de actividad, y los criterios para el diagnóstico se resumen a continuación:

<b>HISTORIA LABORAL</b>		Recoge información sobre el tiempo de exposición, descripción de los trabajos y materiales manejados, medidas de prevención y protección, así como los resultados de las mediciones de polvo efectuadas, todo ello en relación con la SCR.
<b>HISTORIA CLÍNICA O ANAMNESIS</b>		Recopilación de información sobre la salud del trabajador (antecedentes personales, enfermedades, estado actual...) o sintomatología relacionada con posible afectación pulmonar por exposición a polvo de SCR y sobre hábitos tóxicos, con especial atención al tabaquismo.
<b>EXPLORACIÓN FÍSICA</b>		Exploración física. Incluirá auscultación cardiopulmonar.
<b>PRUEBAS DIAGNÓSTICAS POR IMAGEN</b>		Utilizando como prueba de primer nivel las radiografías (RX) de tórax (en proyecciones postero-anterior y lateral).
<b>PRUEBAS DE FUNCIÓN PULMONAR</b>		Siendo la espirometría la prueba básica de estudio.

A las pruebas mencionadas, y atendiendo al criterio de usar en primer lugar las menos invasivas, se pueden añadir otras que, a juicio médico, resulten necesarias para alcanzar una mayor certeza diagnóstica. Las pruebas que con mayor frecuencia se utilizan para la ampliación del estudio son:

### PRUEBAS DE IMAGEN



Mediante la Tomografía Computarizada de Alta Resolución (TCAR) de tórax que, si bien no está contemplada como estudios de primer nivel debido a su alta radiación y compleja interpretación, en ocasiones pueden ser de gran utilidad. Se concluye, por tanto, que el TCAR de tórax no debe ser utilizado como herramienta de cribaje, y que su utilización debe estar siempre justificada.

### OTROS ESTUDIOS FUNCIONALES RESPIRATORIOS



Como la pletismografía corporal y la difusión pulmonar.

## 8.3.4. Periodicidad de la Vigilancia de la Salud respecto al nivel de exposición a polvo de SCR

La Ley 31/1995 establece que la empresa garantizará a su personal la **vigilancia periódica** de su estado de salud. A su vez, el Real Decreto 665/1997 detalla los supuestos en los que se exige el reconocimiento médico de las personas trabajadoras con riesgo de exposición a SCR, tratándose de los siguientes:

1. Antes del inicio de la exposición.
2. A intervalos regulares en lo sucesivo, con la periodicidad que los conocimientos médicos aconsejen.
3. Cuando sea necesario por haberse detectado en algún trabajador de la empresa, con exposición similar, algún trastorno que pueda deberse a la exposición a agentes cancerígenos o mutágenos.

Conforme a la normativa general de PRL, se debe añadir el supuesto de las personas trabajadoras que reanuden su actividad laboral tras una ausencia prolongada por motivos de salud.

### 1. Antes del inicio de la exposición

Uno de los objetivos de la Vigilancia de la Salud es el de comprobar que las características personales y/o el estado biológico de las personas trabajadoras son compatibles con los puestos de trabajo que se les pretenda asignar, de tal forma que no se produzcan daños o no progresen los ya existentes, si fuera el caso.

Sobre este particular, también como legislación laboral que es, debe tenerse nuevamente en cuenta el Real Decreto Ley 8/2015, que en su artículo 243 establece que:



*“1. Todas las empresas que hayan de cubrir puestos de trabajo con riesgo de enfermedades profesionales están obligadas a practicar un reconocimiento médico previo a la admisión de los trabajadores que hayan de ocupar aquellos y a realizar los reconocimientos periódicos que para cada tipo de enfermedad se establezcan en las normas que, al efecto, apruebe el Ministerio de Empleo y Seguridad Social.”*

*“3. Las indicadas empresas no podrán contratar trabajadores que en el reconocimiento médico no hayan sido calificados como aptos para desempeñar los puestos de trabajo de que se trate. Igual prohibición se establece respecto a la continuación del trabajador en su puesto de trabajo cuando no se mantenga la declaración de aptitud en los reconocimientos sucesivos.”*

Además, las entidades gestoras y las colaboradoras con la Seguridad Social están obligadas a conocer el certificado del reconocimiento médico previo antes de tomar a su cargo la protección del personal empleado en empresas con riesgo específico por enfermedad profesional, estableciéndose sanciones entre graves y muy graves para aquellas y para la empresa en el caso de no realizar los reconocimientos médicos previos y periódicos.

De hacerse el reconocimiento antes de la contratación, se haría cuando la persona trabajadora aún no ha alcanzado dicha condición, por lo que en esta situación se produce una cierta contradicción normativa aún no resuelta. En todo caso, **las empresas quedan obligadas a realizar el reconocimiento médico antes de que se inicie la exposición, y a disponer del certificado de aptitud de la persona trabajadora**, siendo dicho reconocimiento obligatorio para ambos.

El contenido de los reconocimientos médicos iniciales o previos mencionados será el ya expuesto en el apartado 8.3.3.

## **2. A intervalos regulares en lo sucesivo, con la periodicidad que los conocimientos médicos aconsejen**

Estos reconocimientos, **con carácter general, se realizarán anualmente**, con el contenido expuesto en el apartado 8.3.3, a excepción de lo correspondiente a la exploración radiológica (RX).

Se considera **obligada la realización de estudios radiológicos de tórax** en los siguientes supuestos:

- a. Reconocimientos médicos necesarios para determinar la aptitud del personal de nuevo ingreso
- b. Reconocimientos realizados con carácter previo a la asignación de personal a puestos con posibilidad de exposición a polvo de SCR
- c. Reconocimientos periódicos para determinar que el personal conserva la aptitud para su puesto de trabajo

En este último caso, se incluyen unas tablas que resumen la periodicidad aplicable, con carácter general, con independencia de que a criterio médico se decida acortar los intervalos indicados:

- ❖ **Personal de empresas sujetas al Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera (RGNBSM):** en función del contenido de sílice de la materia prima o situación concreta.

CONTENIDO DE SÍLICE DE LA MATERIA PRIMA O SITUACIÓN CONCRETA	PERIODICIDAD
Contenido de sílice libre menor de 15%	Trienal
Contenido de sílice libre mayor de 15%	Anual
Minería subterránea de carbón	Primeros 10 años: trienal
	A partir de 10 años: anual
Minería subterránea no carbonífera	Anual

**Tabla 8.1.** Periodicidad aplicable para estudios radiológicos de tórax en personal de empresas sujetas al RGNBSM, en función del contenido de SCR o situación concreta

El protocolo específico establece que la **periodicidad de las pruebas radiológicas (RX)** a realizar será de entre 1 y 3 años, **en función del contenido en sílice libre de la materia prima que se maneja** en el proceso productivo, **y no por el contenido de sílice en el polvo respirable obtenido en las muestras individuales** tomadas a la plantilla para la evaluación del riesgo (descritas en el Capítulo 3 de esta Guía). Este criterio responde al hecho de que el contenido silíceo de la materia prima caracteriza el riesgo de forma más estable que el de la fracción respirable, para el que los resultados son muy variables en función de las tareas realizadas o la efectividad de las medidas preventivas aplicadas, lo que no permitiría fijar una periodicidad determinada, provocando continuos cambios de criterio.

❖ **Personal de empresas que no estén sujetas al RGNBSM:** en función de la magnitud y el tiempo de exposición.

EXPOSICIÓN ACTUAL*	EXPOSICIÓN ANTERIOR*	DURACIÓN DE LA EXPOSICIÓN	SEGUIMIENTO PERIÓDICO
Conformidad	Aceptable	Años de exposición total <10 años	Trienal
		Años de exposición total $\geq 10$ años y < 20 años	Bienal
		$\geq 20$ años de exposición total	Anual
No conformidad	No aceptable		Anual
			Anual

(\*) Según Anexo I del Protocolo Específico: Criterios para la interpretación de resultados de la evaluación de la exposición

**Tabla 8.2.** Periodicidad de estudios radiológicos de tórax en personal de empresas no sujetas al RGNBSM, en función de la magnitud y tiempo de exposición

Para el caso de la tabla anterior, la periodicidad se determina teniendo en cuenta la duración de la exposición y la intensidad de la misma. Los términos “conformidad” y “aceptable” hacen referencia a los valores obtenidos en las mediciones personales de la concentración de SCR y su comparación con el VLA-ED. Se tendrá en cuenta la exposición de la propia persona trabajadora o, en su defecto, la del puesto de trabajo ocupado por aquella, y su consideración como:

- *Conforme*, según la Norma UNE-EN 689:2019
- *Aceptable*, según la Norma UNE-EN 689:1996, para mediciones anteriores a marzo de 2019

Además, el personal facultativo de Medicina del Trabajo deberá verificar que la evaluación del riesgo cumple con las condiciones especificadas en el Anexo I del protocolo específico, por lo que se recomienda la valoración conjunta con el personal técnico del Servicio de Prevención responsable de la evaluación de riesgos.

- ❖ **Con independencia del sector de actividad:** el seguimiento periódico será anual en los siguientes casos:

## SEGUIMIENTO PERIÓDICO ANUAL

Personal diagnosticado de neumoconiosis simple

Sospecha de sobreexposición

Personal que manipula aglomerados de cuarzo, por su elevado contenido en sílice cristalina y haberse detectado cuadros de silicosis en periodos breves de tiempo

**Tabla 8.3.** *Situaciones de seguimiento periódico anual*

Cuando se necesite conocer el contenido de sílice cristalina de las materias primas, el personal sanitario que realice la Vigilancia de la Salud deberá informarse a través del Servicio de Prevención y/o la propia empresa. En el caso de que se desconozca dicho contenido, o existan dudas, será necesario realizar un análisis en una muestra a granel o *bulk*, según las indicaciones establecidas por el laboratorio capacitado para realizar dicho análisis. Del resultado de este análisis en algunas de las materias primas analizadas por el INS, se facilita información por medio de la siguiente tabla:



CONTENIDO EN SÍLICE DE LA MATERIA PRIMA	PERIODICIDAD	MATERIA PRIMA
Contenido en sílice libre <b>mayor del 15%</b>	RX anual	Cuarcita, canto rodado, arena silícea, arenisca, feldespato, gneis, granito, pizarra, corneana, traquita
Contenido en sílice libre <b>menor de 15%</b>	RX trienal	Andesita, yeso, gabro, marga, dunita, dolomía, ofita, barita
Contenido en sílice libre <b>dudoso</b>	Necesario estudio de muestra <i>bulk</i>	Arcillas (incluyendo caolín y sepiolita) Caliza

**Tabla 8.4.** *Contenidos esperados de sílice libre en diferentes materiales litológicos, y su relación con la periodicidad de los reconocimientos médicos para la vigilancia de la silicosis (Fuente: Dpto. Técnico INS)*

### 3. Cuando sea necesario por haberse detectado en alguna persona trabajadora de la empresa con exposición similar algún trastorno que pueda deberse a la exposición a agentes cancerígenos o mutágenos

Si, como resultado de los reconocimientos médicos, se detectasen daños en la salud del personal, será necesario tomar este hecho en consideración para evaluar al resto de personas trabajadoras que ocupen puestos similares, o que puedan estar también afectados (como, por ejemplo, puestos en su entorno próximo), con el fin de detectar daños que podrían haber pasado inadvertidos.

Es importante recordar que en estos casos **la empresa está obligada a realizar una investigación de las causas que han dado lugar a los daños a la salud** diagnosticados (artículo 16.3 de la Ley 31/1995) y, además, deberá llevar a cabo una **revisión de la evaluación de riesgos**, tal y como obliga el Real Decreto 665/1997, y con el contenido descrito en el artículo 6 del Real Decreto 39/1997.

## 8.4. Vigilancia de la Salud post-ocupacional

Los efectos sobre la salud de las personas trabajadoras que hayan estado expuestas a polvo de SCR pueden materializarse mucho tiempo después del inicio de la exposición, incluso una vez cesada esta, lo cual puede ocurrir porque la persona cambie de empresa, porque cambie de puesto de trabajo dentro de la misma empresa o por cese de su actividad laboral.

La Ley 31/1995 contempla en estos casos la **Vigilancia de la Salud post-ocupacional**, estableciendo que habrá de ser garantizada por el Sistema Nacional de Salud en las correspondientes CC. AA., de acuerdo también con lo dispuesto en el Real Decreto 665/1997.

El propio Protocolo Específico tiene en cuenta la VS post-ocupacional en su apartado 4.1.2, en el que se recuerda que la silicosis (también el cáncer de pulmón) puede aparecer una vez cesada la exposición, por lo que se recomienda continuar con los controles médicos.

Cabe señalar en este punto que, en los casos en los que se susciten dudas diagnósticas, los servicios de neumología de las CC. AA. tienen la posibilidad de derivarlos al INS, el cual, como Centro de Referencia Nacional para las enfermedades respiratorias ocupacionales, está dotado de medios técnicos y personales altamente especializados y con una amplia experiencia para realizar los estudios diagnósticos encaminados a despejar dichas dudas.

Por lo tanto, cuando **una persona cese su actividad laboral en un puesto con riesgo de exposición por inhalación de polvo de SCR, debe ser informada por el Servicio de Prevención correspondiente de la pertinencia de continuar con la Vigilancia de la Salud post-ocupacional**. En el caso de que la persona se encuentre en activo (pero habiendo cesado la exposición), de esta vigilancia se ocupará el Servicio de Prevención de la empresa, y si ya se encuentra retirada de toda actividad laboral (por jubilación o incapacidad laboral permanente), será el Sistema Nacional de Salud el encargado de la misma.

## 8.5. Capacitación para la Vigilancia de la Salud

Para el caso de trabajos con exposición a polvo de SCR, el Real Decreto 665/1997 establece que la Vigilancia de la Salud de las personas trabajadoras será realizada por personal sanitario competente, de conformidad con el Real Decreto 39/1997, en el que se especifican las condiciones para llevar a cabo esas tareas. En este Real Decreto también se establece que se trata de funciones correspondientes al Nivel Superior en Prevención de Riesgos Laborales, y que los Servicios de Prevención que se ocupen de ello deberán contar al menos con dos profesionales sanitarios, uno con la titulación de médico/a especialista en Medicina del Trabajo y otro con la de Enfermería del Trabajo, con independencia de que fuese necesaria la intervención de otros profesionales con competencia técnica, formación y capacidad acreditada.

Según lo previsto igualmente en el Real Decreto 39/1997, el/la empresario/a en ningún caso podrá asumir personalmente la labor de VS del personal de su empresa.

Ya se ha recogido en páginas anteriores que para el diagnóstico y valoración del daño pulmonar por exposición a SCR es necesaria la realización, en primera instancia, de pruebas radiológicas basadas en imágenes obtenidas por rayos X, recurriendo solo a técnicas más invasivas cuando aquellas no fueran determinantes. Este sería el caso de las pruebas por Tomografía Axial Computerizada de Alta Resolución (TACAR). Ambas son pruebas en las que se obtienen imágenes cuya interpretación, no exenta de dificultad en los estadios iniciales de la enfermedad, se realiza conforme a patrones internacionales estandarizados, **siendo necesarios lectores expertos con suficiente formación y experiencia.**

Esta complejidad viene dada por el hecho de que las posibles alteraciones de imagen que se observan en las neumoconiosis pueden ser muy variadas, y además pueden modificarse con su evolución, habiéndose descrito una pluralidad de formas clínicas (“formas simples”, “formas complicadas”, “silicosis rápidamente progresiva”, “fibrosis pulmonar intersticial por sílice”, “silicotuberculosis”...) con manifestaciones radiológicas diversas. Así mismo, las neumoconiosis forman parte de un amplio grupo de enfermedades que, por afectar todas ellas al intersticio pulmonar, reciben la denominación de EPID (Enfermedad Pulmonar Intersticial Difusa), muchas de las cuales pueden presentar manifestaciones radiológicas muy similares a las de las neumoconiosis. Las que con mayor frecuencia plantean **diagnóstico diferencial con una silicosis** son: la neumopatía por tabaco, la sarcoidosis, la fibrosis pulmonar idiopática, la neumonitis por hipersensibilidad y la neumopatía asociada a enfermedades del

colágeno. Por ello, se justifica la **necesidad de que la evaluación de los estudios de imagen sea realizada por personal experto, con equipos técnicos apropiados y que la evaluación global del paciente no se realice únicamente en función de las imágenes radiológicas detectadas**, ya que estas pueden dar lugar a diagnósticos erróneos. Se debe tener presente que en ciertos casos puede ser necesario completar el estudio con intervención de equipos multidisciplinares con experiencia en patología intersticial (neumólogos, radiólogos, patólogos, inmunólogos, etc.).



Fig. 8.3. Estudio de imágenes radiológicas para el diagnóstico (Fuente: INS)

En el INS se realizan estudios diagnósticos y valoraciones oficiales a un gran número de personas trabajadoras (que son derivados desde los Equipos de Valoración de Incapacidades -EVI-, Mutuas de Accidentes de Trabajo, SPA...) sobre los que existen dudas diagnósticas y, en ocasiones, se llega al diagnóstico de máxima certeza, que conlleva el estudio anatomo-patológico del pulmón (*gold standard*). Esta actividad ha permitido detectar **diagnósticos de silicosis que en realidad son falsos negativos y positivos**. Para evitar estas situaciones es necesario que el personal médico especialista en Medicina del Trabajo, responsable de la VS de las personas trabajadoras con riesgo de exposición a polvo de SCR,

**disponga de una formación y experiencia específicas** en relación al diagnóstico y valoración de la silicosis y demás patologías relacionadas con la exposición a sílice. Dentro de estos conocimientos específicos se ha de incluir, como parte indispensable, la interpretación de la prueba diagnóstica establecida como de primer nivel, utilizada como cribaje en personal expuesto, que es la radiografía simple de tórax. Este personal facultativo debe disponer de un perfecto conocimiento de la clasificación internacional que la Organización Internacional del Trabajo (ILO, en inglés) ha establecido para la interpretación de las neumoconiosis (la clasificación actualmente vigente es del año 2011), siendo necesario también que posean un especial entrenamiento para su correcta aplicación.

Con respecto a los estudios funcionales respiratorios, se precisa también que el responsable de la VS de este personal laboral tenga el conocimiento adecuado para la práctica e interpretación de las pruebas básicas de función pulmonar, la espirometría, conforme a los criterios SEPAR (Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica).

## 8.6. Resultados del reconocimiento médico

Si tras el reconocimiento médico, el personal facultativo del Servicio de Prevención concluye que existe una sospecha razonable de silicosis o cáncer de pulmón, se debe apartar de inmediato a la persona trabajadora de su puesto de trabajo, deteniendo su exposición a polvo de SCR. Dicha persona pasará a una situación en la que su aptitud para el trabajo queda pendiente de valoración durante el tiempo estrictamente necesario para resolver la indeterminación en el diagnóstico. **Durante este periodo no caben calificaciones** que intenten obviar esta situación, como sería la de **“apto pendiente de valoración”**, **ni tampoco la de “no apto” para su puesto de trabajo habitual**, pues este extremo no se ha confirmado.

Mientras dure esta situación, la persona trabajadora afectada deberá ser reubicada en un **puesto exento de riesgo (puesto compatible)**, y si no existiera en la empresa un puesto de tales características, pasará a la situación de incapacidad temporal, por sospecha de EP, durante el tiempo de estudio.

Los estudios necesarios para confirmar dicha sospecha deben realizarse de forma inmediata, enviando el expediente a la entidad colaboradora de la Seguridad Social con la que la empresa tenga concertada la cobertura por contingencias profesionales. Dicha entidad, a su vez, en caso de dudas, puede solicitar

la aclaración o los estudios necesarios en los Servicios de Atención Especializada que correspondan, o a las entidades que considere necesarias para tal fin, como es el caso del propio INS. Es preciso extremar las precauciones para que la confirmación se lleve a cabo por personal cualificado, con el fin de que se realicen los estudios diagnósticos estrictamente necesarios y con menor impacto sobre la salud de la persona trabajadora afectada.

Conforme al punto 5 del PVSE, en lo que respecta a la exposición a SCR, caben tres conclusiones respecto a la aptitud de la persona trabajadora:

- ❖ **Apto:** la persona puede continuar en su puesto habitual.
- ❖ **No apto:** sería el caso de personal con diagnóstico de:
  - Silicosis simple o cáncer de pulmón, sin posibilidad de puesto compatible.
  - Silicosis complicada.
- ❖ **Trabajador especialmente sensible:** en este caso, la aptitud podrá ser con o sin limitaciones para su puesto de trabajo, en función de la influencia de su condición laboral.

