



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL

insst  
Instituto Nacional de  
Seguridad y Salud en el Trabajo

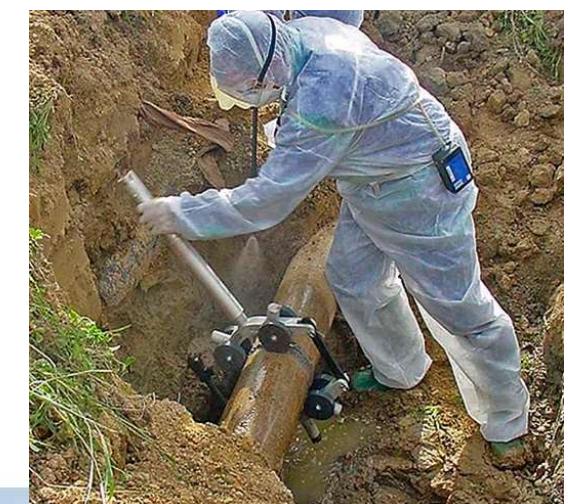
# SEMINARIO AMIANTO

## FORMACIÓN ESPECIALIZADA

### IMPORTANCIA DEL VOLUMEN DE MUESTREO EN LAS DETERMINACIONES DE FIBRAS DE AMIANTO EN AIRE

D. José M<sup>a</sup> Rojo Aparicio

D<sup>a</sup>. Diana Torremocha García



CNVM, 21 de abril de 2023



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL

# PROGRAMA

**CONTENIDO: MEDICIÓN DE FIBRAS DE AMIANTO EN AIRE:**

**I. CONCEPTOS BÁSICOS Y EXIGENCIAS DEL RD 396/2006**

D. José María Rojo Aparicio

**II. FACTORES ESENCIALES EN LA TOMA DE MUESTRA.**

**VOLUMEN DE MUESTREO**

Dª. Diana Torremocha García

**III. CASOS PRÁCTICOS**

Dª. Diana Torremocha García / D. José María Rojo  
Aparicio

**DURACIÓN: 2,5 horas**

MTA-051  
CR-02

NTP 1159



## Artículo 5

### Evaluación y control del ambiente de trabajo

- Para todo tipo de actividad determinado, la **evaluación de riesgos** debe incluir la **medición de la concentración** de fibras de amianto y su comparación con el valor límite ambiental.
- Si es necesario modificar el procedimiento se hará una **nueva evaluación**.
- El empresario realizará **controles periódicos** para garantizar que no se sobrepasa el valor límite.
- Las evaluaciones se **repetirán periódicamente**.
- Se realizarán por **personal cualificado** y el procedimiento para la **toma de muestras y el análisis** se ajustará a los requisitos establecidos en el **Anexo I**.
- Los análisis los llevaran a cabo **laboratorios especializados**.



