



Centro Tecnológico
Materias Primas Minerales y Materiales



**FUNDACIÓN
PREMIN**

Jornada sobre Prevención, Mitigación e Investigación
ante la exposición a la Sílice Cristalina Respirable

**IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN,
CONTROL Y VERIFICACIÓN DE
LAS CONDICIONES DE TRABAJO
ASOCIADAS A LA SCR**

Dr. Francisco Hita López

francisco.hita@ctmarmol.es

www.ctmarmol.es

10 de diciembre de 2025 – Sevilla, CEA – Empresas Andaluzas

AGRADECIMIENTOS



FUNDACIÓN
PREMIN

CEA
Empresas Andaluzas




UGT 
Andalucía

 **PRIMIGEA**
Materias Primas Minerales

 **Mandatum**
Andalucía
seguridad & salud estratégica


Centro Tecnológico
Materias Primas Minerales y Materiales

 Association
International
Marmolistas
OBSERVATORY

 **COSENTINO**

 **4lar**
laboral advanced radiology

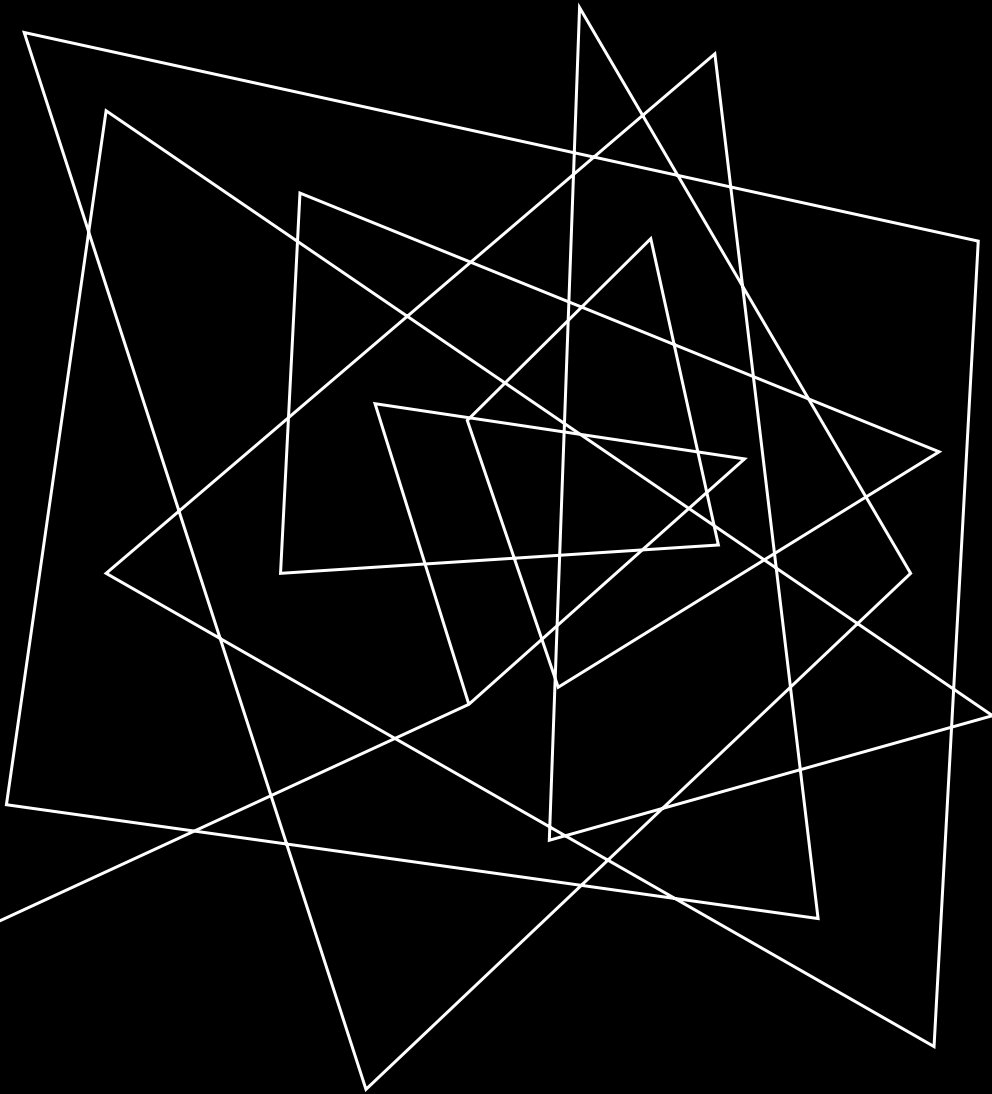
3M