En el punto 5 del PVSE para silicosis se especifican los criterios que ha de seguir el personal médico responsable de la VS para concluir el criterio de aptitud adecuado.

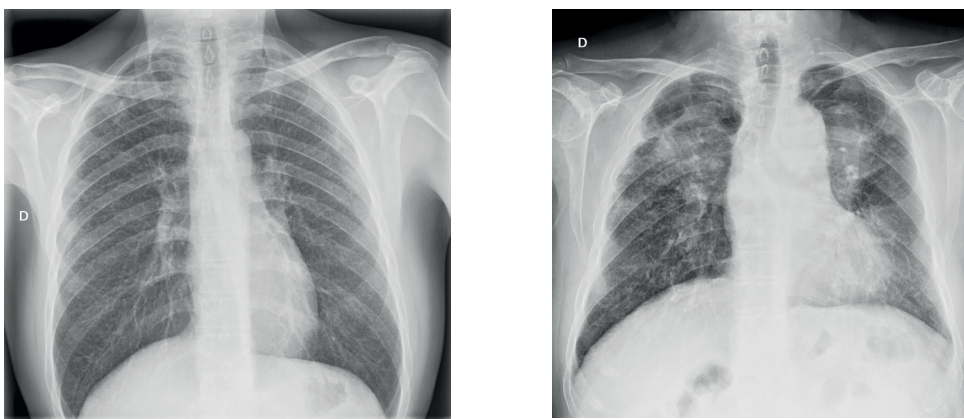


Fig. 8.4. RX de tórax con silicosis simple (izda.) y complicada (dcha.) (Fuente: INS)

De confirmarse el diagnóstico (de silicosis o de cáncer de pulmón), se deberá notificar de inmediato el resultado a la persona trabajadora y la “no aptitud” para el desempeño del puesto de trabajo habitual a la propia empresa. Salvo que la enfermedad dé lugar a una incapacidad laboral permanente, la empresa deberá estudiar la posible reubicación definitiva del trabajador o la trabajadora en un “puesto compatible”, esto es, sin exposición a polvo con contenido en sílice cristalina, y en general a polvo de cualquier clase y/o ambientes que pudieran agravar, por inhalación, la enfermedad respiratoria cuya existencia ya ha sido diagnosticada. **La compatibilidad del puesto** con el estado biológico de cada persona debe ser confirmada por el Servicio de Prevención, previo estudio detallado, certificando que se cumplen las condiciones necesarias.

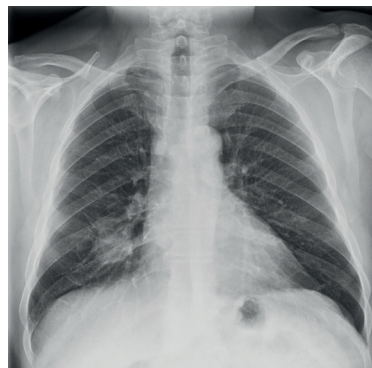


Fig. 8.5. RX de tórax con cáncer de pulmón (Fuente: INS)

Debe tenerse en cuenta que esta certificación **habrá de asegurar que la persona trabajadora enferma no verá agravada su enfermedad en el nuevo puesto al que será destinada**. Será necesaria la confirmación por parte de la Autoridad Laboral, tanto para la certificación de un puesto como compatible, como de su inexistencia o imposibilidad por parte de la empresa para adaptar el que venía ocupando el personal afectado, extremo este en el que se procedería a la baja definitiva de la actividad laboral.

La Entidad Colaboradora de la Seguridad Social es la responsable de enviar al *Sistema de Comunicación de Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social* (CEPROSS), la información correspondiente a cada fase de la gestión de la EP, esto es, baja previa, diagnóstico y confirmación del mismo, en cuyo caso enviará al personal afectado al organismo oficial que corresponda, a los efectos de su propuesta de incapacidad derivada de enfermedad profesional ante los órganos de la Seguridad Social que procedan.

Atendiendo a lo dispuesto en el artículo 9, punto 1, del Real Decreto 665/1997, **los historiales médicos deberán conservarse durante cuarenta años**, una vez terminada la exposición, y si la empresa cesara su actividad en ese plazo, deberá remitirlos a la Autoridad Laboral.

Finalmente, cabe recordar, como se ha reiterado en relación con otros aspectos de la prevención, que la empresa principal asume responsabilidades derivadas de los trabajos que desarrollan en sus instalaciones las empresas contratadas y subcontratadas, así como de los de trabajadores autónomos. De ahí la importancia de exigir el máximo rigor en la VS sobre el personal a estas últimas.

## 8.7. Vigilancia de la Salud en personas trabajadoras con exposiciones a SCR esporádicas, intermitentes u ocasionales

El PVSE para silicosis es de aplicación a personal que esté, haya estado o vaya a estar expuesto a la inhalación de polvo de SCR, pudiendo entenderse que dicha exposición, con independencia de su intensidad, puede darse de una forma mantenida en el tiempo.

Sin embargo, pueden generarse dudas sobre cómo aplicar dicho PVSE al personal cuyas exposiciones sean ocasionales o esporádicas. En general, se trataría de puestos no involucrados directamente en la generación de polvo de SCR, pero en los que, por proximidad, forma de utilización de materiales o condiciones en las que se realiza el trabajo, pudiera ser posible la exposición. Sería el caso del personal dedicado al mantenimiento eléctrico o mecánico, reparaciones, inspección de instalaciones, carga de materiales, etc., y tanto en la propia empresa como en otras en las que se prestasen dichos servicios.

Para estas situaciones, y sin perjuicio del criterio médico para interpretar situaciones específicas, se podría tomar como referencia un criterio similar al establecido en el PVSE para el amianto sobre actividades con exposiciones esporádicas, de conformidad con el artículo 3 del Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, *por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto*. Análogamente, la aplicación del punto 4.1.2. del PVSE para silicosis admitiría ciertas matizaciones o graduaciones para la periodicidad de los estudios radiológicos a realizar, cuando esporádicamente se desarrollen actividades en lugares de trabajo en los que haya constancia de exposiciones de muy baja intensidad (en todo caso por debajo del VLA-ED). Se propone un criterio a seguir en estos supuestos para:



1. **Exposiciones ocasionales para casos de averías, urgencia o necesidad sobrevenida, no estando previsto que vayan a repetirse, pero que se desarrollen en lugares de trabajo en los que la exposición (en caso de producirse) será de muy baja intensidad y siempre inferior al VLA-ED.** En estos casos podría valorarse la no aplicación del PVSE para silicosis.
2. **Exposiciones discontinuas, pero en tareas que hayan podido programarse con antelación, o bien que sea posible que se repitan a corto/medio plazo.** En estos casos será de aplicación el PVSE para silicosis, por lo que la Vigilancia de la Salud se realizará a través de:
  - ❖ Reconocimiento médico inicial previo a la exposición, con el fin de evaluar si existe alguna circunstancia por la que pudiera ser considerado “trabajador/a especialmente sensible” (TES), o incluso si estuviera afectado/a por alguna causa de ineptitud para trabajar con exposición a SCR.
  - ❖ Reconocimientos médicos periódicos, en los que la periodicidad de los estudios radiológicos de tórax se establecerá en función del tiempo acumulado de exposición (en el puesto actual y anteriores, si fuera el caso), calculado a lo largo de toda la vida laboral de las personas trabajadoras:
    - Si es igual o mayor de un año, se aplicará la periodicidad indicada en el PVSE para silicosis con los criterios generales establecidos en el mismo.
    - Si es inferior a un año, y hasta que transcurra dicho periodo, los estudios radiológicos se realizarán, al menos, con periodicidad trienal.

Para el caso del personal externo (incluyendo a los trabajadores autónomos) operaría el deber de coordinación de actividades empresariales (art. 24, Ley 31/1995), pudiendo adoptarse los criterios anteriormente expuestos.

En el diagrama siguiente se resume la propuesta para la periodicidad de rayos X a realizar en los reconocimientos, para el caso de personal con exposiciones esporádicas, intermitentes u ocasionales:

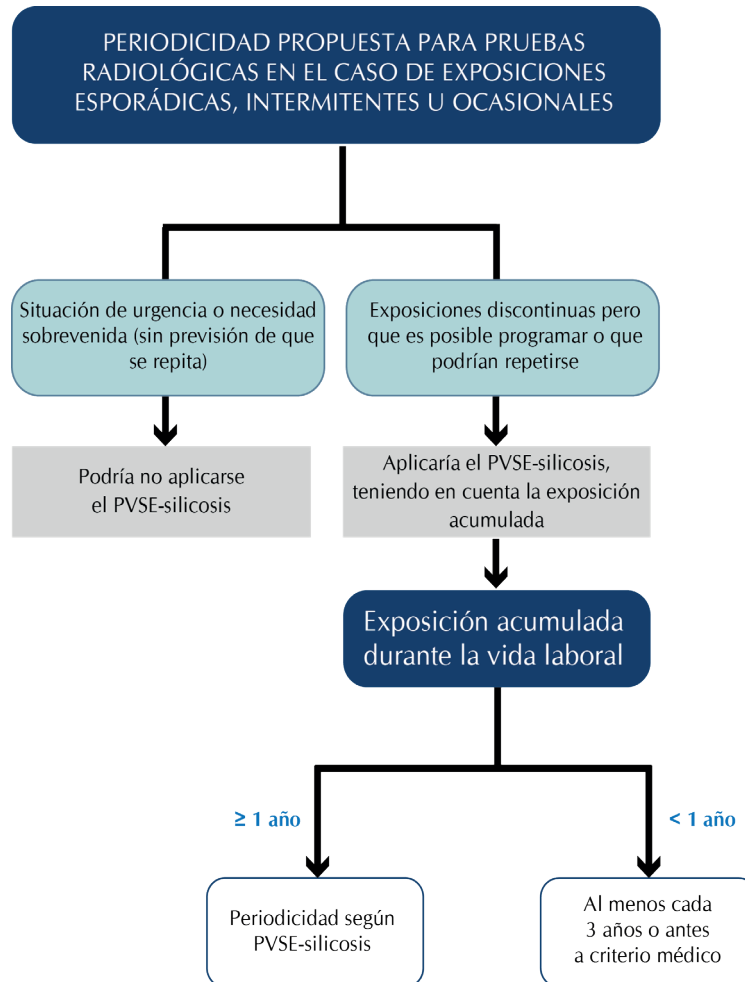


Fig. 8.6. Propuesta INS para la periodicidad de pruebas radiológicas en caso de exposiciones esporádicas, intermitentes u ocasionales

## 8.8. Silicosis y tabaquismo

Diversos estudios consideran que hasta un 70% de los trabajadores del sector minero presentan antecedentes de tabaquismo. Atendiendo a las estadísticas del INS correspondientes al año 2021, de los 168 trabajadores en activo diagnosticados como nuevos casos de silicosis, el 70,2% son fumadores o exfumadores, frente al 44,1% de la población general en España, según los datos del INE. Este hecho es reseñable, ya que el humo del cigarrillo contiene más de 4000 productos químicos, de los cuales 100 son carcinógenos conocidos, y alrededor de 900 son sospechosos de serlo, además de que el consumo de tabaco se relaciona con un gran número de enfermedades respiratorias, como la EPOC o el cáncer de pulmón, y con patologías cardiovasculares como la cardiopatía isquémica y los accidentes cerebrovasculares.

En el ambiente laboral, el tabaquismo podría aumentar el riesgo de padecer estas enfermedades, pero al incrementar también el riesgo de aparición de cáncer de pulmón, los trabajadores expuestos a polvo de SCR, considerado carcinogénico, tendrán un riesgo más elevado debido al efecto sinérgico de ambos factores.

La respuesta pulmonar y los mecanismos subyacentes debidos a la exposición conjunta al humo de tabaco y a la SCR necesitan mayor investigación. Existen estudios realizados en trabajadores con exposición a polvo inorgánico y antecedentes de tabaquismo que mostraron una asociación positiva en cuanto a la aparición de silicosis, aunque debe tenerse en cuenta que los datos obtenidos hasta el momento son limitados.

Además, diversos estudios han sugerido que el tabaquismo causa opacidades radiográficas similares a las resultantes de la inhalación de polvo inorgánico, específicamente opacidades de baja profusión, tipo “p” o “s” 0/1 y 1/0, según directrices de la ILO, y que podrían llevar a confusión al clasificarse como sospechosas de neumoconiosis. Las alteraciones radiográficas descritas se han confirmado en las tomografías de tórax realizadas, correspondiendo a engrosamiento bronquial, enfisema y/o opacidades nodulares milimétricas mal definidas, como ocurre en la bronquiolitis respiratoria asociada al hábito tabáquico.

Estos errores en el diagnóstico podrían llegar a provocar la suspensión de la relación laboral por ineptitud sobrevenida, generando un grave e innecesario perjuicio para las personas trabajadoras afectadas.

No se ha demostrado que el tabaquismo por sí solo ocasione una progresión de la silicosis en los pacientes diagnosticados, sin embargo, los pacientes que padecen silicosis y son fumadores presentan más síntomas respiratorios que los no fumadores, consistentes principalmente en tos y/o disnea con los esfuerzos, y mayor pérdida de función pulmonar.

Además, en aquel personal expuesto a polvo de SCR sin diagnóstico de silicosis, el tabaquismo hace que aumente el riesgo de aparición de tuberculosis pulmonar, llegando a triplicarse en los que padecen silicosis.

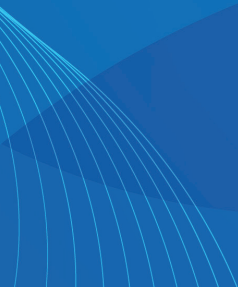


**En el caso de las personas trabajadoras expuestas a polvo de SCR es fundamental la promoción de la deshabituación tabáquica por parte del Servicio de Vigilancia de la Salud.**

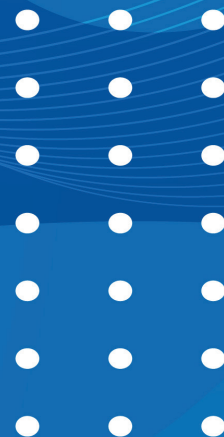
Por todo lo expuesto, es necesario formar y concienciar a trabajadores y trabajadoras sobre el hecho de que dejar de fumar es una medida que reducirá la probabilidad de aparición de enfermedades respiratorias como la EPOC, cáncer de pulmón y tuberculosis. En los diagnosticados de silicosis, el abandono del hábito tabáquico mejorará su calidad de vida, al disminuir los síntomas asociados al fumar, independientemente de la forma clínica de la enfermedad. Para ayudar a las personas trabajadoras a dejar de fumar se debería ofrecer un tratamiento multidisciplinar basado en intervenciones cognitivo-conductuales y farmacoterapia, siendo esta la manera más eficaz para conseguir con éxito el abandono del hábito tabáquico.



9



# Documentación





# 9

## Documentación

## 9. DOCUMENTACIÓN

La empresa está obligada a documentar su actividad preventiva y ponerla a disposición cuando sea requerida por las autoridades competentes, con independencia de las obligaciones de notificación (sin requerimiento previo) a las que se hará mención en el Capítulo 10. Además, en lo necesario para el desarrollo de sus funciones, tendrá que tener acceso a dicha documentación el personal con atribuciones en materia preventiva (Trabajadores Designados, Delegados de Prevención o, en su caso, los que compongan el Comité de Seguridad y Salud), así como los Servicios de Prevención Propios o Ajenos. De igual forma, el resto del personal tendrá acceso, previa solicitud, a la parte de esta documentación que les afecte particularmente.

Conviene recordar que la empresa ha de asegurar el cumplimiento efectivo y real de las obligaciones preventivas y no perseguir un cumplimiento meramente formal o documental de dichas obligaciones. Este fue uno de los objetivos que la Ley 54/2003, de 12 de diciembre, *de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales*, introdujo en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, *de prevención de Riesgos Laborales*. Por tanto, por lo que a la sílice se refiere, la documentación preventiva de la empresa deberá **dejar constancia no solo de las medidas preventivas apropiadas y necesarias** que eliminen, o al menos minimicen, el riesgo por exposición a polvo de SCR, **sino de la que atestigüe la implantación real de las mismas**.

Tanto para dar cumplimiento a estas obligaciones como para una correcta gestión preventiva, debe evitarse que esta documentación se encuentre dispersa, desestructurada o, simplemente, archivada tras recibirla de los Servicios de Prevención, sin comprobación de su contenido o sin una correcta actualización.



Las obligaciones documentales para las empresas se recogen, de forma general, en el artículo 23 de la Ley 31/1995 y en la normativa que la desarrolla, en particular en el artículo 7 del Real Decreto 39/1997. Sin embargo, la nueva consideración como cancerígenos de los trabajos que generen exposición a polvo de SCR introduce nuevas obligaciones en esta materia derivadas del Real Decreto 665/1997. Todos estos requerimientos documentales serán objeto de repaso en el presente capítulo.

## 9.1. Plan de Prevención de Riesgos Laborales

La herramienta esencial por la que se establece la Política de Prevención de Riesgos Laborales y su integración real en el Sistema General de Gestión de la empresa, en todas sus actividades y niveles jerárquicos, es el **Plan de Prevención de Riesgos Laborales (Plan de PRL)**. Dicho Plan **habrá de reflejarse en un documento** que incluirá la identificación de la empresa, su estructura organizativa, funciones y responsabilidades de los niveles jerárquicos, la actividad productiva y su organización en cuanto a procesos, prácticas y procedimientos. Además, se incluirá lo referente a la organización, los recursos y la política y objetivos de la empresa en materia preventiva. En todos estos aspectos se deberá integrar, cuando exista, el riesgo por exposición a polvo de SCR, dejando constancia documental de ello.

La **Evaluación de Riesgos Laborales (ERL)** y la **Planificación de la Actividad Preventiva (PAP)** son los instrumentos esenciales para la gestión y aplicación del Plan de Prevención de Riesgos Laborales, y en ellos habrá de incluirse lo referente a **los trabajos que generen exposición a polvo de SCR**. Dichos trabajos se encuentran incluidos en el anexo I del Real Decreto 39/1997, por lo que **no será posible resumir en un único documento, de extensión reducida, el Plan de PRL**.

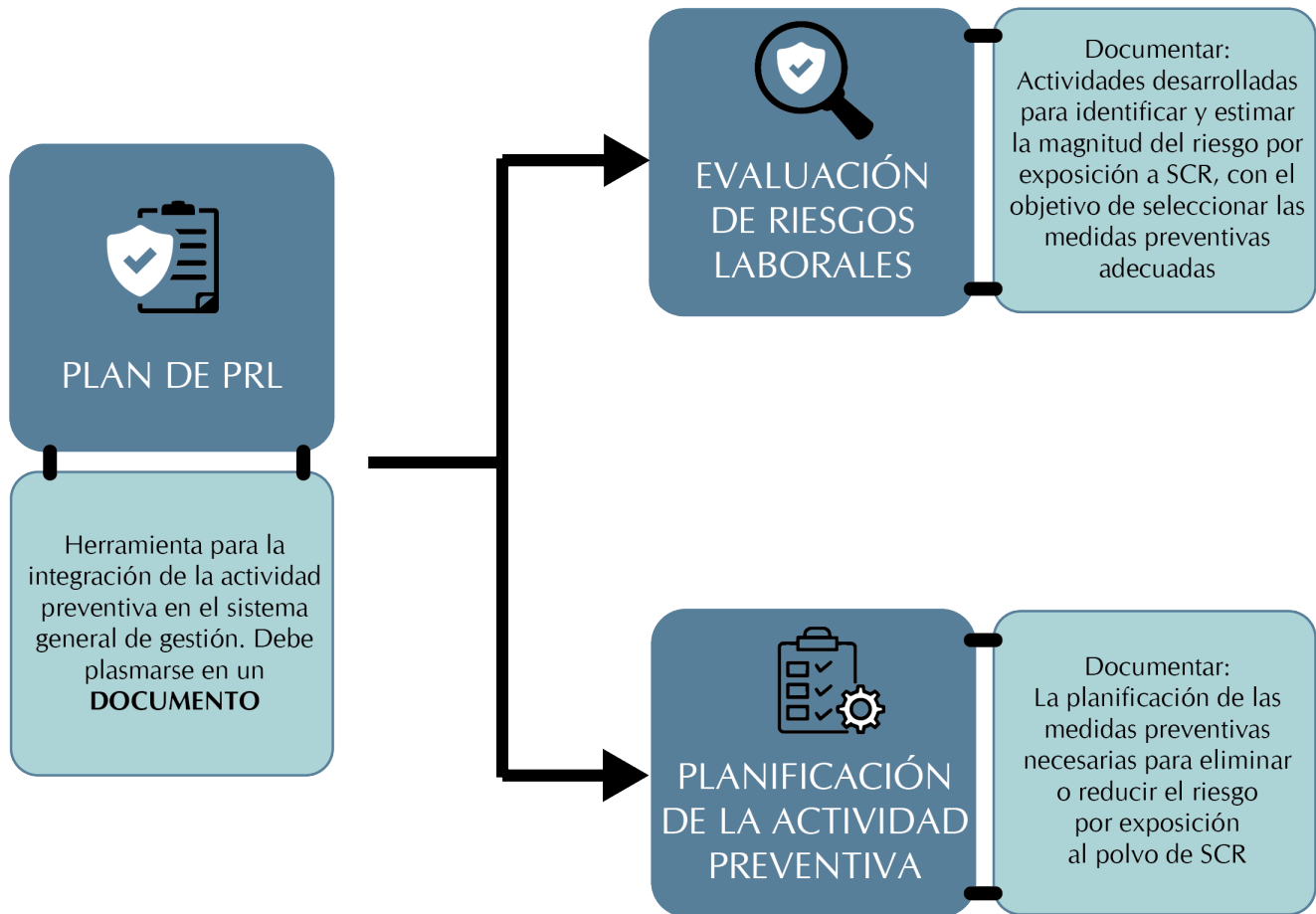


Fig. 9.1. El riesgo de exposición a polvo de SCR en la documentación del Plan de PRL

## 9.2. Evaluación de Riesgos Laborales

La fase inicial previa a la ERL será la **identificación del riesgo** por exposición a SCR que pudiera existir. Se prestará atención a documentar los siguientes aspectos:

- ❖ Contenido silíceo de las materias primas.
- ❖ Organización y características del trabajo y de sus puestos.
- ❖ Los equipos de trabajo y su modo de empleo.
- ❖ El estado de salud del personal que pueda estar expuesto a polvo de SCR.