## Anexo I Requisitos para la toma de muestras y el análisis (recuento de fibras)

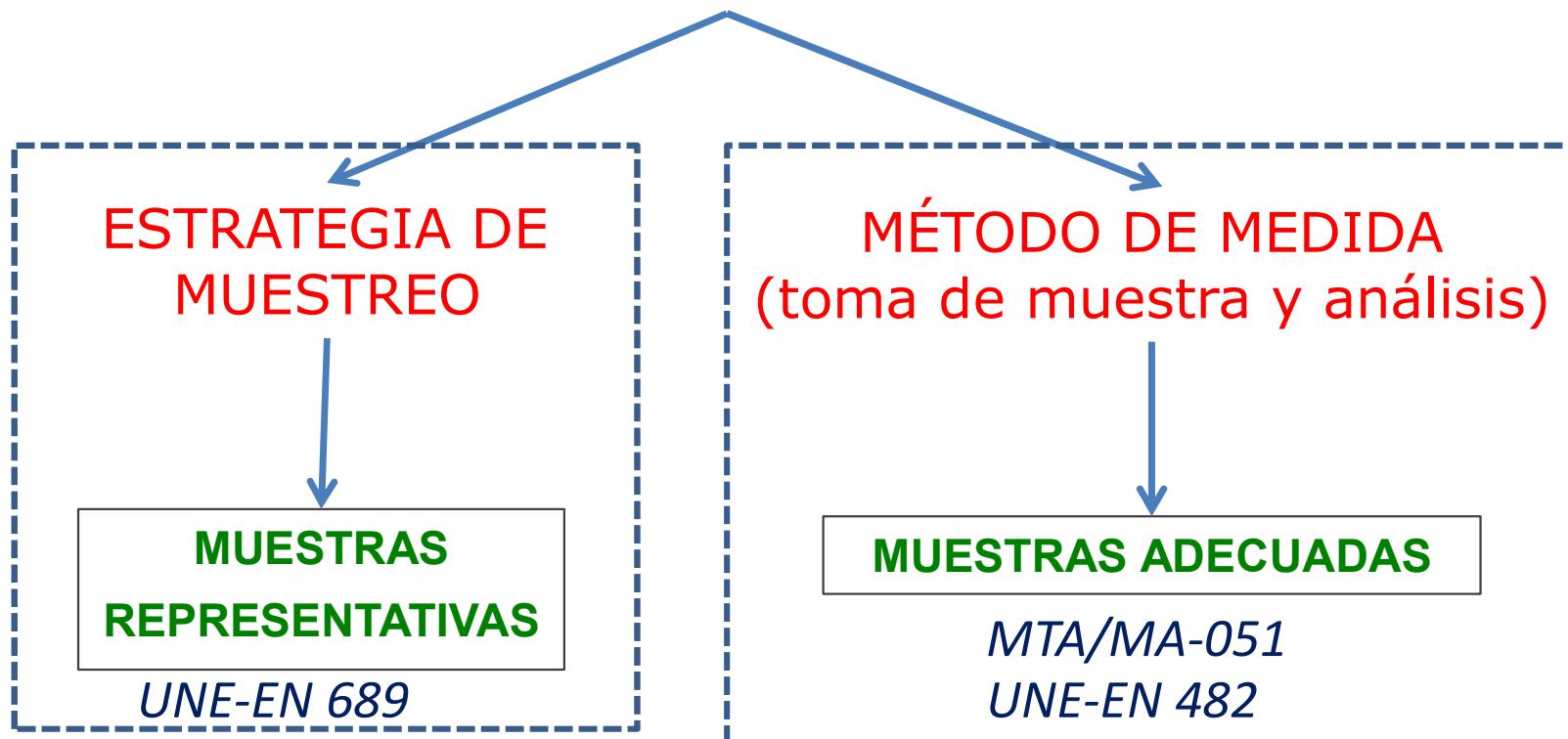
- **Muestras personales**, implica la **toma de muestras representativa de la exposición personal y su posterior análisis**: Preferentemente mediante el *MTA/MA-051 “Determinación de fibras de amianto y otras fibras en aire. Método del filtro de membrana/microscopía óptica de contraste de fases”*.
- **Muestras ambientales estáticas**, no personales, para detectar la presencia de fibras de amianto en aire cuando: **i) existan o se sospeche que pueden existir MCA, ii) exterior de cerramientos o interior de UD y iii) asegurar descontaminación de lugares y entornos tras realizar trabajos con amianto.**
- La **estrategia de la medición** debe determinar una exposición representativa para el periodo de referencia del VLA-ED®. La Guía Técnica recomienda la *norma UNE-EN 689:2019*.



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL

## FIABILIDAD DE LA MEDICIÓN





GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL



## CONCEPTOS BÁSICOS

Evaluación de la exposición al amianto: muestras adecuadas

**Tipo de actividad determinada (TAD):** conjunto de trabajos que realiza la empresa, con el mismo tipo de materiales, utilizando el mismo procedimiento y donde son probables condiciones de trabajo parecidas.

