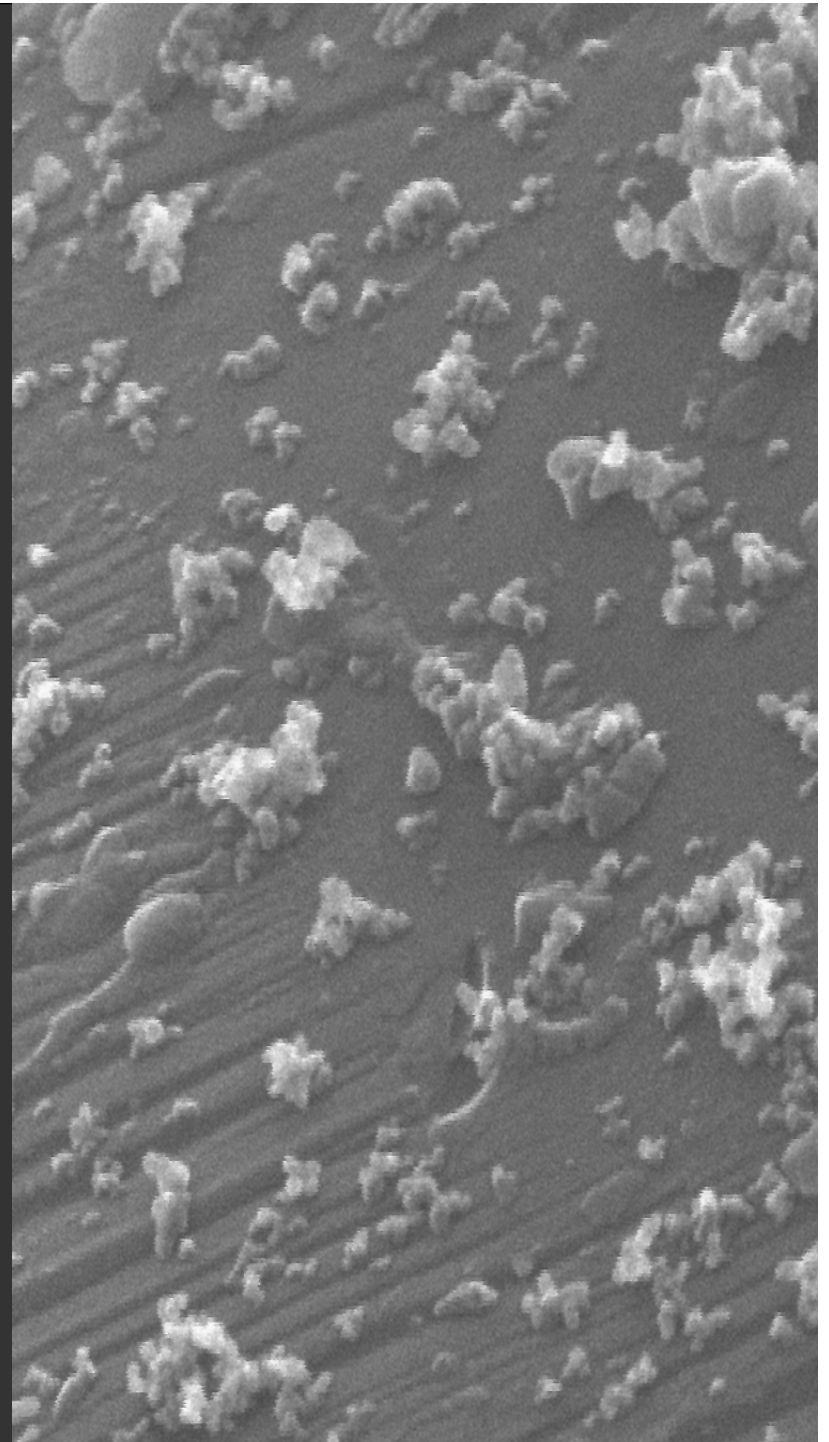


# Sílice cristalina respirable

# Conceptos básicos

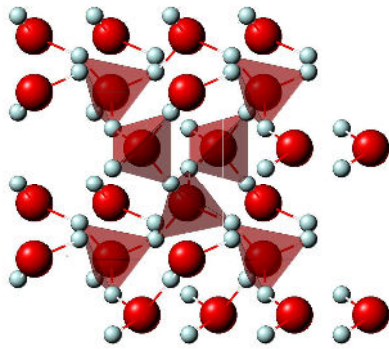


## Conceptos básicos

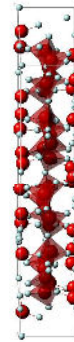
**Sílice:** Se denomina “Sílice” a los materiales de composición química  $\text{SiO}_2$

**Cristalina:** La sílice cristalina tiene una estructura ordenada de los átomos de Si y O que se repite.

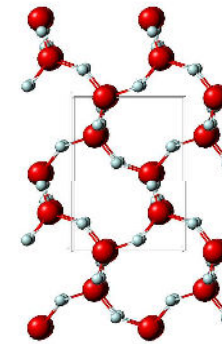
Existen tres tipos:



Cuarzo



Tridimita

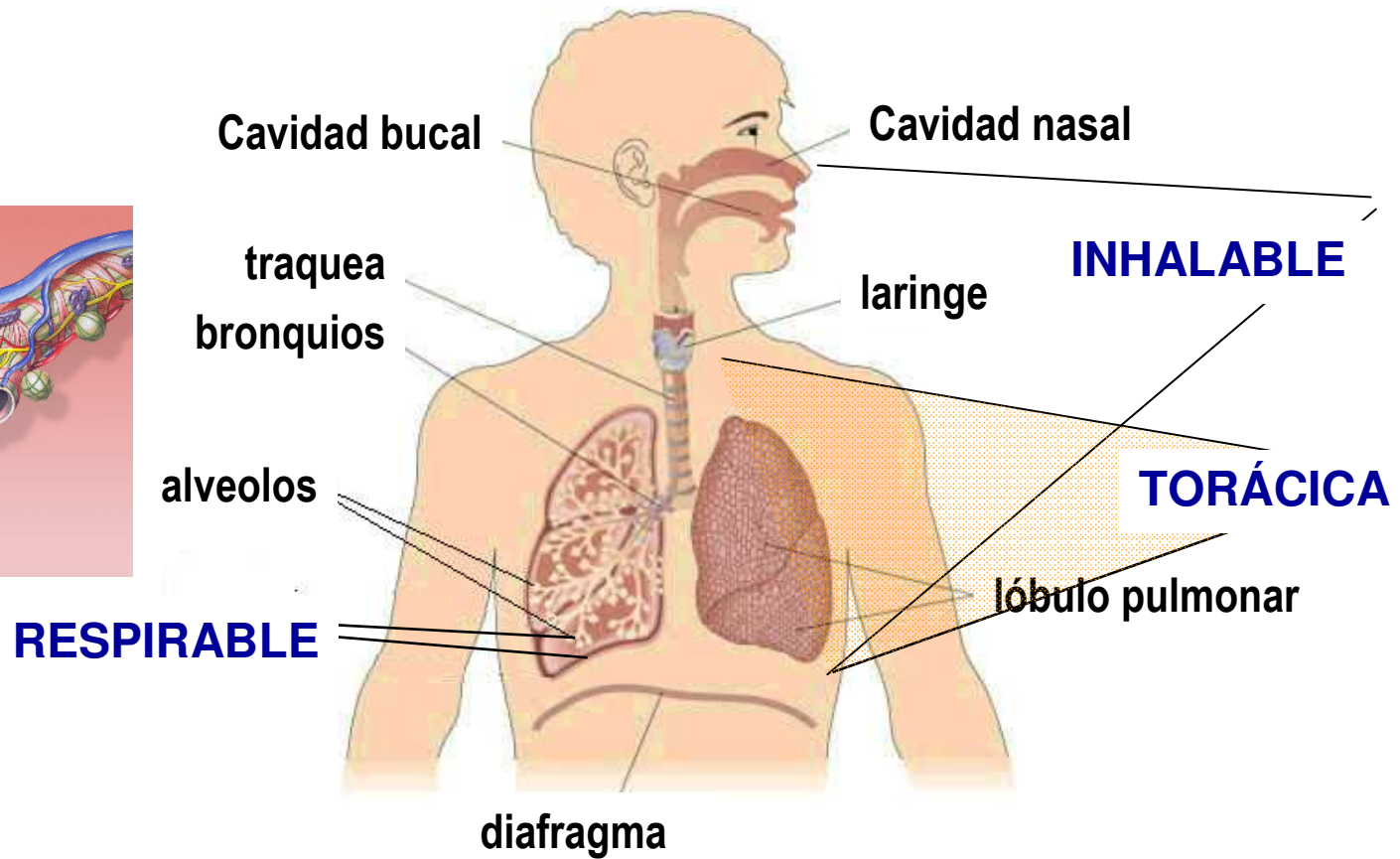
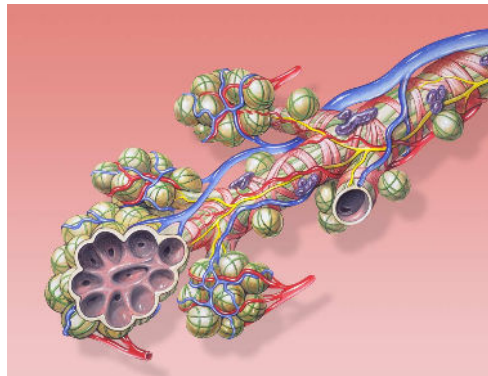