En esta fase de la evaluación será de gran utilidad la información y documentación proporcionada por los proveedores de equipos de trabajo y sus medidas preventivas y la de los proveedores de materias primas sobre su contenido silíceo, así como **las Fichas de Datos de Seguridad (FDS)** de las sustancias. Asimismo, se deberá tener en cuenta la información y documentación disponibles sobre las medidas de protección colectiva o equipos de protección individual, sus características técnicas y viabilidad para cada situación.

Identificados uno o más riesgos relacionados con la exposición a polvo de SCR generado durante el trabajo, se procederá a **intentar evitarlos**. Este sería el caso cuando, como se indica en artículo 5.1 del Real Decreto 665/1997, es posible sustituir la sílice en las materias primas o bien los procesos que generan polvo de SCR, o ambos, soluciones que habrá que documentar, o bien justificar que no es posible adoptarlas, tal como se ha visto en el Capítulo 4 de esta Guía.

Respecto al deber de programar la sustitución, se incluirá en la documentación:

- ❖ La justificación de la **necesidad de utilización de sílice cristalina**.
- ❖ El **estudio de las alternativas** para llevar a cabo la sustitución de la sílice o del procedimiento que genera su puesta en suspensión en forma de polvo de SCR.

- ❖ La **justificación de la imposibilidad de la sustitución** del agente o el procedimiento (si fuera el caso).
- ❖ Las actuaciones concretas que se han llevado a cabo a tal efecto.

Si la sustitución no es viable se procederá a **evaluar los riesgos**, determinando la naturaleza, grado y duración de la exposición a SCR del personal.

Todo ello formará parte de la documentación correspondiente a la evaluación de riesgos, en la que también se debería reflejar:

- ❖ La **identificación de los puestos** de trabajo con exposición, por vía inhalatoria, a polvo respirable de SCR. En caso de duda, en puestos no directamente involucrados en los trabajos que generan polvo de SCR, puede ser necesaria la realización de mediciones ambientales para confirmar o descartar la presencia de SCR.
- ❖ La **magnitud del riesgo**, mediante mediciones personales de la exposición.
- ❖ Los **resultados** de la evaluación a que se refiere el punto anterior y la comparación con el VLA-ED (ver Capítulo 3).
- ❖ Deberán consignarse, además de los resultados, la normativa específica de aplicación considerada o, de no existir, los **criterios y procedimientos** de evaluación y de los métodos de medición, análisis o ensayo utilizados que justifiquen que el resultado sea de confianza, en línea con lo especificado en el Capítulo 3 de esta Guía.
- ❖ La **relación de personal** expuesto, indicando la concentración, frecuencia y duración de su exposición.

### 9.2.1. Controles periódicos

Cuando la evaluación exija la realización de controles con mediciones, análisis o ensayos, y sea necesaria su repetición periódica para asegurar que las condiciones de exposición se mantienen en el tiempo, deberá consignarse en la documentación de la evaluación de riesgos el **tipo de controles** y la **periodicidad recomendada** en función de la normativa o los criterios aplicados (ver Capítulo 3 de esta Guía), con el fin de que se incluya en la planificación de la actividad preventiva de la empresa.

## 9.2.2. Reevaluación y revisión de la ERL

Debe incluirse en la documentación preventiva las situaciones en que será necesario volver a evaluar los puestos, tales como las siguientes:

- ❖ **Implantación de equipos de trabajo, tecnologías o acondicionamiento de los lugares de trabajo** que puedan suponer puesta en suspensión de polvo silíceo, o cambios en los ya existentes.
- ❖ La incorporación de personal cuyas características individuales o estado biológico conocido lo hagan **especialmente sensible** a la exposición a SCR respecto a las condiciones del puesto al que haya sido destinado (trabajadoras embarazadas, personas con afectaciones pulmonares, diagnóstico de silicosis o cáncer de pulmón...).
- ❖ **El cambio en las condiciones de trabajo** en relación con la exposición del personal a polvo de SCR. En este sentido, la nueva consideración como cancerígeno del polvo de SCR constituye un cambio en las condiciones de trabajo.

Además, la evaluación de riesgos **debe revisarse**, y con ello la documentación relacionada, cuando:

- ❖ Así lo establezca una disposición específica.
- ❖ Con la periodicidad determinada por los controles periódicos de la exposición (Norma UNE-EN 689:2019, ITC 02.0.02...).
- ❖ Cuando los controles de exposición a polvo de SCR o los de la Vigilancia de la Salud pongan de manifiesto que las medidas preventivas son insuficientes o inadecuadas.
- ❖ Siempre que se hayan detectado daños a la salud del personal, teniendo en cuenta, además, la investigación de dichos daños y la información epidemiológica disponible.
- ❖ Cuando así haya sido acordado con el personal.

En ausencia de normativa específica respecto al plazo para la actualización de la evaluación de riesgos, en la presente Guía se recomienda (ver Capítulo 3) que este periodo no sea superior a tres años. En consecuencia, salvo que se dé alguno de los casos recogidos en los puntos anteriores, **la documentación deberá ser actualizada** con igual periodicidad.

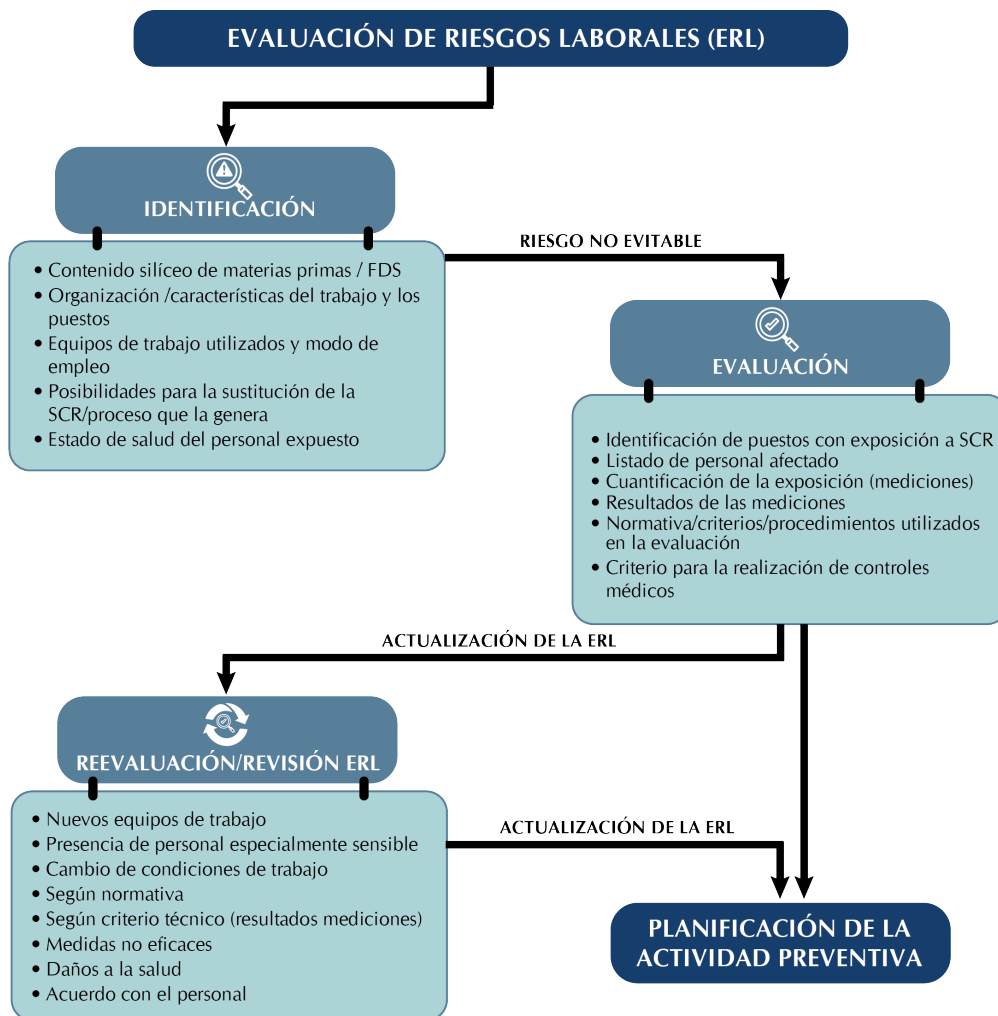


Fig. 9.2. Aspectos a documentar en la ERL, en relación con el riesgo de exposición a polvo de SCR

### 9.3. Planificación de la Actividad Preventiva

Realizada la evaluación de los riesgos, y en virtud de los resultados obtenidos, se procederá a la toma de decisiones necesarias para evitar, reducir o controlar el riesgo por exposición a polvo de SCR mediante la adopción de medidas preventivas, respetando en su elección la jerarquía establecida en el Real Decreto 665/1997. Una adecuada evaluación del riesgo nos permitirá decidir acerca de las medidas preventivas u organizativas, si fuesen necesarias, así como sobre las de protección colectiva, las de protección individual, la formación e información que será necesario proporcionar al personal sobre prevención frente a la exposición a SCR.

Además, será necesario que todas estas medidas mantengan su efectividad con controles periódicos en los puestos de trabajo, así como controles del estado de salud del personal, conforme a protocolos de vigilancia sanitaria específicos, y programar la reevaluación o revisión de la evaluación de riesgos.

Es importante que se disponga de **soporte documental de las actuaciones preventivas** mencionadas, muy **especialmente del relacionado con la aplicación real de las mismas**. Por ello, en el documento PAP habrá que incluir la siguiente información:

- ❖ **Plazos** para llevarlas a cabo, indicando fechas de inicio y fin previstas. Cuando la medida se haya ejecutado o deba realizarse de forma periódica, se establecerá un registro de las actuaciones realizadas con la fecha y la persona que las ha llevado a efecto.
- ❖ Designación de **responsables**.
- ❖ **Recursos** humanos y materiales necesarios para su ejecución, así como la asignación de los recursos económicos para llevar a cabo los objetivos propuestos.
- ❖ Las **medidas temporales** necesarias durante el plazo de implantación de las medidas definitivas.



**Fig. 9.3.** Aspectos de la planificación preventiva objeto de documentación (Fuente: INS)

A continuación, se desarrollan con más detalle algunos de los aspectos documentales de la planificación de las actividades preventivas.



### 9.3.1. Seguimiento de las medidas preventivas

Para asegurar la efectividad real de las medidas preventivas implantadas será necesario realizar un seguimiento, del que se documentarán y registrarán:

- ❖ Control de que los **procedimientos de trabajo seguro** diseñados y las medidas preventivas que se ha decidido aplicar son los adecuados para las tareas relacionadas con las operaciones de producción, y también las auxiliares de reparación, transformación, mantenimiento y limpieza, incluyendo los EPR específicos que fueran necesarios para desarrollar estas tareas. Este tipo de medidas serán también aplicables a las exposiciones accidentales y no regulares contempladas en el artículo 7 del Real Decreto 665/1997 y en el Capítulo 7 de esta Guía.
- ❖ La **implantación efectiva de las actividades preventivas** frente a la exposición a polvo silíceo, incluidas en la planificación, efectuando para ello un seguimiento de las mismas con medidas tales como la utilización de registros de implantación del proceso desde el inicio hasta su fin u otros registros que proporcionen constancia documental.
- ❖ Los **controles periódicos** para comprobar que la exposición a polvo de SCR permanece controlada, y que las medidas preventivas implantadas contribuyen a rebajarla hasta donde sea técnicamente posible. Se registrarán las visitas de control y comprobaciones técnicas, que podrían hacer necesarias mediciones del nivel de exposición con sus correspondientes informes de resultados.
- ❖ Las actuaciones de **mantenimiento predictivo y preventivo** (también el correctivo) de las medidas preventivas implantadas, es decir, lo relacionado con la utilización y mantenimiento de equipos destinados a la prevención de la exposición a polvo de SCR (captación de polvo, inyección de agua, nebulización o pulverización para la precipitación de partículas...), y su control y seguimiento (procedimientos de actuación, registros de control y seguimiento que aseguren su correcto funcionamiento...).

### 9.3.2. Equipos de protección respiratoria

Respecto a los equipos de protección individual, en concreto los EPR, se documentará:

- ❖ La **clase adecuada y los criterios de selección de los EPR** para el desempeño de los trabajos en los que se requiera su empleo.
- ❖ Los **registros de entrega** de EPR al personal con acuse de recibo por su parte.
- ❖ **Registros** de los controles realizados por la empresa o persona designada, con el objetivo de velar por su **uso efectivo**.
- ❖ Las **pruebas de efectividad del ajuste**, cuando se realicen o resulten obligatorias (como ocurre en el caso del ámbito minero).

### 9.3.3. Personal expuesto

Respecto al personal expuesto a polvo de SCR, el Real Decreto 665/1997 añade a las obligaciones documentales ya existentes, las de incluir:

- ❖ La **lista actualizada del personal expuesto** que realiza las actividades en las que los resultados de las evaluaciones revelen algún riesgo para la seguridad o la salud de las personas trabajadoras, indicando las concentraciones ambientales a las cuales hayan estado sometidas en la empresa. La lista mencionada deberá conservarse durante cuarenta años, una vez finalizada la exposición, y remitirse a la autoridad laboral en el caso de cese de actividad de la empresa antes de la finalización de dicho plazo.
- ❖ Los **valores de exposición diaria** a polvo de SCR de cada persona trabajadora, o de cada puesto de trabajo con la relación de personal que lo ha ocupado.
- ❖ Los trabajos con agentes cancerígenos o mutágenos pueden influir negativamente en la salud de las **trabajadoras embarazadas o en periodo de lactancia natural**. Para estas

trabajadoras especialmente sensibles, se estará a lo dispuesto en el artículo 26 de la Ley 31/1995 y en el artículo 4 y anexos VII y VIII del Real Decreto 39/1997. Para su cumplimiento será necesario incluir en la documentación:

- La **relación de puestos** de trabajo para los que la exposición a SCR resulta incompatible con el embarazo o la lactancia por parte de las citadas trabajadoras.
- Una vez comunicada la situación de embarazo o lactancia a la empresa, conforme a lo dispuesto en el artículo 26 del Real Decreto 39/1997, esta estudiará las posibilidades de adaptación del puesto o, en su defecto, la de cambio a otro **puesto compatible** exento de riesgo. En este caso, la empresa documentará esta situación, incluyendo los **certificados o informes médicos correspondientes**.
- La **lista**, previa consulta con los representantes del personal, **de los puestos de trabajo exentos de exposición a polvo de SCR**, compatibles para ser ocupados por trabajadoras en situación de embarazo o lactancia. Si esto tampoco fuera posible, la trabajadora pasaría a la situación de suspensión de contrato mientras dure la situación de riesgo.

### 9.3.4. Vigilancia de la Salud

Respecto a la Vigilancia de la Salud y su documentación correspondiente, la empresa debería disponer de:

- ❖ Documentación que acredite haber realizado los controles del estado de salud. En la misma debería constar, para cada persona trabajadora, la **periodicidad asignada a las radiografías** de tórax, que debe ser conforme con el PVSE para silicosis.
- ❖ Conclusiones obtenidas de los mismos, limitada a los **certificados o informes sobre la aptitud** del personal para el puesto de trabajo.

- ❖ Las medidas adoptadas por la empresa para asegurarse de que el SPA responsable de la VS conserve los historiales médicos individuales (se entiende esto sin que la empresa tenga acceso o conserve copia de los mismos). Dichos **historiales deberán conservarse durante cuarenta años** después de terminada la exposición, remitiéndose a la autoridad laboral en caso de que la empresa cese en su actividad antes de dicho plazo. Estos historiales serán proporcionados por la autoridad laboral a la sanitaria, quien los conservará, garantizándose en todo caso la confidencialidad de la información en ellos contenida. En ningún caso la autoridad laboral mantendrá copia de los citados historiales.
- ❖ La **relación de enfermedades profesionales declaradas** por silicosis o cáncer de pulmón y una **copia de la notificación** que debe realizar la empresa en estos casos.
- ❖ La documentación relacionada con la **investigación** que es obligatorio realizar cuando se producen daños para la salud del personal por silicosis o cáncer de pulmón, o cuando los controles periódicos revelen que las medidas de prevención sean erróneas o insuficientes, con el fin de detectar las causas de estos hechos.

### 9.3.5. Consulta y participación del personal

A este respecto, sería objeto de documentación:

- ❖ Lo referente a la **consulta y participación** del personal en relación con las cuestiones sobre exposición a SCR que puedan afectar a su salud. Por ejemplo, este sería el caso de las actas de las reuniones de los Comités de Seguridad y Salud; los resultados de mediciones de exposición realizadas; la de participación en la elección de los EPR a utilizar o en las medidas preventivas a implantar. Otros aspectos en relación con la consulta y participación, como son los del Capítulo 12 de esta Guía, deben ser convenientemente documentados.

### 9.3.6. Formación e información del personal

La empresa habrá de conservar un **registro de la formación e información** proporcionada a su personal en relación con el riesgo derivado de la exposición a polvo de SCR. Entre otros aspectos, la información relacionada con:

- ❖ Los **riesgos** por exposición a polvo de SCR para el personal como consecuencia de su trabajo (en la empresa en su conjunto y en el puesto de trabajo).
- ❖ Las **medidas** y actividades de protección y prevención.
- ❖ Los **niveles** de exposición a los que esté expuesto.

Respecto a la formación, se documentarán cuestiones tales como:

- ❖ Registro de **asistentes**, fecha y duración de las actividades formativas.
- ❖ **Personas o entidades** que desarrollan la formación y su capacitación.
- ❖ **Contenido** detallado del temario y cuestiones tratadas de carácter general y específico para el puesto.
- ❖ **Periodicidad** programada de las acciones formativas.

Para conocer con más detalle las cuestiones a documentar en este apartado, se recomienda consultar el Capítulo 11 de esta Guía.

### 9.3.7. Coordinación de actividades empresariales

También debe tenerse presente que se generará una documentación relacionada con la coordinación de actividades empresariales (CAE), para el caso de concurrencia de dos o más empresas (o de trabajadores por cuenta propia o autónomos) en un mismo centro de trabajo. Estas han de coordinarse entre sí y cooperar para aplicar la normativa de PRL, tal como establece el artículo 24 de la Ley 31/1995. Este

artículo se ha desarrollado a través del Real Decreto 171/2004, en el que se establecen obligaciones y actuaciones específicas para cada una de las empresas presentes (según que actúen como titular, principal, contratista, subcontratista o autónomo). Así, entre otras cuestiones, y de forma no exhaustiva, el intercambio de información para llevar a cabo la CAE podrá hacer necesario documentar:

- ❖ La información que la empresa titular debe trasladar al resto de empresas concurrentes sobre los riesgos del centro, las medidas preventivas y de emergencia o las instrucciones de trabajo cuando disponga de personal en el centro.
- ❖ Una vez recibida por las empresas concurrentes la información preventiva de la titular, esta a su vez deberá recogerse en sus respectivas evaluaciones de riesgos y planificaciones de la actividad preventiva.
- ❖ La información preventiva con la que recíprocamente deben informarse las empresas concurrentes sobre sus riesgos específicos que puedan afectar a personal de otras empresas o los que resulten de la interacción entre ellas y que deberán trasladar a su respectivo personal, como es la referente a la determinación de medios de coordinación o la designación de una o más personas encargadas de la misma, cuando fuera necesario.
- ❖ En el caso de empresas principales, la relacionada con su deber de vigilar el cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales por parte de contratistas y subcontratistas.

