



**UNIVERSITAT  
JAUME • I**

MASTER UNIVERSITARIO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS  
LABORALES.

TRABAJO DE FINAL DE MASTER

CÓDIGO DE LA ASIGNATURA SIS017

CURSO ACADEMICO: 2019/2020

FECHA DE LECTURA: NOVIEMBRE 2020

## **RIESGOS POR EXPOSICION A LA SCR (SILICE CRISTALINA RESPIRABLE) : FABRICACIÓN DE FRITAS Y ESMALTES**

---

ALUMNO: JOSE LUIS CORTES GARCIA – 18969162G

TUTOR: RICARDO VIDAL ALBALATE

## **INDICE**

- 1 Introducción / Objetivos TFM**
- 2 Silice cristalina**
  - 2.1 Descripción y naturaleza
  - 2.2 Identificación y clasificación ( reglamento CLP )
  - 2.3 Factores de Riesgo higiénico.
  - 2.4 Patologías: Silicosis y cancer de pulmón
- 3 Planificación de la prevención de riesgos**
  - 3.1 Evaluación de riesgos
  - 3.2 Planificación preventiva
  - 3.3 Vigilancia de la salud
- 4 Estado normativa legal actual de la sílice**
- 5 Proyectos reducción de sílice**
- 6 Caso práctico : Proceso de fabricación de fritas y esmaltes**
  - 6.1 Descripción del proceso de fabricación
  - 6.2 Principales materias primas utilizada en el sector que introducen sílice
  - 6.3 Diagrama de flujo de proceso
- 7 Conclusiones**
- 8 Bibliografía**
  - 8.1 Normativa legal de aplicación
  - 8.2 Guías técnicas
  - 8.3 Páginas web consultadas

## **Resumen TFM**

El trabajo presentado versa sobre el riesgo para el trabajador por exposición a la sílice cristalina respirable (SCR) y en él se describe toda la planificación de la prevención, evaluación de riesgos y medidas preventivas aplicadas.

Indicar a modo de resumen los principales puntos tratados :

- Descripción sobre la naturaleza de la sílice cristalina respirable ( SCR), así como la clasificación e identificación de peligrosidad de la misma según el Reglamento 1272/2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas conocido como CLP.
- Planificación de la prevención, incluyendo las evaluaciones de riesgo por exposición, las medidas preventivas aplicadas y la vigilancia de la salud.
- Principal normativa legal de aplicación referente a la SCR, y situación actual de la sílice en cuanto a legislación se refiere.
- Proyectos para la reducción riesgos de la exposición a la SCR: proyectos europeos dedicados a mitigar el riesgo de exposición a la sílice cristalina.
- Para finalizar el TFM, se describe un caso práctico del procedimiento de actuación a seguir con materias primas con SCR en el sector de fabricación de fritas y esmaltes.

## 1- INTRODUCCIÓN / OBJETIVO

### Introducción

Indicar que entre las principales materias primas incorporadas en el proceso de fabricación de fritas y esmaltes se encuentran los cuarzos , los feldespatos y las arenas feldespáticas siendo común en todas ellas la presencia de la sílice cristalina respirable ( SCR).

El TFM pretende dar a conocer y analizar los nuevos cambios normativos, nacionales y europeos, que afectan a la sílice respirable, y sus consecuencias tras su inclusión, en 2018, como agente cancerígeno en el Cuadro de Enfermedades Profesionales.

Este cambio conlleva de forma implícita, importantes repercusiones y consecuencias prácticas para las empresas como la del sector de fritas y esmaltes, obligando a la adopción de implementación de nuevas medidas preventivas tanto de carácter técnico como de vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos , así como las obligaciones específicas que tienen que cumplir las empresas en las que hay exposición a este agente.

Se definen en el TFM unas directrices básicas para la aplicación práctica de un programa en el cual se definen y clarifican todas las posibles de medidas de prevención encaminadas a la protección de la salud de los trabajadores del riesgo frente a la exposición a la SCR.

**El objetivo del TFM** presentado es dar a conocer en primer lugar la preocupación actual existente sobre la declaración de la sílice cristalina respirable (SCR) como sustancia cancerígena y en segundo término **dar a conocer a las entidades empresariales del sector de fritas y esmaltes , los riesgos de los ambientes laborales donde puede inhalarse sílice y contribuir a su vez con ello al incremento del nivel de protección de la salud y seguridad de los trabajadores, reduciendo al máximo los riesgos derivados de las exposiciones a este agente, y previniendo el riesgo de enfermedad profesional.**

## **2- SILICE CRISTALINA RESPIRABLE (SCR)**

### **2.1-Naturaleza**

Sílice es el nombre que recibe un grupo de minerales compuestos de silicio y oxígeno, los dos elementos más abundantes de la corteza terrestre. A pesar de su simple fórmula química, SiO<sub>2</sub>, la sílice existe en diferentes formas:

- Cristalina (la más frecuente) cuando no está combinada con otros compuestos químicos, se denomina sílice libre cristalina.
- Microcristalina o criptocristalina
- Amorfa

La sílice cristalina se presenta principalmente en forma de:

- Cuarzo. Es la más habitual y el segundo mineral más abundante del planeta. Se encuentra en la mayoría de los distintos tipos de roca, incluso la arena de la playa puede llegar a estar compuesta en más de un 90% por cuarzo.
- Cristobalita
- Tridimita

Además de ser abundante, presenta unas propiedades fisicoquímicas (dureza, alto punto de fusión, etc.) que le confieren un gran valor, como son su alto punto de fusión y su resistencia química o dureza. Esto hace que se utilice para gran variedad de aplicaciones en la industria, por lo que está presente en varios procesos industriales (fabricación de vidrio, cerámica, áridos y minas, piedra natural, fundición) y en materiales de construcción (hormigón, ladrillo, mortero...), siendo este el motivo de la existencia de numerosas fuentes de exposición laboral

El estado sólido es el estado más común de la sílice libre cristalina. Existe suspensión en el aire de partículas sólidas de tamaño pequeño procedentes de procesos físicos de disgregación. Su presencia en el ambiente de trabajo, puede suponer un importante riesgo para la salud de las personas expuestas.

No todo el polvo de la sílice es igual. Para cada tipo de polvo, existen diferentes tamaños de partículas, a las que a menudo se hace referencia como fracciones de polvo. Cuando se inhala el polvo, el punto de sedimentación en el sistema respiratorio humano depende de la gama de tamaños de partículas presentes en el polvo.

En función del tamaño de la partícula, al ser inhaladas pueden llegar a alcanzar los alveolos pulmonares, depositarse en ellos y provocar daños para la salud.

Las partículas de tamaño mayor de 10 micras quedan depositadas en vías aéreas altas y son eliminadas en un corto periodo de tiempo por el transporte mucociliar.

Las partículas de tamaño menor de 10 micras, constituyen la fracción de polvo inhalable y son capaces de ser arrastradas por la corriente aérea inspiratoria.

Las partículas de tamaño menor de 5 micras, que por su pequeño tamaño no quedan atrapadas por las vías aéreas altas y alcanzan los alvéolos, componen la fracción respirable. Esta es sin duda la fracción más peligrosa, pues es la que tiene menor tamaño y la que más profundamente puede penetrar en el sistema respiratorio.

