

# PROCEDIMIENTOS DE MEDIDA DE AGENTES QUÍMICOS

María Jesús Arenaza Amezaga  
26-mayo-2022



## RD 374/2001: Obligación del empresario de evaluar el riesgo derivado a la exposición a agentes químicos

*Art 3.5. La evaluación de los riesgos derivados de la exposición por inhalación a un agente químico peligroso deberá incluir la medición de las concentraciones del agente químico en el aire, en la zona de respiración del trabajador, y su posterior comparación con el Valor Límite Ambiental que corresponda ....*

*El procedimiento de medición 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....*

*Las mediciones a que se refieren los párrafos anteriores no serán sin embargo necesarias, cuando **el empresario demuestre claramente por otros medios de evaluación** que se ha logrado una adecuada prevención y protección,...*



# HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO QUÍMICO

INSHT -2017



## ESTRATEGIA CUALITATIVA

Efecto sobre la salud Clasificación según CLP/GHS

Cantidad, emisión, frecuencia, medida de control

Peligro

Exposición

Estimación Riesgo

Control

Prioridad de acción

## ESTRATEGIA CUANTITATIVA

Toma de muestras y análisis  
Media ponderada

Valor límite ambiental

Evaluación de la exposición

$$I_e = \frac{C_{\text{en aire}}}{VLA}$$

Cumplimiento con VLA

Medida de control

PROTEGER LA SALUD DE LOS TRABAJADORES (Directiva Agentes Químicos)





## Norma Española UNE-EN 689

Marzo 2019

Exposición en el lugar de trabajo

Medición de la exposición por inhalación de agentes  
químicos

Estrategia para verificar la conformidad con los  
valores límite de exposición profesional

## Mediciones

- Número
- Duración
- Oportunidad mediciones



## 5.2.2 Especificación del procedimiento de medición

Los procedimientos de medida **deben** cumplir con los requisitos de la norma EN 482. Si esto no es técnicamente viable, las razones deben incluirse en el informe.

- Muestreo personal
- Duración muestreo
  - Factores exposición constantes: mínimo 2 horas
  - Factores exposición no constantes: > 2 horas, próxima a la jornada
  - Exposición < 2 horas: periodo completo exposición
  - VLA-EC: 15 min
- Número mínimo mediciones
- Grupos de exposición similar (GES)



# Procedimientos de medida

---



## Norma Española UNE-EN 482

Septiembre 2021

Exposición en el lugar de trabajo

Procedimientos para la determinación de la  
concentración de los agentes químicos

Requisitos generales relativos al funcionamiento



## Requisitos de funcionamiento:

1. No ambigüedad (1 resultado analítico ➡ 1 concentración)
2. Selectividad (interferencias, fracción de referencia)
3. Tiempo de ponderación ( $t_{\text{muestreo}} \leq \text{periodo referencia VL}$ )
4. Intervalo de medida (0,1 a 2 VLA-ED; 0,5 a 2 VLA-EC)
5. Incertidumbre expandida (tabla siguiente)
6. Agentes químicos para los que no se dispone de un método conforme (procedimiento lo más cercano a los requisitos)



<b>Periodo de referencia</b>	<b>Intervalo de medida</b>	<b>Incertidumbre expandida relativa</b>	<b>Incertidumbre expandida relativa</b> (mezclas de partículas en suspensión en el aire y de vapores)
corta duración (por ejemplo 15 min)	de 0,5 veces a 2 veces el valor límite	$\leq 50 \%$	$\leq 50 \%$
larga duración	de 0,1 veces a 0,5 veces el valor límite	$\leq 50 \%$	$\leq 50 \%$
larga duración	de 0,5 veces a 2 veces el valor límite	$\leq 30 \%$	$\leq 50 \%$