**MTA/MA-051:** metodología para determinar la concentración de fibras de amianto en aire que, bien ejecutada, asegura la fiabilidad de los resultados de las mediciones.

*Requiere conocimientos y experiencia*

**Aseguramiento de la Calidad de las mediciones:** sistema de control que garantiza la fiabilidad del resultado, contemplando en la toma de muestras los equipos de muestreo, calibraciones, registros, etc., de forma similar a lo exigido a los laboratorios de análisis (puntos 8.3 y 8.4 del protocolo de acreditación, anexo II).



## CONCEPTOS BÁSICOS

### Medición de agentes químicos: terminología

**Procedimiento de medida:** conjunto de operaciones descritas específicamente para la toma de muestras y análisis de agentes químicos o biológicos en aire.

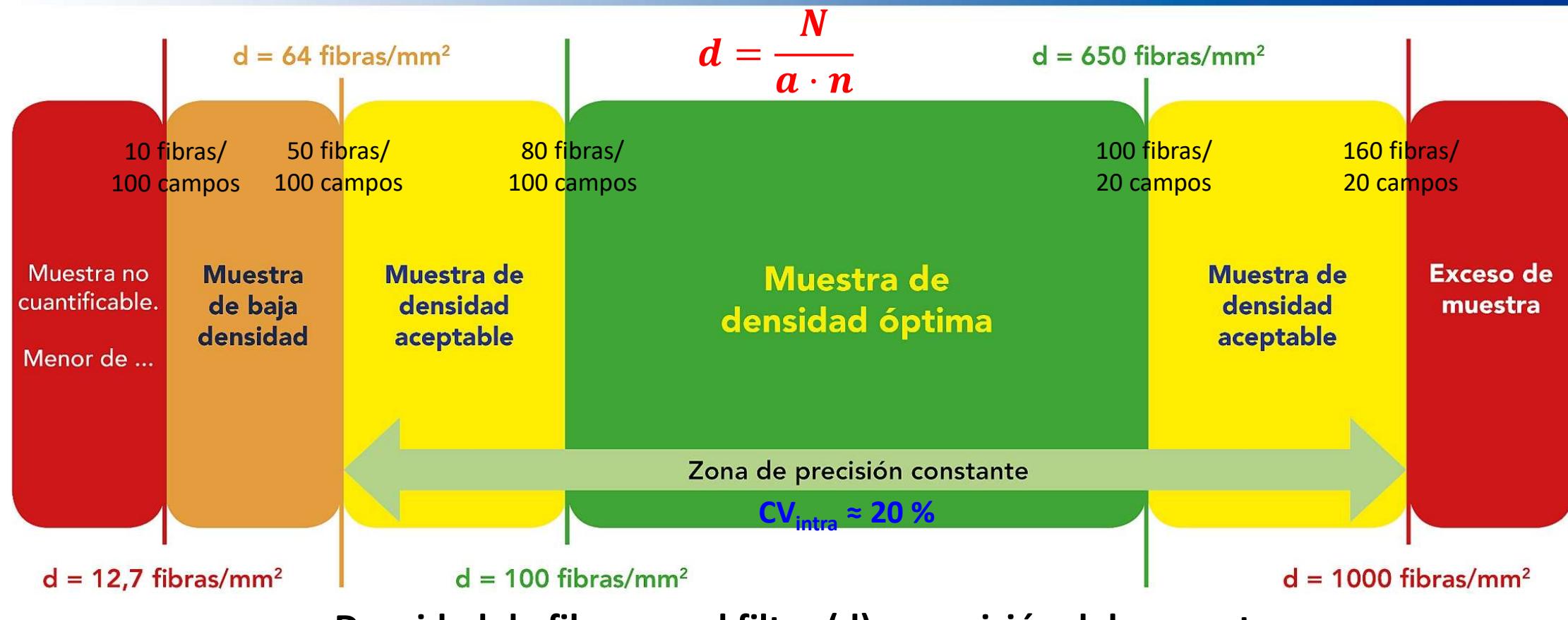
**Intervalo de aplicación (de un procedimiento de medida):** intervalo de concentración o cantidad de un analito en el que la aplicación del método analítico proporciona resultados aceptables. También se conoce como el intervalo de concentración para el cual la incertidumbre expandida de un procedimiento de medida validado es inferior a un determinado valor.