El polvo respirable puede penetrar profundamente en los pulmones. Los mecanismos de defensa natural del cuerpo pueden eliminar la mayor parte del polvo respirable inhalado. Sin embargo, en casos de exposición prolongada a niveles excesivos de este polvo, se hace difícil su eliminación de los pulmones y una acumulación del mismo puede a largo plazo, ocasionar efectos irreversibles sobre la salud por el hecho de que los efectos nocivos de la sílice cristalina están relacionados con la fracción de polvo respirable.

La silicosis es la enfermedad laboral de pulmón más antigua conocida en todo el mundo. Sin embargo, los riesgos médicos asociados a la exposición al polvo de sílice cristalina pueden controlarse y; mediante medidas adecuadas, reducirse o eliminarse por completo. Sólo se trata de evaluar el riesgo y tomar las medidas adecuadas.

## **2.1-Identificación y clasificación (reglamento CLP )**

### Identificación

Existe y se mantiene actualizada en forma de base de datos un catálogo de clasificación de todas las sustancias existentes que será accesible a todo el público con el propósito de informar sobre las sustancias (Nº CAS, Nº EINECS) y con la cual se identifica la sustancia que nos interesa en nuestro caso: sílice cristalina respirable (SCR).

	Nº CAS	Nº EINECS
Sílice libre cristalina	14808-60-7	238-878-4

## Clasificación y etiquetado (reglamento CLP)

La clasificación de las sustancias y en nuestro caso la SCR, tiene por objeto determinar las propiedades fisicoquímicas, toxicológicas y ecotoxicológicas de todas las sustancias y preparados que puedan entrañar un riesgo durante su manipulación o utilización.

Cualquier tipo de sustancia clasificada como peligrosa para la salud del trabajador, debe contener una serie de información específica sobre el riesgo y peligrosidad que entraña la manipulación de la misma. Hablamos de los pictogramas de peligrosidad, las palabras de advertencia asociadas, las frases de identificación de peligro, etc.

La clasificación actual de la sílice libre cristalina sería la siguiente:

STOT RE 1 Cat 1	STOT RE 2 Cat 2 Toxicidad específica en determinados órganos- Exposiciones repetidas, categoría 2	STOT RE 1 Cat 1 Toxicidad específica en determinados órganos- Exposiciones repetidas, categoría 1
Porcentaje SCR ( sílice libre respirable)	1% < SCR < 10 %	SCR > 10 %
PICTOGRAMA	GHS08	GHS08
Palabra de advertencia	Atención	Peligro
Indicación de peligro ( frases H)	H373 -Puede provocar daños en los órganos (pulmones) tras exposiciones prolongadas o repetidas.	H372 - Provoca daños en los órganos (pulmones) tras exposiciones prolongadas o repetidas.
Consejos de prudencia ( frases P)	P260-No respirar el polvo P264 Lavarse ... Concienzudamente tras la manipulación. P270 No comer, beber ni fumar durante su utilización. P314 Consultar a un médico en caso de malestar. P501 Eliminar el contenido/el recipiente en conformidad con la reglamentación	

**Tabla peligrosidad SCR<sup>1</sup>**

### Valor corte para clasificación de preparados y mezclas que contengan SCR

Preparados No clasificados como peligrosos:Preparados con un porcentaje de sílice libre fracción respirable en su formulación menor del 1 % (SCR < 1 % )

Preparados Clasificados como STOT RE 2 – frase H373: Preparados con un porcentaje de sílice libre fracción respirable comprendido entre 1-10 % (1% ≤ SCR < 10%)

Preparados Clasificados como STOT RE 1 – frase H372: Preparados con un porcentaje de sílice libre fracción respirable mayor de 10 % - SCR >1%:

<sup>1</sup> Información extraída de la página del Reach

## **2.2 Factores de riesgo higiénico**

Existen varios factores que definen el riesgo higiénico, destacando siendo de primera relevancia los siguientes:

### **Naturaleza del contaminante:**

Hace referencia a la capacidad de la sílice libre cristalina de producir efectos adversos o perjudiciales sobre la salud de las personas expuestas al entrar en contacto con él.

### **Concentración del contaminante:**

Es importante mediante mediciones conocer la cantidad real de la SCR existente en el puesto de trabajo que le llega al personal expuesto pudiendo ser esta, más o menos peligrosa, según su nivel de concentración.

### **Tiempo de exposición:**

El tiempo de exposición se define como el tiempo real y efectivo durante el cual la SCR ejerce su acción agresiva sobre la persona. Es importante no confundir con el tiempo de permanencia en el puesto de trabajo, ya que éste suele ser mayor al tiempo de exposición ya que existen pausas y tiempos de descanso.

### **Vía de entrada en el organismo:**

La principal vía de entrada de la sílice libre sería la vía respiratoria

Se entiende como vía respiratoria todo el sistema respiratorio, es decir, nariz, boca, laringe, bronquios, bronquiólos y alvéolos pulmonares.

La cantidad total de un contaminante que es absorbido por esta vía depende de la concentración en el ambiente, el tiempo de exposición y de la ventilación pulmonar (ritmo respiratorio y capacidad pulmonar).

La absorción de la SCR por el organismo supone su incorporación al corriente sanguíneo, tras franquear las distintas barreras biológicas que existen.

### **Condiciones de trabajo:**

Es un elemento importante que considera todos aquellos factores que condicionan la presencia del contaminante en el entorno de trabajo (sistemas de ventilación y extracción localizada, cerramientos de las instalaciones industriales, etc.)



### Susceptibilidad individual y entorno ambiental:

Conjunto de características personales e intrínsecas del individuo que pueden condicionar el grado de afectación producido por la SCR (edad, sexo, estilo de vida, higiene personal, alimentación, etc.), así como la influencia del entorno en que habita (ubicación en áreas rurales o urbanas, más o menos contaminadas, etc.).

### **2.3 Patologías por exposición a la SCR: silicosis y cáncer de pulmón**

Identificada y clasificada la SCR y conocidos los principales factores de riesgo, vamos a describir las principales patologías derivadas por la exposición a la SCR, clasificando según en los efectos que produce en el organismo como:

#### Neumoconiótico:

La sílice libre cristalina es un neumoconiótico fibrótico que penetra y se deposita en los pulmones siendo capaz de inducir una grave enfermedad profesional llamada silicosis, causada normalmente por la exposición repetida (crónica) a polvo de sílice libre cristalina. Se distinguen tres tipos de silicosis:

#### Silicosis aguda

Resultado de una exposición extremadamente alta a la sílice cristalina respirable durante un periodo de tiempo relativamente corto (5 años). Provoca rápidamente la falta de respiración progresiva y la muerte (normalmente a los pocos meses de diagnosticada la enfermedad). Tiene mal pronóstico.

#### Silicosis acelerada

Puede desarrollarse dentro de los 5 a 10 años de exposición a elevados niveles de sílice cristalina respirable. Los síntomas son similares a la silicosis aguda: disnea progresiva, tos, pérdida de peso e insuficiencia respiratoria.

#### Silicosis crónica

Resultado de la exposición a bajos niveles de sílice cristalina respirable, durante largos periodos de tiempo (duración de exposición superior a 10 años).

#### Cancerígeno:

En 1996 la sílice cristalina fue clasificada en el grupo I (carcinógeno en humanos) por la IARC (International Agency for Research on Cancer). Parece claro que los pacientes con silicosis tienen incrementado este riesgo. La evidencia es menor acerca de si la exposición a sílice, en ausencia de silicosis, constituye un factor de riesgo.