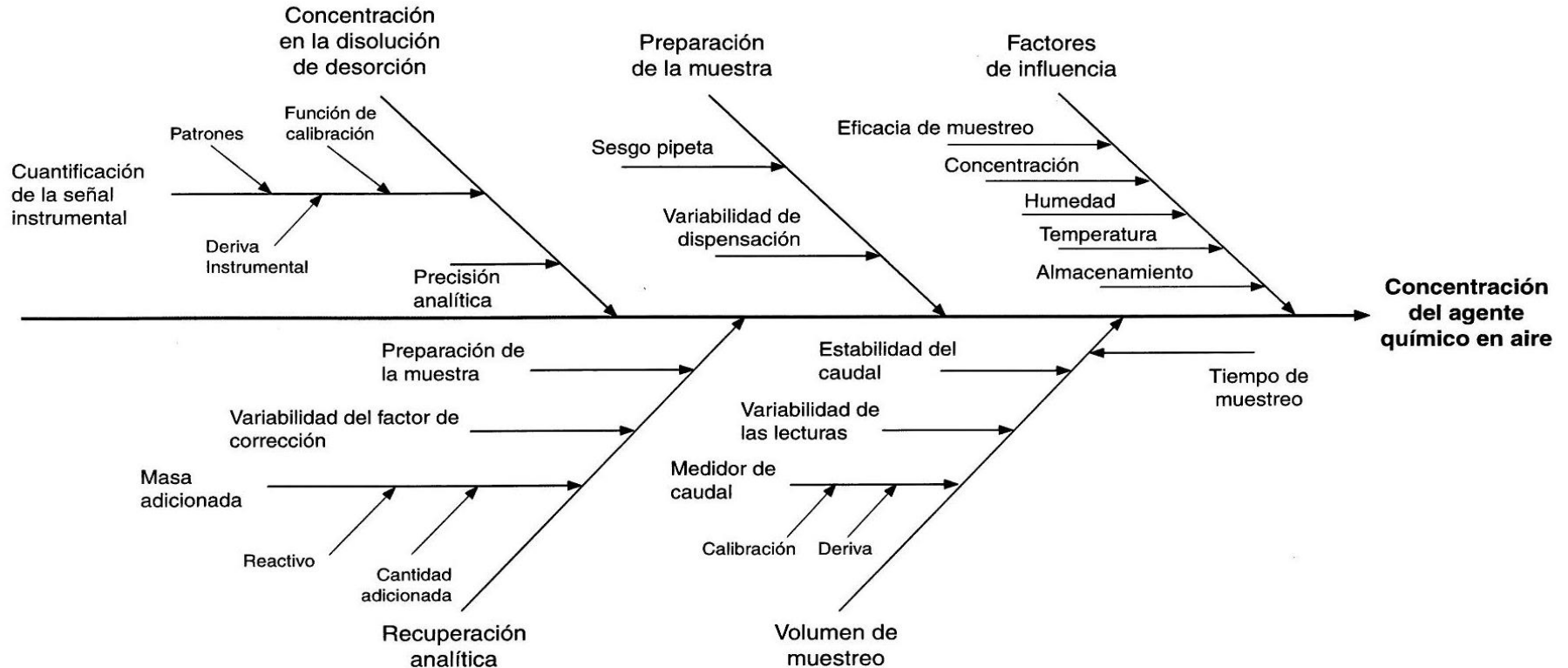
Tabla 1 – Requisitos de la incertidumbre expandida para mediciones de comparación con los valores límite y mediciones periódicas



Los requisitos de funcionamiento se deben cumplir para el procedimiento de medida **completo** incluso en el caso de que éste tenga varias etapas diferenciadas, por ejemplo, preparación de los equipos, muestreo, transporte y almacenamiento, preparación y análisis de la muestra. Cada etapa del procedimiento de medida puede ensayarse individualmente y combinarse en conjunto



# Fuentes de incertidumbre





### Estructura de la descripción de un método

- Introducción
- Título
- Advertencias de seguridad
- Objeto y campo de aplicación
- Normas para consulta
- Términos y definiciones
- Fundamento
- Requisitos (intervalo de medición, interferencias, influencias ambientales..)
- Condiciones de ensayo (reactivos y materiales, aparatos y equipos,...)
- Procedimiento de ensayo ( toma de muestra, transporte, almacenamiento...)
- Procedimiento analítico
- Cálculo de la concentración
- Aseguramiento y control de la calidad
- Casos especiales (interferencias)
- Incertidumbre de medida
- Informe de ensayo
- Anexos



# Prioridades en la elección de los Procedimientos de Medida

1. Normas UNE
2. Métodos del INSHT (MTA/MA)
3. Normas internacionales (ISO)
4. Métodos normalizados publicados (NIOSH, OSHA, HSE, etc.).
5. Métodos propios o adoptados de otras fuentes bibliográficas con información suficiente y concisa de cómo realizar los análisis y validados apropiadamente antes del uso.



# Colecciones de Métodos

**norma**  
**española**

UNE 81599

Diciembre 2014

TÍTULO

Exposición en el lugar de trabajo

Determinación de partículas en suspensión en el aire (fracciones inhalable, torácica y respirable)

Método gravimétrico

*Workplace exposure. Determination of airborne particles (inhalable, thoracic and respirable fractions). Gravimetric method.*

*Exposition sur les lieux de travail. Détermination de particules en suspension dans l'air (fractions inhalable, thoracique et aérosolable). Méthode gravimétrique.*

CORRESPONDENCIA

OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE 81599:1996.

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 81 Prevención y medios de protección personal y colectiva en el trabajo cuya Secretaría desempeña INSIT.