Aunque es aconsejable documentar todas las actuaciones preventivas, sobre las cuestiones anteriores en ciertos casos se admiten los intercambios de información verbal. Sin embargo, el Real Decreto es taxativo en cuanto a que debe recogerse por escrito:

- ❖ **Toda la información preventiva**, como es el caso de la descrita en los apartados anteriores, y aquella otra que fuera necesaria se facilitará **por escrito** cuando alguna de las empresas concurrentes genere riesgos calificados como graves o muy graves. Por su consideración como cancerígenos, este **sería el caso de los trabajos que generan polvo con contenido en SCR.**

- ❖ En el caso de las empresas **contratistas y subcontratistas**, han de acreditar por escrito a la **empresa principal** que han realizado, para los trabajos contratados, la evaluación de riesgos y la planificación de la actividad preventiva, y que han cumplido con sus obligaciones en materia de formación e información de su personal presente en el centro. Para ello, habrán de tener en cuenta lo indicado en el párrafo anterior para el **caso de trabajos que generen polvo de SCR**.

Toda la información o documentación sobre CAE formalizada por escrito formará parte de la documentación preventiva de la empresa a la que hace referencia el artículo 23 de la Ley 31/1995.

Algunos sectores de actividad disponen de normativa específica para la CAE. Este sería el caso de las Industrias extractivas o mineras, o el de la Construcción.

En el caso de la **Construcción**, además de lo expuesto en los párrafos anteriores, debe tenerse en cuenta lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, *por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción*, sector en el que existen obligaciones documentales específicas. Así, entre otros documentos que se incluyen en el mismo con carácter obligatorio, se encuentran el *Estudio de Seguridad y Salud* (para determinadas empresas), el *Estudio Básico de Seguridad y Salud* (para el resto), el *Plan de Seguridad y Salud* como instrumento básico de ordenación para la identificación, evaluación y planificación de los riesgos, y para cuyo seguimiento y control se utiliza el *Libro de incidencias*.

Por otra parte, para el **ámbito minero** su normativa específica también incluye obligaciones documentales propias. Dado que este sector será objeto de un apéndice de esta Guía, tan solo se cita aquí la normativa de referencia al respecto, entre la que cabe destacar:

- ❖ El Real Decreto 1389/1997, de 5 de septiembre, *por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras*, que incluye referencia a instrucciones, autorizaciones y demás documentos específicos para la actividad y la coordinación de actividades empresariales en el sector.
- ❖ La Orden ITC/101/2006, de 23 de enero, *por la que se regula el contenido mínimo y estructura del documento sobre seguridad y salud para la industria extractiva*, que también cuenta con apartados referentes a la CAE.

- ❖ La Orden TED/252/2020, de 6 de marzo, por la que se reserva a los Directores Facultativos la función de organizar la CAE.
- ❖ El Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, *por el que se aprueba Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera*, en cuyo artículo 5 hace referencia a las disposiciones internas de seguridad que podrá establecer el Director Facultativo cuando sea preciso la adaptación, en casos concretos, de las medidas del Reglamento y de las disposiciones que lo desarrollan.

## 9.4. Servicios de Prevención y entidades especializadas

En el caso de ser necesario el concierto de actividades con entidades especializadas que proporcionen a la empresa apoyo para el desarrollo de las medidas preventivas, se generarán los correspondientes registros. Por ello, ha de tenerse en cuenta la documentación que se deriva de la actividad de los Servicios de Prevención Propios (SPP) y las entidades especializadas (SPA y/o Entidades Auditoras) que intervienen en las actuaciones preventivas.

### 9.4.1. Servicios de Prevención Propios

En el caso de que la empresa tenga la obligación legal de constituir u opte por la modalidad preventiva de un SPP, será este el que, por lo general, elabore el Plan de Prevención de Riesgos Laborales, la Evaluación de Riesgos y la Planificación de la actividad preventiva, según lo visto en los apartados anteriores. Además, la empresa deberá confeccionar anualmente y mantener a disposición de las autoridades laborales y sanitarias competentes, así como del Comité de Seguridad y Salud, la **memoria y programación anual** del Servicio de Prevención.

Las actividades desarrolladas por el SPP estarán sometidas a las auditorías que se mencionan en el siguiente apartado.



## 9.4.2. Auditorías

Las empresas que desarrollen las actividades preventivas con recursos propios o bien con recursos propios y ajenos (modalidad mixta) deberán someter aquellas actividades preventivas desarrolladas con recursos propios al control de una auditoría, cuyas conclusiones se reflejarán en el **Informe de Auditoría**.

La primera auditoría del sistema de prevención de la empresa deberá llevarse a cabo dentro de los doce meses siguientes al momento en que se disponga de la planificación, y de forma general, deberá repetirse cada dos años en el caso de actividades incluidas en el anexo I del Real Decreto 39/1997, de conformidad con el artículo 30 del mismo. Entre esas actividades, las que guardan o pueden guardar relación con la SCR, serían la siguientes:



- ❖ Trabajos con exposición a agentes cancerígenos



- ❖ Trabajos propios de minería a cielo abierto y de interior, y sondeos en superficie terrestre o en plataformas marinas



- ❖ Actividades en obras de construcción, excavación, movimientos de tierras y túneles, con riesgo de caída de altura o sepultamiento



- ❖ Actividades en la industria siderúrgica y en la construcción naval



- ❖ Trabajos que produzcan concentraciones elevadas de polvo silíceo

Si se generasen no conformidades y fuesen necesarias medidas correctoras también habría que documentar su implementación, además de incluirlas en la planificación de la actividad preventiva.

### 9.4.3. Servicios de Prevención Ajenos

Cuando la empresa no cuente con suficientes recursos propios para el desarrollo de la actividad preventiva y precise de uno o varios SPA, se deberá concertar por escrito la prestación. Dicho concierto consignará, como mínimo, los siguientes aspectos:

- ❖ Identificación del Servicio o Servicios de Prevención Ajenos
- ❖ Identificación de la empresa y sus centros de trabajo
- ❖ Especialidad o especialidades preventivas objeto del concierto
- ❖ La obligación del Servicio de Prevención de realizar la memoria anual de sus actividades
- ❖ El compromiso de la empresa de comunicar al SPA los daños a la salud derivados del trabajo

Las entidades especializadas que actúen como Servicios de Prevención han de estar acreditadas por la autoridad laboral. Además, las personas o entidades especializadas que realicen auditorías o evaluaciones de los sistemas de prevención deben ser autorizadas para tal fin. Por lo tanto, se tendrá constancia documental de dichas acreditaciones y/o autorizaciones.



Fig. 9.4. Página web para la consulta de SPA acreditados (Fuente: aplicación SERPA. Ministerio de Trabajo y Economía Social)

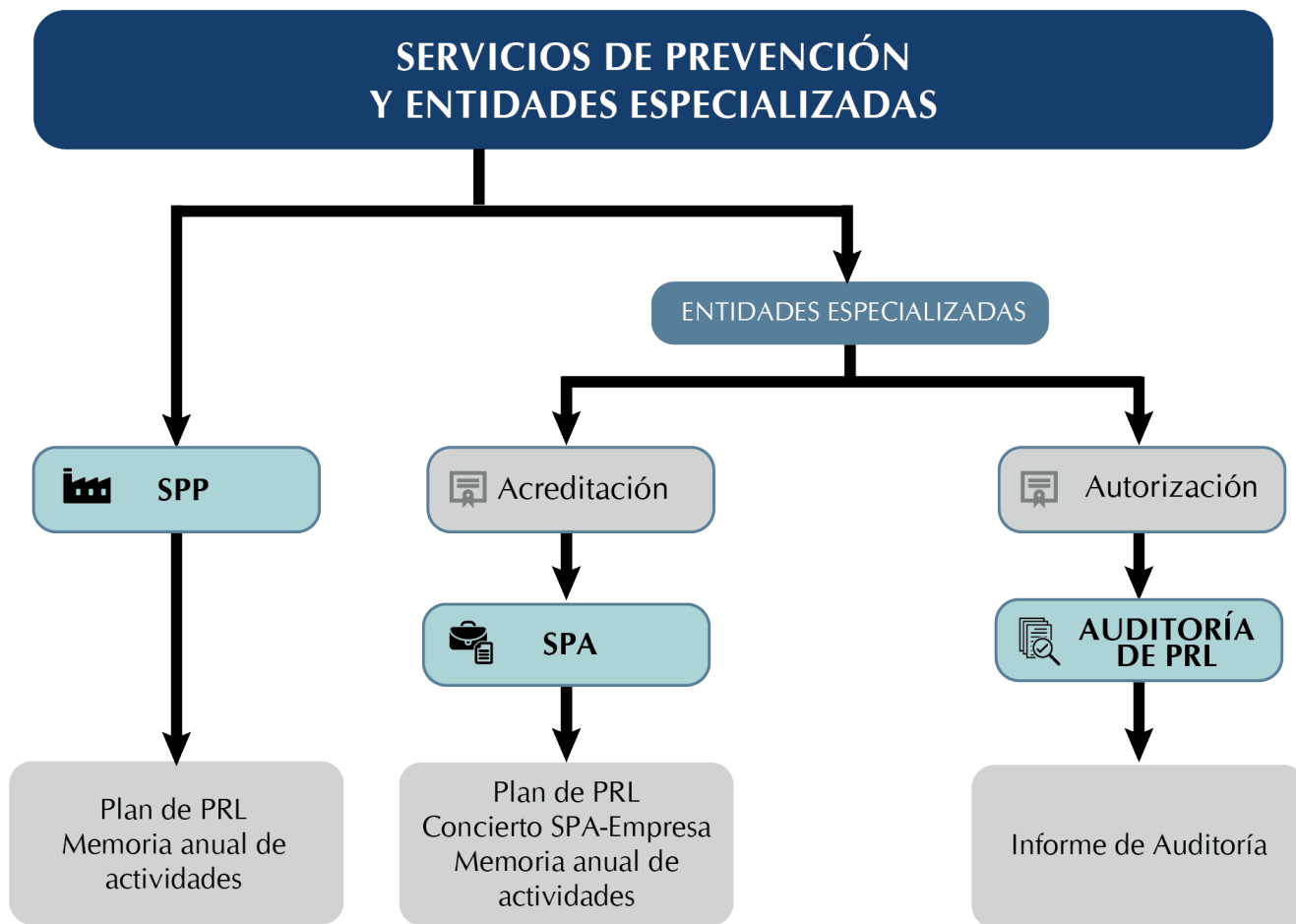


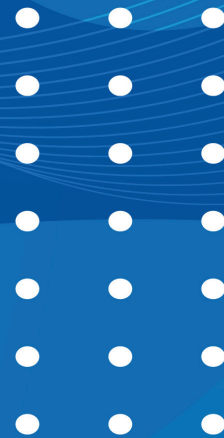
Fig. 9.5. Documentación sobre Servicios de Prevención y Auditoría



The background is a solid blue color with several overlapping, semi-transparent organic shapes in various shades of blue. There are also several geometric elements: four white L-shaped corner brackets arranged around the central text, and two blue diagonal lines with a slight gradient and a drop shadow effect. The overall aesthetic is clean, modern, and professional.

10

# Información a las Autoridades





10

Información a las  
Autoridades

## 10. INFORMACIÓN A LAS AUTORIDADES

Como se ha visto en el capítulo anterior, la LPRL obliga a las empresas a mantener una documentación actualizada a disposición de las Autoridades Laboral y Sanitaria, recayendo así mismo sobre aquellas la obligación de notificar o enviar información a dichas Autoridades en determinadas circunstancias, lo cual resulta objeto de este capítulo.

### 10.1. Autoridades Competentes

Las competencias de vigilancia y control sobre el cumplimiento de la normativa de Prevención de Riesgos Laborales y, en su caso, de sancionar los incumplimientos, corresponden a la Autoridad Laboral de cada Comunidad Autónoma o Ciudad con Estatuto de Autonomía, reservando para la Autoridad Sanitaria los aspectos relacionados con la VS de las personas trabajadoras y, en concreto, las actuaciones definidas en el artículo 10 de la LPRL.

Parece conveniente, en primer lugar, definir qué se entiende por Autoridades Competentes. Dado que las competencias en materia laboral han sido transferidas a las Comunidades Autónomas, serán estas las que determinen los órganos que tendrán la consideración de **Autoridades Competentes**. De forma general puede considerarse lo siguiente:

- ❖ **Autoridad Laboral Competente:** Es el órgano de la Comunidad Autónoma que ejerce las competencias en materia de trabajo. Generalmente, las Direcciones Generales de Trabajo o de Empleo y las Delegaciones del Gobierno en las Ciudades Autónomas de Ceuta y Melilla.
- ❖ **Autoridad Sanitaria Competente:** Es el órgano de la Comunidad Autónoma que ejerce las competencias sanitarias. Generalmente, la Consejería de Sanidad o departamento delegado.



## 10.2. Comunicación de la enfermedad profesional

El artículo 23 de la LPRL señala la documentación que las empresas deberán elaborar y conservar a disposición de las Autoridades Laboral y Sanitaria (ver Capítulo 9), pero también la que aquellas deberán remitirles en determinadas situaciones. En especial, **las empresas están obligadas a notificar por escrito a la Autoridad Laboral los daños para la salud del personal** a su servicio cuando estos se hubieran producido con motivo del desarrollo de su trabajo. Esta notificación se realizará conforme al procedimiento que reglamentariamente se determine.

Como se ha descrito en el Capítulo 8 dedicado a la Vigilancia de la Salud, en el caso de los trabajos que supongan exposición a polvo de SCR pueden producirse daños para la salud de las personas trabajadoras en forma de enfermedades pulmonares, como son la **silicosis o el cáncer de pulmón**. Ambas se encuentran recogidas como enfermedades profesionales en el Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, *por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro*, por lo que **deben ser notificadas a las Autoridades Laborales (art. 23.3 LPRL y art. 10.2 del Real Decreto 665/1997) cuando se tenga conocimiento de ellas**.

Este Real Decreto tiene como objetivo, entre otros, modificar el sistema de declaración de las enfermedades profesionales, siendo esta una cuestión especialmente relevante para aquellas cuyos efectos se hacen patentes tras años de exposición, lo cual sucede de manera habitual en el caso de la silicosis y el cáncer de pulmón de origen laboral. Por ello, es importante que la declaración o notificación de diagnósticos confirmados o sospechosos se vincule con el personal médico responsable del propio diagnóstico.

Así, tanto en el Real Decreto citado, como en la Orden TAS/1/2007, de 2 de enero, *por la que se establece el modelo de parte de enfermedad profesional, se dictan normas para su elaboración y transmisión y se crea el correspondiente fichero de datos personales*, se determina que los servicios médicos de las empresas colaboradoras en la gestión de las contingencias profesionales, una vez realizado el diagnóstico de silicosis o cáncer de pulmón, disponen de un plazo de 3 días hábiles para dar traslado del mismo a la entidad gestora o colaboradora. Dicha entidad es quien elabora el parte de enfermedad profesional y realiza la notificación a la Autoridad Laboral vía electrónica a través de la aplicación CEPROSS.

Además de esto, tanto **el personal facultativo del Sistema Nacional de Salud como el de los Servicios de Prevención** de las empresas, cuando tuvieran conocimiento de la existencia de enfermedad profesional por diagnóstico o sospecha de silicosis o cáncer de pulmón, han de comunicarlo:

- ❖ Al organismo competente de las CC. AA.
- ❖ A la entidad gestora o colaboradora de la Seguridad Social que tenga asumida la gestión de las contingencias profesionales.

### 10.2.1. Parte de enfermedad profesional

El modelo de parte de enfermedad profesional y el mecanismo para su transmisión electrónica se establecen en la Orden TAS/1/2007, donde se recoge:

- ❖ El modelo de parte.
- ❖ La entidad responsable de su elaboración, en este caso las entidades gestoras/colaboradoras de la Seguridad Social que asumen la protección de las contingencias profesionales.
- ❖ La información que sea requerida a la empresa (y del diagnóstico en el caso de las empresas colaboradoras).
- ❖ Procedimiento: electrónico para su transmisión mediante la aplicación informática CEPROSS, para facilitar el flujo de información entre entidad gestora/colaboradora, empresa, Autoridad Laboral, Inspección de Trabajo, Servicios de Prevención y resto de instituciones afectadas.
- ❖ Formato: este será exclusivamente electrónico. Solo dispondrá de copias en papel para el trabajador y para la empresa (esta última con los contenidos limitados a lo que normativamente pueda ser de su conocimiento), previa solicitud expresa.
- ❖ Comunicación inicial: plazo de diez días hábiles a contar desde la fecha de diagnóstico.
- ❖ Envío de los datos del anexo de la Orden TAS/1/2007: plazo máximo de cinco días hábiles posteriores a la comunicación inicial.

El siguiente diagrama describe el proceso de notificación de enfermedad profesional:

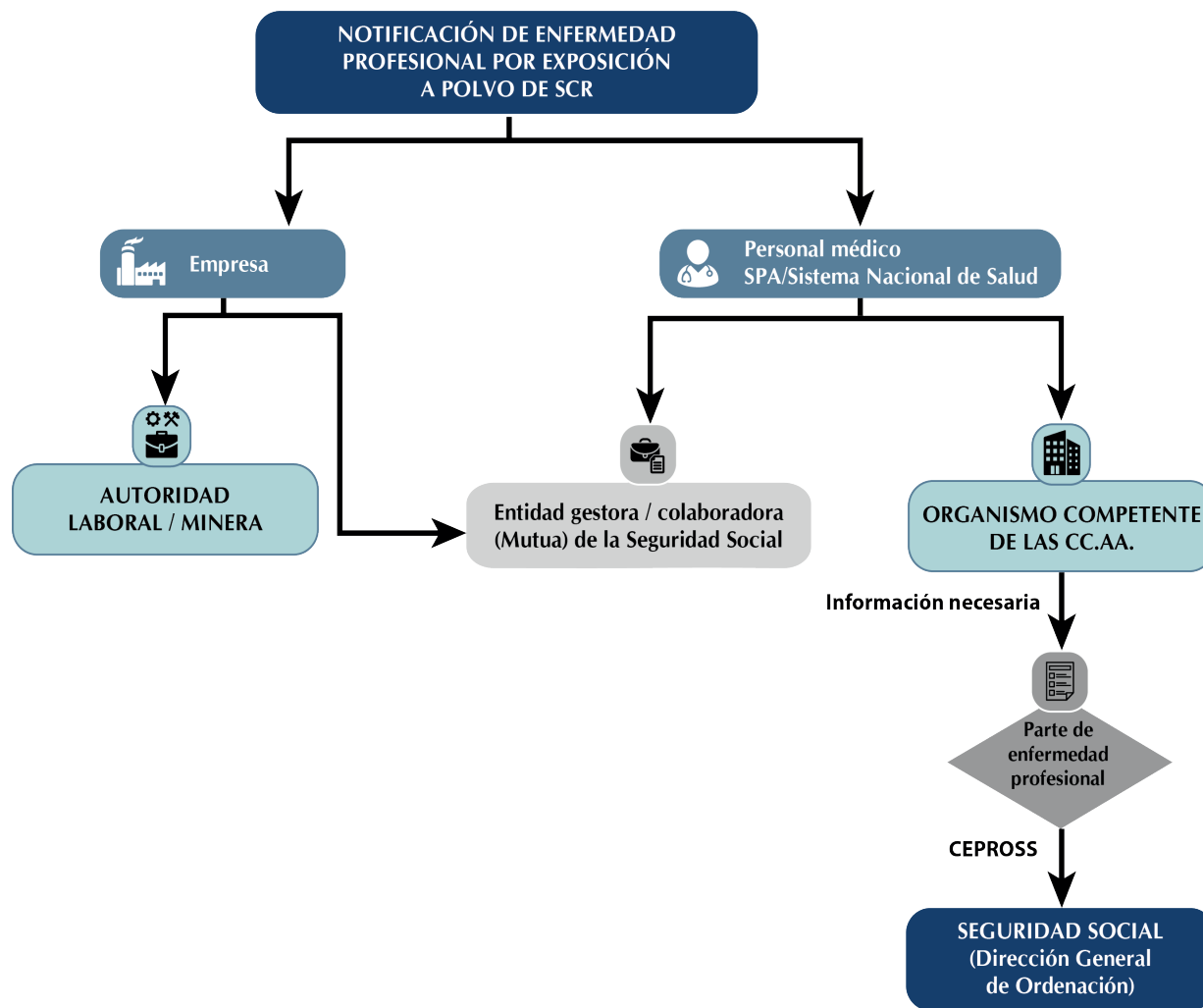


Fig. 10.1. Obligaciones de notificación de enfermedad profesional

## 10.3. Información a la Autoridad Laboral

La empresa, además de tener a disposición de las Autoridades Laboral y Sanitaria la información que se detalla particularmente en los artículos 9 y 10 del Real Decreto 665/1997, artículo 23 de la Ley 31/1995 y artículo 7, del Real Decreto 39/1997 y, de forma más amplia, en el Capítulo 9 de esta Guía, debe trasladar a la Autoridad Laboral diversa información en función de cada una de las siguientes situaciones:

### ❖ En el caso de **cese de actividad**:

- Lista actualizada del personal que haya realizado trabajos con riesgo por exposición a polvo de SCR, así como los niveles de exposición a que haya estado sometido en la empresa.
- Historiales médicos individuales del personal. Si bien la empresa no dispondrá de copias de dichos historiales, se ocupará de gestionar su conservación (en general por medio de los Servicios de Prevención o los responsables de la Vigilancia de la Salud). En este caso, la Autoridad Laboral deberá remitirlos a la Autoridad Sanitaria y no conservará copia de los mismos en ningún caso.