A.P.S.A.
ASOCIACIÓN DE PULVICIONADO POR LA SALUD EN ANDALUCÍA

A.M.A
asociación de marmolistas de Andalucía



Centro Tecnológico
Materias Primas Minerales y Materiales



OBJETIVOS

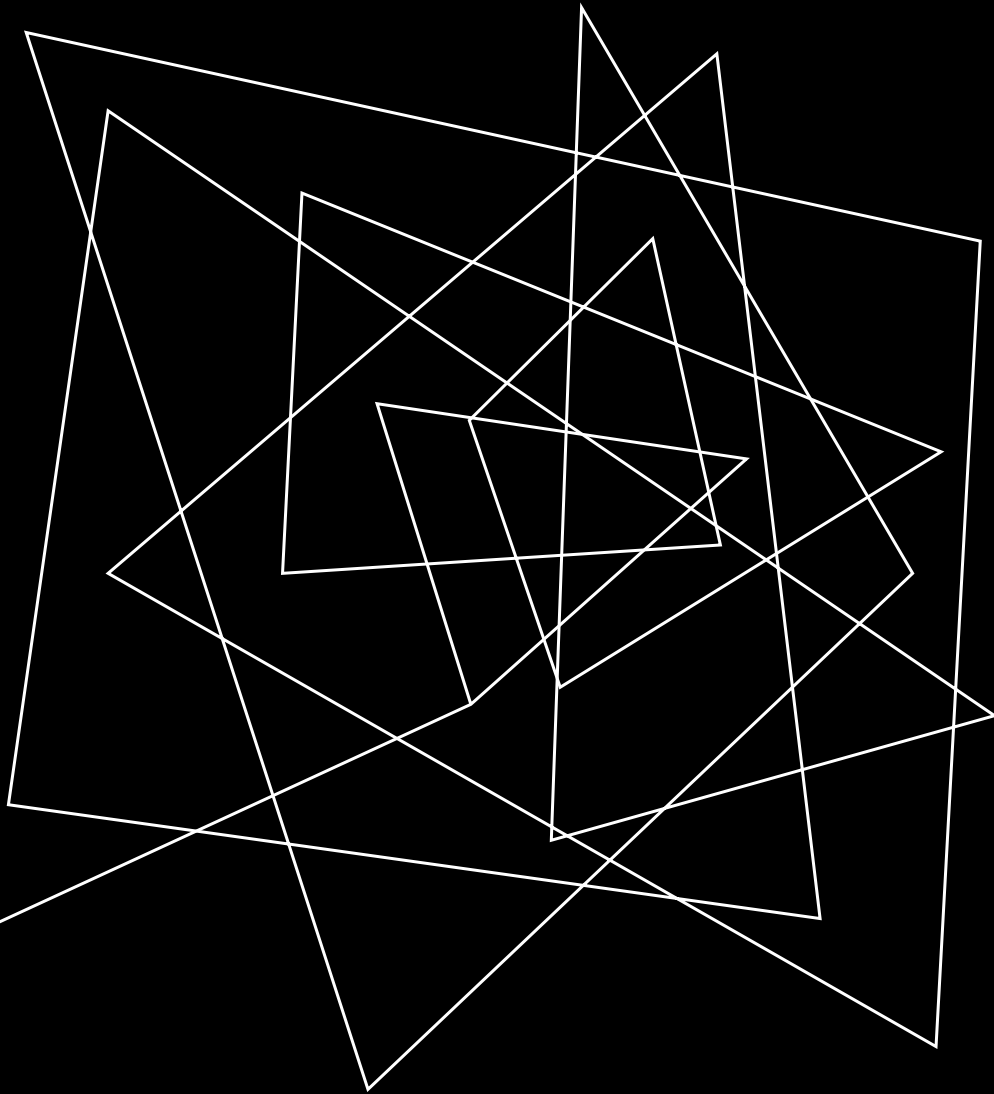
OBJETIVOS



- Píldoras para gestionar la PRL de manera eficaz ante personas expuestas a la SCR.
- Saber identificar el riesgo y personas expuestas.
- Determinar la magnitud del riesgo de manera rigurosa.
- Establecer medidas de control basadas en las disposiciones de mínimos del RD 665/1997.
- Considerar actuaciones básicas para verificar la eficacia de las medidas preventivas y de protección.



Centro Tecnológico
Materias Primas Minerales y Materiales



ALCANCE

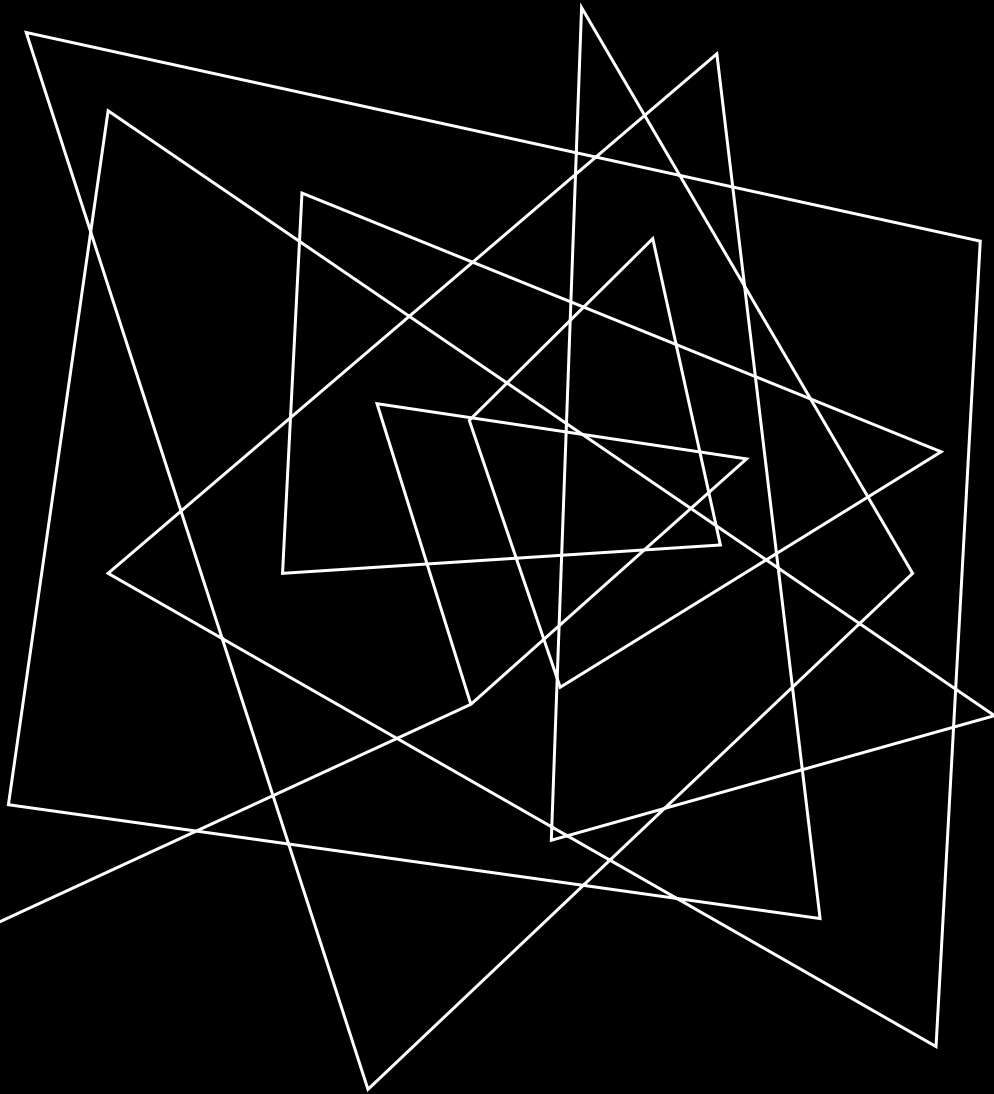
ALCANCE

Empresas en las que existan personas expuestas o susceptiblemente expuestas a SCR en cualquiera de sus formas.