Edición e impresión por AENOR.  
Depósito legal: M 35860-2014

© AENOR 2014.  
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

**AENOR** Asociación Española de Normalización y Certificación

Genova, 6  
28004 MADRID-España

info@aenor.es  
www.aenor.es

Tel: 902 102 201  
Fax: 913 194 032

26 Páginas

MÉTODOS DE TOMA DE MUESTRAS Y ANÁLISIS

EN

**DETERMINACIÓN DE FIBRAS DE AMIANTO Y OTRAS FIBRAS EN AIRE. MÉTODO DEL FILTRO DE MEMBRANA / MICROSCOPIA ÓPTICA DE CONTRASTE DE FASES (Método multifibra)**

MTA / MA – 051/A04

MINISTERIO DE TRABAJO Y ASUNTOS SOCIALES

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

FINAL DRAFT

INTERNATIONAL STANDARD

ISO/FDIS 24095

ISO/TC 146/SC 2

Secretariat: ANSI

Voting begins on: 2009-06-16

Voting terminates on: 2009-11-18

**Workplace air — Guidance for the measurement of respirable crystalline silica**

*Air des lieux de travail — Lignes directrices pour le mesurage de la fraction alvéolaire de la silice cristalline*

PROPOSERS OF THIS DRAFT ARE INVITED TO SUBMIT, WITH THEIR COMMENTS, NOTIFICATION OF ANY RELEVANT PATENT RIGHTS OF WHICH THEY ARE AWARE AND TO PROVIDE SUFFICIENT DOCUMENTATION.

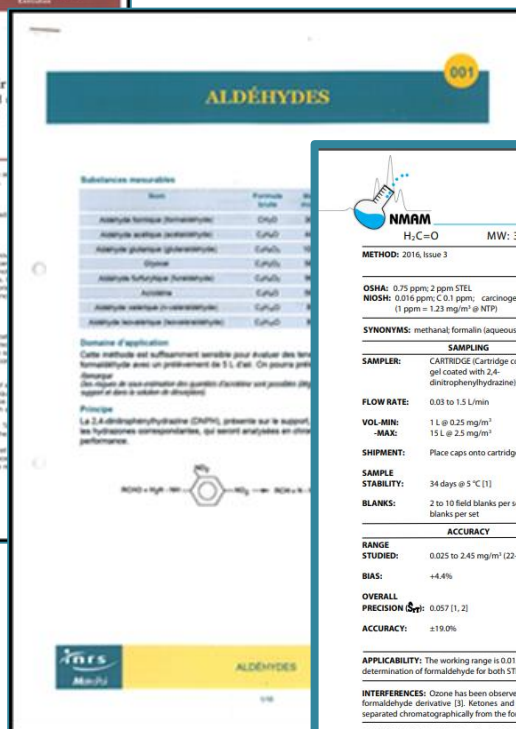
IN ADDITION TO THEIR EVALUATION AS BEING ACCEPTABLE FOR INDUSTRIAL, TECHNOLOGICAL, COMMERCIAL AND USER PURPOSES, DRAFT INTERNATIONAL STANDARDS MAY ON OCCASION HAVE TO BE CONSIDERED IN THE LIGHT OF THEIR POTENTIAL TO BECOME STANDARDS TO WHICH REFERENCE MAY BE MADE IN NATIONAL REGULATIONS.

Reference number  
ISO/FDIS 24095:2009(E)

© ISO 2009



# Colecciones de Métodos



## FORMALDEHYDE

2016

$H_2C=O$	MW: 30.03	CAS: 50-00-0	RTCS: LP8925000
METHOD: 2016, Issue 3	EVALUATION: FULL	Issue 1: 15 January 1998 Issue 3: 25 February 2016	

OSHA: 0.75 ppm; 2 ppm STEL  
NIOSH: 0.016 ppm; 0.1 ppm; carcinogen  
(1 ppm = 1.23 mg/m<sup>3</sup> @ NTP)

PROPERTIES: Gas; BP: -19.5 °C; specific gravity 1.067 (air = 1.0); explosive range 7 to 73% (v/v) in air

SYNONYMS: methanal; formalin (aqueous 30 to 60% w/v formaldehyde); methylene oxide

SAMPLING		MEASUREMENT	
SAMPLER:	CARTRIDGE (Cartridge containing silica gel coated with 2,4-dinitrophenylhydrazine)	TECHNIQUE:	HPLC, UV DETECTION
FLOW RATE:	0.03 to 1.5 L/min	ANALYTE:	2,4-dinitrophenylhydrazine of formaldehyde
VOL-MIN:	1 L @ 0.25 mg/m <sup>3</sup>	EXTRACTION:	Elution with 10 mL of carbonyl-free acetonitrile
-MAX:	15 L @ 2.5 mg/m <sup>3</sup>	INJECTION VOLUME:	20 µL
SHIPMENT:	Place caps onto cartridge. Ship on ice.	MOBILE PHASE:	45% acetonitrile/55% water (v/v), 1.3 mL/min
SAMPLE STABILITY:	34 days @ 5 °C (1)	COLUMN:	3.9 x 150-mm, stainless steel, packed with 5-µm C18
BLANKS:	2 to 10 field blanks per set; 6 to 10 media blanks per set	DETECTOR:	UV @ 360 nm
ACCURACY		CALIBRATION:	Samplers fortified with standard solutions of formaldehyde in water
RANGE STUDIED:	0.025 to 2.45 mg/m <sup>3</sup> (22-L sampler) (2)	RANGE:	0.23 to 37 µg per sample (1, 2)
BIAS:	+4.4%	ESTIMATED LOD:	0.07 µg/sample (1)
OVERALL PRECISION ( $S_p$ ):	0.057 (1, 2)	PRECISION ( $S_p$ ):	0.032 @ 1.0 to 20.0 µg/sample (1)
ACCURACY:	±19.0%		

**APPLICABILITY:** The working range is 0.015 to 2.5 mg/m<sup>3</sup> (0.012 to 2.0 ppm) for a 15-L sample. This method can be used for the determination of formaldehyde for both STEL and TWA exposures (1, 2).