### ❖ En el caso de tener **conocimiento de daños para la salud del personal**:

- Todo caso de silicosis o cáncer de pulmón que se reconozca resultante de la exposición a polvo de SCR durante el trabajo.

Cuando se hubiera producido una **paralización de trabajos** por riesgo de sobreexposiciones, situación referida en el Capítulo 2 (apartado 2.4.2) de esta Guía, se generará el siguiente flujo de información:

- ❖ Cuando la paralización haya sido decretada por la Inspección de Trabajo, la empresa informará al personal afectado y a sus representantes (Comité de Empresa o Delegados de Personal, en su caso) de las causas que han originado esas exposiciones.
- ❖ El personal notificará a la Inspección de Trabajo y a la empresa si son ellos mismos los que han llevado a cabo la paralización de trabajos.
- ❖ Una vez subsanadas las deficiencias que dieron lugar a la paralización, será la empresa quien informará a la Inspección de Trabajo del reinicio de la actividad.

El siguiente diagrama de flujo muestra la información que la empresa ha de comunicar a la Autoridad correspondiente, en el caso de tres situaciones concretas:

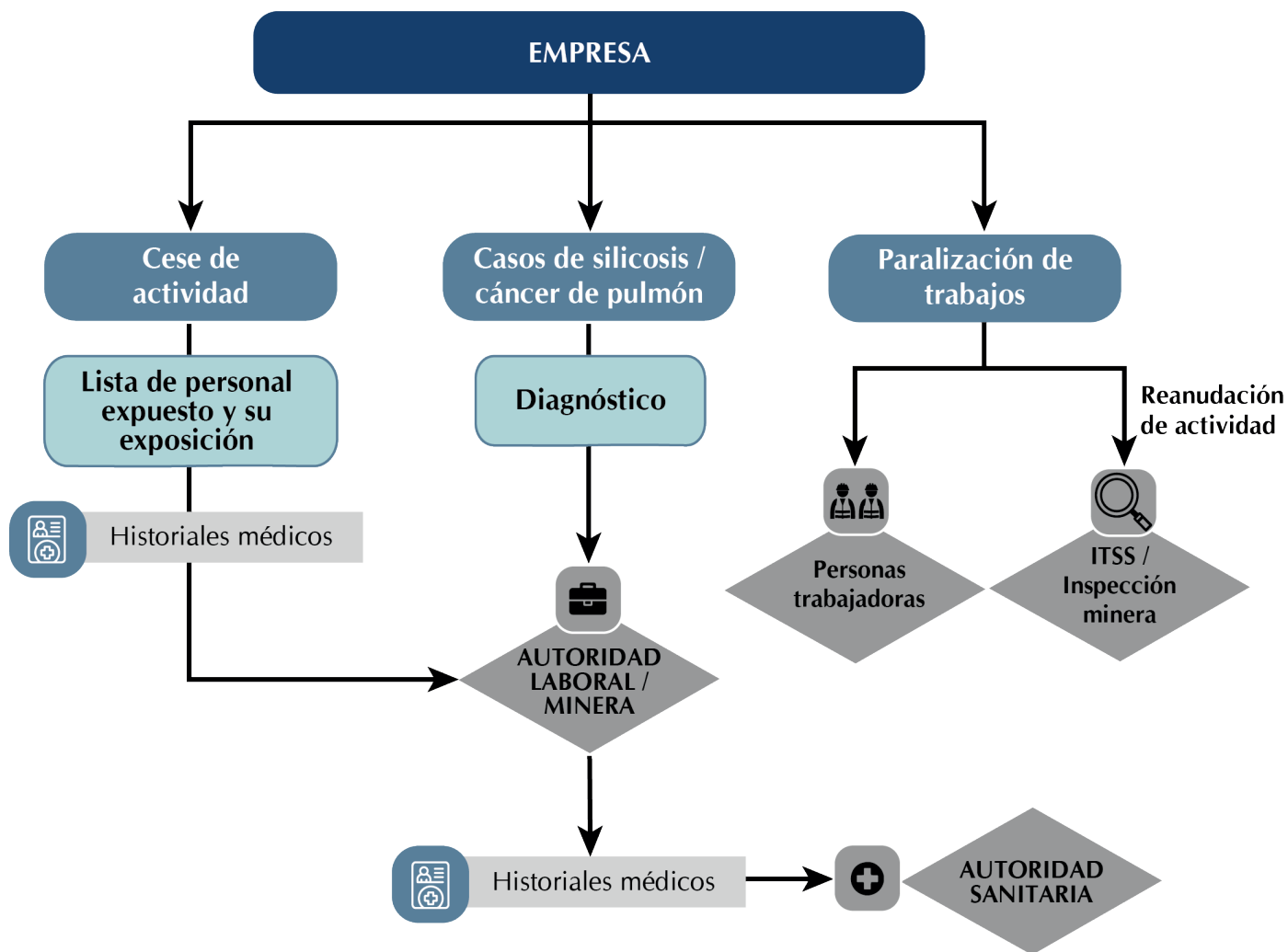


Fig. 10.2. Obligaciones de información por parte de la empresa

## 10.4. Consecuencias de la falta de información a las autoridades

La ausencia de información a las autoridades en los casos en que esta es obligatoria, constituye una infracción en materia de Prevención de Riesgos Laborales, lo que puede dar lugar a sanciones en forma de multas. Unas y otras se encuentran tipificadas en el Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, *por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Infracciones y Sanciones en el Orden Social* (LISOS). Así, entre otras, constituyen infracciones graves las de no dar cuenta a la Autoridad Laboral de las enfermedades profesionales (en este caso los diagnósticos de silicosis o cáncer de pulmón), u omitir o facilitar datos de forma o contenido inexactos, siendo infracciones muy graves las de no comunicar la reanudación de los trabajos previamente paralizados, sin haber subsanado las causas que lo motivaron.

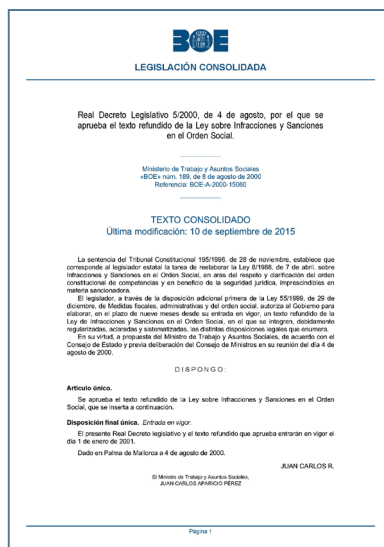
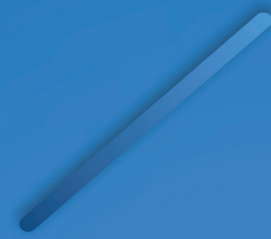


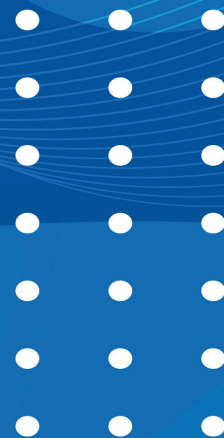
Fig. 10.3. Ley de Infracciones y Sanciones del Orden Social (Real Decreto Legislativo 5/2000)



11



# Información y formación de las personas trabajadoras








# 11

Información y formación  
de las personas  
trabajadoras



## 11. INFORMACIÓN Y FORMACIÓN DE LAS PERSONAS TRABAJADORAS

La LPRL establece que las empresas deben adoptar las medidas necesarias para garantizar que las personas trabajadoras y sus representantes reciban, de manera adecuada, una información y formación suficiente y detallada en relación con el riesgo derivado de la exposición a polvo de SCR en el lugar de trabajo, así como sobre las medidas de prevención y protección que hayan de aplicarse debido a ello.

Además, tanto la información facilitada como la formación impartida han de estar **permanentemente actualizadas**, adaptándose a la evolución del conocimiento respecto al riesgo derivado de la exposición por inhalación de polvo de SCR, así como a la aparición de nuevos riesgos en relación con este agente.

El contenido de esta información y formación **ha de adaptarse** a aquellos aspectos que tienen una mayor incidencia en la exposición a SCR, e incluir las exposiciones no directamente relacionadas con la actividad laboral, por ejemplo, la posible dispersión del polvo como resultado de la puesta en suspensión del mismo durante el manejo de la ropa de trabajo y de los equipos de protección individual, así como la actuación en caso de incidentes o accidentes que puedan ocasionar una sobreexposición del personal.

Además, ha de ser **comprensible** para todos sus destinatarios, por lo que se ha de emplear un lenguaje que el personal a quien está dirigida conozca y entienda, lo cual es especialmente importante en el caso de personas trabajadoras de otras nacionalidades, para las que, al mismo tiempo, el idioma puede suponer una limitación en la interpretación de los diferentes aspectos.

Tal y como se ha citado en capítulos anteriores, el personal afectado por estas medidas será aquel que la evaluación de riesgos haya identificado como expuesto a polvo de SCR, incluyendo la totalidad de tareas propias de cada puesto de trabajo.

## 11.1. Información

La información ha de ser proporcionada al personal de **forma individualizada** y de tal manera que, atendiendo a su volumen, complejidad y frecuencia de utilización, pueda realizarse tanto de forma escrita como mediante comunicación oral, en cuyo caso deberá existir constancia documental de dicho trámite.

Dada la importancia de garantizar la comprensión por parte del personal de la información facilitada, la publicación de la misma en lugares accesibles para aquel y habilitados para tal fin, como único método informativo, no puede ser aceptada, ya que esta vía de comunicación por sí misma no lo garantiza.

La información existente ha de estar a **disposición de las personas trabajadoras** sin ninguna limitación, con la excepción del acceso a datos personales. Para ello, han de ser informadas de esta disponibilidad y de la ubicación de la documentación para su consulta.

Esta información deberá ser proporcionada **directamente al personal** en lo referente al riesgo derivado de la exposición a SCR de su propio puesto de trabajo, y de las medidas de prevención y protección aplicables, si bien podrá cursarse a través de sus representantes en materia de seguridad y salud.

Para garantizar el correcto desarrollo de las tareas, es necesario asegurar que todo el personal **conoce y comprende** la información recibida. En caso de no alcanzar su comprensión, las personas trabajadoras no deberán llevar a cabo las tareas relativas a su puesto de trabajo.

Para ello, la información a transmitir al personal ha de ser **seleccionada** en función de las características de su tarea, y completada con las observaciones que sean necesarias para facilitar su comprensión.

Dicha información ha de **facilitarse**:

- ❖ Antes del inicio de las actividades.
- ❖ Cuando se produzcan cambios en las condiciones de trabajo que originen variaciones en el riesgo que la exposición a polvo de SCR genera en el personal.

En el caso de concurrir personas trabajadoras de más de una empresa en el mismo centro de trabajo (personal externo contratado o autónomos), será la empresa titular quien informe al resto de empresas concurrentes sobre el riesgo por exposición a polvo de SCR presente en dicho centro, y que pueda afectar a las actividades por ellos desarrolladas, así como sobre las medidas referentes a la prevención y protección frente al mismo.

Para el riesgo objeto de esta Guía se ha de garantizar que el personal recibe una información precisa, basada en todos los datos disponibles, en forma de instrucciones, en relación con:

- ❖ La **materia prima manipulada y su contenido en sílice cristalina**, dato indispensable para una correcta aplicación del PVSE, por ejemplo, en el ámbito minero, dado que la periodicidad de las pruebas radiográficas se establece en función de dicho contenido, además de dato de gran utilidad para una correcta aplicación de las medidas preventivas y de protección.
- ❖ Los **riesgos potenciales para la salud** debidos a la inhalación de polvo de SCR, incluidos los riesgos adicionales producidos por el consumo del tabaco, ya que este parece actuar de forma sinérgica con la sílice, tal como se recoge en el Capítulo 8 dedicado a la Vigilancia de la Salud, lo que junto con su efecto carcinógeno, haría recomendable incluir el consejo antitabáquico en la información facilitada.
- ❖ Los **resultados de la evaluación del riesgo** por exposición a polvo de SCR en el puesto de trabajo, así como la interpretación de los mismos y su actualización como consecuencia de cambios significativos en las condiciones de trabajo, si fuera necesario. El personal ha de ser informado también del resultado de cualquier tipo de **mediciones complementarias** orientadas, por ejemplo, a comprobar la efectividad de las medidas preventivas en su puesto de trabajo, con objeto de garantizar un adecuado control sobre este riesgo. Además, el personal ha de poder tener acceso al **histórico** de resultados de su puesto de trabajo.

- ❖ Las **medidas preventivas** adoptadas en el puesto de trabajo y la implicación del personal en su aplicación (como en los procedimientos específicos de limpieza referidos en el apartado 6.1).
- ❖ Las **precauciones y recomendaciones** que han de ser adoptadas por el personal para reducir al mínimo posible la exposición a polvo de SCR.
- ❖ La utilización de los **equipos de protección respiratoria**, así como la correcta selección, funcionamiento, limpieza y mantenimiento de los mismos.
- ❖ Las **medidas de higiene personal** que deben ser adoptadas por el personal en toda actividad en la que exista riesgo por exposición a polvo de SCR, así como los medios que la empresa debe facilitar para tal fin.
- ❖ Los **resultados de la vigilancia sanitaria específica** por exposición a polvo de SCR. En caso de facilitar de manera colectiva esta información, se llevará a cabo de forma anónima, garantizando el principio de confidencialidad, según el cual el acceso a los datos personales de cada persona trabajadora debe estar restringido.
- ❖ La **vigilancia de la salud post-ocupacional**, es decir, los controles médicos periódicos que sea necesario realizar con posterioridad al cese de la exposición. Como es conocido, la enfermedad puede aparecer incluso tras el cese de la exposición, o evolucionar a formas más graves.
- ❖ Las **causas** que hayan dado lugar a una exposición accidental y/o exposición no regular, así como las medidas adoptadas en caso de urgencia, o las que se hayan de adoptar para resolver la situación.
- ❖ Las **instalaciones** en las que exista o pueda existir presencia de polvo de SCR, para lo cual se ha de emplear una adecuada **señalización** que advierta del riesgo e indique la obligatoriedad de uso del equipo de protección respiratoria (véase Fig. 11.1). Se trata de una actuación informativa que puede tener gran impacto.



Fig. 11.1. Propuesta INS de cartel para señalar zonas de riesgo por exposición a polvo de SCR

- ❖ La adecuada señalización que los **recipientes** de la ropa de trabajo contaminada con polvo de SCR han de presentar, indicando el riesgo específico derivado del peligro de dicho agente si este se pone en suspensión al manipular las prendas. Para tal fin, en el apartado de la guía dedicado a las medidas de higiene personal se muestra un ejemplo de etiqueta.
- ❖ Las **precauciones especiales** y **medidas** que ha de adoptar el personal, en particular el de intervención en caso de incidentes, y para la prevención de los mismos.

## 11.2. Formación

Las empresas han de garantizar una formación suficiente y adecuada para todo su personal que esté, o pueda estar, expuesto a polvo que contenga SCR. Esta formación, cuyo coste en ningún caso recaerá sobre el personal, estará centrada específicamente en el puesto de trabajo o función de cada persona trabajadora.

En este sentido, es necesario disponer del listado de personal asignado a cada puesto de trabajo, haciendo constar la formación preventiva recibida en el caso del riesgo por exposición a polvo de SCR, así como el equipo docente.

La formación en materia preventiva establecida en el Real Decreto 665/1997 debe realizarse conforme al artículo 19 de la LPRL, y podrá ser impartida por la empresa mediante medios propios (personal técnico del SPP, Trabajadores Designados o personal de la empresa que reúna los requisitos de cualificación y experiencia), o concertándola con un SPA. En ambos casos, el personal formador deberá disponer de los conocimientos necesarios y habrá de contar como mínimo con la formación preventiva correspondiente al Nivel Superior en PRL en la especialidad de Higiene Industrial. Dada la especificidad del riesgo objeto de esta Guía, el personal formador habrá de disponer de conocimientos específicos y acreditables sobre el riesgo por exposición a SCR que le permitan impartir con garantía los conceptos incluidos en el temario propuesto a continuación (Fig. 11.2). Cuando sea necesario la realización de actividades que requieran conocimientos especiales o instalaciones de gran complejidad, el Reglamento de los Servicios de Prevención contempla la posibilidad de que el Servicio de Prevención pueda contratar la colaboración de otros profesionales o entidades externas, lo que podría aplicarse en el caso de la formación preventiva que requiera conocimientos más complejos y especializados.

Dicha formación ha de impartirse periódicamente, recomendándose que sea al menos **una vez al año**, y también siempre que tenga lugar alguna de las siguientes situaciones:

- ❖ Nuevas incorporaciones.
- ❖ Cambios de puesto o de lugar de trabajo, o en el tipo de actividad realizada.

Cabe resaltar que, con el fin de conseguir un control efectivo de las patologías producidas por la exposición a polvo de SCR, es necesario implantar una prevención adecuada, siendo la formación específica una parte esencial de la misma y que no siempre recibe la merecida importancia que posee. Por tanto, la acción formativa ha de contar con unos **objetivos concretos** que han de ser impartidos con el máximo rigor, invirtiendo para ello el tiempo necesario para que el personal adquiera los conocimientos. Las actividades de formación se llevarán a cabo dentro de la jornada laboral o, en su defecto, en otras horas, computándose en cualquier caso como tiempo efectivo de trabajo. Se recomienda una **duración mínima de 2 horas**, ampliando la misma si fuera necesario, con el fin de adaptar los contenidos de la formación a cada modelo de empresa.