4				Enfermedades profesionales causadas por inhalación de sustancias y agentes no comprendidas en otros apartados
	A			Polvo de sílice libre:
		01		Silicosis
				Trabajos expuestos a la inhalación de polvo de sílice libre, y especialmente:
		01	4A0101	Trabajos en minas, túneles, canteras, galerías, obras públicas.
		02	4A0102	Tallado y pulido de rocas silíceas, trabajos de canteras.
		03	4A0103	Trabajos en seco, de trituración, tamizado y manipulación de minerales o rocas.
		04	4A0104	Fabricación de carborundo, vidrio, porcelana, loza y otros productos cerámicos, fabricación y conservación de los ladrillos refractarios a base de sílice.
		05	4A0105	Fabricación y manutención de abrasivos y de polvos detergentes.
		06	4A0106	Trabajos de desmoldeo, desbardado y desarenado en las fundiciones.
		07	4A0107	Trabajos con muelas (pulido, afinado) que contengan sílice libre.
		08	4A0108	Trabajos en chorro de arena y esmeril.
		09	4A0109	Industria cerámica.
		10	4A0110	Industria siderometalúrgica.
		11	4A0111	Fabricación de refractarios.
		12	4A0112	Fabricación de abrasivos.
		13	4A0113	Industria del papel.
		14	4A0114	Fabricación de pinturas, plásticos y gomas.

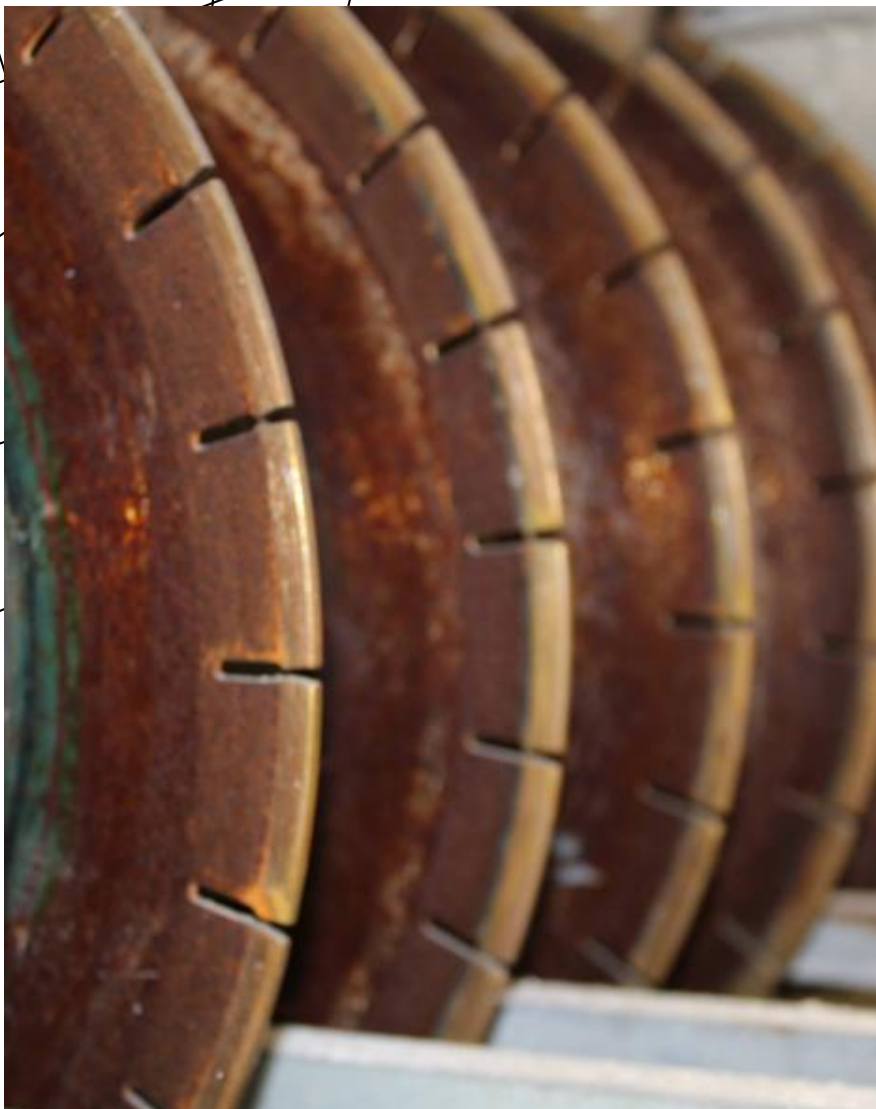


Centro Tecnológico
Materias Primas Minerales y Materiales



MARCO NORMATIVO

MARCO NORMATIVO



- LPRL 31/1995 → LPRL
- RD 39/1997 → Servicios de PRL
- **RD 665/1997 → ACyM**
- RD 1299/2006 → EEPP
- LISOS 5/2000 → Sanciones e infracciones

Establecimientos mineros

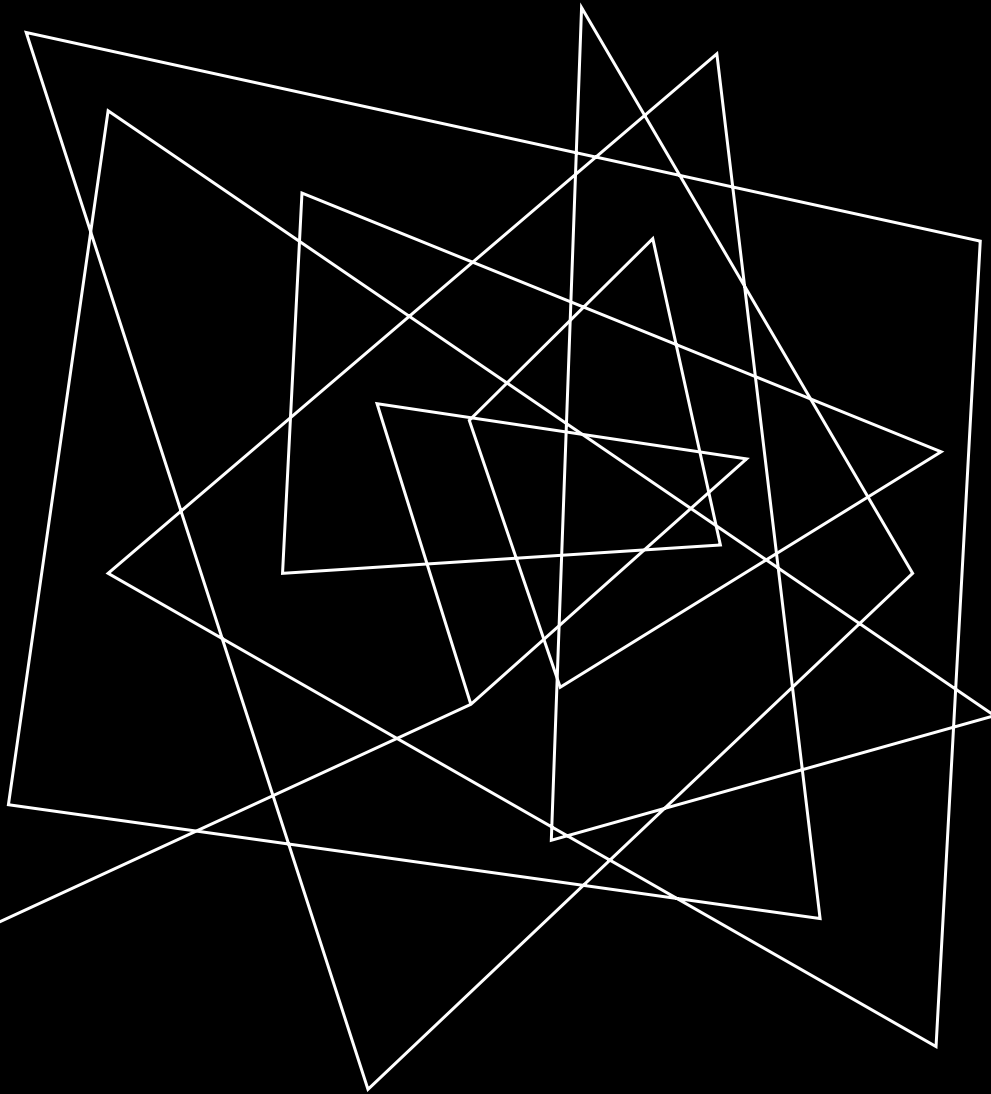
- RD 863/1985 → RGNBSM
- ITC 2.0.02 → SCR establecimientos mineros