**INTERFERENCES:** Ozone has been observed to consume the 2,4-dinitrophenylhydrazine (2,4-DNPH) reagent and to degrade the formaldehyde derivative (3). Ketones and other aldehydes can react with 2,4-DNPH; the derivatives produced, however, are separated chromatographically from the formaldehyde derivative.

**OTHER METHODS:** NIOSH methods 2541 (4) and 3500 (5) and OSHA method 52 (6) are other methods for determination of formaldehyde in air. NIOSH method 5700 employs 2,4-DNPH and HPLC for determination of formaldehyde on textile or wood dust (7). A journal method employs the same procedure for formaldehyde in automobile exhaust (8).

NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), Fifth Edition

# Formaldehyde (Diffusive Samplers)

Method no: 1007  
Control no.: T-1007-FV-01-0505-M

Target concentration: 0.75 ppm (0.92 mg/m<sup>3</sup>)  
OSHA PEL: 0.75 ppm (0.92 mg/m<sup>3</sup>) (TWA); 2 ppm (2.5 mg/m<sup>3</sup>) (STEL)  
OSHA Action level: 0.5 ppm (0.61 mg/m<sup>3</sup>) (TWA)  
ACGIH TLV: 0.3 ppm (0.37 mg/m<sup>3</sup>) (ceiling)

Procedure: Diffusive samples are collected by exposing either Assay Technology ChemDisk Aldehyde Monitor 571 (ChemDisk-AL), SKC UME<sub>x</sub> 100 Passive Sampler (UMEx 100), or Supelco DSD-DNPH Diffusive Sampling Device (DSD-DNPH) to workplace air. Samples are extracted with acetonitrile and analyzed by LC using a UV detector.

Recommended sampling time  
For UME<sub>x</sub> 100, ChemDisk-AL,  
and DSD-DNPH: 240 min (TWA); 15 min (STEL)

Reliable quantitation limit:

sampler	RQL (ppb)	SEE* (µg/m <sup>3</sup> )	SEE* (%)
ChemDisk-AL	1.88	2.30	7.8
UMEx 100	5.68	6.93	8.2
DSD-DNPH	0.58	0.70	7.5

\*For samples where sampling site atmospheric pressure and temperature are known. When either or both of these values are unknown, see Section 4.4 for applicable standard errors of estimate.

Special requirements: Report sampling site atmospheric pressure and temperature when using diffusive samplers.  
Store samplers in a refrigerator both before and after sampling.  
For quantitative results, use an active sampling procedure such as OSHA Method 52 when monitoring exposures resulting from the use of formalin solutions. These diffusive samplers failed validation when formalin was the source of formaldehyde. (Section 4.9)  
Do not use these diffusive samplers if the ozone level is greater than 0.5 ppm. (Section 4.9)  
Do not use these diffusive samplers if the humidity is 10% or less. (Section 4.9)  
Place samples into manufacturer-supplied aluminum bags immediately after sampling.

Status of method: Evaluated method. This method has been subjected to established evaluation procedures of the Methods Development Team.

May 2005

Mary Eide







Methods Development Team  
Industrial Hygiene Chemistry Division  
OSHA Salt Lake Technical Center  
Sandy UT 84070-6406

Page 1 of 32

T-1007-FV-01-0505-M



## Colecciones de Métodos

 <p><b>insst</b> Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo</p>	Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) Métodos de Toma de Muestra y Análisis (textos completos en español) <a href="http://www.insst.es">http://www.insst.es</a>
 <p><b>HSE</b></p>	Health and Safety Executive (HSE) Methods for the Determination of Hazardous Substances (textos completos en inglés) <a href="http://www.hse.gov.uk/pubns/mdhs/">http://www.hse.gov.uk/pubns/mdhs/</a>
 <p><b>inrs</b></p>	Institute National de Recherche et de Sécurité (INRS) Metrologie des polluants (textos completos en francés e inglés) <a href="http://www.inrs.fr/">http://www.inrs.fr/</a>
 <p><b>DFG</b> Deutsche Forschungsgemeinschaft</p>	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) Analyses of Hazardous Substances in Air (alemán e inglés)
 <p><b>NIOSH</b> National Institute for Occupational Safety and Health</p>	National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) Manual of Analytical Methods (textos completos en inglés) <a href="http://www.cdc.gov/niosh/nmam/">http://www.cdc.gov/niosh/nmam/</a>
 <p><b>OSHA</b></p>	U.S. Occupational Safety & Health Administration (OSHA) Sampling and Analytical Methods (textos completos en inglés) <a href="http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/index.html">http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/index.html</a>



## ¿Para qué queremos medir?



- Comparar con un VLA
- Descartar la presencia de un agente químico
- Otros objetivos:
  - comprobar la eficacia de las medidas de control adoptadas
  - investigación de enfermedades profesionales
  - .....