El contenido de la formación en la materia objeto de esta Guía ha de ser **específico**, particularizado para el centro de trabajo, y se recomienda que incluya, como mínimo, los aspectos que a continuación se indican:

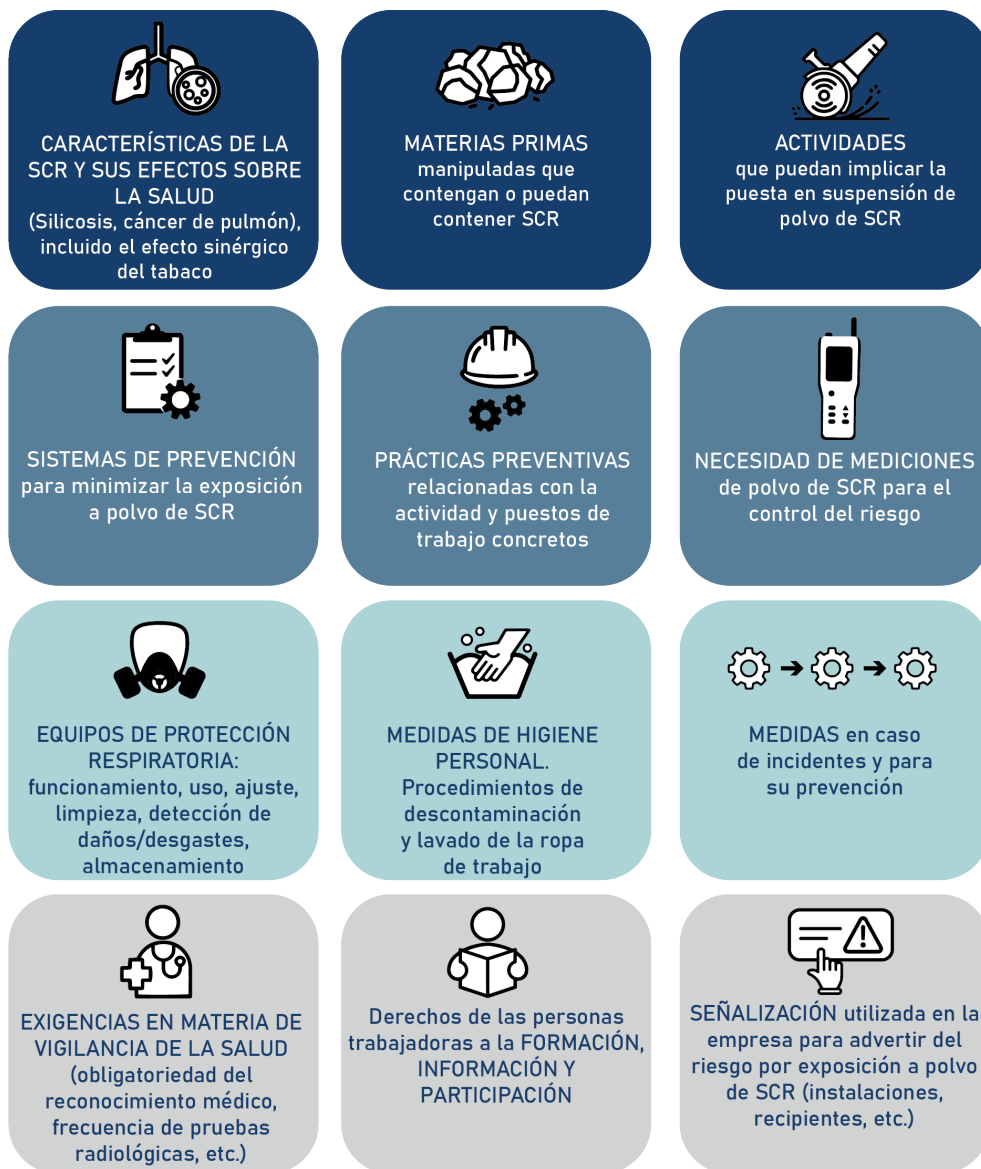


Fig. 11.2. Propuesta INS de programa formativo



La formación ha de incluir contenido **teórico** y **práctico**, por lo que resulta de interés incorporar al desarrollo de la misma materiales y recursos didácticos, tales como fotografías y vídeos reales mostrando buenas y malas prácticas, testimonios y experiencias del personal afectado, así como mediciones con equipos de lectura directa en tiempo real de la concentración de polvo de SCR, que permitan al personal ver y comprender *in situ* la magnitud real del riesgo, todo ello con el fin de buscar la máxima eficacia de la formación.

Igualmente, es recomendable incluir como parte de esta formación práctica los **ensayos de ajuste cuantitativos** de los equipos de protección respiratoria (ver Fig. 11.3), según se explica en el Anexo I de esta Guía.



Fig. 11.3. Formación práctica en ajuste de EPR (Fuente: INS)

Cabe citar que, en actividades específicas como minería, existe la obligatoriedad de impartir unos contenidos mínimos de formación preventiva para el desempeño de cada puesto de trabajo, desarrollados mediante Especificaciones Técnicas que incluyen, entre otros aspectos, el programa formativo y su duración (Orden ITC/1316/2008).

Se recomienda la realización de **pruebas individuales de evaluación** como método de comprobación de la adquisición, por parte del personal, de los conocimientos previstos y, por tanto, su capacitación para desarrollar el trabajo de forma segura. En el caso de no resultar satisfactorio el resultado de estas pruebas, el personal no podrá realizar trabajos con riesgo por exposición a polvo de SCR.

Por último, tras la evaluación de la acción formativa, su responsable elaborará un registro que contenga, al menos, los siguientes datos de cada persona trabajadora participante en aquella: nombre y apellidos, Documento Nacional de Identidad (DNI) y puesto de trabajo, así como el contenido y duración de dicha acción formativa.

Cada miembro del personal participante firmará la ficha incluida en el Anexo II de esta Guía (o similar) como medida de control de la recepción de esta formación específica en prevención del riesgo por exposición a polvo de SCR. Este registro también puede ser empleado como medida de control de que al personal se le ha proporcionado de forma adecuada la información relativa al riesgo por inhalación de SCR presente en las tareas inherentes a sus puestos de trabajo.



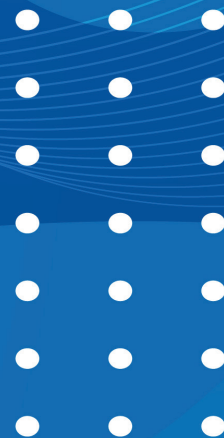
Fig. 11.4. Acción formativa en el INS (Fuente: INS)

The background is a vibrant blue with various shades and textures. It features several overlapping organic shapes, including circles and teardrop forms, in different tones of blue. There are also several thin, dark blue lines and a thicker, light blue diagonal line. In the bottom left corner, there is a pattern of thin, light blue curved lines. The overall aesthetic is modern and abstract.

12



# Consulta y participación del personal





12

Consulta y participación  
del personal



## 12. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DEL PERSONAL

La Ley 31/1995, establece que la empresa debe consultar a su personal y permitir su participación sobre todas aquellas materias que afecten a la seguridad y salud en el trabajo. Asimismo, el personal tendrá derecho a efectuar propuestas a la empresa dirigidas a la mejora continua de la protección y prevención de los riesgos y de las condiciones de trabajo.

Se trata de un proceso bidireccional a partir del cual la empresa y su personal comparten información e intercambian opiniones con la finalidad de tomar decisiones conjuntamente, que permitan incorporar mejoras significativas en el entorno laboral. Además, se trata de un procedimiento que no supone coste significativo para la empresa, dado que ha de estar integrado en su sistema de gestión. Sin embargo, aporta grandes beneficios, entre otros, contribuye a alcanzar una visión global del nivel de prevención existente en la empresa.

La efectividad de este proceso dependerá del compromiso por parte de la empresa de analizar con la plantilla los asuntos relativos a la seguridad y la salud laborales, y su contribución activa, pues es aquel quien posee el conocimiento y la experiencia sobre la mejor forma de desarrollar su trabajo.

En este sentido, la empresa debe fomentar una cultura preventiva que favorezca la participación de la plantilla, por lo que es recomendable valorar e incentivar sus aportaciones, con lo cual verán reconocida su implicación, favoreciendo de nuevo su participación.

Asimismo, independientemente del tamaño de la empresa, siempre será preciso consultar sobre determinadas cuestiones en materia preventiva, para lo cual se habrá de fomentar el diálogo abierto para conocer las opiniones de ambas partes y que sirvan de base para actuar sobre la misma.



Fig. 12.1. Consulta (Fuente: INS)

Esta consulta podrá ser directa o realizarse a través de los/las representantes del personal, elegidos de acuerdo con la legislación vigente, siendo compatible el empleo de ambas metodologías. De hecho, el procedimiento recomendado para conseguir los mejores resultados es su combinación. No obstante, deberá informarse directamente a cada persona trabajadora de los riesgos específicos que afecten a su puesto de trabajo o función y de las medidas de protección y prevención aplicables a dichos riesgos.

La empresa deberá consultar a su personal, con la debida antelación, sobre la adopción de las decisiones relacionadas con la seguridad y salud en el trabajo. La representación del personal tendrá, en general, 15 días para dar respuesta a la consulta sobre la base de la información recibida, por lo que aquella habrá de realizarse al menos con esa antelación. Dicho plazo se podrá acortar en función de la magnitud del riesgo.

La consulta ha de ser planificada y con un contenido apropiado, de tal manera que permita a los y las representantes del personal reunirse con la empresa para poder alcanzar un acuerdo sobre las cuestiones a abordar. Asimismo, para permitir tanto el análisis adecuado de la decisión a consultar como la emisión de una respuesta informada, se ha de contar con toda la información necesaria para tal fin.

Además, existirá constancia documental de este procedimiento mostrando el contenido de la consulta, así como de las personas destinatarias y, en su caso, de la respuesta, haciendo constar las fechas de ambas. En este sentido, aunque la propuesta realizada por el personal o por sus representantes no tenga carácter vinculante para la empresa, las soluciones que se tomen deberían estar justificadas. En cualquier caso, la adopción de las recomendaciones, con motivo del ejercicio de este derecho, no supondrá un descargo de la responsabilidad de la empresa de garantizar la protección eficaz de su personal.

En el Anexo IV de esta Guía se muestra una propuesta de documento en el que se recoge la consulta por parte de la empresa, con acuse de recibo, como prueba documental de la realización de este procedimiento en concreto, en el que se incluyen, entre otros, campos para el resumen de la cuestión objeto de consulta relativa a la prevención del riesgo por exposición a polvo de SCR, así como para la respuesta por parte del personal afectado o sus representantes.

Son varios los métodos de los que dispone el personal para asegurar su participación: transmitir sugerencias de medidas que permitan la mejora de las condiciones de trabajo en reuniones de

equipo; comentar deficiencias que conlleven riesgos significativos para la seguridad o la salud con sus representantes; participar en encuestas,... En todo caso, independientemente del procedimiento existente en el lugar de trabajo, lo fundamental es contar con la cooperación activa del personal, aprovechando cualquiera de ellos para alcanzar el nivel más eficaz en materia preventiva.

Asimismo, es posible que existan foros de diálogo como los Comités de Seguridad y Salud o, en el caso del sector minero, los Comités de Seguridad e Higiene, en los cuales los y las representantes en materia preventiva del personal y los de la empresa se reúnen para conocer los problemas existentes y para intervenir conjuntamente sobre las decisiones a tomar en los aspectos relacionados con la seguridad y la salud laborales.

Finalmente, se indican a continuación ciertas actuaciones en las que se hace necesario contar con la **participación** del personal y sus representantes, relativas a la prevención del riesgo derivado de la presencia de polvo de SCR en los lugares de trabajo:



## IMPLANTACIÓN DE SOLUCIONES TÉCNICAS

- ❖ En relación con la **implantación de soluciones técnicas** para reducir al mínimo posible la exposición a dicho agente. A partir de la información facilitada por la empresa, el personal o sus representantes, podrán hacer llegar las sugerencias sobre las innovaciones que se pretendan implantar, con la finalidad de optimizar el rendimiento de la solución propuesta (o de su funcionamiento).



## CONOCIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

- ❖ Para conocer aquellas **actividades desarrolladas** en su puesto de trabajo que puedan implicar la puesta en suspensión de polvo de SCR y sean susceptibles de mejora. Un ejemplo de esto son las operaciones de limpieza, las cuales no deben constituir por sí mismas un foco de riesgo para el personal que las efectúe, debiendo evitarse la puesta en suspensión de polvo de SCR.





## FOMENTO DE PRÁCTICAS PREVENTIVAS

- ❖ Para fomentar **prácticas preventivas** seguras relacionadas con la actividad y puestos de trabajo en los que exista riesgo por exposición a polvo de SCR, así como para la elaboración de documentos tales como instrucciones, procedimientos, planes de mantenimiento, etc.



## SELECCIÓN PERSONALIZADA DE EPR

- ❖ Para llevar a cabo una **selección personalizada del EPR**, eligiendo entre las alternativas con las que superen el test de ajuste, aquel o aquellos EPR que prefieran, atendiendo, entre otros, a su comodidad. Se hace por tanto necesario contar con su participación para lograr una mayor aceptación y un mejor uso del EPR que garantice su eficacia.



## FOMENTO DE LA COMUNICACIÓN

- ❖ Por último, teniendo en cuenta que tanto la información facilitada al personal como la formación impartida han de estar permanentemente actualizadas, se recomienda el fomento de la **comunicación** con el personal para recabar de este aquellas dudas o cuestiones que hayan de ser tratadas para mejorar su conocimiento en relación con el riesgo por inhalación de polvo de SCR.





# Glosario

## Aerosol

(UNE-EN 1540:2022)

Partículas en suspensión en el aire y la mezcla de gases (y vapores) en la que están en suspensión.

## Agente químico

(UNE-EN 1540:2022)

Todo elemento o compuesto químico, por sí solo o mezclado, tal como se presenta en estado natural o es producido, utilizado o vertido, incluido el vertido como residuo, en cualquier actividad laboral, se haya elaborado o no de modo intencional y se haya comercializado o no.

## Agente cancerígeno

(Real Decreto 665/1997)

A efectos de este Real Decreto, se entenderá por agente cancerígeno o mutágeno una sustancia o mezcla que cumpla los criterios para su clasificación como cancerígeno o mutágeno en células germinales de categoría 1A o 1B establecidos en el anexo I del Reglamento (CE) nº1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, *sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas*. También se entenderá como agente cancerígeno una sustancia, mezcla o procedimiento de los mencionados en el anexo I de este Real Decreto, así como una sustancia o mezcla que se produzca durante uno de los procedimientos mencionados en dicho anexo.

## Análisis

(UNE-EN 1540:2022)

Conjunto de las operaciones que se llevan a cabo después de la preparación de la muestra para determinar la cantidad o la concentración del (de los) analito(s) de interés presente(s) en la muestra.

## Blanco de campo

(UNE-EN 1540:2022)

Muestra que se transporta al emplazamiento de muestreo, pero que no se utiliza para la recogida de muestra. El blanco de campo se lleva al lugar de muestreo, se monta en el muestreador, cuando proceda, y se vuelve a llevar al laboratorio de la misma forma que las muestras. Los resultados de análisis de los blancos de campo se utilizan para identificar la contaminación de la muestra que proviene de la manipulación en campo y durante el transporte.

## Casete de muestreo

(UNE-EN 1540:2022)

Casete montado sobre o en el interior de un muestreador, diseñado de forma que su elemento de retención tenga toda su superficie interior de cara a la corriente de aire con las partículas a muestrear, y que normalmente contenga un filtro o cualquier otro elemento de retención adecuado.

## Diámetro aerodinámico

(UNE-EN 1540:2022)

Diámetro de una esfera de densidad  $1 \text{ g/cm}^3$  con la misma velocidad final de sedimentación en el aire en calma que la partícula, en las mismas condiciones de temperatura, presión y humedad relativa.

## Elemento de retención

(UNE-EN 1540:2022)

Medio en el que se recogen los agentes químicos y/o biológicos en suspensión en el aire para su análisis posterior.

## Evaluador

(UNE-EN 689:2019)

Persona que dispone de una formación y una experiencia suficientes en los principios de la Higiene Industrial, en las técnicas de trabajo y de medición para realizar, conforme al estado de la técnica, la parte de la evaluación de la que está al cargo.

## Exposición

(UNE-EN 1540:2022)

Situación en la cual un trabajador está afectado por un agente químico o biológico que está presente en el aire en el lugar de trabajo.

*(Límites de exposición a agentes químicos 2022, INSST)*

Cuando este término se emplea sin calificativos, hace siempre referencia a la vía respiratoria, es decir, a la exposición por inhalación. Se define como la presencia de un agente químico en el aire de la zona de respiración del trabajador. Se cuantifica en términos de la concentración del agente obtenida de las mediciones de exposición, referida al mismo período de referencia que el utilizado para el valor límite aplicable.

## Exposición por vía inhalatoria

(UNE-EN 1540:2022)

Situación en la que un agente químico o biológico está presente en el aire que es inhalado por una persona.

## Exposición diaria (ED)

(Límites de exposición a agentes químicos 2022, INSST)

Es la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador medida, o calculada de forma ponderada con respecto al tiempo, para la jornada laboral real y referida a una jornada estándar de ocho horas diarias. Referir la concentración media a dicha jornada estándar implica considerar el conjunto de las distintas exposiciones del trabajador a lo largo de la jornada real de trabajo, cada una con su correspondiente duración, como equivalente a una única exposición uniforme de ocho horas. Así pues, la **ED** puede calcularse matemáticamente por la siguiente fórmula:

$$ED = \frac{\sum c_i t_i}{8}$$

siendo:

$c_i$  la concentración i-ésima

$t_i$  el tiempo de exposición, en horas, asociado a cada valor  $c_i$

## Fracción respirable

(UNE-EN 1540:2022 y UNE-EN 481:1995)

Fracción másica de las partículas totales en suspensión en el aire que penetran en las vías respiratorias no ciliadas (UNE-EN 1540:2022). El muestreo para la fracción respirable debe estar de acuerdo con el convenio siguiente: para cada diámetro aerodinámico, en micrómetro, el porcentaje de las partículas correspondientes al convenio para la fracción inhalable que tienen que recogerse, debe responder al de una distribución logarítmico normal acumulativa, con una mediana de 4,25  $\mu\text{m}$  y una desviación típica geométrica de 1,5 (UNE-EN 481:1995).

## Grupo de exposición similar (GES)

(UNE-EN 689:2019)

Grupo de trabajadores que tienen el mismo perfil general de exposición para el agente o agentes químicos objeto de estudio, debido a la similitud y frecuencia de las tareas desarrolladas, por los materiales y procesos con los cuales trabajan, y por la similitud de la forma con la que realizan las tareas.

## Instrumento de lectura directa/monitor en tiempo real

(UNE-EN 1540:2022)

Dispositivo que mide de forma continua e inmediatamente visualiza y/o registra el valor medido.

## Jornada de trabajo

(ITC 02.0.02)

Período de tiempo que, diariamente, corresponde a la jornada laboral completa.

## Límite de cuantificación, LOQ (*Limit of Quantification*)

(UNE-EN 1540:2022)

Cantidad menor de un analito que se puede cuantificar con un nivel de confianza dado. El límite de cuantificación se puede calcular como diez veces la desviación típica de las medidas de un blanco. El valor del LOQ se puede utilizar como un valor umbral para garantizar la exactitud de la medida de una sustancia.



## Límite de detección, LOD (*Limit of Detection*)

(UNE-EN 1540:2022)

Cantidad menor de un analito que se puede detectar con un nivel de confianza dado. El límite de detección se puede calcular como tres veces la desviación típica de las medidas de un blanco. Esto representa una probabilidad del 50% de que el analito no se detecte estando presente a la concentración del límite de detección. El LOD se puede utilizar como un valor umbral para afirmar la presencia de una sustancia con un nivel de confianza dado.

## Lugar de trabajo

(UNE-EN 1540:2022)

Zona o zonas determinada(s) en la(s) que se realizan las actividades del trabajo.

## Método analítico

(UNE-EN 1540:2022)

Conjunto de las etapas del procedimiento de medida que describen el proceso completo de la preparación de la muestra y el análisis.

## Muestra de aire/Muestra recogida

(UNE-EN 1540:2022)

Producto del proceso del muestreo del aire que está constituido únicamente por los agentes químicos y/o biológicos recogidos.

## Muestreador de aerosoles/Muestreador de partículas en suspensión en el aire

(UNE-EN 1540:2022)

Dispositivo que se utiliza para recoger las partículas en suspensión en el aire. El término “muestreador de aerosoles” es el que se utiliza normalmente, aunque no está en línea con la definición de aerosol dada en el apartado 3.1.1.7. La recogida de partículas en suspensión en el aire puede ser activa o pasiva.

## Muestreador personal

(UNE-EN 1540:2022)

Muestreador, fijado a una persona, que recoge los gases, los vapores o las partículas en suspensión en el aire en la zona respiratoria con el fin de medir la exposición a los agentes químicos y/o biológicos.

## Muestreador de la fracción respirable

(UNE-EN 1540:2022)

Muestreador de aerosoles que se utiliza para recoger la fracción respirable de las partículas en suspensión en el aire.

## Polvo

(ITC 02.0.02)

Suspensión de materia sólida, particulada y dispersa en la atmósfera, producida por procesos mecánicos y/o por el movimiento del aire.

## Puesto de trabajo

*(Límites de exposición a agentes químicos 2022, INSST)*

Con este término se hace referencia tanto al conjunto de actividades que están encomendadas a un trabajador concreto como al espacio físico en que este desarrolla su trabajo.

## Sílice cristalina

(ITC 02.0.02)

Dióxido de silicio cristalizado generalmente en forma de cuarzo o cristobalita.

## Valor límite ambiental de exposición diaria (VLA-ED)

*(Límites de exposición a agentes químicos 2022, INSST)*

Es el valor de referencia para la exposición diaria (ED). De esta manera los VLA-ED representan condiciones a las cuales se cree, basándose en los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos 8 horas diarias y 40 horas semanales durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud.