Otros:

- Protocolo de VS → MS
- UNE 689:2019 → Exposición. Medición.
Estrategia AAQQ



Centro Tecnológico
Materias Primas Minerales y Materiales



IDENTIFICACIÓN

CONOCER LA PRESENCIA DEL
AGENTE EN EL LUGAR DE
TRABAJO

IDENTIFICACIÓN (fuentes de)

FABRICANTES: Etiquetas, FDS, Catálogos, guías de buenas prácticas...

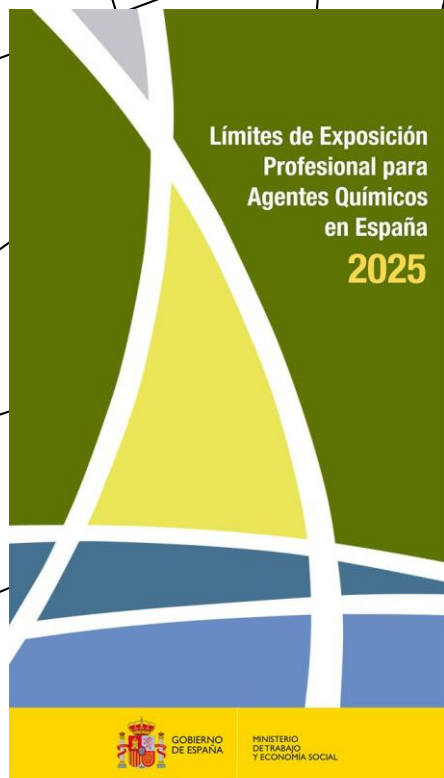
ANÁLISIS: Muestra a granel o bulk por Difracción de Rayos X, Estudio petrográfico

RIGOR TÉCNICO, EXPERIENCIA Y FORMACIÓN DEL SERVICIO DE PRL: Higienista industrial

EVIDENCIA DE LA PRESENCIA DEL POLVO EN EL LUGAR DE TRABAJO (fracción respirable): Polvo en suspensión, polvo depositado en zonas de trabajo, suciedad en la piel / ropa de trabajo, falta de visibilidad, *trabajos de corte, perforación o acabados en seco*

RESULTADOS DE LA V.S.: Sospecha / existencia de daños

EXISTENCIA DE VALORES LÍMITE PARA LOS AGENTES IDENTIFICADOS:

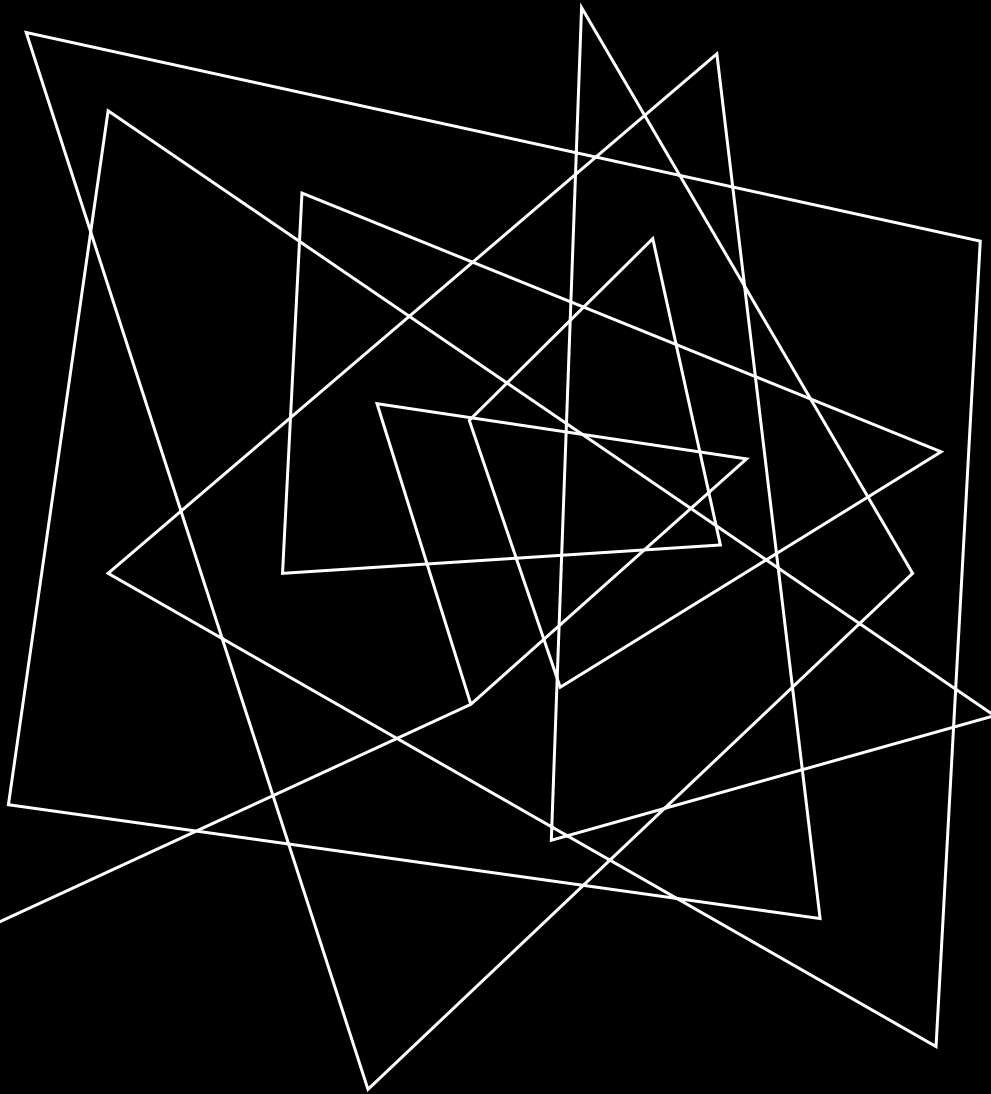


Nº CE	Nº CAS	AGENTE QUÍMICO (año de incorporación o de actualización)	VALORES LÍMITE		NOTAS	INDICACIONES DE PELIGRO (H)	
			VLA-ED® ppm	VLA-ED® mg/m ³			VLA-EC® ppm
		Cristobalita	véase Sílice Cristalina				
		Cuarzo	véase Sílice Cristalina				
		Sílice Cristalina: Fracción respirable (2022)	0,05		v, d		

Tabla 1. Valores límite ambientales (VLA)



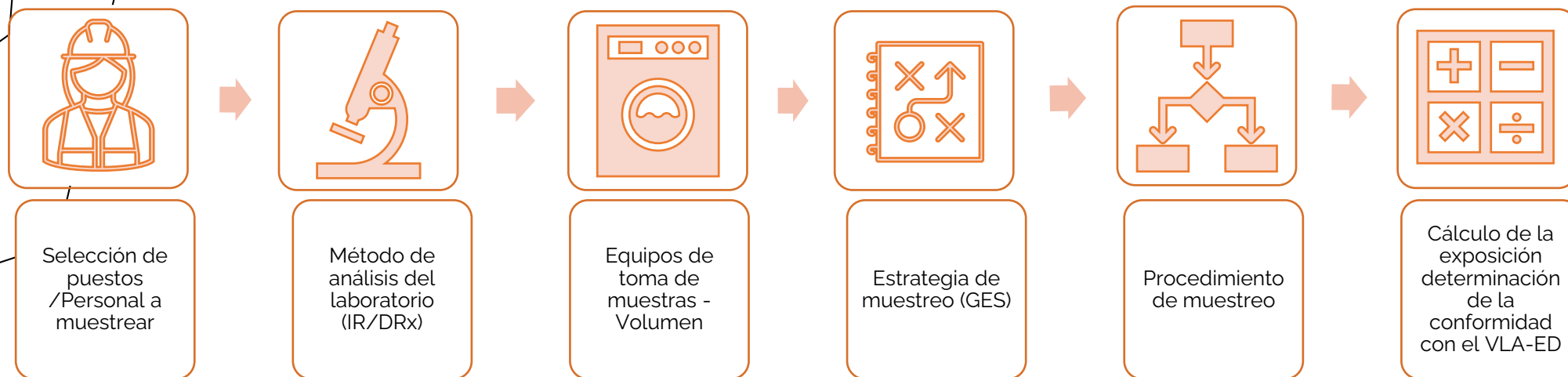
Centro Tecnológico
Materias Primas Minerales y Materiales



EVALUACIÓN

DETERMINAR LA MAGNITUD DEL
RIESGO Y LA CONFORMIDAD CON
EL VLA-ED

EVALUACIÓN (procedimiento general)



CENTROS DE TRABAJO DONDE APLIQUE LEGISLACIÓN MINERA

- Orden TED/723/2021, de 1 de julio, por la que se aprueba la ITC 02.0.02


RESTO DE CENTROS DE TRABAJO

- UNE EN 689:2019 (importante: Versión vigente no UNE 689:1996 (derogada))

MÉTODOS DE TOMA DE MUESTRA Y ANÁLISIS DEL INSST

<https://www.insst.es/metodos-de-toma-de-muestras-y-analisis>

- MTA/MA – 014/A11
- MTA/MA – 056/A06
- MTA/MA – 057/A17

	Normas para la determinación de partículas y sílice cristalina respirable en el Laboratorio del Departamento Técnico del Instituto Nacional de Silicosis	Revisión 27	AN01-PR03 (04/09/23)	Página 1 de 6
<p>El Laboratorio del Departamento Técnico está acreditado (Acreditación nº 526/LE1120) por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC), conforme a los criterios recogidos en la Norma UNE-EN ISO/IEC 17025, para la realización de los siguientes ensayos en muestras de materia particulada (fracción respirable):</p> <p>Ensayos Físico-Químicos</p>				
PRODUCTO/MATERIAL A ENSAYAR	ENSAYO	MÉTODO DE ENSAYO		
Soporte de muestreo	Determinación de partículas en aire por gravimetría (0.20 – 5.00 mg)	INS-IT02		
Soporte de muestreo Partículas en aire (Fracción respirable)	Identificación de sílice cristalina (µg) por Espectrofotometría de Infrarrojo con Transformada de Fourier (FTIR)	INS-IT23		
	Determinación del contenido en sílice cristalina (µg) por Espectrofotometría de Infrarrojo con Transformada de Fourier (FTIR) (3 – 500 µg)	INS-IT05		
	(10 – 500 µg)*	INS-IT24*		
	Determinación del contenido en cuarzo α y cristobalita α (µg) por Difracción de Rayos X (DRX) (10 – 500 µg)	INS-IT10		
Toma de muestra				
PRODUCTO/MATERIAL A ENSAYAR	ENSAYO	MÉTODO DE ENSAYO		
Aire	Toma de muestras de materia particulada (fracción respirable)	Procedimiento interno IT21		
<p>El Laboratorio del Departamento Técnico del Instituto Nacional de Silicosis¹ (en adelante INS) analizará las muestras recibidas siempre que cumplan los siguientes requisitos:</p>				

EVALUACIÓN

PREVER LOS POLIMORFOS *-tipos de sílice-* EXISTENTES EN EL LUGAR DE TRABAJO

- Determinación del contenido en sílice cristalina (µg) por **Espectrofotometría de Infrarrojo con Transformada de Fourier (FTIR)**
- **Determinación del contenido en cuarzo α y cristobalita α (µg) por Difracción de Rayos X (DRX) → talleres / marmolerías**

CUMPLIR CON LAS INDICACIONES DEL LABORATORIO

- Membranas de PVC de 25 ó 37 mm de diámetro y 5 µm de tamaño de poro.
Véase AN01-PR03 (INS)