Cristobalita

En la sílice amorfa la estructura no se repite.  
La forma más común de sílice es el cuarzo.

## Conceptos básicos

**Respirable:** Suficientemente fina para que penetre en los alvéolos pulmonares



## Conceptos básicos

### Determinación del tamaño de partícula de una esfera equivalente

#### Diámetro aerodinámico:

una partícula esférica

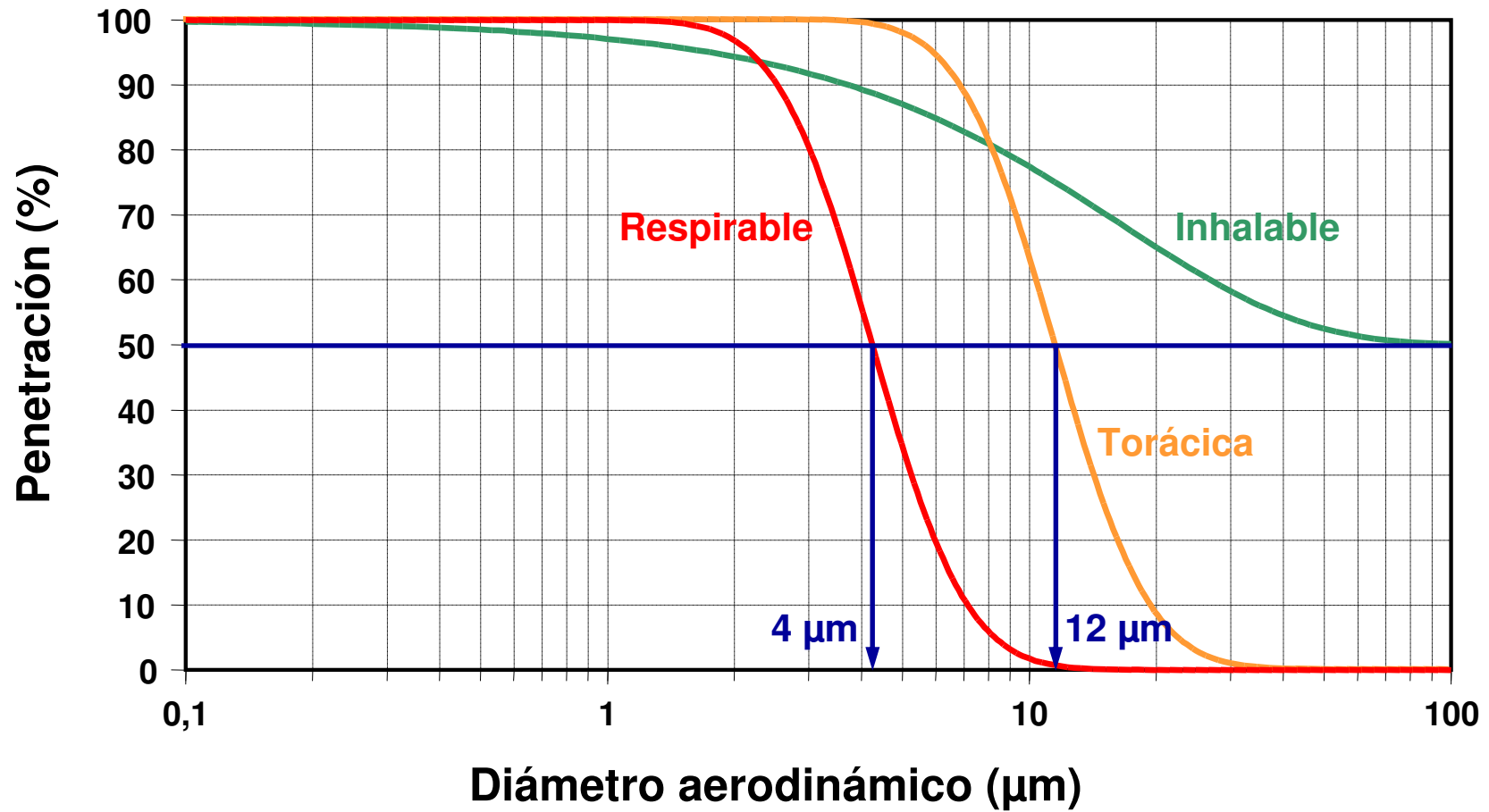
de  $1 \text{ g/cm}^3$  de densidad

que tiene las mismas  
propiedades inerciales en el aire  
que la partícula de interés