## Comparar con un VLA



Nº CE	CAS	AGENTE QUÍMICO	VLA-ED (mg/m <sup>3</sup> )	VLA-EC (mg/m <sup>3</sup> )	NOTAS
200-001-08	50-00-0	Formaldehído (2018)	0,37	0,74	C1B, Sen, s
203-745-01	110-19-0	Acetato de isobutilo (2021)	241	723	VLI
		Sílice cristalina. Fracción respirable (2022)	0,05		



C1B: cancerígeno. RD 665/1997  
Sen: sensibilizante.  
s: limitaciones comercialización.  
VLI: Valor Límite Indicativo.



# Valor Límite Indicativo, VLI

## Committee for Risk Assessment RAC

### Opinion on scientific evaluation of occupa exposure limits for Nickel and its compounds

ECHA/RAC/ A77-O-0000001412-86-189/F

Adopted  
9 March 2018

#### RAC Opinion of the assessment of the scientific relevance of OELs for nickel and its compounds

##### RECOMMENDATION

The opinion of RAC on the assessment of the scientific relevance of Occupational Exposure Limits (OELs) for nickel and its compounds is set out in the table below and in the following summary of the evaluation.

##### SUMMARY TABLE

The table presents the outcome of the RAC evaluation to derive limit values for the inhalation route and the evaluation for dermal exposure and a skin notation.

##### Derived Limit Values<sup>5</sup>

OEL as 8-hour TWA <sup>6</sup> :	0.005 mg/m <sup>3</sup> for respirable dust 0.03 mg/m <sup>3</sup> for inhalable dust
STEL:	not established
BLV:	not established
BGV:	not established

##### Carcinogenicity Classification/categorisation

CLP Harmonised classification for carcinogenicity	Nickel and nickel powder: suspected human carcinogen (Carc. 2) Nickel compounds – various, mainly inorganic: known human carcinogen (Carc. 1A)
SCOEL Categorisation of carcinogens <sup>7</sup>	Group C (SCOEL/SUM/85 June 2011 <sup>8</sup> )

##### Notations

Notations:	'Sensitisation'
------------	-----------------

<sup>5</sup> The naming conventions of limit values and notations used here follow the 'Methodology for the Derivation of Occupational Exposure Limits' (SCOEL 2013; version 7) and the Joint ECHA/RAC – SCOEL Task Force report (2017b). ([https://echa.europa.eu/documents/10162/13579/jtf\\_opinion\\_task\\_2\\_en.pdf/d68a9a3a-4aa7-601b-bb53-81a5eef93145](https://echa.europa.eu/documents/10162/13579/jtf_opinion_task_2_en.pdf/d68a9a3a-4aa7-601b-bb53-81a5eef93145)).

<sup>6</sup> The proposed OEL is based on a mode of action-based threshold for the carcinogenicity of nickel compounds.

<sup>7</sup> See Appendix 1 of the Background Document for details on the 'SCOEL classification of carcinogens'.

<sup>8</sup> <https://circabc.europa.eu/sd/a/7ad09b3-de14-4dfr-8a61-4601338f590be/SUM%20085%20Nickel%20and%20nickel%20Compounds.pdf>

## OEL

0,005 mg/m<sup>3</sup>, fracción respirable  
0,03 mg/m<sup>3</sup>, fracción inhalable

Propuesta de modificación de la  
Directiva 2004/37/EC  
(22-09-2020)

0,01 mg/m<sup>3</sup>, fracción respirable  
0,05 mg/m<sup>3</sup>, fracción inhalable

## LEP 2022

Níquel, compuestos inorgánicos. Compuestos insolubles, como Ni : 0,2 mg/m<sup>3</sup>  
Níquel, compuestos inorgánicos. Compuestos solubles, como Ni : 0,1 mg/m<sup>3</sup>



### Directiva 2000/39/CE valores límite de exposición profesional indicativos (RD 374/2001)

- ✓ Directiva 2006/15 2ª lista VLI, 29 agosto 2007
- ✓ Directiva 2009/161 3ª lista VLI, 18 diciembre 2011
- ✓ Directiva 2017/164 4ª lista VLI, 21 agosto 2018
- ✓ Directiva 2019/1831 5ª lista VLI, 20 mayo 2021

### Directiva 2004/37/CE agentes carcinógenos o mutágenos (RD 665/1997)

- ✓ Directiva 2017/2398 >>> 17 enero 2020 (RD 1154/2020, 22 diciembre 2020)
- ✓ Directiva 2019/130 >>> 20 febrero 2021 (RD 427/2021, 15 junio 2021)
- ✓ Directiva 2019/983 >>> 11 julio 2021 (RD 395/2022, 24 mayo 2022)
- Directiva 2022/431 >>> 5 abril 2024 **agentes carcinógenos, mutágenos o reprotóxicos**