El carácter cancerígeno atribuible al polvo de sílice cristalina hace poco que ha sido reconocido en nuestra normativa por el Real Decreto 257/2018, catalogándose como causante de cáncer de pulmón en el Grupo 6, agente R, subagente 01.

Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).

También se relaciona al incremento del riesgo de tuberculosis, enfermedades renales, cardiovasculares e incluso enfermedades del sistema inmunitario como lupus eritematoso sistémico, si bien estas últimas son menos frecuentes. Es cada vez mayor la evidencia de que la inhalación de polvo inorgánico en el medio laboral es un factor de riesgo de EPOC. Múltiples estudios epidemiológicos apuntan en este sentido.

### **3-PLANIFICACION DE LA PREVENCION**

#### **3.1 Evaluación de riesgos**

Se debe realizar una evaluación inicial de todas aquellas actividades, (incluidas las de mantenimiento o reparación), cuya realización pueda suponer un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores, por la posibilidad de que se produzcan exposiciones de importancia de SCR, aunque se hayan tomado todas las medidas técnicas pertinentes.

La evaluación de riesgos ha de mostrar claramente que todos los puestos de trabajo susceptibles de exposición a la SCR han sido evaluados, manteniendo coherencia con el resto de documentación preventiva y tendrá siempre en cuenta las características personales de aquellos trabajadores que puedan requerir una especial protección.

En el caso de una nueva actividad susceptible de manipulación de SCR con riesgo potencial para la salud, el trabajo deberá iniciarse únicamente cuando se haya efectuado una evaluación del riesgo de dicha actividad y se hayan aplicado las medidas preventivas correspondientes.

La evaluación de los riesgos deberá mantenerse actualizada, revisándose:

- Cuando se produzcan modificaciones en las condiciones existentes en el momento en el que se hizo la evaluación, que puedan aumentar el riesgo invalidando los resultados de dicha evaluación (como por ejemplo la incorporación al proceso de una nueva materia con SCR)
- Periódicamente, debiéndose fijar la misma en función de la naturaleza y gravedad del riesgo.

Se deberá llevar a cabo la evaluación de riesgos considerando y analizando conjuntamente los siguientes factores:

- Sus propiedades peligrosas y cualquier otra información necesaria para la evaluación, facilitada por el proveedor (fichas de seguridad, análisis SCR, etc.), o que pueda recabarse de cualquier otra fuente de información de fácil acceso.
- Los valores límite ambientales de exposición diaria (en adelante VLA-ED) y los valores límites de exposiciones cortas (en adelante VLA-EC) permitidos indicados en la guía del INSST sobre los Límites de exposición profesional para agentes químicos en España. 2019.

- Las cantidades utilizadas o almacenadas de materias primas con SCR.
- El tipo, nivel y duración de la exposición del trabajador a la fuente de riesgo, así como cualquier otro factor que condicione la magnitud de los riesgos derivados de dicha exposición, así como las exposiciones accidentales.
- Cualquier otra condición de trabajo que influya sobre otros riesgos relacionados con la presencia de SCR.
- El efecto de las medidas preventivas adoptadas o que deban adoptarse.
- Las conclusiones de los resultados de la vigilancia de la salud de los trabajadores que, en su caso, se haya realizado y los accidentes o incidentes causados o potenciados por la presencia de los agentes en el lugar de trabajo.

La evaluación de los riesgos derivados de la exposición por inhalación a SCR deberá incluir la medición de las concentraciones de la sustancia en el aire, en la zona de respiración del trabajador, y su posterior comparación con el Valor Límite Ambiental que corresponda según lo dispuesto en el apartado anterior.

El procedimiento de medición utilizado deberá adaptarse, por tanto, a la naturaleza de dicho Valor Límite y concretamente, la estrategia de medición (el número, duración y oportunidad de las mediciones) y el método de medición (incluidos, en su caso, los requisitos exigibles a los instrumentos de medida) se establecerán siguiendo la normativa específica que sea de aplicación.

#### Criterio higiénico aplicado a las mediciones de polvo de sílice

Se aplica el Real Decreto 374/2001 y criterio inicialmente definido en la Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos presentes en los lugares de trabajo, relacionados con agentes químicos, relativa al citado R. D. 374/2001.

Dicho criterio, se basa en la comparación de los valores de SCR medidos con los valores de referencia que se indican a continuación, como VLA-ED y VLA-EC, entendiendo estos como valores de referencia para la evaluación y control de los riesgos inherentes a la exposición, principalmente por inhalación, a los agentes químicos presentes en los puestos de trabajo, en nuestro caso, la SCR y, por lo tanto, para proteger la salud de los trabajadores.

Los VLA-ED corresponden a valores para comparar las concentraciones en el aire tomadas como valores promedio tolerables en exposiciones de 8 horas diarias, ED (exposición diaria) y por debajo de los cuales se considera que, normalmente, no existe riesgo de efectos nocivos para el individuo.

Los VLA-EC corresponden valores de concentración máxima a la que puede exponerse el individuo por períodos de hasta 15 minutos, sin efectos negativos. Estos valores no deben ser superado por ninguna EC (exposición corta) a lo largo de la jornada laboral.

La concentración media de toda la jornada laboral, se calcula utilizando para ello, la siguiente fórmula en la que se considera (si es necesario) 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 8 horas, reflejada en el Índice de Exposición Diaria ED:

$$ED = \sum(Ci * Ti)/8$$

siendo:

**ci** : la concentración i-ésima medida

**ti**: el tiempo de exposición, en horas, asociado a cada valor ci

Se establece como indicador la exposición diaria relativa (EDr), que se obtiene mediante la siguiente formula:

$$EDr = \frac{ED}{VLA ED}$$

En los informes de medición se concluye según los valores de **EDr** obtenidos:

- **Si no se supera el valor 0,1EDr se considera Exposición aceptable.**
- **Si no se supera el valor 1EDr, pero si se supera el valor 0,1EDr**, para establecer una conclusión sobre la exposición a los agentes químicos se requiere realizar mediciones en otras dos jornadas laborales (y si fuera posible en turnos de trabajo diferentes).

Tras las tres jornadas se considerará que la exposición es:

- Aceptable si los tres valores de  $ED_r$  son inferiores a 0,25.
- Aceptable con mediciones periódicas si todos los valores de  $ED_r$  son inferiores a 1, y la media geométrica de los tres  $ED_r$  es inferior a 0,5.
- Inaceptable si alguno de los valores de  $ED_r$  es superior a 1.
- Si todos los valores de  $ED_r$  son inferiores a 1, y la media geométrica de los tres  $ED_r$  es superior a 0,5. Se requerirá adoptar medidas correctoras y repetir evaluación y/o ampliar el número de mediciones.

La planificación de mediciones periódicas comenzaría con una primera medición a las 16 semanas.

- Si el resultado de la medición es  $ED_r \leq 0,25$  la siguiente medición se realizará a las 64 semanas.
- Si el resultado de la medición es  $0,25 \leq ED_r \leq 0,5$ , la siguiente medición se realizará a las 32 semanas.
- Si el resultado de la medición es  $0,5 \leq ED_r \leq 1$ , la siguiente medición se realizará a las 16 semanas.
- Si durante este proceso varias mediciones dieran como resultado  $ED_r \leq 0,1$  se podrá reconsiderar la evaluación y darla como aceptable.
- Si cualquier medición durante el proceso diera  $ED_r \geq 1$ , se considerará exposición inaceptable, determinando las causas, aplicando medidas correctoras y procediendo a volver a evaluar la exposición ya que es uno de los requisitos que obligan a ello (cambio de las condiciones de trabajo).
- **Si se supera el valor 1  $ED_r$  se considera Exposición Inaceptable.** Así pues, es preceptivo adoptar alguna medida preventiva que reduzca la concentración de la SCR y que asegure unas condiciones de trabajo sin riesgo higiénico. Debiendo posteriormente verificar la eficacia de las medidas aplicadas, mediante la realización de una nueva evaluación de la exposición a la SCR.