EQUIPAMIENTO

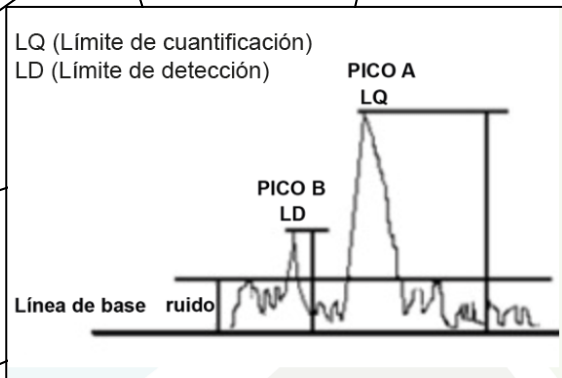
- Bomba para muestreo personal tipo P → UNE-EN ISO 13137:2022.
- Muestreador de la fracción respirable → UNE-EN 481:1995
- Elemento de retención
- Caudalímetro



EVALUACIÓN

CONSIDERAR EL EQUIPAMIENTO SEGÚN MÉTODO DE ANÁLISIS DEL LABORATORIO AL QUE ENVIAR LAS MUESTRAS PARA EVITAR RESULTADOS POR DEBAJO DEL LÍMITE DE DETECCIÓN / LIMITE DE CUANTIFICACIÓN

Con el laboratorio del INS el tiempo y volumen mínimo a muestrear es:



FTIR => 3 µg

DRX => 10 µg

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

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

MUESTREADOR	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
t (min) FTIR	352,9	300	300	300	273	273	240	218	200	143	75	75-150	66,6 - 70,58	60	60

EVALUACIÓN

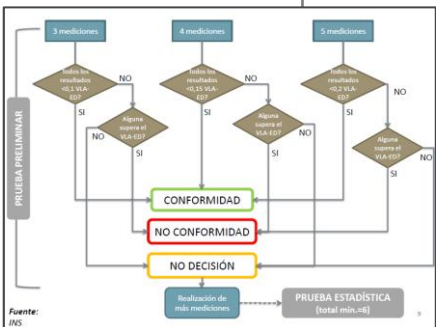
EN EL ÁMBITO MINERO: ITC 2.0.02 → < VLA-ED

3.7 **Periodicidad** de la toma de muestras.

Se tomarán muestras, al menos una vez **cada cuatrimestre** del año natural, en los puestos de trabajo en los que exista riesgo de exposición a polvo.

EN EL RESTO DE SECTORES: UNE 689:2019 → CONFORMIDAD CON EL VLA-ED

TIPO DE PRUEBA	Nº DE MEDICIONES	ÍNDICE DE EXPOSICIÓN CONFORME (I _E) *
Preliminar	3	Todas las mediciones ≤ 10 % del VLA-ED
	4	Todas las mediciones ≤ 15 % del VLA-ED
	5	Todas las mediciones ≤ 20 % del VLA-ED
Estadística	6	Si con las 5 mediciones no cumplimos lo anterior, seguiremos lo establecido en el punto 5.5.3 de la norma UNE EN 689:2019+AC:2019