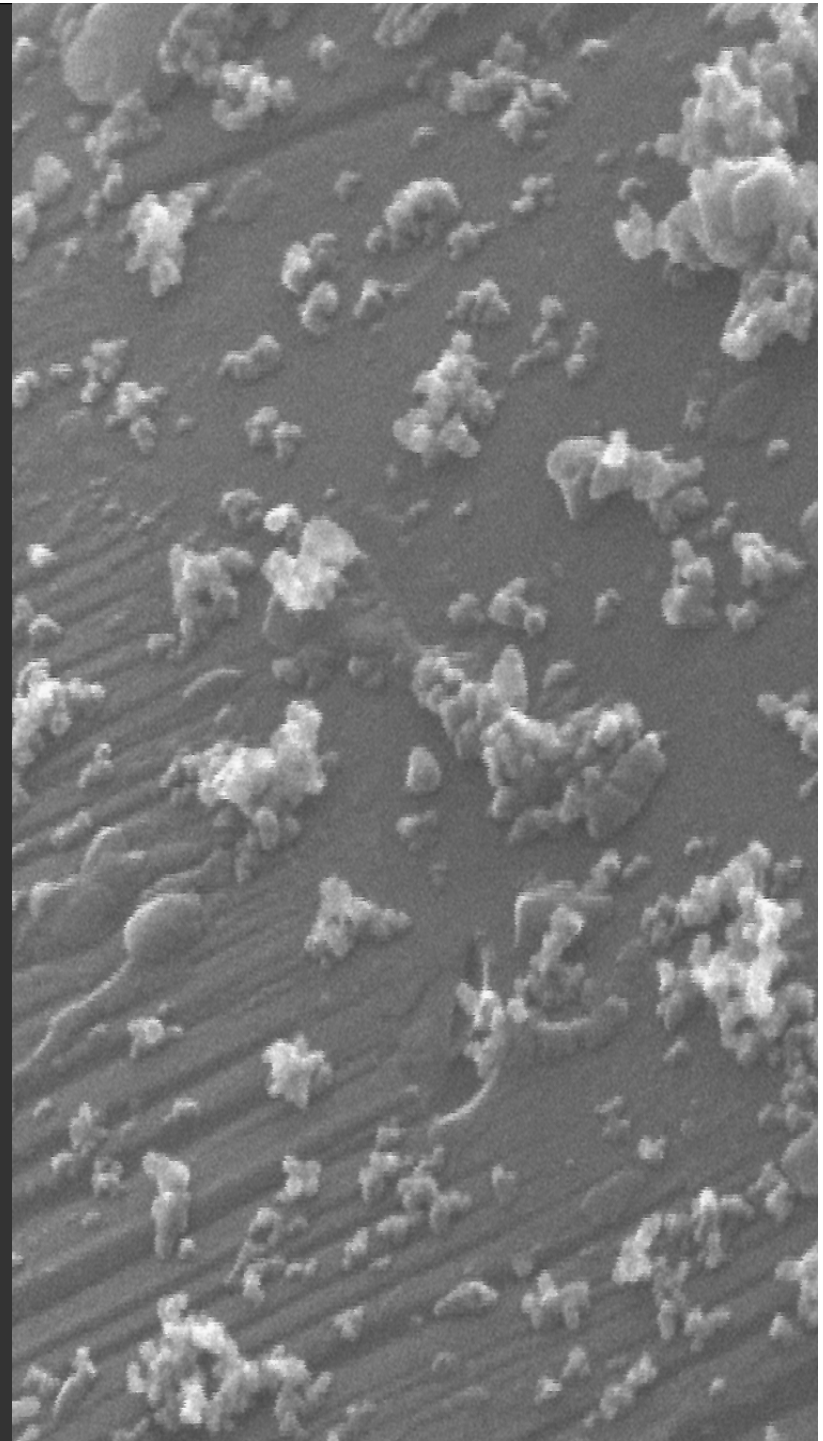
**¡Diámetro aerodinámico de  
alrededor de  $1 \mu\text{m}$ !**



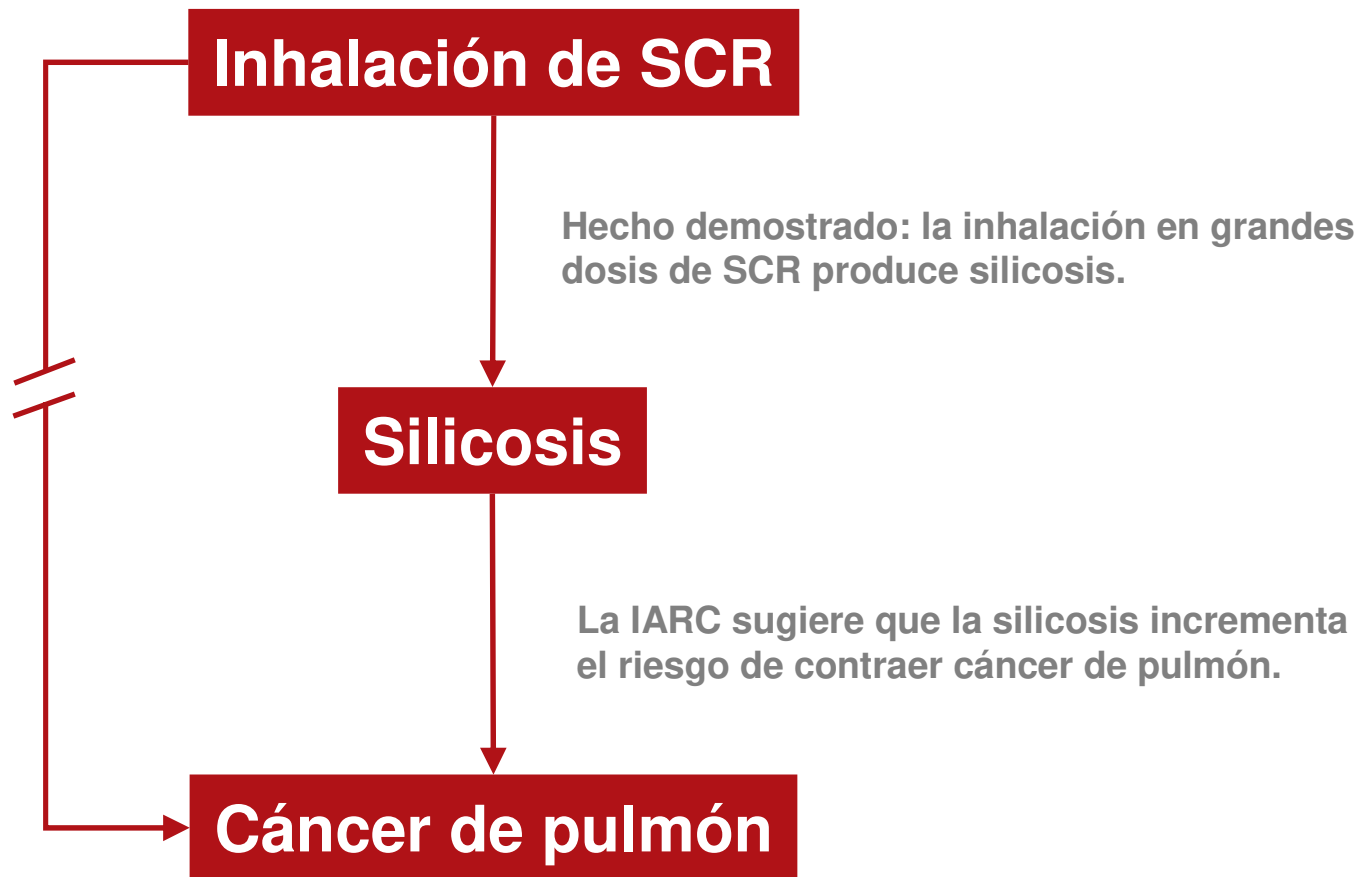
## Conceptos básicos



**Problemática de  
seguridad y salud  
y marco regulador**



## Problemática de seguridad y salud y marco regulador



IARC: Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer



## Problemática de seguridad y salud y marco regulador

### Monografía IARC Vol. 68 (1997)

*“In making the overall evaluation, the Working Group noted that **carcinogenicity in humans was not detected in all industrial circumstances studied. Carcinogenicity may be dependent on inherent characteristics of the crystalline silica or on external factors affecting its biological activity or distribution of its polymorphs.***

*Crystalline silica inhaled in the form of quartz or cristobalite from occupational sources is **carcinogenic to humans (Group 1)**”*

