

01/03/2021

## Els efectes de la sílice cristal·lina en la salut



La silicosi és una malaltia irreversible que afecta el teixit pulmonar. Produïda per la presència de sílice cristal·lina ( $\text{SiO}_2$ ) en l'atmosfera, té el seu origen principalment en activitats antropogèniques i des del 1930, a Espanya, es considera com a una malaltia laboral incapacitant. En aquest article, Josefina Pons i Alex Càceres del Departament de Química, i Eulalia Fuentes del Departament de Filologia Catalana, duen a terme una revisió bibliogràfica sobre l'origen d'aquest compost, les conseqüències sobre l'organisme i les diferents mesures de prevenció.

iStock-Vasilevskiy Sergey

En l'escorça terrestre el silici (Si) és el segon element més abundant (25%), només per darrera de l'oxigen (50%). La combinació de tots dos dóna lloc a la sílice ( $\text{SiO}_2$ ) responsable d'aquesta abundància, ja que **es troba en el 60% de la capa externa de la Terra**, principalment en la sorra.

Les activitats laborals **relacionades amb la mineria, el marbre, la construcció**, entre altres, produeix l'alliberament de  $\text{SiO}_2$  cristal·lina a l'atmosfera, contaminant-la i provocant malalties en les persones, com la silicosi. Encara que és una malaltia antiga, no va ser fins al s. XX que es va relacionar amb el  $\text{SiO}_2$  cristal·lí.

El sílice cristal·lí és un compost tridimensional, en el qual l'àtom de silici està unit a quatre àtoms d'oxigen, situats en els vèrtexs d'un tetraedre. Pot trobar-se en la naturalesa en forma cristal·lina, cripto-cristal·lina i amorfa. En la forma cristal·lina, els àtoms de silici i oxigen estan disposats en una xarxa cristal·lina organitzada. **Aquesta és la que presenta una toxicitat més alta.** Depenent de la pressió i de la temperatura presenta diferents formes: quars, tridimita i cristobalita, tenen propietats piezoelèctriques que són determinants per a causar malalties, ja que formen espècies radicalàries que reaccionen amb l'aigua per a formar silanols (perjudicials per a la salut).

L'origen del  $\text{SiO}_2$  en l'atmosfera, com hem vist és molt divers, i **pot provenir de fonts naturals o antropogèniques**, aquesta és la causa que tinguin diferents formes i mesures. Les que són emeses directament a l'atmosfera (primàries) i les que s'originen en l'atmosfera mitjançant reaccions químiques (secundàries). Majoritàriament són d'origen primari. Les activitats que es realitzen a cel obert, en el sector de la construcció i en la mineria, emeten una concentració elevada de  $\text{SiO}_2$  cristal·lí, tant en la realització de la mateixa activitat com en el transport dels materials.

Que les partícules es quedin en l'atmosfera depèn del diàmetre que tinguin i de la velocitat del vent. Si la velocitat del vent és petita, es dipositen en el sòl més ràpidament. Les que tenen un diàmetre major a  $20\ \mu\text{m}$  queden suspeses en l'atmosfera algunes hores, les que mesuren entre  $2$  i  $3\ \mu\text{m}$  romanen entre  $2$  i  $4$  dies i les de diàmetre entre  $0,1$  i  $1\ \mu\text{m}$  poden estar suspeses a l'aire durant setmanes. La presència d'aquestes partícules cristal·lines en l'aire és constant perquè es retroalimenten i **causen efectes adversos en el clima, en el medi ambient i els éssers vius** fins i tot amb la posterior deposició. Amb la finalitat de poder detectar el  $\text{SiO}_2$  s'utilitzen les tècniques de difracció de raigs-X en pols (PXRD) i l'espectroscòpia infraroja.

*Figura 1: Esquema Fonts Antropogèniques. Crèdits iStock-Macrovector*



La inhalació d'aquestes partícules pot provocar malalties respiratòries. Les més perjudicials són aquelles que tenen un diàmetre inferior a  $4\ \mu\text{m}$ . Els efectes depenen, principalment, del temps d'exposició, del diàmetre, la forma, la concentració de  $\text{SiO}_2$  i la susceptibilitat de l'individu. Poden **arribar als alvèols pulmonars i provocar l'aparició de fibrosi pulmonar**. Quan s'acumula en els pulmons afecta l'elasticitat dels teixits, això fa que es tornin més durs i gruixos, aquest fet fa disminuir l'intercanvi de gasos (principalment oxigen) entre l'aire i la sang (insuficiència respiratòria). Encara que els alvèols pulmonars intenten netejar la pols, arriba un moment que es col·lapsen i queda emmagatzemat en els pulmons. Això provoca una malaltia: la silicosi, catalogada com a malaltia professional incapacitant. No té cura i quan està molt avançada és necessari un trasplantament de pulmó. Les persones que tenen major risc de sofrir silicosi són els treballadors de mines, túnels, pedreres i els que estan en contacte amb el formigó i el vidre.