Valores ambientales sílice cristalina

	VLA-ED	VLA-EC
Sílice libre cristalina	0,05 mg/Nm <sup>3</sup>	0,05 mg/Nm <sup>3</sup>

El empresario ha de ser conocedor de los resultados de las mediciones de exposición a polvo y SCR que se hayan realizado como base de la acción preventiva en este asunto, además de las posibles consecuencias debidas a dichos resultados, y de la planificación establecida a partir de los mismos.

### **3.2 Planificación preventiva**

Todas las actividades mencionadas en los anteriores puntos serán objeto de planificación por el empresario, incluyendo para cada actividad preventiva el plazo para llevarla a cabo, la designación de responsables y los recursos humanos y materiales necesarios para su ejecución.

El empresario deberá asegurarse de la efectiva ejecución de las actividades preventivas incluidas en la planificación, efectuando para ello un seguimiento continuo de la misma.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie como consecuencia de los controles periódicos previstos, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

Se describen seguidamente las medidas preventivas llevadas a cabo para mitigar el riesgo de exposición a la SCR.

#### **Medidas preventivas técnicas**

Siempre que sea técnicamente posible, la medida prioritaria para eliminar el riesgo por exposición a la SCR debe ser la sustitución o minimización cuando esta no sea posible, de las materias primas que la contienen (cuarzos, feldespatos, etc.) por otras que no contengan SCR en su composición o bien lo sean en menor grado para la salud o la seguridad de los trabajadores.

Diseño de procesos de trabajo: Es conveniente recordar que cualquier tipo de medida preventiva establecida durante la fase de diseño del proceso va a ser más efectiva y con seguridad implicará un menor coste que la implantada una vez que el sistema se encuentra operativo. Se debe insistir en la importancia de diseñar procesos y máquinas lo más automatizadas posible, con los que evitar al máximo la manipulación manual de estas sustancias, sustituyendo o modificando en su caso aquellos que entrañen una mayor peligrosidad para la salud y la seguridad del trabajador

En la fase de diseño se tendrán siempre presentes las medidas técnicas para evitar o reducir al mínimo la formación de ambientes contaminados en el aire, centrandose su atención sobre el foco o el origen del contaminante prevaleciendo siempre estas sobre cualquier otro tipo de medidas de protección colectivas o individuales.

El empleo de forma mayoritario de materias primas suministradas a granel por medio de camiones cuba y almacenadas en silos, junto con la automatización de los procesos, permitan evitar en mayor medida cualquier tipo de manipulación por parte del trabajador, minimizando con ello el riesgo de exposición

Trabajar en sistemas completamente cerrados, preferiblemente con presión negativa como pueden ser los silos de almacenamiento, conducciones cerradas por donde las materias primas se dosifican por transporte neumático, etc. Los componentes que constituyan el sistema de encerramiento deben garantizar una calidad y eficacia contrastada para ser utilizados con este tipo materias primas, asegurando que estos cumplen los requisitos exigidos por la legislación vigente y la normativa aplicable.

Se debe prestar especial atención a las posibles pérdidas de estanqueidad en puntos críticos del sistema de encerramiento como válvulas, juntas, puntos de toma de muestras, etc.

Ventilación general: Es importante mantener una ventilación natural de puertas y ventanas o/y ventilación forzada en la que el aire se suministra o se extrae mediante un ventilador, de tal manera que se asegure la reducción de la concentración del aire contaminado por debajo del límite deseado.

Evacuar los agentes, en origen, mediante extracción localizada, o por ventilación general

Las tareas que impliquen la manipulación de materias primas con SCR deben disponer de una extracción localizada (campanas de aspiración, filtros de mangas, etc.) captando y concentrando el contaminante en el lugar de origen y evitando su dispersión.

El sistema de extracción debe garantizar una eficacia total evitando la presencia del contaminante en el aire y la consecuente exposición del trabajador.

Se deben asegurar en todo momento de que se realiza un mantenimiento adecuado de los sistemas de extracción localizada.



### Principales tipos de extracción localizada:

Campana: Estructura diseñada para encerrar total o parcialmente cualquier tipo de operación generadora de un contaminante.

Conducto: Estructura diseñada para transportar el aire contaminado desde la zona de extracción hasta el punto de descarga. Se debe prever la posible corrosión y erosión de este tipo de sistema. La velocidad en el conducto debe ser lo bastante alta para evitar que el polvo sedimente y atasque la tubería.

### Separadores de Partículas:

- Separadores inerciales: eliminación de las partículas por fuerzas centrífugas. Ejemplo: ciclón.
- Filtro de mangas: retención del contaminante en las diferentes mangas (algodón, teflón, etc.)
- Precipitadores electrostáticos: por campos eléctricos. - Depuradores o Colectores húmedos: principio de humedecimiento de las partículas. Ejemplo: Abatidores y lavadores vía húmeda

Utilizar en métodos o procesos vía húmeda en los cuales se puede reducir la concentración del polvo peligroso en el ambiente por aplicación de agua o cualquier otro tipo de líquido sobre la fuente de contaminación

### **Medidas preventivas organizativas**

Información y comunicación de materias primas utilizadas: La información correspondiente a cualquier nueva sustancia con SCR que va a intervenir en el proceso productivo o pruebas en laboratorios (ficha de seguridad, etiquetado, etc.) deberá ser comunicada y remitida a los principales departamentos de la organización involucrados, compras, diseño de proceso, prevención, medioambiente, producción.

Almacenamiento de productos Las materias primas con SCR debe estar almacenadas en lugares que cumplen unas características especiales (almacenes APQ).

Limitar las cantidades del agente en el lugar de trabajo. Siempre que sea posible, se manipulará la mínima cantidad de este tipo de sustancias necesaria para el desarrollo del proceso.

El tiempo de exposición de los trabajadores deberá ser tan bajo como sea posible cuando la aplicación de un sistema cerrado sea técnicamente inviable.

Se debe garantizar que no se sobrepasa el nivel máximo de exposición a la SCR, estableciendo sistemas de turnos, así como rotación del personal estableciendo ciclos de trabajo en el desarrollo de las tareas.

Limitar el número de trabajadores expuestos. Los trabajos que impliquen manipulación materias primas con SCR, se realizarán en zonas independientes, donde no se encuentre personal que no realice estas tareas. De esta forma se reduce el riesgo higiénico global y se aumenta la eficacia de las medidas de control de la exposición.

Señalización de procesos que entrañen peligro por exposición a SCR colocando señales de peligro claramente visibles en las instalaciones afectadas.

Identificar y etiquetar de manera clara y legible y con el riesgo correspondiente los recipientes, envases que contengan productos y materias primas con SCR, así como sus residuos generados en su manipulación.

En cuanto a la gestión de los residuos generados, se debe disponer de medios que permitan el almacenamiento, manipulación y transporte seguros, así como la recogida, almacenamiento y eliminación de residuos de conformidad con el sistema de gestión ambiental aplicado.