# Comparar con un VLA



Cobre: Humos, como Cu :  
 $0,2 \text{ mg/m}^3$   
Cobre: Polvo y nieblas,  
como Cu :  $1 \text{ mg/m}^3$



Compuestos de cobre,  
como Cu. Fracción  
respirable (2019):  
 $0,1 \text{ mg/m}^3$   
Tabla 1



Compuestos de  
cobre, como Cu.  
Fracción respirable:  
 $0,01 \text{ mg/m}^3$   
Tabla 2



Compuestos de cobre,  
como Cu. Fracción  
respirable (2022):  
 $0,01 \text{ mg/m}^3$   
Tabla 1



## Descartar la presencia de un AQ

**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

CLP

Actividades  
Anexo I

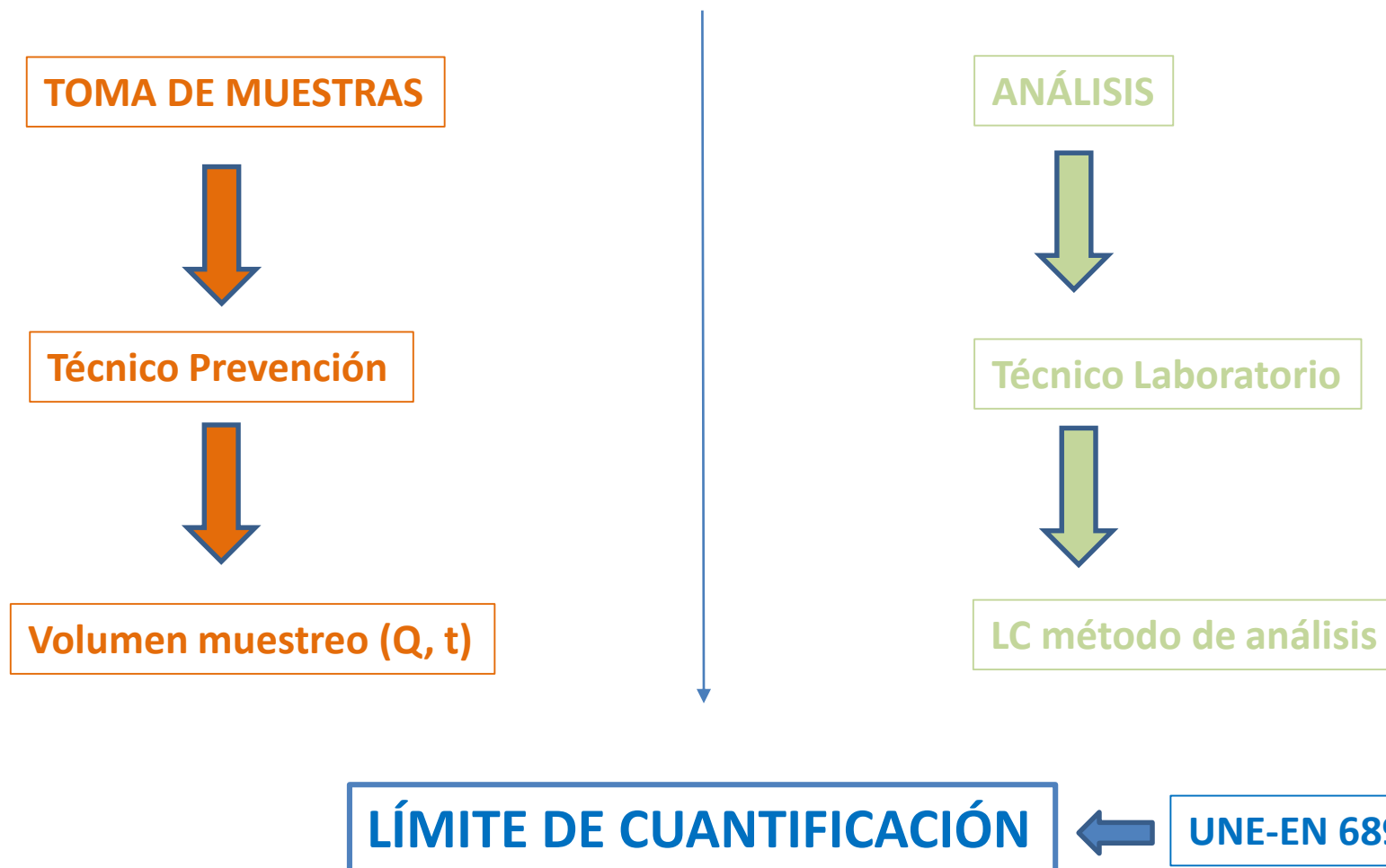
### Objeto medición:

- ✓ Delimitar zonas de riesgo
- ✓ Prohibir la presencia de trabajadores de ETT
- ✓ .....