### Monografía IARC 100c (2012):

*“There is sufficient evidence in humans for the carcinogenicity of crystalline silica in the form of quartz or cristobalite. Crystalline silica in the form of quartz or cristobalite dust causes cancer of the lung.*

*There is sufficient evidence in experimental animals for the carcinogenicity of quartz dust.*

*There is limited evidence in experimental animals for the carcinogenicity of tridymite dust and cristobalite dust.*

*Crystalline silica in the form of quartz or cristobalite dust is **carcinogenic to humans (Group 1).**”*

## Problemática de seguridad y salud y marco regulador

### Comité Científico para los Límites de Exposición profesional a Agentes Químicos de la Unión Europea (SCOEL/SUM/94 November 2003)

*“It arises that an OEL should lie below 0.05 mg/m<sup>3</sup> of respirable silica dust.”*

### Comité Consultivo de Seguridad y Salud en el Trabajo de la UE

- Se reconoce como justificado el valor vinculante de 0,1 mg/m<sup>3</sup> (8hr TWA), revisable en 2015.
- Se encuentra en discusión el establecimiento de un OEL vinculante bien en la Directiva 98/24/CE (riesgo químico), bien en la Directiva 2004/37/CE (agentes cancerígenos).

# Problemática de seguridad y salud y marco regulador

## En España



Buscador para LEP2014 **Limites de Exposición Profesional para Agentes Químicos (España), adoptados por el INSHT para el año 2014**

[VLA](#) [VLB®](#) [Propuestas de cambio VLA](#) [Informacion Adicional VLA](#)

Silice Cristalina: Cuarzo. Fracción respirable  
CAS: 14808-60-7 N° CE: 238-878-4

Valores Límite Ambientales

VLA-ED®		VLA-EC®	
---	0,1 mg/m <sup>3</sup>	---	---

Notas

d	Véase UNE EN 481: Atmósferas en los puestos de trabajo. Definición de las fracciones por el tamaño de las partículas para la medición de aerosoles.
y	Reclasificado recientemente, por la International Agency for Research on Cancer (IARC) de grupo 2A (probablemente carcinogénico en humanos) a grupo 1 (carcinogénico en humanos).

[Volver a la página principal](#) [Generar PDF](#)



INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo)  
(Resolución mínima 1024x768)  
DSI (INSHT)