Adoptar medidas higiénicas, en particular la limpieza de los equipos y zonas de trabajo en suelos, paredes y demás superficies y equipos de trabajo. Los materiales de estas superficies deben permitir la correcta limpieza y una total impermeabilización frente a materias primas con SCR.

Formación e información a los trabajadores: Los trabajadores deben recibir información y formación sobre:

- Los posibles efectos adversos sobre la salud por la exposición a la sílice cristalina
- Las medidas preventivas (higiene personal, ropas de trabajo, señalización, etc.) y procedimientos de trabajo adoptados para reducir la exposición a la sílice cristalina.
- Uso y mantenimiento del equipo de protección individual adoptado (criterios además para su sustitución).
- Los representantes de los trabajadores y los trabajadores afectados deberán ser informados de las causas que hayan dado lugar a las exposiciones accidentales y a las exposiciones no regulares

- Los trabajadores tendrán acceso a la información contenida en la documentación a que se refiere el apartado de vigilancia de la salud cuando dicha información les concierna a ellos mismos.

### **Medidas preventivas de higiene personal**

Proveer a los trabajadores de ropa de protección apropiada o de cualquier otro tipo de ropa especial adecuada.

Disponer de vestuarios y cuartos de aseo apropiados y adecuados para uso de los trabajadores con lugares separados para guardar de manera separada las ropas de trabajo, o de protección, y las ropas de vestir.

Impedir que la ropa de trabajo se lleve a casa para su lavado y descontaminación, contratando si es posible un servicio de lavandería homologado para el lavado y tratamiento de la ropa de trabajo que se responsabiliza del lavado y descontaminación de la misma.

Prohibición al personal que realiza trabajos en planta, de comer, beber, fumar en zonas de trabajo en las que exista riesgo de exposición

Aseo personal antes de las comidas y antes de abandonar el trabajo. En algunos lugares puede ser necesario la instalación de cabinas de aire para la descontaminación del vestuario de trabajo, así como uso de máquinas para la limpieza de calzado para ser utilizadas antes de acceder a los vestuarios y comedor.

Los trabajadores dispondrán, dentro de la jornada laboral, de diez minutos para su aseo personal antes de la comida y otros diez minutos antes de abandonar el trabajo.

### **Medidas preventivas de protección individual / colectiva**

Se deben adoptar medidas de protección colectiva o, medidas de protección individual cuando la exposición no pueda evitarse por otros medios. Indicar que con la adopción de este tipo de medidas no se reduce la situación de riesgo ni se elimina.

El empleo de equipos de protección individual respiratoria (EPIS) puede ser necesario en las siguientes situaciones:

-Cuando las medidas de prevención y protección colectiva sean insuficientes, es decir, que no puedan asegurar que la exposición por vía inhalatoria no supere los límites ambientales y ésta no pueda evitarse por otros medios.

-Provisionalmente, mientras se adoptan las medidas de prevención y protección necesarias.

-Para aquellas operaciones “puntuales” o “excepcionales” en las que no exista la posibilidad de aplicar medidas preventivas

Llevar a cabo un mantenimiento correcto de los equipos de protección colectiva e individuales y verificar que se limpian y se comprueba su buen funcionamiento, si fuera posible con anterioridad y, en todo caso, después de cada utilización, reparando o sustituyendo los equipos defectuosos antes de un nuevo uso.

Disponer de un lugar determinado para el almacenamiento adecuado de los EPI's

Entre los principales EPIS utilizados frente a la exposición a la SCR, se encuentran:

- Máscara de protección respiratoria FFP3 conforme a la norma UNE-EN 143.
- Calzado de seguridad UNE EN ISO 20345 categoría S1 o superior.
- Protección ocular UNE EN 166 con pantalla lateral categoría II
- Mono desechable.

### **3.3 Vigilancia de la salud**

Evaluada los riesgos y aplicadas las medidas preventivas correspondientes , se llevaría a cabo la fase de vigilancia de la salud , la cual deberá ser adecuada y específica en relación con los riesgos por exposición SCR

En el caso de la Sílice cristalina existe un Protocolo de Vigilancia Sanitaria Específica publicado por el Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social: Silicosis y otras Neumoconiosis:

<https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/silicosis.pdf>

El diagnóstico clínico se basará en:

- Anámnesis que incluya historial laboral, antecedentes personales e historia clínica del trabajador.
- Exploración clínica

- Estudio radiológico (radiografía de tórax).
- Estudio de función respiratoria
- Realización de Electrocardiograma.
- Pruebas biológicas.
- Otros según criterio médico.

En una empresa con riesgo de exposición a SCR se debe realizar:

- Evaluación inicial de la salud: Constará, obligatoriamente, de historia clínica y exploración, historia laboral previa, radiografía de tórax, espirometría y Electrocardiograma (ECG).
- Vigilancia de la Salud a intervalos periódicos: Es suficiente con la radiografía de tórax y la espirometría. La realización de ECG se valorará en cada caso. Los reconocimientos deben ser anuales y/o a criterio del médico del Servicio de Prevención.
- Vigilancia de la salud post-ocupacional (cambio de empresa y/o sector, jubilación, paro): Continuar con los exámenes médicos con la periodicidad que los servicios de neumología consideren oportuno. (recomendamos al respecto que, una vez extinguida la relación laboral con la empresa, el trabajador solicite una copia íntegra de su historial clínico-laboral).

En el caso del cáncer de pulmón, al no existir un protocolo de vigilancia sanitaria específica como tal, es el servicio de medicina en el trabajo quien debe determinar las pruebas/protocolos que son necesarios para el control médico de los trabajadores.

Los trabajadores tienen derecho a solicitar la revisión de los resultados de la vigilancia de su salud.

Deberá llevarse un historial médico individual de los trabajadores afectados. Se aconsejará e informará a los trabajadores en lo relativo a cualquier control médico que sea pertinente efectuar con posterioridad al cese de la exposición.

#### 4 LEGISLACIÓN APLICABLE

A continuación, se cita una relación de la normativa más significativa que es aplicable, y hemos de tener en cuenta:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, por la que se aprueba la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
  - OBLIGACIÓN de la empresa de ofrecer una protección eficaz a los trabajadores (art. 14)  
FORMACIÓN de los trabajadores en materia de seguridad y salud laboral (art. 19)
  - INFORMACIÓN que debe tener un trabajador en materia de prevención (riesgos y medidas) a su disposición (art. 18)
  
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. (BOE» núm. 298, de 13 de diciembre de 2003).
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Indica quien debe y puede realizar la formación en materia de prevención de riesgos laborales, cuando tendrá validez.
- 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. Amplia el registro de enfermedades derivadas del trabajo incluyendo Enfermedades profesionales causadas por agentes carcinógenos.
- Real Decreto 257/2018 (aprueba el cuadro de Enfermedades Profesionales).
- Real Decreto 1299/2006 (añade el cuadro a la Ley General de Seguridad 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. Indica métodos específicos de evaluación, medidas preventivas y de protección a llevar a cabo y, características que debe tener la vigilancia de la salud aplicada al personal expuesto a productos químicos.
- 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. Marca las pautas a seguir en caso de exposición laboral a agentes cancerígenos, respecto

a la evaluación, medidas preventivas, vigilancia de la salud, gestión documental y formación e información del personal expuesto

- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud se refiere a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. (BOE núm. 140, de 12 de junio de 1997).
- Límites de exposición profesional para agentes químicos en España. Elaborado por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Representan condiciones en las que la mayoría de personas pueden estar expuestos a agentes químicos, día tras día, durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud.
- Reglamento (CE) nº 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) nº 1907/2006 (en adelante Reglamento CLP).
- 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.  
Clasifica la sílice libre dentro del anexo 1, como grupo 6 (trabajos que supongan exposición al polvo respirable de sílice cristalina generado en un proceso de trabajo) , siendo el agente de riesgo el polvo de sílice libre y el subagente 01 el cáncer de pulmón.
- Directiva (UE) 2019/130 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de enero de 2019, por la que se modifica la Directiva 2004/37/CE relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes carcinógenos o mutágenos durante el trabajo.
- 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.
- Norma UNE EN 689. “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”.
- INSHT. NTP 108: Criterios toxicológicos generales para los contaminantes químicos
- INSHT. NTP 639: La promoción de la salud en el trabajo: cuestionario para la evaluación de la calidad.