~~UNE-EN 689~~



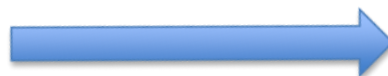
## MÉTODO DE TOMA DE MUESTRAS Y ANALISIS



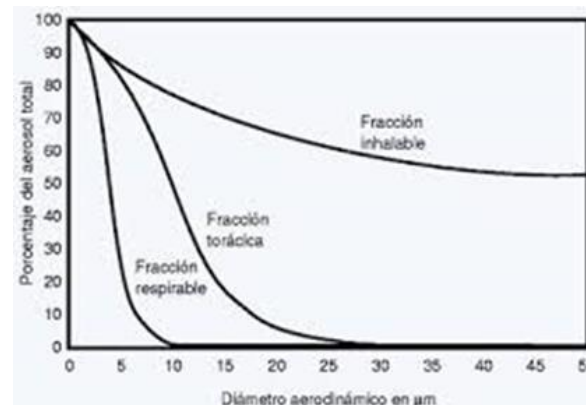


## Muestreo de materia particulada

- Fracción inhalable
- Fracción torácica
- Fracción respirable



**EN 481: 1995**



AGENTE QUÍMICO	VLA-ED (mg/m <sup>3</sup> )	VLA-EC (mg/m <sup>3</sup> )	NOTAS
Compuestos inorgánicos de Manganese, como Mn Fracción inhalable	0,2		VLI
Compuestos inorgánicos de Manganese, como Mn Fracción respirable (2017)	0,05		VLI, d

“En ausencia de cualquier otra indicación los Valores Límite se refieren a la fracción inhalable”



## Muestreadores de la fracción inhalable

Muestreador	Caudal
IOM	2,0 l/min
PGP-GSP 3,5	3,5 l/min
PGP-GSP 10	10 l/min
CIP 10-I	10 l/min
BUTTON	4 l/min



IOM



CIP-10



PGP 3,5



PGP 10



BUTTON



## Muestreadores de la fracción respirable

Muestreador	Caudal
IOM Multidust	2,0 l/min
CIP 10R	10 l/min
GK 2.69	4,2 l/min
SIMPEDS	2,2 l/min
Ciclón polvo respirable	2,2 l/min
Ciclón aluminio	2,5 l/min
Ciclón plástico conductor	2,2 l/min 3,0 l/min
PGP-FSP 2	2 l/min
PGP-FSP 10	10 l/min
Ciclón nylon 10 mm	1,7 l/min



IOM



Ciclón  
plástico  
conductor  
SKC



GK 2.69



PGP-FSP2



CIP-10R



Ciclón  
aluminio



# Elegir el tipo de muestreador



## 1<sup>er</sup> problema:

### elección del tipo de muestreador

No todos los muestreadores cumplen con los requisitos para todas las posibles condiciones ambientales:

**El usuario debe evaluar y verificar que el muestreador tiene un comportamiento aceptable en las condiciones en que se va a utilizar**

- ✓ Tamaño de partícula
- ✓ Velocidad del viento
- ✓ Dirección del viento





## 2º problema:

### Límite detección del método analítico

No todos los métodos analíticos cumplen con los requisitos para todas las posibles condiciones ambientales

**El usuario debe evaluar si el método analítico a utilizar por el laboratorio de análisis tiene un comportamiento adecuado para el objeto de la medición y los niveles de concentración esperables**

- ✓ Límite de detección
- ✓ Límite de cuantificación



### Límite de detección, LOD:

La cantidad menor de un analito que se puede detectar con un nivel de confianza dado

Se puede calcular como  $3\sigma$  de las medidas de un blanco. Esto representa una probabilidad del 50% de que el analito no se detecte estando presente a la concentración del límite de detección

El LOD se puede utilizar como un valor umbral para afirmar la presencia de una sustancia con un nivel de confianza dado

### Límite de cuantificación, LOQ

La cantidad menor de un analito que se puede cuantificar con un nivel de confianza dado

Se puede calcular como  $10\sigma$  de las medidas de un blanco.

El LOQ se puede utilizar como un valor umbral para garantizar la exactitud de la medida de una sustancia



## Muestreo de materia particulada

AGENTE QUÍMICO	VLA-ED (mg/m <sup>3</sup> )	VLA-EC (mg/m <sup>3</sup> )	NOTAS
Compuestos inorgánicos de Manganese, como Mn Fracción inhalable	0,2		VLI
Compuestos inorgánicos de Manganese, como Mn Fracción respirable (2017)	0,05		VLI, d

**UNE 482:** (0,1 VLA-2 VLA)

Intervalo medida inhalable 0,02 mg/m<sup>3</sup> – 0,4 mg/m<sup>3</sup>

Intervalo medida respirable 0,005 mg/m<sup>3</sup> – 0,1 mg/m<sup>3</sup>

**UNE 81587:2017** - Exposición en el lugar de trabajo.  
Determinación de metales y metaloides en partículas en  
suspensión en el aire. Método de espectrometría



## Muestreo de materia particulada

AGENTE QUÍMICO	VLA-ED (mg/m <sup>3</sup> )	VLA-EC (mg/m <sup>3</sup> )	NOTAS
Compuestos inorgánicos de Manganese, como Mn Fracción inhalable	0,2		VLI