# Problemática de seguridad y salud y marco regulador

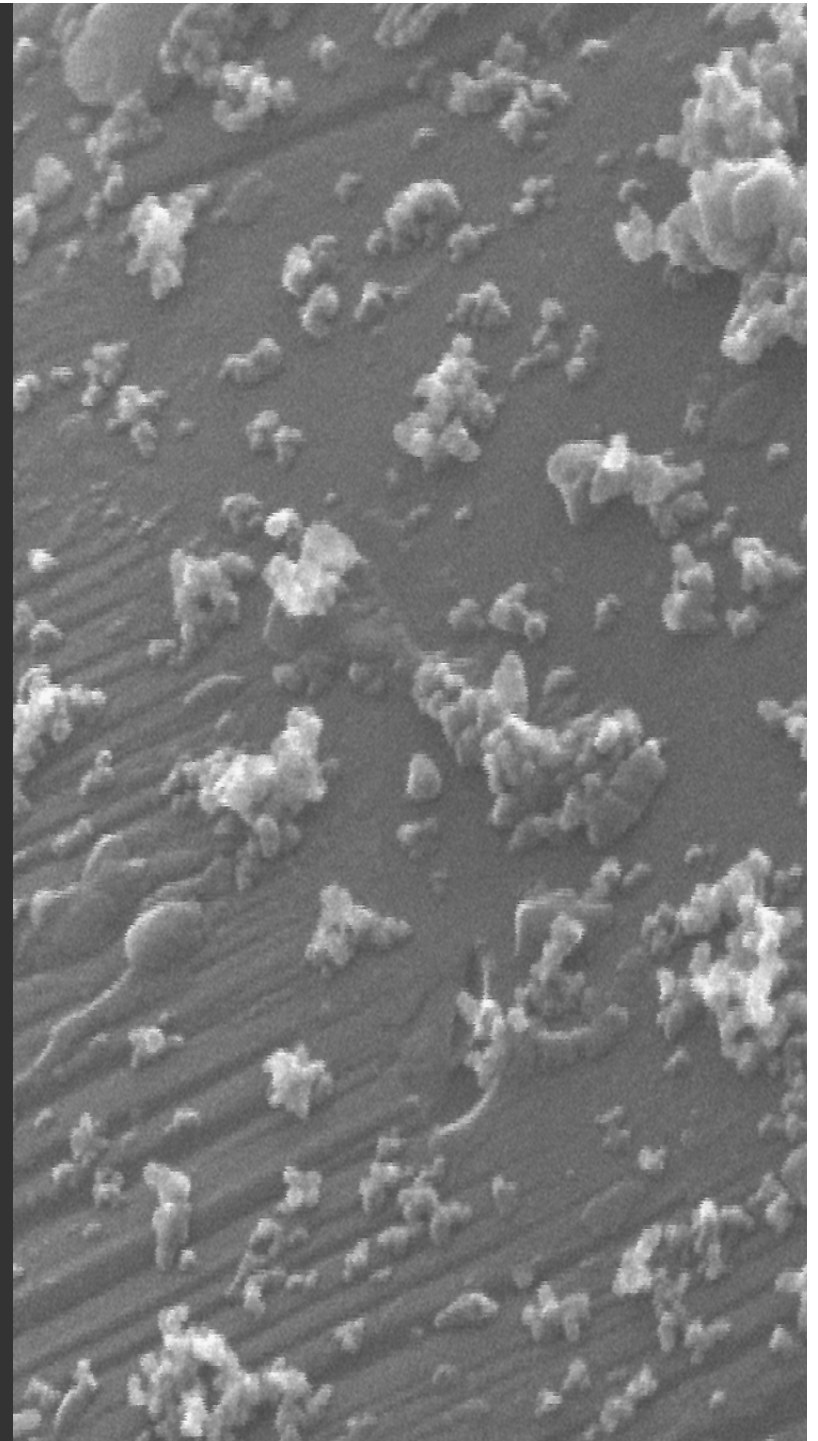
## En España

**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. (BOE núm. 302, de 19 de diciembre de 2006)**

## SILICOSIS

**Conocimiento  
adquirido.**

**Proyectos de  
investigación**

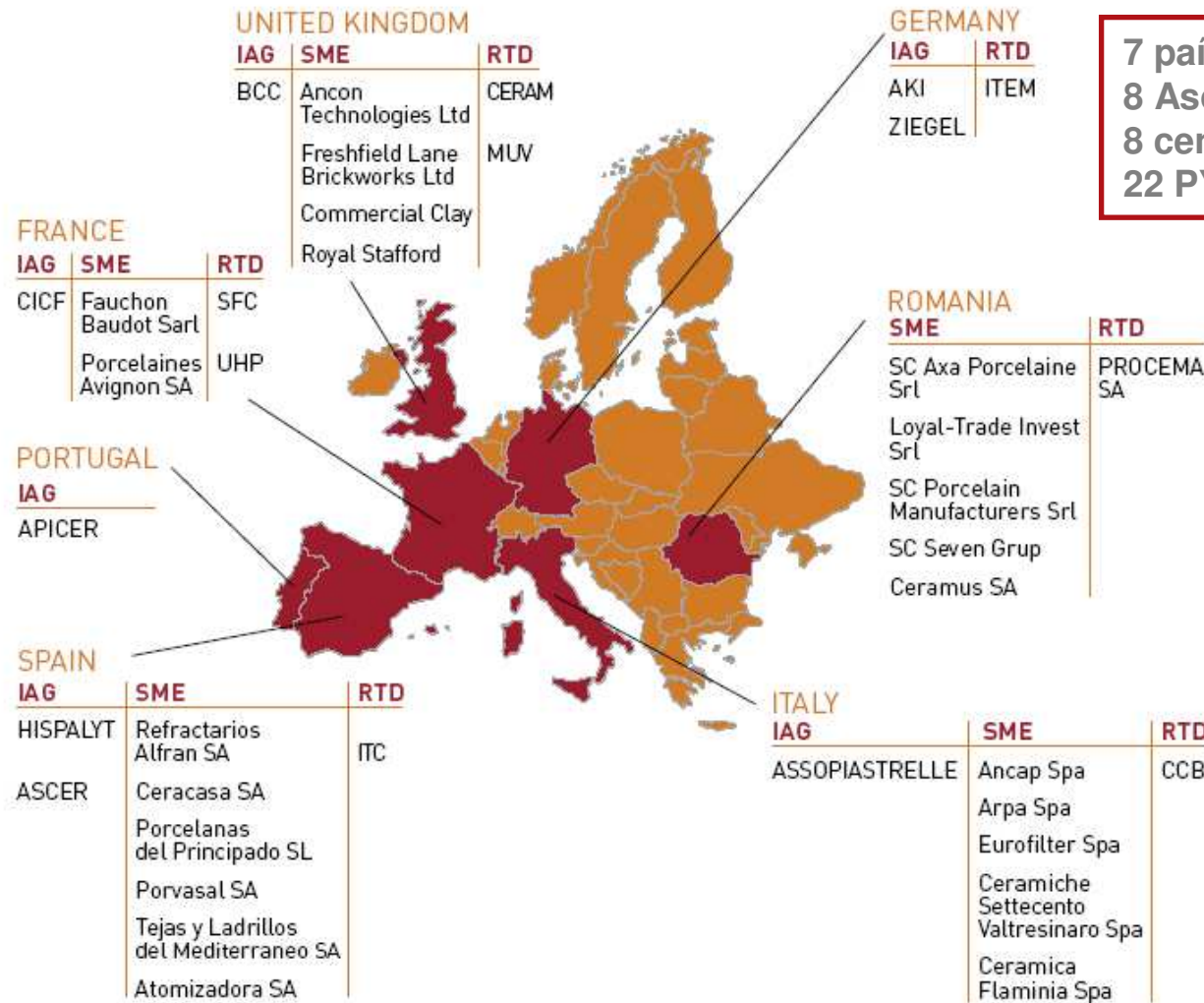


# Proyecto SILICERAM (2005-2008)



“Studies aimed at assisting legislation and encouraging continual improvement strategies in the field of respirable crystalline silica”

VI Programa Marco “Horizontal Research Activities Involving SMEs”



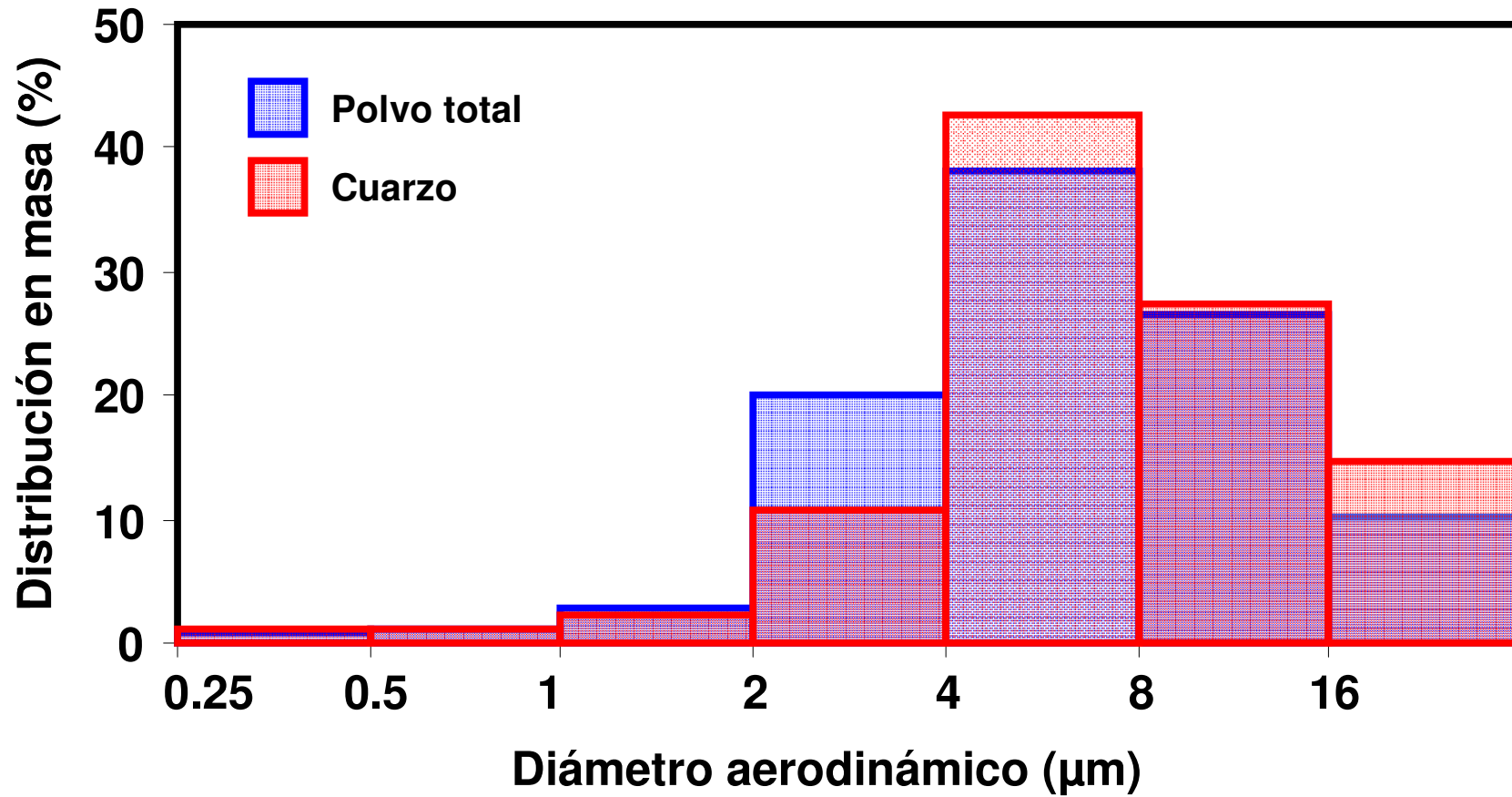
7 países  
8 Asociaciones empresariales  
8 centros tecnológicos  
22 PYMEs

Estudio de la exposición a SCR en el sector cerámico y de su toxicidad.