**Límite de detección (de un procedimiento de medida):** cantidad o concentración mínima de un analito que puede detectarse con un nivel de confianza dado. Puede ser usado como un nivel umbral para asegurar la presencia de una sustancia con una confianza conocida.

**Límite de cuantificación (de un procedimiento de medida):** cantidad o concentración mínima que puede determinarse (cuantificarse) con un nivel aceptable de exactitud y precisión. Está condicionado por el límite de cuantificación analítico y por el volumen de aire muestreado.

## MTA/MA-051: intervalo de aplicación

cantidad de muestra necesaria para el recuento de fibras



Densidad de fibras en el filtro (d) y precisión del recuento

Medición de fibras de amianto en aire



## MTA/MA-051: límites *Método OMS (1997)*

**Límite inferior de recuento (LIR):** relacionado con el límite de cuantificación analítico y se establece en 10 fibras en 100 campos que se corresponde, de acuerdo con las ecuaciones recogidas en el MTA/MA-051, a una cantidad de fibras en el filtro de aproximadamente 4.900 fibras en el filtro.

El valor máximo admitido en un filtro blanco: *5 fibras en 100 campos*

$$LIR = \frac{10 \text{ fibras} \cdot A}{100 \text{ campos} \cdot a}$$

**Límite de detección del método:** corresponde, para la determinación de fibras en aire, al límite de cuantificación del procedimiento de medida. Es decir: el ***límite de detección en aire*** se calcula considerando el volumen de muestreo, según:

$$LC = \frac{LIR}{V \cdot 1000}$$



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL

## MTA/MA-051: incertidumbre del recuento

Método OMS (1997)

N nº de fibras	$s_{RP}(\%)$ Poisson (teórica)	$s_{RP}(\%)$ Real (experimental)	Limites de confianza del 90% para la media de determinaciones repetidas (Número de fibras)	
			inferior	superior
5	45	49	2,0	11,0
7	38	43	3,2	14,0
10	32	37	5,1	18,5
20	22	30	11,7	33,2
50	14	25	33	76
80 0,8 fibras/campo	11	23	53	118
100	10	22	68	149
200	7	21	139	291

Medición de fibras de amianto en aire

## Procedimiento de medida:

Método OMS (1997) Límite de cuantificación (LC)

- El volumen de aire debe determinarse para asegurar que el límite de detección de la concentración de fibras en aire es adecuado para el objetivo de la medición.

Conceptualmente equivalente al Límite de detección en aire del MTA/MA-051

Límite inferior de recuento	$LIR$	Volumen de aire muestreado litros	Límite de detección en aire fibras/cm <sup>3</sup>
10 fibras / 100 campos	$LC = \frac{LIR}{V \cdot 1000}$	10	0,50
12,7 fibras/mm <sup>2</sup>	4.900 fibras en filtro	25	0,20
(*)	LIR	50	0,10
	(**)	90	0,05
		120	0,04
		240	0,02
		480	0,01
		960	0,005

(\*) Areticula = 0,00785 mm<sup>2</sup> ;  
 (\*\*) A útil = 385 mm<sup>2</sup>.