## Zona respiratoria

(UNE-EN 1540:2022)

Espacio alrededor de la nariz y la boca en el que tiene lugar la respiración. Técnicamente la zona de respiración corresponde a un hemisferio (generalmente aceptado de 30 cm de radio) que se extiende frente a la cara de la persona, centrado en el punto medio de la línea que une las orejas. La base del hemisferio es un plano que pasa por esta línea, la parte superior de la cabeza y la laringe.



# Anexo I

- •
- •
- •
- •
- •
- •
- •
- • Ajuste de equipos de
- • protección respiratoria

La efectividad de los EPR filtrantes no asistidos contra partículas depende, principalmente, de un sellado adecuado (ajuste) entre el EPR y la cara de quien lo utiliza. De acuerdo con esto, como ya se ha indicado en capítulos anteriores, la correcta selección y colocación del equipo adquiere un papel decisivo, puesto que la existencia de fugas impedirá ofrecer el nivel de protección para el que han sido diseñados y ensayados. El problema principal radica en la dificultad de detectar la mayor parte de las fugas que producen un ajuste inadecuado sin el empleo de equipos específicos para ello. Esto ocasiona una disminución de la protección eficaz que, además, pasa desapercibida, aumentando con ello el riesgo.

En ocasiones resulta complicado percatarse de la importancia del ajuste adecuado del EPR, situación que no sucede con la efectividad de otros EPI (casco, guantes...) o, al menos, no de manera tan decisiva como en el caso de los EPR.

Son numerosas las referencias normativas sobre la importancia del ajuste y la eficacia de los EPR. Entre ellas destaca el artículo 17 de la LPRL sobre equipos de trabajo y medios de protección, en el que ya se especifica la importancia de mantener la efectividad de los EPI:



*“El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos [...]”.*

Por otro lado, el Real Decreto 773/1997, en su artículo 5, sobre condiciones que deben reunir los equipos de protección individual, indica que *“Los equipos de protección individual proporcionarán una protección eficaz frente a los riesgos que motivan su uso [...]”*, además de especificar que los EPI deben *“Tener en cuenta las condiciones anatómicas y fisiológicas y el estado de salud del trabajador y adecuarse al portador, tras los ajustes necesarios”*.

Cabe citar igualmente que, en aquellas **actividades mineras en las que sea de aplicación la ITC 02.0.02, existe la obligatoriedad de realizar un test de ajuste cuantitativo** a todos los trabajadores que utilicen EPR filtrantes no asistidos, al menos anualmente, incluyendo dicha actividad en el plan de formación práctica del trabajador.

Además, la Norma UNE-EN 529:2006, de recomendaciones sobre selección, uso, cuidado y mantenimiento de equipos de protección respiratoria, también indica, en su apartado 9 sobre adecuación y adaptación, que el equipo seleccionado debe adaptarse a la persona que lo utiliza y que ha de tenerse en cuenta,

entre otros factores, la evaluación del ajuste de piezas faciales herméticas. Asimismo, son múltiples las alusiones en todo el contenido de dicha norma a la relevancia del ajuste facial para garantizar la protección.

Para dar cumplimiento a dichas exigencias, en el caso de los EPR existen varios equipos que permiten evaluar su ajuste teniendo en cuenta la imposibilidad de detectar, de manera empírica, la mayor parte de las fugas que se pueden producir.

Existen dos métodos diferentes de verificación del ajuste de un EPR. Su finalidad es también distinta, por lo que **ambos deben ser utilizados de forma complementaria, sin que el empleo de uno de los métodos excluya al otro.**

Por un lado, se encuentran los **test de ajuste** (Fig. I.2 y Figs. I.4 a I.7) que permiten valorar, cualitativa o cuantitativamente, si el ajuste del equipo es el correcto, con el objetivo de seleccionar de forma particularizada qué modelo o talla de EPR es más adecuado, teniendo en cuenta la fisonomía y las características de cada persona. Por otro lado, están los métodos de **comprobación de ajuste** (Fig. I.1), sencillos y rápidos, que se recomienda realizar diariamente cada vez que se usa el equipo, y cuyo objetivo es verificar que el EPR que previamente ha sido seleccionado para la persona trabajadora mediante un test de ajuste, se encuentra correctamente colocado y que el sellado es adecuado. La comprobación del ajuste facial incluye, generalmente, una prueba de presión negativa y otra de presión positiva, pero debido a que están ligadas al diseño del propio equipo, las instrucciones exactas para llevarlas a cabo las suele proporcionar la empresa fabricante del mismo. También existen modelos en el mercado que incorporan características que facilitan su realización. Si tras realizar la comprobación de ajuste el personal observase que el sellado no es adecuado, deberá comunicarlo a una persona responsable y no acceder a zonas con exposición a polvo de SCR hasta que se subsane la situación.

Las diferencias más notables entre ambos métodos se citan en la Tabla I.1. En la misma, se hace referencia directamente a los test de ajuste cuantitativos y no a los cualitativos, al tratarse de pruebas objetivas consideradas de referencia.

	<b>COMPROBACIÓN DE AJUSTE</b>	<b>TEST DE AJUSTE CUANTITATIVO</b>
	Realizado por la propia persona trabajadora	Ejecutado por el personal técnico responsable
<b>Objeto</b>	Optimizar el ajuste diario en equipos ya seleccionados mediante test de ajuste	Seleccionar el equipo adecuado
<b>Periodicidad</b>	Diario, antes de cada uso	Anual* / cambio de EPR / cambios físicos importantes
<b>Complejidad</b>	Sencillo y rápido	Complejo
<b>EPR probado</b>	EPR habitual previamente seleccionado mediante test de ajuste	Varias tallas y modelos de EPR
<b>Principio de funcionamiento</b>	Presión positiva/negativa	Contaje de partículas/presión negativa
<b>Información</b>	Subjetiva	Objetiva
<b>Resultado</b>	Paso/Fallo	Numérico (factor de ajuste)

\*Periodicidad recomendada

Tabla I.1. Principales diferencias entre métodos de verificación del ajuste de un EPR



Fig. I.1. Comprobación del ajuste facial de medias máscaras (Fuente: 3M)



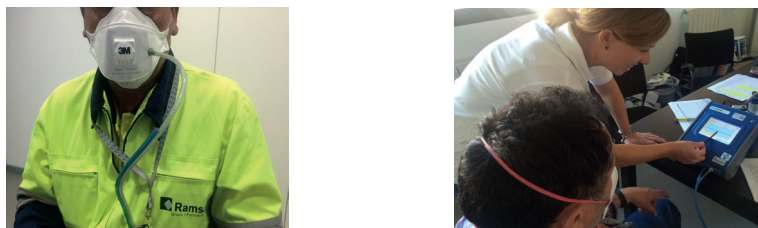


Fig. I.2. Test de ajuste cuantitativo con mascarilla autofiltrante (Fuente: INS)

A continuación, se aborda con mayor detalle la descripción de los distintos tipos existentes de test de ajuste de EPR.

## I.1. Tipos de test de ajuste de EPR

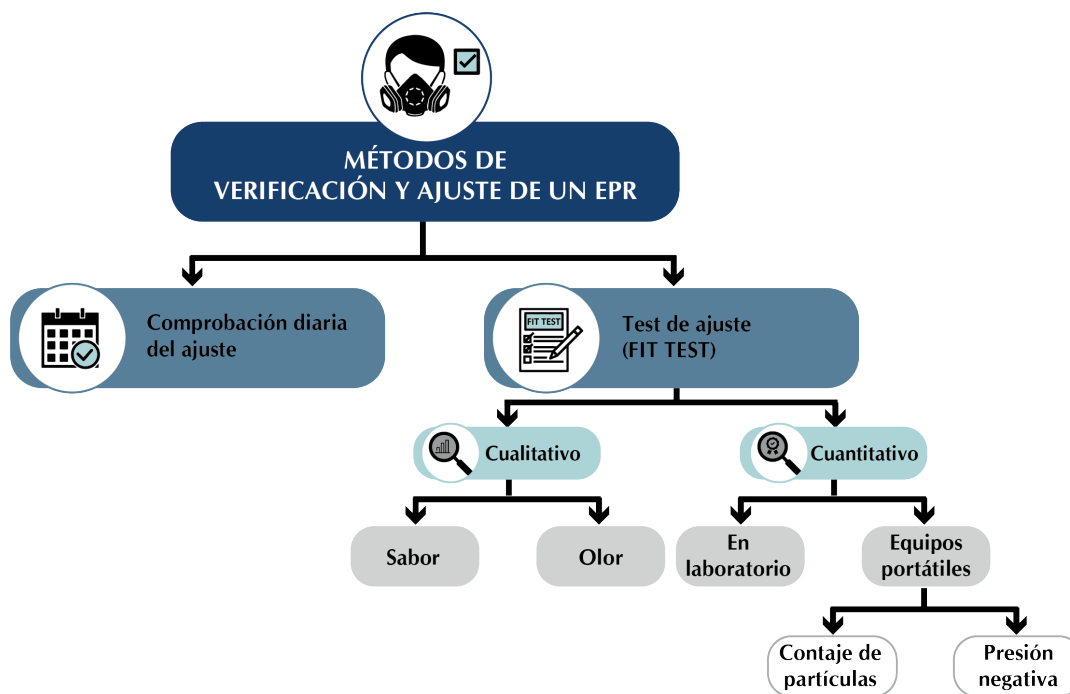


Fig. I.3. Métodos de verificación del ajuste de un EPR

Existen diversos test de ajuste (también conocidos por su denominación anglosajona *Fit Test*, FT) de EPR que permiten valorar cualitativa o cuantitativamente si el ajuste del equipo con la cara de la persona portadora es correcto, o si por el contrario se producen fugas de aire con material particulado hacia el interior. De igual manera, estas pruebas sirven para entrenar al personal en el ajuste correcto del equipo y para determinar qué modelo y/o talla de EPR son los más adecuados, teniendo en cuenta la fisonomía y características particulares de cada individuo.

Las pruebas de ajuste existentes se clasifican de acuerdo con dos tipologías: cualitativas y cuantitativas.



Fig. I.4. Test de ajuste cualitativo (Fuente: 3M)

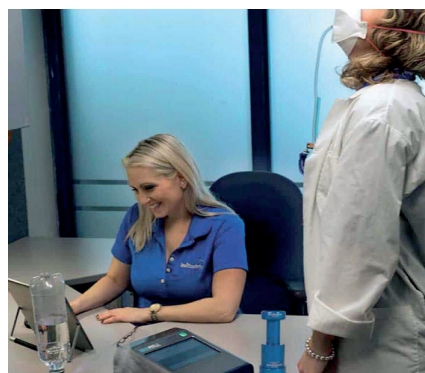


Fig. I.5. Test de ajuste cuantitativo (Fuente: Accutec)

Las **pruebas de ajuste cualitativas** pueden utilizarse para la realización del test con mascarillas autofiltrantes y medias máscaras con filtros. Estos métodos están basados en la percepción de sabores (dulce o amargo) y/o en olores. Durante esta prueba, la persona trabajadora introduce su cabeza con el EPR colocado dentro de un capuz o campana especial, realizando a continuación una serie de ejercicios, al mismo tiempo que a través de un pequeño conducto del que dispone la campana se vaporiza un spray (dulce o amargo) en el interior de la misma. En líneas generales, si el trabajador o la trabajadora detecta el sabor u olor de la sustancia durante el tiempo que dura el test, el ajuste de la máscara se considera deficiente y el test fallido. Los resultados dependen en este caso de la sensibilidad individual y de la evaluación subjetiva por parte de quien realiza la prueba. La información que facilitan es de supera/no supera, sin aportar resultados numéricos ni objetivos. Se trata de un test sencillo, fácil de implementar y de bajo coste.

Por otro lado, las **pruebas de ajuste cuantitativas** pueden utilizarse para realizar el test con mascarillas autofiltrantes, medias máscaras con filtros y máscaras completas. También pueden testarse con este tipo de pruebas las máscaras utilizadas junto con equipos asistidos, debiendo para ello desconectarse del suministro y siendo probadas como si fueran equipos filtrantes no asistidos de presión negativa, puesto que lo evaluado es el grado de ajuste de la pieza facial, con independencia del equipo de suministro de aire. Las pruebas pueden realizarse en una cámara de laboratorio o bien empleando equipos portátiles basados en contaje de partículas o en presión negativa. El resultado obtenido es numérico y se denomina *factor de ajuste*. Para conocer si el ajuste del equipo es correcto, se establecen unos factores de ajuste mínimos en función del tipo de EPR. Se trata de una información objetiva que además permite comparar entre diferentes tipos, modelos o tallas de EPR. La realización de estos test es de mayor complejidad que en el caso de las pruebas cualitativas.

El tipo de test de ajuste se seleccionará en función del tipo o tipos de EPR a ensayar, según se recoge en la Tabla I.2. En general, se recomienda optar por métodos cuantitativos debido a su objetividad y fiabilidad.

Equipo	CUANTITATIVO		CUALITATIVO
	Contaje de partículas	Presión negativa	Sabor
Mascarillas autofiltrantes (UNE-EN 149:2001+A1:2010)	SI	NO	SI
Medias máscaras con filtros (UNE-EN 140/AC:2000 + UNE-EN 143:2022)	SI	SI	SI
Máscaras completas con filtros (UNE-EN 136/AC:2004)	SI	SI	NO
Equipo motorizado con máscaras o medias máscaras (UNE-EN 12942:1999/A2:2009)	SI	SI	SI (media máscara) NO (máscara completa)

Tabla I.2. Métodos de test de ajuste válidos para cada tipo de EPR filtrante

Las empresas con actividades bajo el ámbito de aplicación del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera (RGNBSM) **deberán seleccionar siempre métodos cuantitativos**, tal y como recoge la ITC 02.0.02, y dado que la actuación se enmarca en el plan de formación como un entrenamiento práctico en el uso de EPR, **se recomienda dar preferencia a los métodos basados en contaje de partículas**. Estos métodos permiten que las pruebas se lleven a cabo con el equipo habitual completo (incluyendo los filtros en el caso de medias máscaras o máscaras completas) y en movimiento, lo cual favorece el cumplimiento del propósito formativo de la norma. Además, ofrecen mayor versatilidad al poder realizar el test tanto con mascarillas autofiltrantes como con medias máscaras, los dos tipos de EPR que se emplean más habitualmente para proteger del riesgo por exposición a polvo de SCR en este sector.

En los siguientes apartados se describen someramente los distintos tipos de test de ajuste cuantitativos. Para ampliar la información puede recurrirse a las normas citadas en la Tabla I.2.

## I.2. Test de ajuste cuantitativo por contaje de partículas (CNC)

Este tipo de equipos, considerados de referencia entre los existentes para la realización de test de ajuste cuantitativos, efectúan un contaje del número de partículas presentes en el interior del EPR y comparan dicho valor con el número de partículas existentes en el ambiente para obtener un factor de ajuste. Para ello, los EPR se conectan al equipo contador por medio de sondas o adaptadores, lo que permite extraer muestras del aire del interior de la pieza facial. Una de las principales ventajas de los equipos basados en el contaje de partículas es que reducen al máximo los posibles errores derivados de una mala realización del test por parte de la persona que realiza la prueba.



Fig. I.6. Trabajadora durante un test de ajuste cuantitativo por contaje de partículas (Fuente: INS)

En general, y aunque pueda haber ligeras variaciones entre distintos protocolos en función de la norma empleada, los ciclos de pruebas de ajuste incluyen 7-8 ejercicios de fácil ejecución, como los expuestos a continuación, con una duración aproximada de un minuto cada uno:

- 1. Respirar normalmente**
- 2. Respirar profundamente**
- 3. Mover la cabeza de un lado a otro (izquierda-derecha)**
- 4. Mover la cabeza hacia arriba y hacia abajo**
- 5. Realizar muecas**
- 6. Hablar (o leer) en voz alta**
- 7. Doblarse hacia delante tratando de llegar a tocar los dedos de los pies**
- 8. Respirar normalmente**

Además de los protocolos consistentes en el ciclo de ejercicios completo, hay organizaciones que han validado protocolos de corta duración en los que se reduce tanto el número de ejercicios como la duración de los mismos, sin embargo, estos están orientados al personal ya familiarizado con los test de ajuste, por lo que se recomienda optar por los protocolos completos.

El test se ha de realizar en silencio, de pie y colocados todos los elementos de protección personal (gafas de protección, protectores auditivos...) u otros dispositivos que utilice habitualmente la persona trabajadora.

### **I.3. Test de ajuste cuantitativo por presión negativa controlada (CNP)**

El equipo genera y mantiene una presión constante dentro de la pieza facial mientras la persona trabajadora realiza los distintos ejercicios. Tras cada uno de ellos se monitoriza la cantidad de aire evacuado y los cambios de presión mientras el trabajador o la trabajadora permanece inmóvil y conteniendo la respiración durante un corto periodo de tiempo, con el fin de calcular el factor de ajuste del EPR que se está evaluando. Como se recoge en la Tabla I.2, este método requiere una pieza facial que pueda sellarse, y por tanto no puede aplicarse a mascarillas autofiltrantes. Los EPR se conectan al equipo por medio de adaptadores y se ensayan sin filtros, ya que para realizar la prueba no debe haber fugas de aire hacia el exterior.



Fig. I.7. Test de ajuste cuantitativo por presión negativa controlada (Fuente: OHD)

En este caso existen dos protocolos diferenciados. El primero de ellos, muy similar al de los equipos CNC, realizando los mismos ejercicios descritos anteriormente, con la principal diferencia de que el sujeto de prueba debe contener la respiración durante 10 segundos. Además, existe otro protocolo más corto denominado “REDON”, que consiste en:

1. Respirar normalmente
2. Doblarse hacia delante tratando de llegar a tocar los dedos de los pies
3. Agitar la cabeza
4. REDON 1: quitar la máscara soltando las correas y ponérsela nuevamente
5. REDON 2: quitar la máscara soltando las correas y ponérsela nuevamente

#### I.4. Consideraciones para la realización del test de ajuste cuantitativo

El test debe ser conducido por personal con capacitación de Nivel Superior en Prevención de Riesgos Laborales en la especialidad de Higiene Industrial, conforme a lo previsto en el Real Decreto 39/1997, con experiencia en formación y en protección respiratoria, y que conozca y opere adecuadamente con el equipo.

La persona trabajadora, guiada por el personal técnico responsable de la prueba, habrá de realizar una serie de ejercicios que se asemejan a los distintos movimientos y las diferentes condiciones de su puesto de trabajo. Para ello, existen protocolos estándar elaborados y publicados por diferentes organismos, como los recogidos en la Tabla I.3. Se recomienda que en ausencia de normativa nacional específica se empleen los protocolos de otras entidades de reconocido prestigio en la materia u otros protocolos que proporcionen un nivel de confianza equivalente. Asimismo, será preferible optar por los protocolos completos las primeras ocasiones en que el personal realice el test, relegando los protocolos de corta duración a comprobaciones periódicas con personas ya familiarizadas con este tipo de pruebas.






PAÍS/ORGANISMO	PROTOCOLO
<p><b>International Organization for Standardization</b></p> 	<p>ISO 16975-3:2017 <i>Respiratory protective devices – Selection, use and maintenance – Part 3: Fit-testing procedures</i></p>
<p><b>EEUU/OSHA</b></p> 	<p>Fit Testing Procedures - 1910.134 App A</p>
<p><b>Reino Unido/HSE</b></p> 	<p>INDG479 - <i>Guidance on respiratory protective equipment (RPE) fit testing</i></p>
<p><b>Italia</b></p> 	<p>UNI 11719:2018 - <i>Guida alla scelta, all'uso e alla manutenzione degli APVR</i></p>
<p><b>Chile/ISP</b></p> 	<p><i>Guía de Selección y Control de Protección Respiratoria</i></p>

Tabla I.3. Protocolos de referencia para el ajuste de EPR de distintos países y organismos

Tras la realización del test de ajuste se obtiene un resultado numérico (Factor de Ajuste o *Fit Factor*, FF) que ha de compararse con los de referencia para conocer si el EPR ajusta correctamente o si, por el contrario, existen fugas. En la Tabla I.4 se muestran distintos factores de ajuste fijados en distintos protocolos, en función del principio de funcionamiento del equipo utilizado:

EQUIPO	PROTOCOLO					
	OSHA		HSE		ISO	
	CONTAJE DE PARTÍCULAS	PRESIÓN NEGATIVA	CONTAJE DE PARTÍCULAS	PRESIÓN NEGATIVA	CONTAJE DE PARTÍCULAS	PRESIÓN NEGATIVA
Mascarillas autofiltrantes	100	-	100	-	100	-
Medias máscaras con filtros	100	100	100	100	100	100
Máscaras completas con filtros	500	500	2000	2000	2000	500
Equipo motorizado con máscaras o medias máscaras	Se ensaya solo la pieza facial como si se tratase de un equipo no asistido.					