- INSHT - NTP 553. Agentes químicos: estrategias de muestreo y valoración (I).
- INSHT - NTP 554. Agentes químicos: estrategias de muestreo y valoración (II).
- INSHT - NTP 555. Agentes químicos: estrategias de muestreo y valoración (III).
- INSHT - NTP 890: Aglomerados de cuarzo: medidas preventivas en operaciones de mecanizado.
- INSHT - NTP 060: Toma de muestras de sílice libre. Análisis difractométrico.
- INSHT - NTP059: Toma de muestras de sílice libre. Análisis colorimétrico.
- INSST NTP 800 (2008). Convenio para la toma de muestra de la fracción respirable definido en la Norma UNE EN 481.

#### Situación de la normativa actual respecto a la sílice libre

La sílice cristalina fue reconocida como sustancia cancerígena por la UE en diciembre de 2017 a través de la Directiva 2017/2398 que modifica la Directiva 2004/37/CE de cancerígenos. Esta directiva introduce a la sílice cristalina como sustancia cancerígena e insta a los estados miembros a trasponerla a su marco jurídico antes del 17 de enero de 2020. Esta circunstancia obliga al estado español a introducirla en el Real Decreto 665/1997 antes de la citada fecha. **Indicar de que a fecha actual (septiembre 2020) , dicha transposición aún no ha tenido lugar.**

Efectuada la transposición, la Sílice Cristalina pasará a tener la consideración de sustancia cancerígena, independientemente del Valor Límite que se termine adoptando, lo cual implicará la aplicación del RD 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, actualizado con la modificación que resulte de transponer la directiva 2017/2398. Esta nueva consideración supondrá la aplicación de medidas preventivas más restrictivas y por tanto más protectoras para los trabajadores.



## **5 PROYECTOS REDUCCION SILICE LIBRE**

### Proyectos SILICOAT y SILIFE

Numerosos estudios sugieren que la toxicidad del cuarzo se ve condicionada por la química superficial de sus partículas y, concretamente, por la densidad y abundancia de los grupos silanol.

En el proyecto SILICOAT se estudió la efectividad de sustancias como nanoalúmina, lactato de aluminio y organosilanos para bloquear estos grupos, demostrándose que la toxicidad de la SCR que contienen las materias primas utilizadas en procesos vía húmeda por las industrias cerámicas tradicionales se pueden anular prácticamente. Este efecto se obtuvo añadiendo un aditivo a las composiciones cerámicas, que cubre la superficie del cuarzo de forma que su toxicidad desaparece. Se demostró que esta tecnología es técnica y económicamente viable para las cerámicas tradicionales.

A partir de estos resultados, la UE ha aprobado e iniciado un nuevo proyecto LIFE (SILIFE) para extrapolar estos buenos resultados a otros sectores industriales que utilizan cuarzo en sus procesos por vía seca. El principal objetivo de este nuevo proyecto consiste en producir polvos de cuarzo comercial que presenten una toxicidad por SCR muy baja o nula. Para conseguirlo, se diseñará una planta piloto para el tratamiento de polvos comerciales de cuarzo. El cuarzo tratado que se produzca en esta planta se verificará mediante pruebas industriales que se llevarán a cabo por varios usuarios finales procedentes de diferentes sectores industriales.

Resaltar que la Universitat Jaume I y concretamente el ITC (instituto de tecnología cerámica), ha sido la encargada de coordinar el proyecto SILIFE

Gracias a la aplicación de algunas de las metodologías desarrolladas en el proyecto SILIFE, se ha logrado reducir en alrededor de un 80% la toxicidad del cuarzo tratado presente en la Sílice Cristalina Respirable (SCR), tras haber realizado diversas pruebas a escala industrial en distintos sectores productivos.

## 6 CASO PRACTICO: FABRICACION DE FRITAS Y ESMALTES

### 6.1 Descripción del proceso de fabricación de fritas y esmaltes

#### Proceso fabricación de Fritas

El proceso se inicia con la dosificación y pesaje de las diferentes materias primas (cuarzo, feldespatos, carbonatos, etc.) que entran en la proporción establecida según fórmula. El material es transportado neumáticamente hasta las mezcladoras de los hornos donde se homogeniza perfectamente antes de ser introducido en el horno. Ya en el interior del horno y a temperaturas próximas a los 1400° C se produce la fusión de la mezcla, la cual va fluyendo por la solera hasta la boca de salida y el enfriamiento brusco por el contacto con agua provoca la solidificación del fundido formando la frita la cual. para finalizar el proceso finaliza con el envasado y paletizado del producto para consumo del cliente o bien para su utilización en otros procesos de fabricación.

#### Proceso fabricación de Esmaltes

El proceso se inicia con la dosificación y pesaje automático de las diferentes materias primas (cuarzo, carbonatos, etc.) y fritas junto a la adición posterior de los diferentes aditivos (colas, conservantes, etc.). El producto terminado es envasado y paletizado para consumo del cliente y otros procesos de fabricación.