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL



# PROGRAMA

CONTENIDO: MEDICIÓN DE FIBRAS DE AMIANTO EN AIRE:

## I. CONCEPTOS BÁSICOS Y EXIGENCIAS DEL RD 396/2006

D. José María Rojo Aparicio

## II. FACTORES ESENCIALES EN LA TOMA DE MUESTRA.

### VOLUMEN DE MUESTREO

Dª. Diana Torremocha García

## III. CASOS PRÁCTICOS

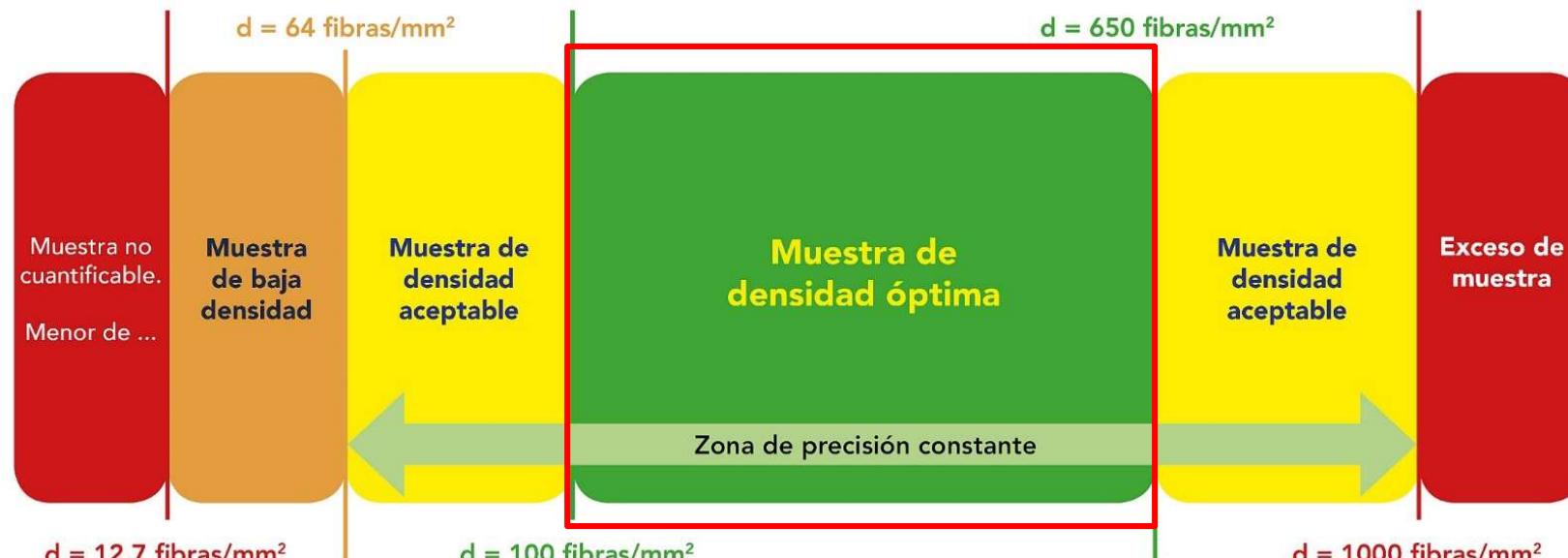
Dª. Diana Torremocha García / D. José María Rojo  
Aparicio



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL

# ¿Cómo consigo una densidad de fibras óptima?





GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL

# ¿Cómo consigo una densidad de fibras óptima?



¡¡Con el volumen!!



$$V = Q * t$$

0,5 - 2 l/min

Tiempo de muestreo

¡Hasta 16 l/min!



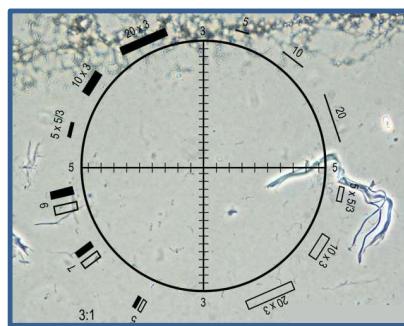
GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL