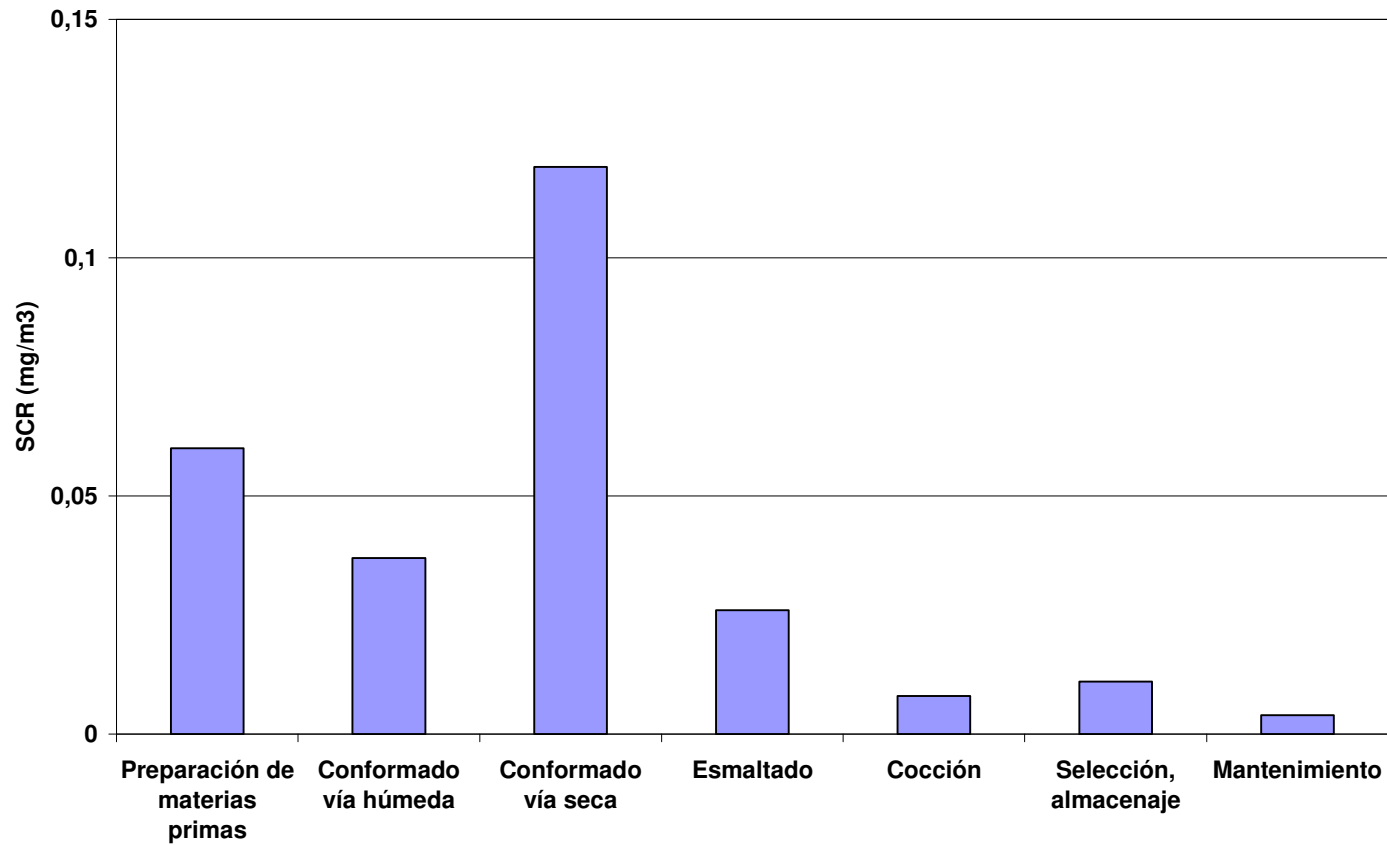
# Proyecto SILICERAM (2005-2008)







# Proyecto SILICERAM (2005-2008)



<http://www.nepsi.eu/>

# Proyecto SILICERAM (2005-2008)

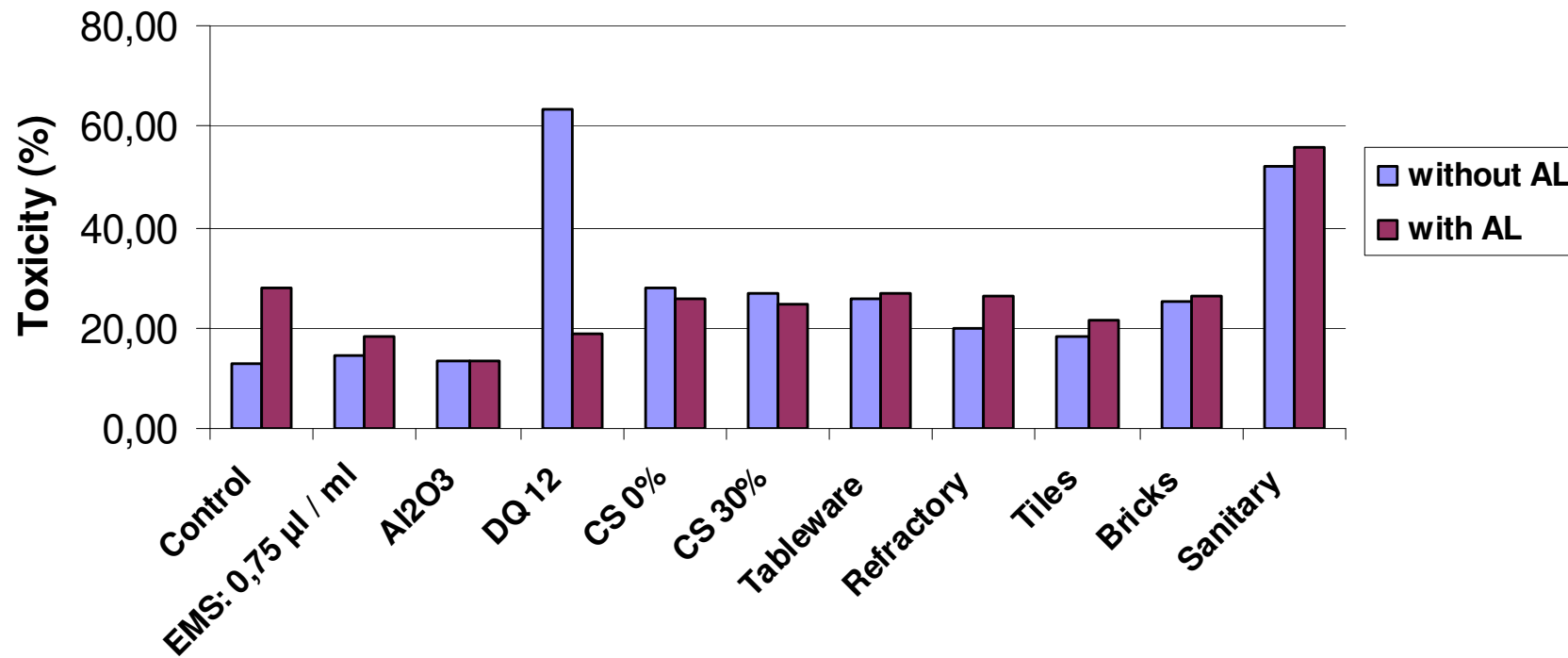


**Filtros de acero inox**  
**D=150 mm**  
**m ~300 mg/filtro**





### LDH-Release, 2 h of Incubation, 200 µg/cm<sup>2</sup>





**Las muestras de polvo respirable recogidas en los puestos de trabajo desarrollaron menor actividad biológica que el cuarzo patrón**

**Los minerales arcillosos pueden ejercer un efecto inhibitorio de la toxicidad del cuarzo**

**Se requieren estudios para determinar los cambios provocados sobre la superficie del cuarzo por otras sustancias, que reducen su toxicidad**



## “Industrial implementation of processes to render respirable crystalline silica safer in manufacturing processes”

Project Number: 285787

Project Acronym: SILICOAT

Call Identifier: FP7-SME-2011

Theme: SME-2011-2: Research for SME Associations

Duración: 3 años (Nov. 2011 – Oct. 2014)

Presupuesto: 1 537.331 € (1 043.500 € financiados)

Objetivo: Desarrollar e implementar **tecnologías de recubrimiento de sílice cristalina respirable (SCR)** en el proceso cerámico, para hacer que la manipulación de materiales que contienen SCR sea **intrínsecamente segura** desde el punto de vista toxicológico.