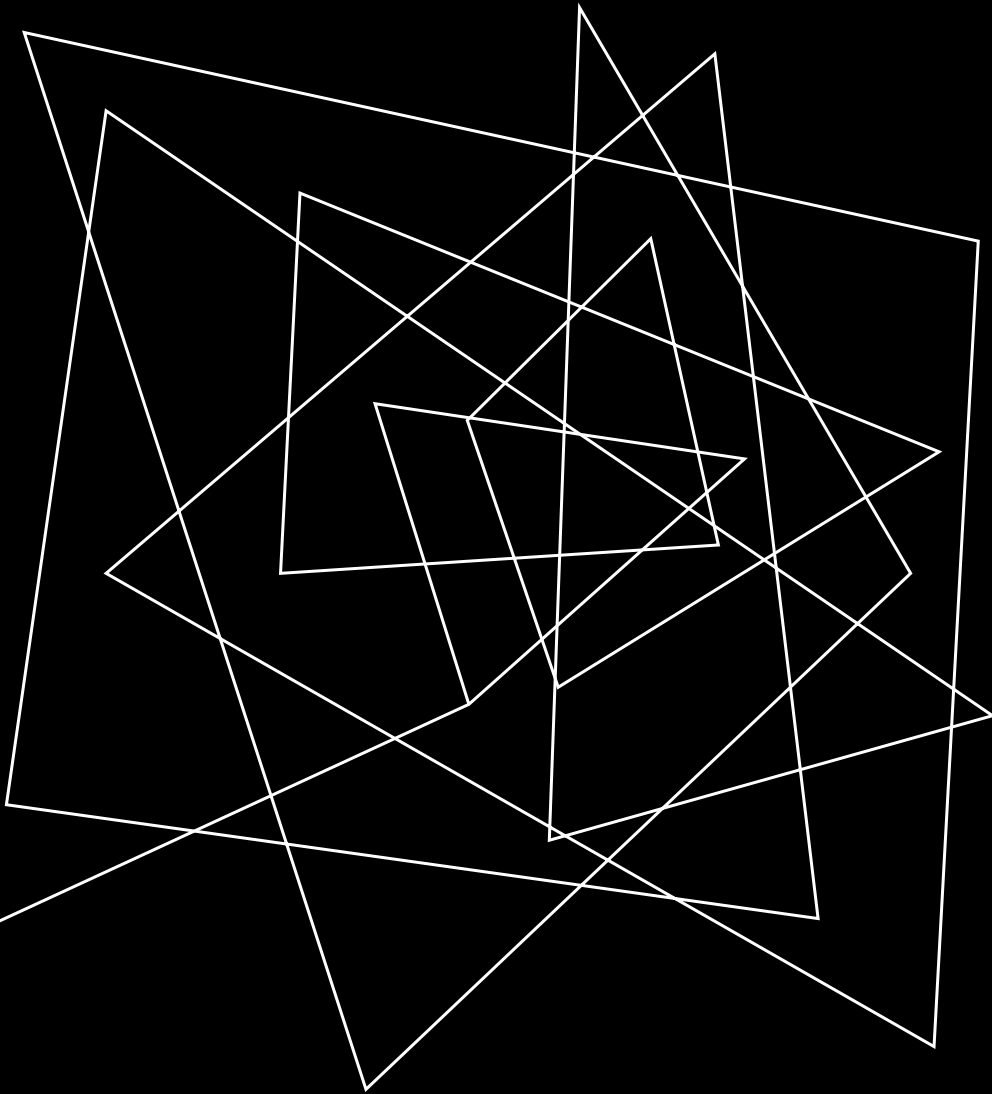
EVALUACIÓN

UNE 689:2019 - Periodicidad

TIPO DE PRUEBA	CRITERIO	REEVALUACIÓN
Preliminar	De acuerdo con la prueba preliminar 3-4-5 muestras	Anualmente (hasta llegar a 6 mediciones y pasaríamos a la estadística)
Estadística (aplicando la media geométrica (MG) o la media aritmética (MA))	$(MG \text{ o } MA) < 0,1 \text{ VLA}$	36 meses
	$0,1 \text{ VLA} < (MG \text{ o } MA) < 0,25 \text{ VLA}$	24 meses
	$0,25 \text{ VLA} < (MG \text{ o } MA) < 0,5 \text{ VLA}$	18 meses
	$0,5 \text{ VLA} < (MG \text{ o } MA)$	12 meses
Estadística (aplicando el parámetro j obtenido de las fórmulas recogidas en el anexo I de la norma UNE 689)	$j < 0,25$	36 meses
	$0,25 < j < 0,5$	30 meses
	$0,5 < j < 1$	24 meses



Centro Tecnológico
Materias Primas Minerales y Materiales



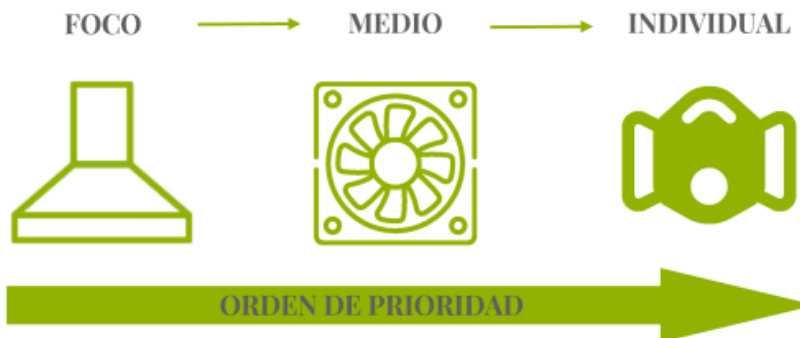
CONTROL

GARANTIZAR UNAS
CONDICIONES DE TRABAJO
SEGURAS Y SALUDABLES SEGÚN
DISPOSICIONES DE MÍNIMOS DEL
RD 665/1997

CONTROL

LAS ACTUACIONES DEBEN DE IR DE MANERA PRIORITARIA POR ESTE ORDEN:

1. SUSTITUCIÓN: de no ser posible justificarlo por medio de un informe técnico
2. SISTEMA CERRADO: Establecer un programa destinado a este fin, de no ser posible justificar por medio de un informe técnico
3. REDUCIR LOS NIVELES DE EXPOSICIÓN A VALORES TAN BAJOS COMO TÉCNICAMENTE SEA POSIBLE:



4. IMPLANTAR RESTO DE ACTUACIONES ESTABLECIDAS EN EL RD 665/1997 → FORMACION + INFORMACION...
5. GARANTIZAR UNAS MEDIDAS HIGIÉNICAS ADECUADAS
6. DOTAR DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

CONTROL

VIGILANCIA DE LA SALUD:

– Exploración radiológica

- Trabajadores de empresas sujetas al Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera (RBNBSM), 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 interior del carbón	Primeros 10 años: trienal
	A partir de 10 años: anual
Minería interior no carbonífera	Anual

- Trabajadores de empresas que no estén sujetas al Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera:

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 aceptable	Anual	
No conformidad			Anual

Protocolo de vigilancia sanitaria específica. Silicosis

- En los siguientes casos, el seguimiento periódico será anual:

Seguimiento periódico anual

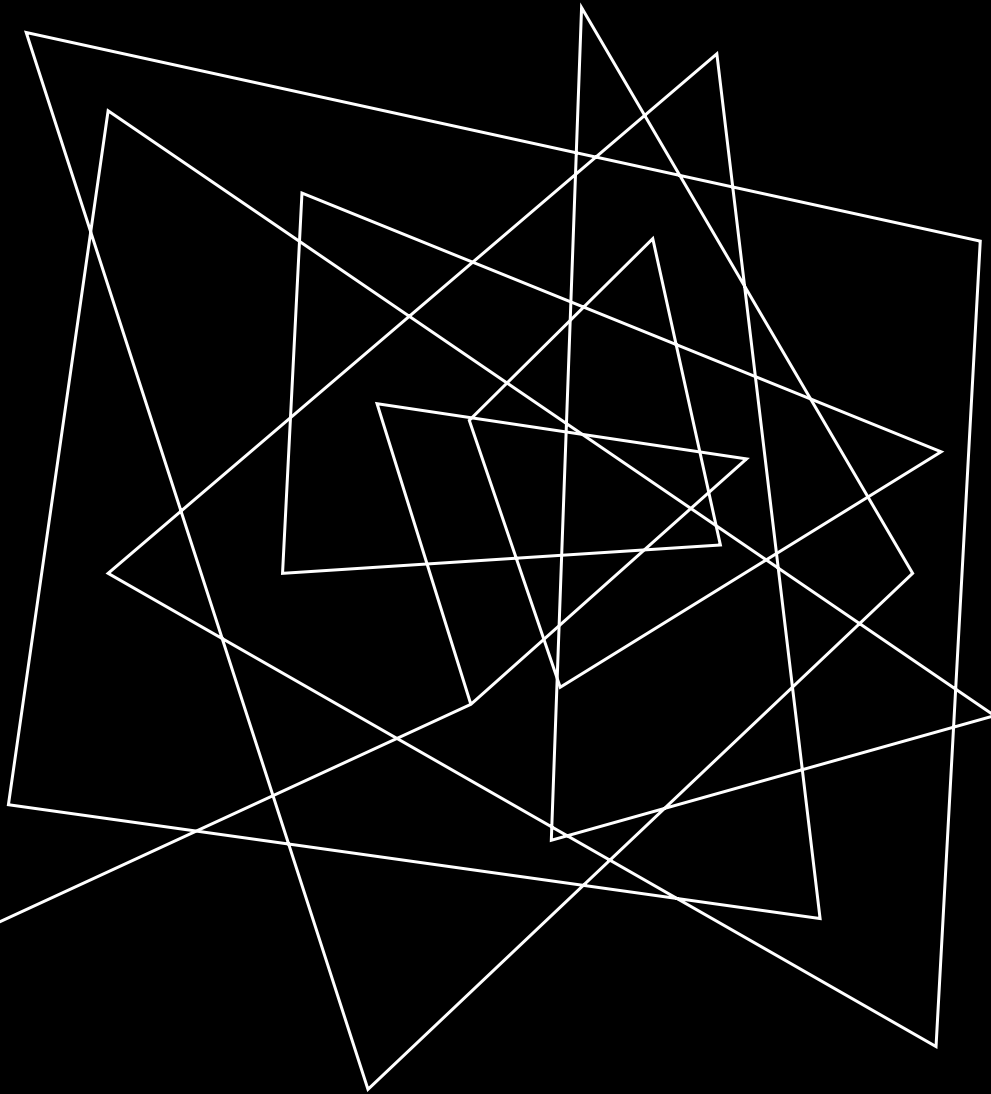
Trabajadores diagnosticados de neumoconiosis simple