Hi ha tres tipus de silicosis:

- 1) Crònica: Els símptomes es manifesten anys després d'haver estat exposat a la malaltia (a vegades fins a 20 anys)
- 2) Aguda: Quan s'està exposat a altes concentracions. L'evolució és progressiva.
- 3) Accelerada: Apareix després de 5 o 10 anys d'haver estat exposat.

A Espanya es va considerar malaltia laboral l'any 1930, ja que hi havia un gran nombre d'afectats a causa de l'activitat minera. L'Institut Nacional de Silicosi (INS), l'any 2004, va començar a estudiar aquesta malaltia, aquests estudis s'han prolongat al llarg del temps i segueixen en l'actualitat. Aquests **estudis permeten veure l'impacte de la silicosi en les**

**persones a causa de les activitats laborals i així poder dissenyar i aplicar mesures** de protecció. Segons l'estudi, les activitats que més afecten són la mineria, la pedra ornamental i els marmolistas. Pel que respecta a la mineria de carbó s'ha observat un descens dels afectats, ja que aquesta activitat ha disminuït a Espanya Per contra, han augmentat els malalts en el sector dels marmolistas, encara que en el sector que més s'acreix és el de la pedra ornamental.

La silicosi afecta a totes les Comunitats Autònomes, encara que de diferent forma. **Les més afectades són Castella i Lleó i Galícia, i les menys, Navarra, Madrid i la Comunitat Valenciana.** Catalunya és la tercera Comunitat amb més incidència. A Catalunya el nombre d'afectats és degut a l'elevada activitat dels marmolistas i, després de Galícia, és la Comunitat Autònoma amb un major nombre de pedreres.

Per a evitar i poder controlar la silicosi, és necessària la prevenció:

- Prevenció Primària: Ha d'aplicar-se abans que aparegui la malaltia
- Prevenció Secundària: Quan la malaltia està en l'inici i volen evitar-se complicacions
- Prevenció Terciària: Quan la malaltia està en una fase avançada i s'intenta evitar que empitjori.

Degut a que el problema empitjora, això ha provocat un **canvi important en la normativa que regula l'exposició a SiO<sub>2</sub> cristal·lí, modificant-se el valor límit d'exposició (0,05 mg/m<sup>3</sup>).** **També han millorat les tècniques de detecció** (difracció de raigs-X en pols i espectroscòpia d'infraroig), que són tècniques més precises que les utilitzades anteriorment (mètode colorimètric).

**Àlex Cáceres García<sup>a</sup>, Eulalia Fuentes<sup>b</sup>, Josefina Pons<sup>a</sup>**

Universitat Autònoma de Barcelona

<sup>a</sup>Departament de Química..

<sup>b</sup>Departament de Filologia Catalana, Àrea de Documentació.

[josefina.pons@uab.cat](mailto:josefina.pons@uab.cat)

## Referències

Hita F. (2014) **El polvo y la sílice cristalina en la industria extractiva de la piedra natural.** *Fundación para la prevención de riesgos laborales*, pp. 42 [Pdf](#)

Madera J., Menéndez P., Carballo M., Freijo J., Fernández E.M. (2017) **Guía para el control de riesgo por exposición a sílice cristalina respirable.** *Instituto Nacional de Silicosis* 183-203 [Pdf](#)

Martínez C., Menéndez A. (2011) **El Instituto Nacional de Silicosis y las enfermedades respiratorias en España.** *Instituto Nacional de Silicosis* 10, 145-147. En: Álvarez-Sala Walther, J.L.; Casan Clarà, P.; Villena Garrido, V. (eds.), *Historia de la neumología y la cirugía torácica españolas*. Madrid: Ramírez de Arellano Editores, 2006, pp.145-162. [Pdf](#)

Williamson J.B., Pastiroff S., Cressey G. (2011) **Piezoelectric properties of quartz and cristobalite airborne particulates as a cause of adverse health effects.** *Atmospheric environment*, 35, 3539-3542 [doi: 10.1016/S1352-2310\(01\)00121-2](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(01)00121-2)

[View low-bandwidth version](#)