Web silicoat: <http://www.silicoat.eu>

## Inhibición de la toxicidad de la SCR



Ciertas sustancias pueden anular la toxicidad de la SCR:

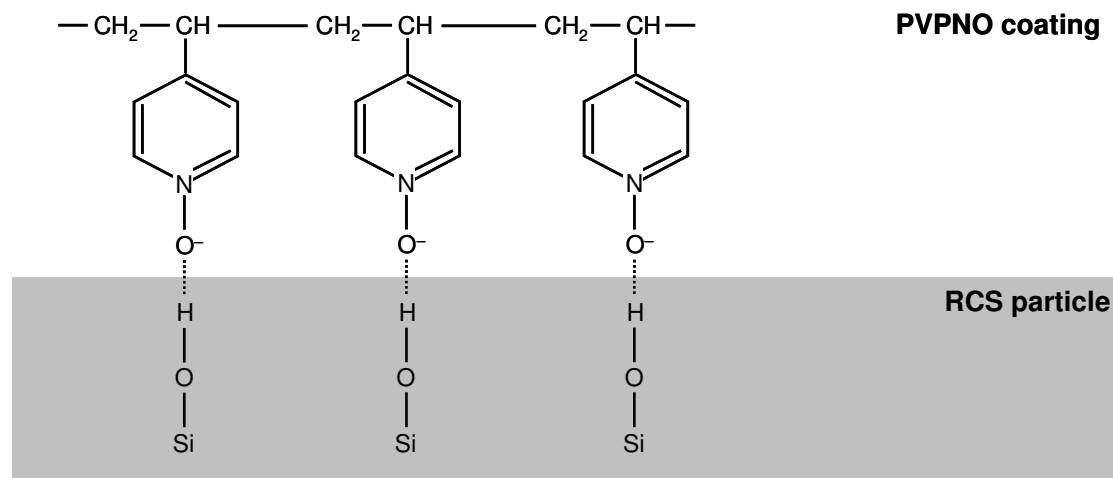
**Polivinilpiridina-N-oxide (PVPNO)** (*Schlipkötter & Brockhaus, 1961*)

**Lactato de aluminio** (*Bégin et al., 1986*)

**Fosfolípidos** (*Wallace et al., 1986*)

**Organosilanos** (*Castranova et al., 1996*)

Forman una capa molecular sobre la superficie de la SCR saturando los grupos SiOH, recubriéndolas



No se ha  
implementado  
industrialmente



## Asociaciones empresariales:



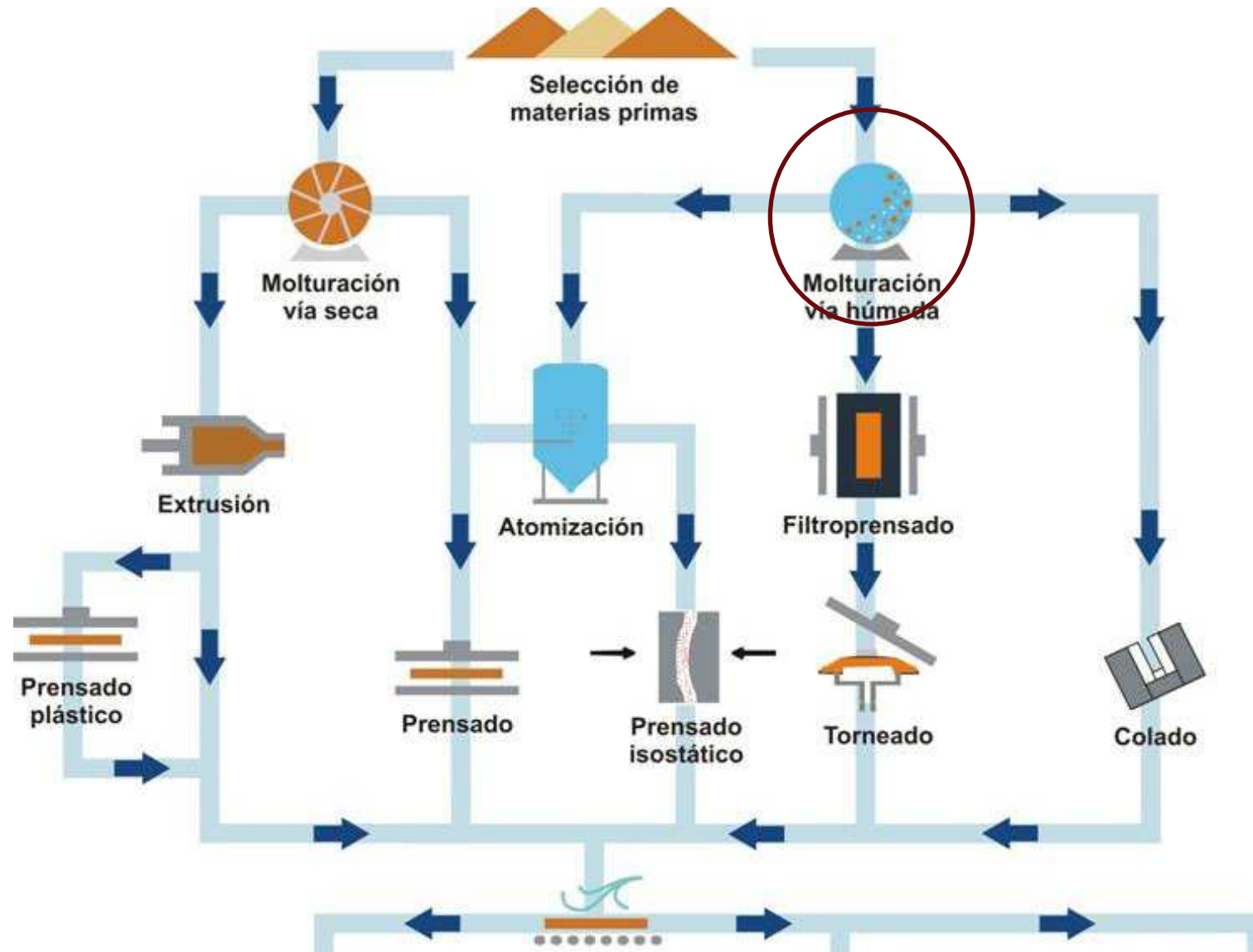
## PYMEs:



## Centros de investigación:



# Selección de composiciones y etapas del proceso

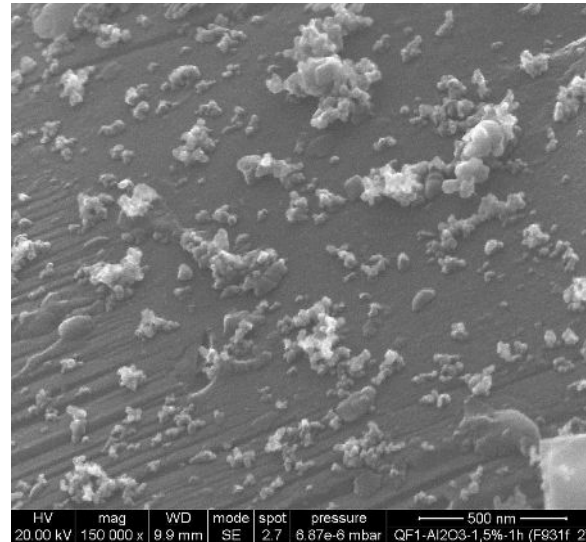
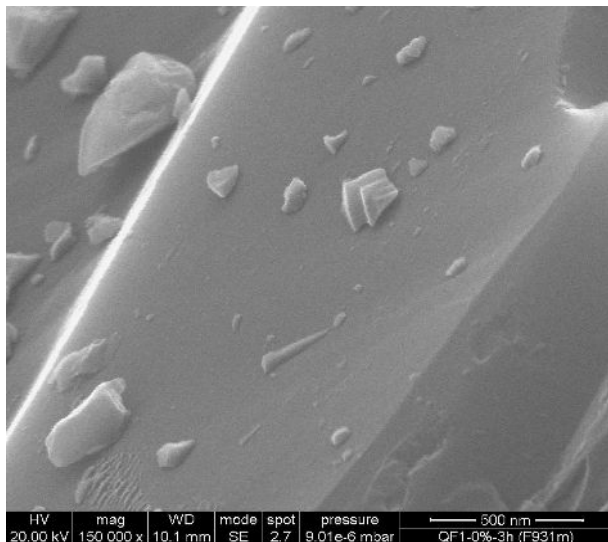




Recubrimientos utilizados.

## Tres aditivos ensayados:

Dos organosilanos y una suspensión de nanoalúmina

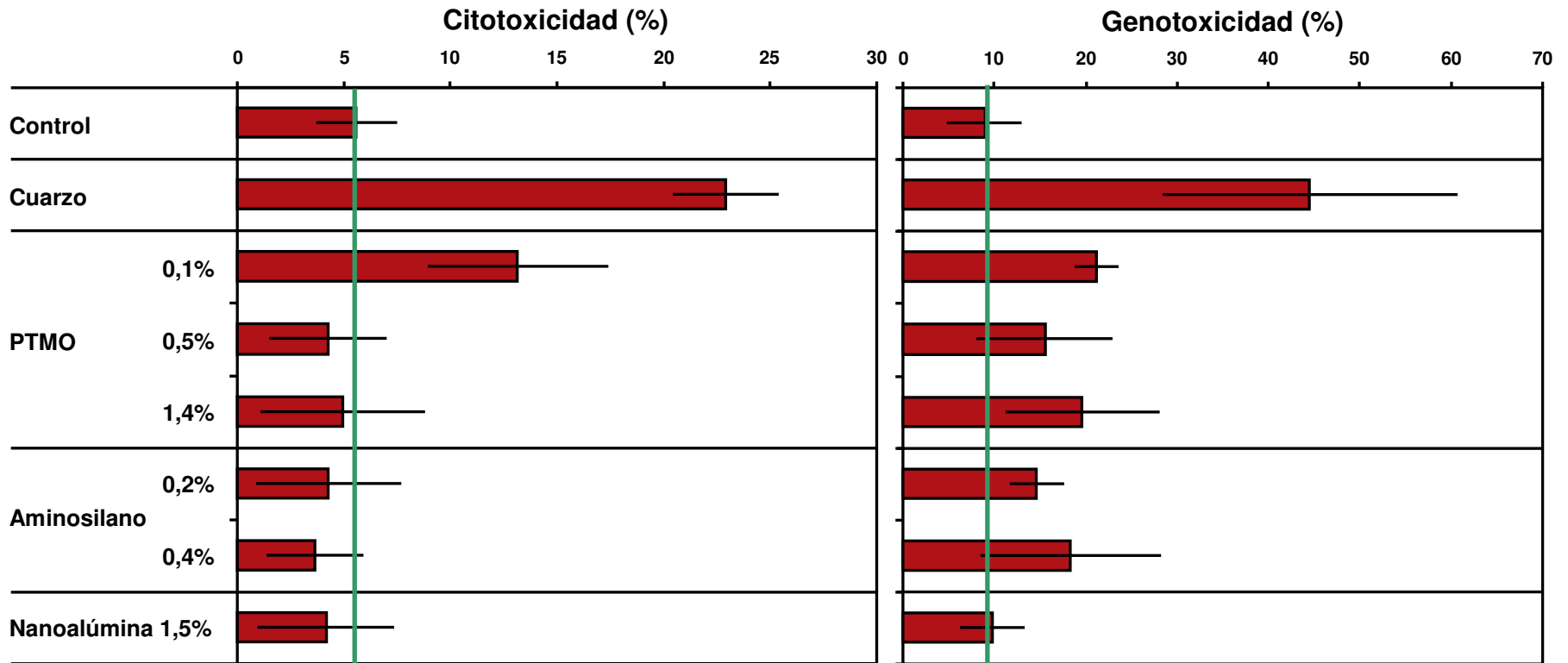




**Sin efectos  
perjudiciales  
sobre el  
proceso**

**No hay  
alteraciones  
en el  
producto  
acabado**

# Efectividad en la reducción de la toxicidad del cuarzo



## Próximo paso: propuesta SILIFE



### Producción de cuarzo en polvo con sílice cristalina de toxicidad reducida

- El proyecto aspira a reducir la toxicidad de la SCR en procesos vía seca
- Sectores involucrados: procesadoras de cuarzo, fritas, pigmentos, adhesivos, elastómeros y fundiciones de acero.
- Programa: LIFE 2014-2020
- Socios de SILICOAT participantes: ITC – CCB - ITEM

## Conclusiones

- Situación normativa relativa a la SCR cambiante.
- Acuerdo social europeo para el control de la SCR en las empresas. Guía de buenas prácticas <http://www.nepsi.eu/>
- Toxicología de la SCR dependiente de factores ambientales y superficiales.
- Es posible reducir la toxicidad de la SCR recubriendo su superficie.

# Capacidades del ITC relativas a la SCR

## Determinaciones analíticas

- Determinación de la concentración de SCR en ambientes industriales. Análisis mediante DRX.
- Determinación del contenido en SCR de materiales pulverulentos, que establece su clasificación de peligrosidad según los siguientes criterios:
  - [SCR] < 1% : Sin clasificación
  - 1% < [SCR] < 10%: STOT RE 2
  - [SCR] >= 10%: STOT RE 1

## Adecuación a la normativa europea

- Asesoramiento en gestión de productos químicos
- Confección de fichas de seguridad, obligatorias en caso de clasificación de peligrosidad.
- Confección y notificación de fichas toxicológicas al Instituto Nacional de Toxicología, obligatoria en caso de mezclas clasificadas como peligrosas.

## Estudio de reducción de la toxicidad

- Implementación industrial de tecnologías de recubrimiento del cuarzo en composiciones vía húmeda, para reducir la toxicidad de la SCR.

# Gracias por su atención

[mjesus@itc.uji.es](mailto:mjesus@itc.uji.es)  
[aescrig@itc.uji.es](mailto:aescrig@itc.uji.es)  
[emonfort@itc.uji.es](mailto:emonfort@itc.uji.es)