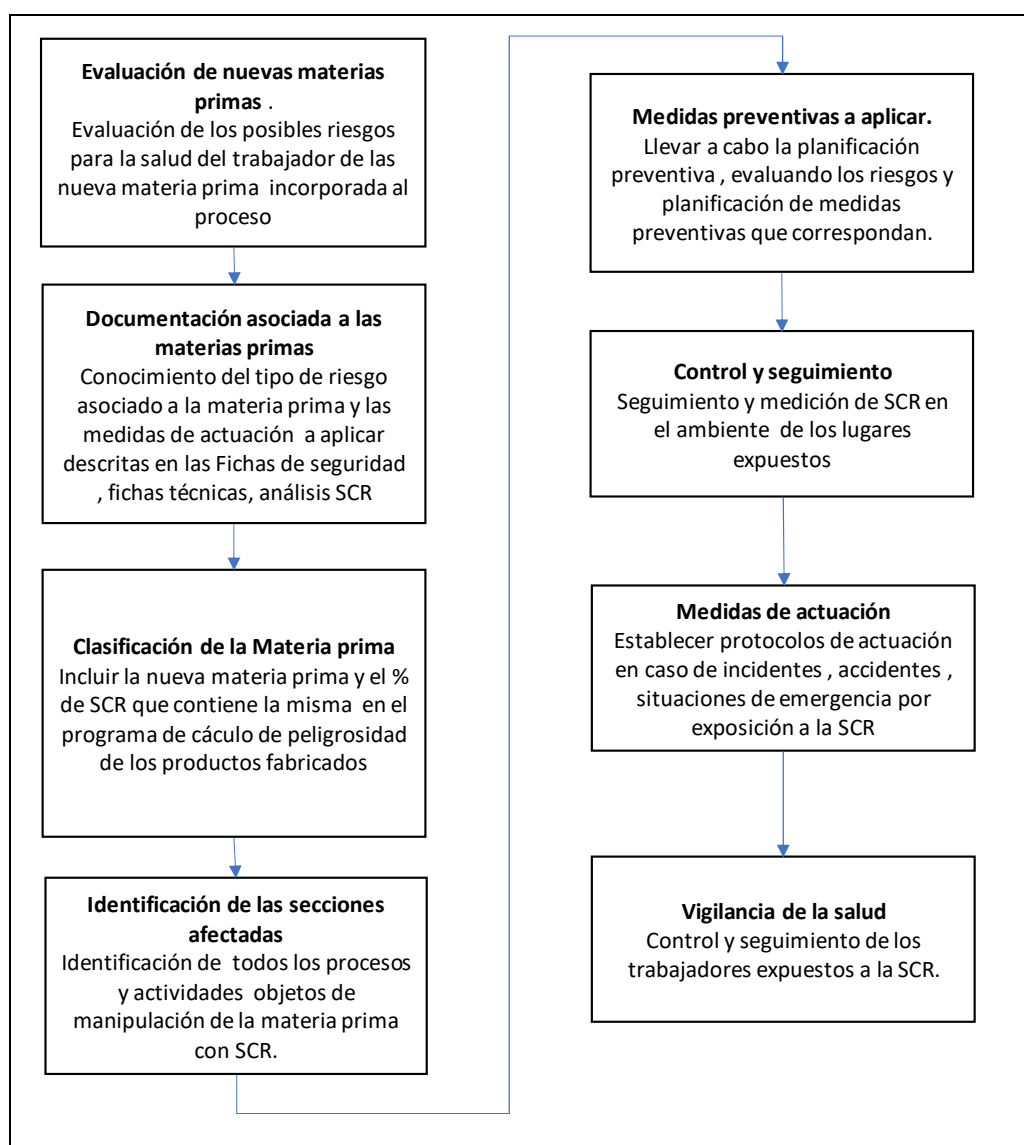
Indicar que una parte de este esmalte seco se dosifica junto con agua y se moltura en molinos cargados de bolas de alúmina obteniéndose el esmalte molturado. El producto terminado es envasado y paletizado para consumo del cliente y otros procesos de fabricación (procesos de secado varios).

### 6.2. Principales materias primas utilizada en el sector que introducen sílice

Se indica en la siguiente tabla las principales materias primas utilizadas en la fabricación de fritas y esmaltes susceptibles de contener SCR.

Materias prima	Nº CAS	Nº EINECS	% SCR ( de sílice libre respirable) contenido en la materia prima
Cuarzos	14808-60-7	238-878-4	1<SCR<15%
Feldespatos: feldespatos sódico, feldespato potásico, arenas feldespáticas	68476-25-5	270-666-7	1<SCR< 5%
Arcillas	1332-58-7	310-127-6	1<SCR< 5%
Caolines	1332-58-7	310-194-1	SCR<1%
Dolomita	16389-88-1	240-440-2	SCR<1%
Bentonitas	1302-78-9	215-108-5	SCR<1%

## 6.2 Diagrama de flujo



### Evaluación de nuevas materias primas

En la medida en que sea posible y en relación a las materias primas utilizadas en el proceso de fabricación de Fritas y Esmaltes es importante por parte del Dep. de compras, la valoración de aquellas materias primas que, teniendo similares prestaciones a las requeridas, sean más respetuosas con la seguridad de las personas (empleo de materias sin efectos perjudiciales para la salud por exposición).

Se dispone generalmente de una ficha de evaluación de la nueva materia prima a incorporarse al proceso, donde entre otros parámetros, se indica que la materia prima es susceptible de contener SCR en su composición.

Cualquier nueva materia prima incorporada al proceso y previo uso en la instalación debe cumplir los siguientes requisitos:

El proveedor debe suministrar siempre junto con cualquier muestra de la nueva materia prima, la documentación requerida, compuesta principalmente por la ficha de seguridad y técnica y el análisis SCR en el caso de contener sílice libre respirable, pudiendo incluir cualquier otro tipo de documento considerado relevante

La ficha de seguridad debe entenderse como el elemento más importante de comunicación sobre los peligros y deben ofrecer un mecanismo para transmitir información apropiada a los usuarios sobre la seguridad de las sustancias y las mezclas.

La ficha técnica se realiza con el fin de definir los parámetros requeridos para cada una de estas en la fabricación de posteriores productos y es requerida generalmente por el Departamento o laboratorio que lleva a cabo la formulación de los productos.

El análisis SCR, es un documento más específico que aplica a cualquier materia prima susceptible de contener SCR en su composición. En este documento el proveedor certifica el resultado del porcentaje de sílice libre respirable para la mencionada materia prima obtenido siguiendo la metodología conforme a la adoptadas por la industria (IMA Europe) para la evaluación de las partículas respirables de la sílice cristalina en el producto, llamada Size-Weighted Respirable Fraction (SWeRF).

### **Clasificación de productos y preparados fabricados**

Con la documentación aportada por el proveedor, el paso siguiente a llevar a cabo sería incluir y clasificar en el programa informático como peligrosa si procede, la materia prima.

Existen en la actualidad una gran variedad de aplicaciones informáticas que suelen contar con unas bases de datos sobre sustancias muy potente y mediante las cuales se pueden clasificar los nuevos productos y preparados elaborados (como peligrosos o no según proceda) en función de la composición de los componentes que intervienen en su formulación y permitan generar de forma automática su ficha de seguridad correspondiente.

En el caso que aplica y a partir de la información aportada por el proveedor sobre una nueva materia prima con SCR y conocido el porcentaje que pudiera contener, se procederá a incorporar y clasificar como corresponde en el programa de cálculo.

La clasificación del nuevo producto fabricado vendrá en función del resultado del algoritmo de cálculo de peligrosidad establecido por el programa,

### **Identificación de las secciones / procesos objetos de manipulación**

Incorporada la materia prima en el programa de gestión informática y conocidos los riesgos para el trabajador de la misma , con carácter previo a su utilización , se debe proceder a identificar y analizar todas aquellas areas y procesos que van a ser objeto de la manipulación de la misma.

Se indican en la tabla los principales procesos y areas susceptibles de manipulación de materias primas con SCR en el sector de fabricación de fritas y esmaltes

<b>Sección</b>	<b>Descripción de proceso</b>
Zona de preparación mezclas de hornos	Preparación de la mezcla de materias primas para la elaboración de las fritas en los hornos de fusión
Planta de compuestos (zona preparación esmaltes vía seca)	Preparación de la mezcla de materias primas y productos fritos para la elaboración del esmalte ( proc vía seca )
Zona molinos vía húmeda (preparación esmaltes líquidos)	Molturación vía húmeda de la mezcla de esmaltes ,aditivos y agua para la elaboración de esmaltes líquidos
Zona molinos vía seca ( preparación de granillas)	Molturación vía seca de fritas para la obtención de granillas
Secaderos ( secado de esmalte líquido)	Proceso de secado de esmaltes líquidos para la elaboración de atomizados , micronizados, granulados, etc
Laboratorios	Proceso de control de materias primas y productos elaborados
Zona exterior de almacenamiento	Almacenamiento de materias primas para posterior tratamiento

**Medidas de prevención :evaluación de riesgo del puesto de trabajo , aplicación de medidas preventivas, controles de exposición y vigilancia de la salud .**

Identificadas las secciones afectadas por la nueva materia prima incorporada , se deben proceder y según el plan de prevención por la empresa establecido a :

- Revisión de la evaluación del riesgo inicial realizada en el puesto de trabajo como consecuencia de la incorporación de la materia prima con SCR.
- Aplicación de todas las medidas preventivas de tipo técnicas , organizativas , higiénicas y de protección individual y colectiva descritas en el punto 4.2.
- Aplicar las medidas de control y seguimiento descritas en el punto 3.1 a través de mediciones de la exposición a SCR en el ambiente.
- Vigilancia de la salud del trabajador siguiendo el punto 3.3.