## Determinación del número total de fibras

$$F = \frac{N}{a} * \frac{A}{n}$$



$$d = \frac{N}{a * n}$$



F: número total de fibras en filtro

N: número de fibras contadas

a: área del campo de recuento ( $\text{mm}^2$ )

n: número de campos contados

A: superficie efectiva del filtro ( $\text{mm}^2$ )

d: densidad de fibras en el filtro (fibras/  $\text{mm}^2$ )



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL



## Determinación de la concentración de fibras



$$C = \frac{F}{1000 * V}$$

C: concentración de fibras en aire (fibras/cm<sup>3</sup>)

F: número total de fibras en filtro

V: volumen de aire muestreado (litros)



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL



$$F = \frac{N}{a} * \frac{A}{n}$$

$$d = \frac{N}{a * n}$$

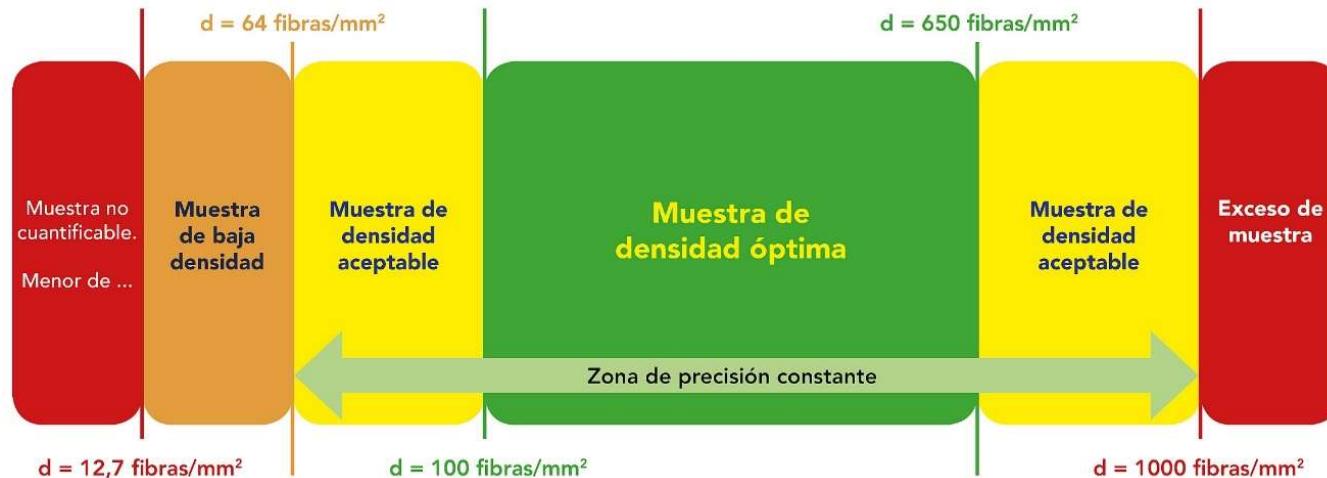
$$C = \frac{F}{1000 * V}$$

$$V = \frac{d * A}{C * 1000}$$



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL



$$V_{\min/\max} = \frac{d_{\min/\max} * A}{C_{esperada} * 1000}$$



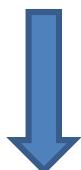
GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL

## Cómo calcular el volumen de muestreo adecuado:

Densidad mínima  
óptima

100 fibras/mm<sup>2</sup>



V mín 770 l



Densidad máxima  
óptima

650 fibras/mm<sup>2</sup>



V máx 5.000 l

$$V = \frac{d * A}{C_{esperada} * 1000}$$

Si A = 385 mm<sup>2</sup>

Para una concentración  
0,05 fibras / cm<sup>3</sup>



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL

# ¿Qué esperada utilizo?

- Mediciones propias anteriores para ese mismo TAD.
  - Ej. Datos del Anexo IV.
- Bases de datos de organismos de reconocido prestigio
  - Guía técnica (tabla del INRS y tabla del HSA).
  - Ev@lutil.
  - Scol@miante.