Sospecha de sobreexposición

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



Centro Tecnológico
Materias Primas Minerales y Materiales



VERIFICACIÓN

COMPROBACIÓN QUE LAS
MEDIDAS IMPLANTADAS SON
EFECTIVAS

VERIFICACIÓN (EPR)



El factor de ajuste cuantitativo como medida imprescindible en el uso de Equipos de Protección Respiratoria (EPR)



1. Respiración normal.



2. Respiración profunda.



3. Cabeza de lado a lado.



4. Cabeza arriba y abajo.



5. Hablar en voz alta.



6. Inclinars e y levantarse.

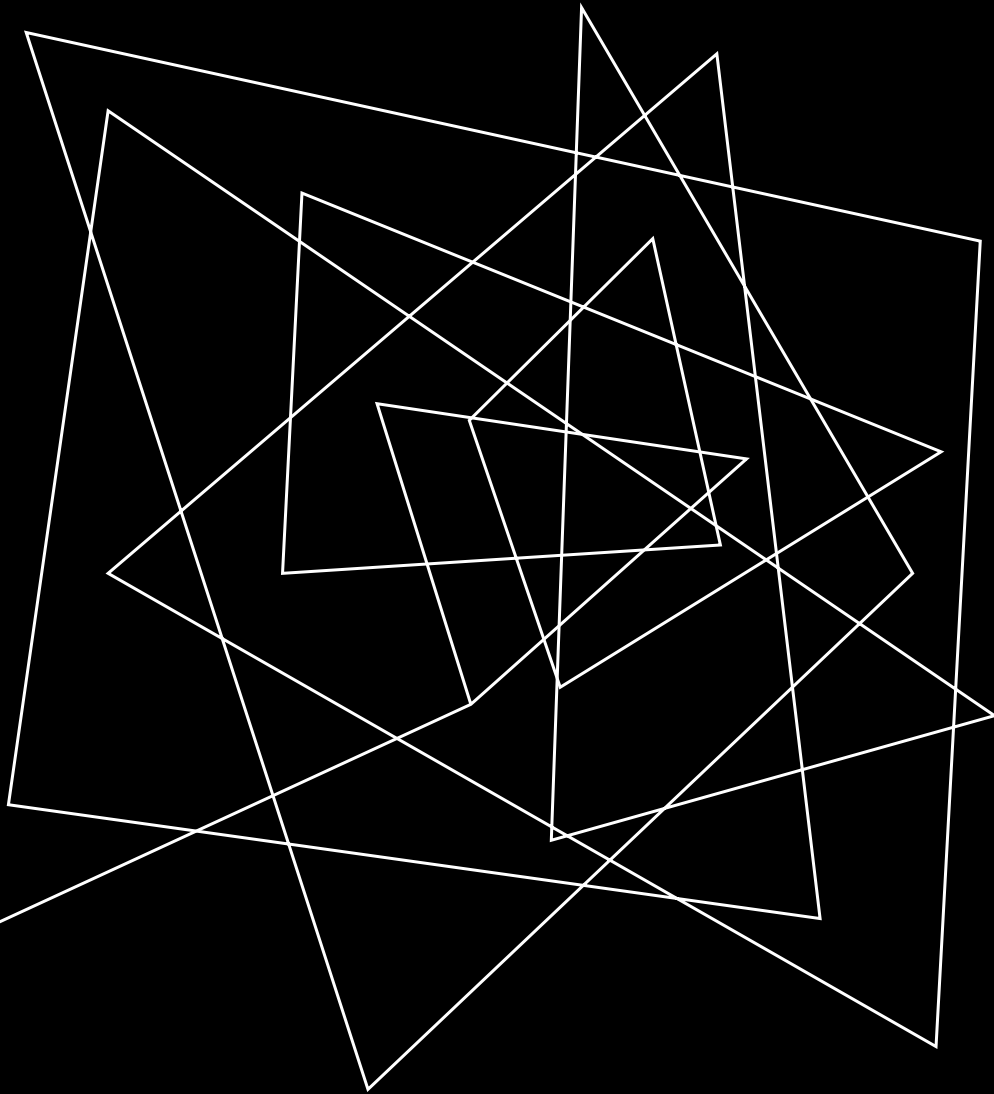


7. Respiración normal.

EJEMPLO TIPO	Tipo de EPR (UNE EN 529)	Clase de protección	UNE EN	FIT FACTOR (FF)		
				ISO 16975-3	HSE 282-28	OSHA 1910.134
	Mascarilla autofiltrante para partículas.	FFP1	UNE EN 149	100	100	100
		FFP2		100	100	100
		FFP3		100	100	100
	Medias máscaras y cuartos de máscara con filtros.	P1	UNE EN 143 / UNE EN 140	100	100	100
		P2		100	100	100
		P3		100	100	100
	Máscaras completas (todas las clases).	P1	UNE EN 143 / UNE EN 136	2000	2000	500
		P2		2000	2000	500
		P3		2000	2000	500
	Equipo filtrante motorizado con máscara completa, media máscara o cuarto de máscara (Adaptar de acuerdo a instrucciones del equipo a usar para comprobar el factor de ajuste).	TM1	UNE EN 12942	100 / 2000	100 / 2000	100 / 500
		TM2		100 / 2000	100 / 2000	100 / 500
		TM3		100 / 2000	100 / 2000	100 / 500



Centro Tecnológico
Materias Primas Minerales y Materiales



**MÁS INFORMACIÓN
DE UTILIDAD**



Centro Tecnológico
Materias Primas Minerales y Materiales

GRACIAS



**FUNDACIÓN
PREMIN**

Jornada sobre Prevención, Mitigación e Investigación
ante la exposición a la Sílice Cristalina Respirable

Dr. Francisco Hita López

francisco.hita@ctmarmol.es

www.ctmarmol.es

10 de diciembre de 2025 – Sevilla, CEA – Empresas Andaluzas