UNE 482: Intervalo medida 0,02 mg/m<sup>3</sup> – 0,4 mg/m<sup>3</sup>

UNE 81587 (análisis) LD =1 µg/muestra; LC= 3 µg/muestra

**t muestreo 2 horas**



IOM (2 l/min) = 120 l



PGP (3,5 l/min) = 420 l

IOM: LC (TMA) 0,025 mg/m<sup>3</sup> (3 µg/120litros) ≈

PGP: LC (TMA) 0,007 mg/m<sup>3</sup> (3 µg/420litros) ✓



## Muestreo de materia particulada

AGENTE QUÍMICO	VLA-ED (mg/m <sup>3</sup> )	VLA-EC (mg/m <sup>3</sup> )	NOTAS
Compuestos inorgánicos de Manganese, como Mn Fracción respirable (2017)	0,05		VLI, d

UNE 482: Intervalo medida 0,005 mg/m<sup>3</sup> – 0,1 mg/m<sup>3</sup>

UNE 81587 (análisis) LD =1 µg/muestra; LC= 3 µg/muestra

t muestreo 2 horas



Ciclón plástico (2,2 l/min) = 264 l



GK2,69 (4,2 l/min) = 504 l

Ciclón LC (TMA) 0,011 mg/m<sup>3</sup> (3 µg/264 l) x

GK 2,69GP: LC (TMA) 0,007 mg/m<sup>3</sup> (3 µg/504l) x



## Muestreo de materia particulada

AGENTE QUÍMICO	VLA-ED (mg/m <sup>3</sup> )	VLA-EC (mg/m <sup>3</sup> )	NOTAS
Compuestos inorgánicos de Manganeseo, como Mn Fracción respirable (2017)	0,05		VLI, d

UNE 482: Intervalo medida 0,005 mg/m<sup>3</sup> – 0,1 mg/m<sup>3</sup>

UNE 81587 (análisis) LD =1 µg/muestra; LC= 3 µg/muestra

t muestreo 4 horas



Ciclón plástico (2,2 l/min) = 528 l



GK2,69 (4,2 l/min) = 1008 l

Ciclón LC (TMA) 0,006 mg/m<sup>3</sup> (3 µg/528 l) **x**

GK 2,69GP: LC (TMA) 0,003 mg/m<sup>3</sup> (3 µg/504l) **✓**




# Límite de detección del método analítico. SiO<sub>2</sub>

	Real Decreto 1154/2020	LEP 2022
Polvo respirable de sílice cristalina	0,05	0,05

UNE 482

0,1 VLA-ED = 0,005 mg/m<sup>3</sup> = 0,005 µg/l

MTA/MA-056/A06

 <p><b>Determinación de sílice libre cristalina (cuarzo, cristobalita, tridimita) en aire - Método del filtro de membrana / Difracción de rayos X</b></p> <p>MTA/MA - 056/A06</p> <p><b>Palabras clave:</b> Sílice (cuarzo, cristobalita y tridimita), aire, filtro de membrana, tracción respirable, difracción de rayos X</p> <p><b>Índice</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>INTRODUCCIÓN</li> <li>1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN</li> <li>2. DEFINICIONES</li> <li>3. FUNDAMENTO DEL MÉTODO</li> <li>4. REACTIVOS</li> <li>5. APARATOS Y MATERIAL <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1 Aparatos y material para la toma de muestra</li> <li>5.2 Aparatos y material para el análisis</li> </ul> </li> <li>6. TOMA DE MUESTRA</li> <li>7. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS <ul style="list-style-type: none"> <li>7.1 Limpieza y acondicionamiento del material</li> <li>7.2 Preparación de la muestra</li> <li>7.3 Preparación de patrones y curva de calibración</li> <li>7.4 Determinación</li> </ul> </li> <li>8. CÁLCULOS</li> <li>9. PRECISIÓN</li> <li>10. BIBLIOGRAFÍA</li> </ul> <p>ANEXO A: DATOS DE VALIDACIÓN INTRALABORATORIO PARA SÍLICE CRISTALINA POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X</p> <p>ANEXO B: MATERIALES DE REFERENCIA</p> <p>ANEXO C: RECOMENDACIONES PARA EL ANÁLISIS CUANTITATIVO DE SÍLICE CRISTALINA POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X</p>
---



LOD: 2,6 (µg/filtro)  
LOQ: 8,7 (µg/filtro)



Detectar SiO<sub>2</sub>: 520 l  
Cuantificar: SiO<sub>2</sub>: 740 l

		Tiempo de muestreo necesario para <b>detectar</b> polvo de sílice al nivel de 0,1 VLA-ED	Tiempo de muestreo necesario para <b>cuantificar</b> polvo de sílice al nivel de 0,1 VLA-ED
Ciclón plástico (2,2 l/min)		3,9	13,2
GK 2,69 (4,2 l/min)		2,1	6,9



---

# ESKERRIK ASKO

## Gracias por su atención