Tabla I.4. Factores de ajuste de referencia de acuerdo con distintos protocolos

En base a lo anterior podría establecerse que, de manera general, el **factor de ajuste mínimo** que ha de emplearse como referencia, tanto en el caso de mascarillas autofiltrantes como en el de medias máscaras con filtros, es de **100**.



Si tras el test la persona trabajadora no consigue alcanzar un factor de ajuste superior al mínimo con su EPR habitual, puede tratar de realizar un mejor ajuste atendiendo a las indicaciones del personal técnico. Si con esto no fuera suficiente, se concluye que el tamaño o el modelo de máscara no son adecuados para esta persona, realizando nuevas pruebas de ajuste con diferentes tallas o modelos de EPR hasta encontrar uno o varios que sean adecuados.

En el caso del personal con barba (incluso si fuera ligera) es importante informarles adecuadamente de las consecuencias derivadas de ello cuando utilizan EPR filtrantes no asistidos. Los resultados obtenidos en el test de ajuste varían considerablemente en función de la cantidad de vello facial. De hecho, una misma persona con idéntico EPR y con barba ligera puede llegar a obtener un factor de ajuste muy inferior al obtenido con el mismo equipo estando debidamente afeitado. Esto ha de tenerse en cuenta, ya que si el test de ajuste, y por tanto la selección, se realiza con el trabajador afeitado y posteriormente el EPR se utiliza en otras condiciones, puede disminuir notablemente su efectividad. Este hecho suscita dudas sobre si la empresa podría entonces exigir a la plantilla afeitarse, basándose en su obligación de velar por la efectividad de los EPI facilitados. En general, dicha exigencia podría entrar en conflicto con el derecho a la imagen personal y a la intimidad (e incluso en determinados casos con el derecho a la libertad religiosa), teniendo en cuenta que en este caso existen alternativas para garantizar la protección, como los EPR asistidos, cuya efectividad no depende de manera tan decisiva del ajuste del equipo. No obstante, el trabajo formativo y de concienciación es fundamental para que cada persona pueda tomar una decisión de manera informada.

Habitualmente los test de ajuste se realizan con **periodicidad anual**, repitiéndose además en caso de cambio de EPR o notable variación en la fisonomía de las personas trabajadoras (comienza a utilizar gafas, cambios importantes de peso, cirugías, barba, entre otros).

Más allá del cumplimiento con las obligaciones legales existentes, el test de ajuste tiene, además, diferentes e importantes utilidades tanto para la empresa como para el personal:

❖ **Desde el punto de vista de las personas trabajadoras:**

- Para evaluar si el EPR que utiliza habitualmente es adecuado a su morfología y características personales.
- Para comprobar si el ajuste que realiza habitualmente es correcto.
- Como complemento a la formación en el uso de equipos de protección respiratoria.
- Para concienciarse de la importancia que tiene un buen ajuste y una correcta utilización de los equipos de protección.

❖ **Desde el punto de vista la empresa:**

- Para ayudarle a seleccionar el tamaño o modelo de EPR adecuado para cada persona.
- Para velar por la correcta utilización de los EPI que facilita a la plantilla, asegurando en la medida de lo posible que el EPR posee una eficacia comprobada.
- Para complementar la formación e información que debe proporcionar al personal en materia de Prevención de Riesgos Laborales, obligatorias según la legislación vigente.
- Para concienciarse de la importancia que tiene una buena selección y utilización de los equipos de protección respiratoria.

# MODELO EJEMPLO FICHA:

- •
  - •
  - •
  - •
  - •
  - •
  - •
  - •
- Test de ajuste  
• cuantitativo de EPR



Descarga este anexo en PDF  
escaneando el código QR  
con tu móvil

DATOS TRABAJADOR/A			
Nombre		DNI	
Puesto de trabajo			
DATOS DEL EPR			
Tipo (mascarilla autofiltrante, media máscara, máscara completa, asistido...)			
Marca			
Modelo			
Talla			
TEST DE AJUSTE CUANTITATIVO			
Tipo (contaje partículas/presión negativa)			
Equipo utilizado			
Nº serie		Fecha calibración	
Protocolo utilizado			
Especificar ejercicios y duración			
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
RESULTADOS			
Otros EPI usados de manera simultánea			
Particularidades del trabajador/a (vello facial, gafas, cicatrices...)			
Factor de ajuste obtenido		Factor de ajuste de referencia	
<i>(Cubrir en caso de que el factor de ajuste obtenido sea inferior al de referencia)</i>			
EPR alternativo (modelo/talla)		Factor de ajuste obtenido	
EPR alternativo (modelo/talla)		Factor de ajuste obtenido	
EPR alternativo (modelo/talla)		Factor de ajuste obtenido	
CONDICIONES DE USO DE EPR			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar comprobación de ajuste cada vez que se use el equipo.</li> <li>Los resultados de este test de ajuste son aplicables en las condiciones existentes el día del test. La presencia de vello facial puede afectar significativamente al ajuste, reduciendo la protección.</li> <li>Repetir test de ajuste anualmente o cuando se produzcan cambios.</li> </ul>			
FIRMA PERSONAL TÉCNICO RESPONSABLE DEL TEST		FIRMA TRABAJADOR/A	
Fecha: __/__/____		Fecha: __/__/____	



DATOS TRABAJADOR/A			
Nombre		DNI	
Puesto de trabajo			
INFORMACIÓN FACILITADA A TRABAJADOR/A			
Tiempo dedicado a esta acción			
Formato de la información	<input type="checkbox"/> Oral		<input type="checkbox"/> Escrita
Responsable de la acción informativa			
Fecha	__/__/____	Firma (Rble. de la acción informativa)	
CONTENIDO DE LA INFORMACIÓN			
<ul style="list-style-type: none"> <li>·</li> <li>·</li> <li>·</li> <li>·</li> </ul>			
FORMACIÓN IMPARTIDA A TRABAJADOR/A			
Tiempo total invertido en la formación		Teórica	Práctica
Responsable de la acción formativa			
Fecha	__/__/____	Firma (Rble. de la acción formativa)	
CONTENIDO DE LA FORMACIÓN			
<ul style="list-style-type: none"> <li>·</li> <li>·</li> <li>·</li> <li>·</li> </ul>			
OBSERVACIONES			
FIRMA TRABAJADOR/A		FECHA	
		__/__/____	



DATOS TRABAJADOR/A							
Nombre				DNI			
Puesto de trabajo							
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL							
Tipo de EPI	Marca Modelo / Talla	Unidades entregadas	Duración prevista	Entrega de instrucciones e información*		Recibe formación*	
				SÍ	NO	SÍ	NO
FORMACIÓN E INFORMACIÓN ( * Especificar en caso de haberlo indicado en la tabla anterior)							
USO DEL EPI							
<p>El/la trabajador/a se compromete a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizar el equipo en las situaciones en las que se le haya indicado.</li> <li>Seguir las instrucciones relativas al uso, ajuste, cuidado y mantenimiento.</li> <li>Consultar cualquier duda sobre la utilización del equipo.</li> <li>Informar inmediatamente de cualquier defecto, anomalía o daño que se aprecie en el equipo.</li> </ul>							
OBSERVACIONES							
FIRMA DE LA PERSONA RESPONSABLE DE LA ENTREGA				FIRMA TRABAJADOR/A			
FECHA				_/_/____			



# Anexo IV

- •
  - •
  - •
  - •
  - •
  - •
  - •
  - •
  - •
- Registros de consulta y participación en materia de prevención frente al riesgo por exposición a SCR



Descarga este anexo en PDF  
escaneando el código QR  
con tu móvil

### REGISTRO DE CONSULTA

La empresa tiene la intención de tomar la siguiente decisión relativa a la prevención del riesgo por exposición a polvo de SCR:

Rogamos hagan llegar cualquier sugerencia o comentario sobre la misma.  
 En caso de no recibir respuesta, la decisión se aplicará una vez transcurrido el plazo.  
 La empresa motivará la respuesta en caso de no aceptar las sugerencias que se propongan.

**PLAZO MÁXIMO PARA RESPONDER: 15 días a contar desde la fecha de comunicación**

Firma y sello de la empresa		Fecha	_/_/____
-----------------------------	--	-------	----------

**RESPUESTA A LA CONSULTA FORMULADA:**

Firma de las personas trabajadoras o su representación		Fecha	_/_/____
--	--	-------	----------

<b>REGISTRO DE PARTICIPACIÓN</b>			
<b>DATOS DE TRABAJADOR/A O REPRESENTANTE</b>			
<b>Nombre</b>		<b>DNI</b>	
<b>Puesto de trabajo</b>			
<b>INFORMACIÓN FACILITADA A TRABAJADOR/A</b>			
<b>Pongo en conocimiento de la empresa la siguiente propuesta en materia de prevención del riesgo por exposición a polvo de SCR:</b>			
<b>Motivo por el que se propone la medida</b>			
<b>PLAZO MÁXIMO RECOMENDABLE PARA RESPONDER: 15 días a contar desde la fecha de comunicación</b>			
<b>Firma de la persona trabajadora o su representación</b>		<b>Fecha</b>	__/__/____
<b>RESPUESTAS A LA PROPUESTA FORMULADA</b>			
<input type="checkbox"/>	La empresa ha decidido aplicar la medida. Fecha prevista de aplicación: __/__/____		
<input type="checkbox"/>	La empresa ha decidido aplicar la medida con las siguientes modificaciones:		
..... Fecha prevista de aplicación: __/__/____			
<input type="checkbox"/>	La empresa ha decidido NO aplicar la medida por los siguiente motivos:		
<b>Firma y sello de la empresa</b>		<b>Fecha</b>	__/__/____



# Anexo V

- •
- •
- •
- •
- • Autorización
- • para exposiciones
- • accidentales
- • y no regulares



Descarga este anexo en PDF  
escaneando el código QR  
con tu móvil

## **AUTORIZACIÓN PERSONAL DE TRABAJO**

### **HABILITACIÓN TEMPORAL PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS CON EXPOSICIÓN ANORMAL A POLVO DE SCR**

DATOS TRABAJADOR/A			
Nombre		DNI	
Empresa			
Puesto de trabajo			
TRABAJOS A REALIZAR			
Descripción precisa de las tareas		Localización	
PROCEDIMIENTO DE TRABAJO (descripción procedimiento de trabajo paso a paso)			
ANTES	DURANTE	DESPUÉS	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
RIESGOS PREVISIBLES / INTERRUPCIÓN ACTIVIDAD			
Relación de riesgos previstos durante los trabajos:			
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
Interrumpir la actividad en caso de:		PROCEDIMIENTO de interrupción de actividad:	

## **AUTORIZACIÓN PERSONAL DE TRABAJO**

### **HABILITACIÓN TEMPORAL PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS CON EXPOSICIÓN ANORMAL ELEVADA A POLVO DE SCR**

VALIDEZ DE LA AUTORIZACIÓN			
<b>Fecha comienzo</b>		<b>Fecha fin</b>	
<b>Turno de trabajo</b>		<b>Duración turno</b>	
EQUIPOS DE PROTECCIÓN A UTILIZAR			
1		2	
4		5	
3		6	
EQUIPO DE PROTECCIÓN RESPIRATORIA			
Marca		Modelo	
Tiempo de uso		Recambio	
¿Supera test de ajuste?		¿Formación específica?	
FIRMA RESPONSABLE ACTUACIÓN		FIRMA TRABAJADOR/A	
<b>FECHA:</b>	_/_/____	<b>FECHA:</b>	_/_/____







# Referencias consultadas

# REFERENCIAS CONSULTADAS

## NORMATIVA LEGAL DE ÁMBITO NACIONAL

- ❖ Decreto de 26 de julio de 1957, sobre *Industrias y Trabajos prohibidos a mujeres y menores por peligrosos o insalubres*.
- ❖ Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, *por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera*.
- ❖ Ley 14/1986, de 25 de abril, *General de Sanidad*.
- ❖ Ley 14/1994, de 1 de junio, *por la que se regulan las empresas de trabajo temporal*.
- ❖ Ley 31/1995, de 8 de noviembre, *de prevención de Riesgos Laborales*.
- ❖ Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, *por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención*.
- ❖ Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, *por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo*.
- ❖ 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*.
- ❖ Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, *por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual*.
- ❖ Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, *por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo*.

- ❖ Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, *sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.*
- ❖ Real Decreto 1124/2000, de 16 de junio, *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.*
- ❖ Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, *por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.*
- ❖ 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.*
- ❖ Ley 54/2003, de 12 de diciembre, *de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.*
- ❖ 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.*
- ❖ Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, *por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.*
- ❖ Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, *por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.*
- ❖ Orden TAS/1/2007, de 2 de enero, *por la que se establece el modelo de parte de enfermedad profesional, se dictan normas para su elaboración y transmisión y se crea el correspondiente fichero de datos personales.*

- ❖ *Real Decreto 298/2009, de 6 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en relación con la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz o en período de lactancia.*
- ❖ *Real Decreto 843/2011, de 17 de junio, por el que se establecen los criterios básicos sobre la organización de recursos para desarrollar la actividad sanitaria de los servicios de prevención.*
- ❖ *Ley 33/2011, de 4 de octubre, General de Salud Pública.*
- ❖ *Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; 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, y el 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 Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.*
- ❖ *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.*
- ❖ *Real Decreto 257/2018, de 4 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.*
- ❖ *Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales.*

- ❖ 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.*
- ❖ Orden TED/723/2021, de 1 de julio, *por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria 02.0.02 “Protección de los trabajadores contra el riesgo por inhalación de polvo y sílice cristalina respirables”, del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.*

## NORMATIVA LEGAL DE ÁMBITO EUROPEO

- ❖ Directiva 90/394/CEE del Consejo, de 28 de junio de 1990, *relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes carcinógenos durante el trabajo.*
- ❖ Directiva 97/42/CE del Consejo, de 27 de junio de 1997, *por la que se modifica por primera vez la Directiva 90/394/CEE relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes carcinógenos durante el trabajo.*
- ❖ Directiva 1999/38/CE del Consejo, de 29 de abril de 1999, *por la que se modifica por segunda vez la Directiva 90/394/CEE relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes carcinógenos durante el trabajo y por la que se amplía su ámbito de aplicación a los mutágenos.*
- ❖ 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.*
- ❖ Reglamento (CE) n° 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre, *relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), por el que se crea la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos, se modifica la Directiva 1999/45/CE y se derogan el Reglamento (CEE) n° 793/93 del Consejo y el Reglamento (CE) n° 1488/94 de la Comisión, así como la Directiva 76/769/CEE del Consejo y las Directivas 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE y 2000/21/CE de la Comisión.*

- ❖ Reglamento (CE) nº 1272/2008, 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.*
- ❖ 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.*

## NORMAS TÉCNICAS

- ❖ UNE-EN 481:1995 *Atmósferas en los puestos de trabajo. Definición de las fracciones por el tamaño de las partículas para la medición de aerosoles.*
- ❖ UNE-EN 12941:1999/A2:2009 *Equipos de protección respiratoria. Equipos filtrantes de ventilación asistida incorporados a un casco o capuz. Requisitos, ensayos, marcado.*
- ❖ UNE-EN 140/AC:2000 *Equipos de protección respiratoria. Medias máscaras y cuartos de máscara. Requisitos, ensayos, marcado.*
- ❖ UNE-EN 149:2001+A1:2010 *Dispositivos de protección respiratoria. Medias máscaras filtrantes de protección contra partículas. Requisitos, ensayos, marcado.*
- ❖ UNE-EN 136/AC:2004 *Equipos de protección respiratoria. Máscaras completas. Requisitos, ensayos, marcado.*
- ❖ CEN/TR 15230:2005 *Workplace atmospheres - Guidance for sampling of inhalable, thoracic and respirable aerosol fractions.*
- ❖ UNE-EN 529:2006 *Equipos de protección respiratoria. Recomendaciones sobre selección, uso, cuidado y mantenimiento. Guía.*
- ❖ UNE-EN ISO 13137:2022 *Atmósferas en el lugar de trabajo. Bombas para muestreo personal de los agentes químicos y biológicos. Requisitos y métodos de ensayo.*

- ❖ UNE 81599:2014 *Exposición en el lugar de trabajo. Determinación de partículas en suspensión en el aire (fracciones inhalable, torácica y respirable). Método gravimétrico.*
- ❖ ISO 16975-3:2017 *Respiratory protective devices — Selection, use and maintenance — Part 3: Fit-testing procedures.*
- ❖ UNE 81550:2017 *Exposición en el lugar de trabajo. Determinación de sílice cristalina (fracción respirable) en aire. Método de espectrofotometría de infrarrojo.*
- ❖ UNE-EN 689:2019 *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 482:2021 *Exposición en el lugar de trabajo. Procedimientos para la determinación de la concentración de los agentes químicos. Requisitos generales relativos al funcionamiento.*
- ❖ UNE-EN 143:2022 *Equipos de protección respiratoria. Filtros contra partículas. Requisitos, ensayos, marcado.*
- ❖ UNE-EN 1540:2022 *Exposición en el lugar de trabajo. Terminología.*

## GUÍAS, MÉTODOS, NOTAS TÉCNICAS Y OTROS DOCUMENTOS

- ❖ *Guía técnica INS. Métodos de determinación de partículas y sílice cristalina respirable. INS, 2019.*
- ❖ *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo. INSST, 2022.*
- ❖ *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos o mutágenos en el trabajo. INSST, 2022.*
- ❖ *Guía técnica para la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. INSST, 2022.*

- ❖ MTA/MA-056/A06 *Determinación de sílice libre cristalina (cuarzo, cristobalita, tridimita) en aire - Método del filtro de membrana / Difracción de rayos X.*
- ❖ MTA/MA-057/A17 *Determinación de sílice cristalina (fracción respirable) en aire. Método del filtro de membrana / espectrofotometría de infrarrojos.*
- ❖ NTP 673. *La sustitución de agentes químicos peligrosos: aspectos generales.* INSHT, 2004.
- ❖ NTP 712. *Sustitución de agentes químicos peligrosos (II): criterios y modelos prácticos.* INSHT, 2015.
- ❖ NTP 918. *Coordinación de actividades empresariales (Parte I).* INSHT, 2011.
- ❖ NTP 1.168. *Pérdida de carga asociada a muestreadores y elementos de retención en el muestreo de agentes químicos.* INSST, 2021.
- ❖ *Manual práctico de ventilación.* Soler & Palau, 1993.
- ❖ *IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Silica, some silicates, coal dust and para-armid fibrils. Volume 68.* IARC, 1997.
- ❖ *Hazard prevention and control in the work environment: airborne dust.* World Health Organization. Occupational and Environmental Health Team, 1999.
- ❖ *Industrial sprays and atomization. Design, analysis and applications.* G. Nasr, A. J. Yule, L. Bendig, 2002.
- ❖ *Protocolo de vigilancia sanitaria específica. Silicosis y otras neumoconiosis.* Comisión de Salud Pública. Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud. Ministerio de Sanidad y Consumo, 2001.
- ❖ *1910.134 App A. Fit Testing Procedures.* OSHA, 2004.
- ❖ *Handbook of atomization and sprays. Theory and applications.* Nasser Ashgriz, 2011.
- ❖ *IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Arsenic, metals, fibres and dust. Volume 100C. A review of human carcinogens.* IARC, 2012.



- ❖ *Protocolos de vigilancia específica. Amianto.* Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2013.
- ❖ *Controlling airborne contaminants at work: A guide to local exhaust ventilation (LEV).* HSG258. HSE, 2017.
- ❖ *UNI 11719:2018 FIT TEST Guida alla scelta, all'uso e alla manutenzione degli apparecchi di protezione delle vie respiratorie, in applicazione alla UNI EN 529:2006. Scelta dell'idonea protezione delle vie aeree superiori.*
- ❖ *Industrial ventilation: a manual of recommended practice for design.* ACGIH, 2019.
- ❖ *Guidance on respiratory protective equipment (RPE) fit testing.* INDG479. HSE, 2019.
- ❖ *Guía para la selección y control de equipos de protección respiratoria.* Instituto de Salud Pública de Chile (ISP), 2019.
- ❖ *Dust Control Handbook for Industrial Minerals Mining and Processing.* NIOSH, 2019.
- ❖ *Industrial Ventilation: A Manual of Recommended Practice for Operation and Maintenance.* ACGIH, 2020.
- ❖ *Protocolo de vigilancia sanitaria específica. Silicosis.* Comisión de Salud Pública. Ministerio de Sanidad, 2020.





GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



SERVICIO DE SALUD  
DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS



INSTITUTO NACIONAL DE SILICOSIS