## 7 Conclusiones

En el presente trabajo, enfocado en este caso al sector industrial de fabricación de fritas y esmaltes se ha tratado de analizar, documentar y explicar de una manera clara y objetiva los riesgos para los trabajadores por la exposición al polvo de sílice libre respirable.

Se ha descrito igualmente un caso práctico real de un protocolo de actuación llevado a cabo por una industria del sector esmaltero, en el cual se describe las pautas de actuación a seguir desde la adquisición de una materia prima con contenido en sílice, hasta la evaluación de los puestos de trabajo afectados por la manipulación de la misma.

Las principales conclusiones a destacar serían:

- A raíz de todos los estudios realizados, el polvo respirable de sílice cristalina debe considerarse como un agente químico cancerígeno en humanos.
- Desde el punto de vista legal el hecho de que el polvo de sílice cristalina no figure en el anexo I del Real Decreto 665/1997 es una cuestión meramente temporal y una vez la Directiva (UE) 2017/2398 ya ha modificado el anexo I de la Directiva 2004/37/CE solo queda pendiente su transposición al estado español un Real Decreto.
- Esta nueva consideración de la sílice como sustancia cancerígena supondrá la aplicación de medidas preventivas más restrictivas y por tanto más protectoras para los trabajadores. Esta va a hacer necesario considerar la sílice como cancerígeno a todos los efectos, si queremos gestionar adecuadamente los riesgos laborales asociados a su exposición y proteger de forma eficaz la salud de los trabajadores expuestos.

## 8 Bibliografía

### 8.1 Normativa legal de aplicación

A continuación, se cita una relación de la normativa legal más significativa que es aplicable, y hemos de tener en cuenta:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, por la que se aprueba la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
  - OBLIGACIÓN de la empresa de ofrecer una protección eficaz a los trabajadores (art. 14)  
FORMACIÓN de los trabajadores en materia de seguridad y salud laboral (art. 19)
  - INFORMACIÓN que debe tener un trabajador en materia de prevención (riesgos y medidas) a su disposición (art. 18)
  
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. (BOE» núm. 298, de 13 de diciembre de 2003).
  
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Indica quien debe y puede realizar la formación en materia de prevención de riesgos laborales, cuando tendrá validez.
  
- 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. Amplia el registro de enfermedades derivadas del trabajo incluyendo Enfermedades profesionales causadas por agentes carcinógenos.
  
- Real Decreto 257/2018 (aprueba el cuadro de Enfermedades Profesionales).
  
- Real Decreto 1299/2006 (añade el cuadro a la Ley General de Seguridad 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. Indica métodos específicos de evaluación, medidas preventivas y de protección a llevar a cabo y, características que debe tener la vigilancia de la salud aplicada al personal expuesto a productos químicos.



- 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. Marca las pautas a seguir en caso de exposición laboral a agentes cancerígenos, respecto a la evaluación, medidas preventivas, vigilancia de la salud, gestión documental y formación e información del personal expuesto
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud se refiere a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. (BOE núm. 140, de 12 de junio de 1997).
- Límites de exposición profesional para agentes químicos en España. Elaborado por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Representan condiciones en las que la mayoría de personas pueden estar expuestos a agentes químicos, día tras día, durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud.
- Reglamento (CE) N° 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) N° 1907/2006 (en adelante Reglamento CLP).
- 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.  
Clasifica la sílice libre dentro del anexo 1, como grupo 6 (trabajos que supongan exposición al polvo respirable de sílice cristalina generado en un proceso de trabajo) , siendo el agente de riesgo el polvo de sílice libre y el subagente 01 el cáncer de pulmón.
- Directiva (UE) 2019/130 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de enero de 2019, por la que se modifica la Directiva 2004/37/CE relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes carcinógenos o mutágenos durante el trabajo.
- 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.

## 8.2 Guías técnicas y notas de prevención (NTP)

- Norma UNE EN 689. “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”.
- INSHT. NTP 108: Criterios toxicológicos generales para los contaminantes químicos
- INSHT. NTP 639: La promoción de la salud en el trabajo: cuestionario para la evaluación de la calidad.
- INSHT - NTP 553. Agentes químicos: estrategias de muestreo y valoración (I).
- INSHT - NTP 554. Agentes químicos: estrategias de muestreo y valoración (II).
- INSHT - NTP 555. Agentes químicos: estrategias de muestreo y valoración (III).
- INSHT. NTP 560: Sistema de gestión preventiva: procedimiento de elaboración de las instrucciones de trabajo.
- INSHT - NTP 890: Aglomerados de cuarzo: medidas preventivas en operaciones de mecanizado.
- INSHT - NTP059: Toma de muestras de sílice libre. Análisis colorimétrico.
- INSHT - NTP 060: Toma de muestras de sílice libre. Análisis difractométrico.
- INSST NTP 800 (2008). Convenio para la toma de muestra de la fracción respirable definido en la Norma UNE EN 481.

## 8.3 Otra información y enlaces de interés

ECHA: Agencia europea de sustancias y mezclas químicas

Enlace web: <https://echa.europa.eu/es/home>

INSST: Instituto nacional de seguridad y salud en el trabajo.

Enlace web: <https://www.insst.es/>

INTCF : Instituto nacional de toxicología y ciencias forenses.

Enlace web: <https://www.administraciondejusticia.gob.es>

INS : Instituto nacional de silicosis.

Enlace web: <https://ins.astursalud.es/>

INVASSAT : Instituto valenciano de seguridad y salud en el trabajo

Enlace web: <http://www.invassat.gva.es/es/que-es-el-invassat>

MINISTERIO SANIDAD , CONSUMO Y BIENESTAR SOCIAL :

Enlace web: <https://www.msbs.gob.es/>

CONSELLERIA DE SANIDAD UNIVERSAL Y SALUD PUBLICA :

Enlace web: [http://www.san.gva.es/web\\_estatica/index\\_va.html](http://www.san.gva.es/web_estatica/index_va.html)

DIRECCION GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIAS :

Enlace web: <http://www.proteccioncivil.es/>

UNIMAT : Unión de mutuas

Enlace web: <https://www.uniondemutuas.es/es/inicio/>

ANFFECC: Asociación nacional de fabricantes de fritas, esmaltes y colores cerámicos

Enlace web: <http://www.invassat.gva.es/es/que-es-el-invassat>

FRITCONSORTIUM: Consorcio de fritas y esmaltes

Enlace web: <http://fritconsortium.eu/>

ITC: Instituto de tecnología cerámica

Enlace web: <https://www.itc.uji.es/>

UJI: Universidad Jaume I ( Castellón)

Enlace web: <https://www.uji.es/>

ESMALGLASS: Fábrica de fritas y esmaltes.

Enlace web: <https://www.esmalglass-itaca.com/es/>