**INRS**

Evaluation Historique |

Activité :  
Sous-section 4 - Intervention

Matière :  
Revêtement intérieur / Faux plafond : plaque fibro ciment

Technique de traitement :  
Découpage avec outil manuel

Travail à l'humide :  
Nombre insuffisant de données

Captage à la source :  
Absence de captage localisé

Indice de confiance :

Empoussièrement

Résultat obtenu sur la base d'un nombre de mesures exploitables compris entre 10 et 50

54 fil

Dernière mise à jour des données : 29/03/2021

Ce résultat correspond à une évaluation à priori du niveau d'empoussièrement, celle n'exige pas l'employeur d'effectuer ses propres évaluations régulières.

FICHA PARA EL REGISTRO DE DATOS DE LA EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN EN LOS TRABAJOS CON AMIANTO

NOMBRE DE LA EMPRESA: Empresa RERA N° DE REGISTRO DE LA EMPRESA: 48/0000

PLAN DE TRABAJO N°: 48/200001 Fecha de inicio y finalización del trabajo 02/01/20 - 14/01/20

1. TIPO DE ACTIVIDAD REALIZADA	2. TIPO DE MATERIAL INTERVENIDO
<input checked="" type="checkbox"/> 1. Retirada de amianto y materiales con amianto <input type="checkbox"/> 2. Mantenimiento/ reparación de materiales con amianto. <input type="checkbox"/> 3. Transporte de residuos. <input type="checkbox"/> 4. Tratamiento y destrucción de residuos. <input type="checkbox"/> 5. Otras (especificar):	<input type="checkbox"/> 1. Amianto proyectado y revestimientos con amianto en paredes, techos y elementos estructurales <input checked="" type="checkbox"/> 2. Calorífugos. <input type="checkbox"/> 3. Otros materiales friables: paneles, tejidos de amianto, cartones, fieltros, etc (especificar). <input checked="" type="checkbox"/> 4. Fibrocemento. <input checked="" type="checkbox"/> 5. Losetas amianto-vinilo. <input type="checkbox"/> 6. Otros materiales no friables: masillas, pinturas, adhesivos, etc (especificar).

### 3. DATOS DE LAS EVALUACIONES

Nombre del trabajador	DNI	Nº. Seguridad Social	Tipo actividad (1)	Tipo material (2)	Exposición diaria (fibras/cm³) (3)	Días de exposición	Tipo de EPI (4)
Trabajador 1	11.111.111-A	1611111111	1 Retirada de amianto y materiales con amianto.	4 Fibrocemento	0,025 (mediciones previas, Plan de Trabajo 48/190191)	3	Máscara con filtro P3 y traje tipo 5 con capucha integrada
Trabajador 2	11.111.112-A	5011111112	1 Cubierta				
Trabajador 1 (*)	11.111.111-A	1611111111	1		0,081	7	Equipo filtrante con ventilación

OPERACIONES	Concentración estimada (fibras/cm³) <sup>23</sup>	En seco/Medidas preventivas insuficientes
	Con humectación/Buenas prácticas	
Proyectado y otros productos aislantes	14,4	358
Paneles aislantes, incluyendo tableros	0,41	15
Fibrocemento	0,01	0,08
Rellenos y reforzados en una matriz flexible (incluyendo revestimientos proyectados tipo gotelé)	0,02	0,08
Juntas y empaquetaduras	0,05	0,2
Pavimentos vinílicos	0,01	0,05
Plásticos moldeados y cajas de baterías	0,001	0,01
De un tejado de fibrocemento	1 - 3	3
De un revestimiento vertical de fibrocemento	1 - 2	5 - 8
Otros	< 0,01	< 0,1

Laboratorio de análisis (recuento) de fibra: Laboratorio Fibras 2000 (contraseña: MT-HLA n° 0)  
 Método utilizado si ha sido diferente del MTA/MA-051 del INSHT:

Fecha y firma:  
02/02/2020 Nombre del empresario/ Técnico Superior del Servicio de Prevención, especialidad higiene industrial

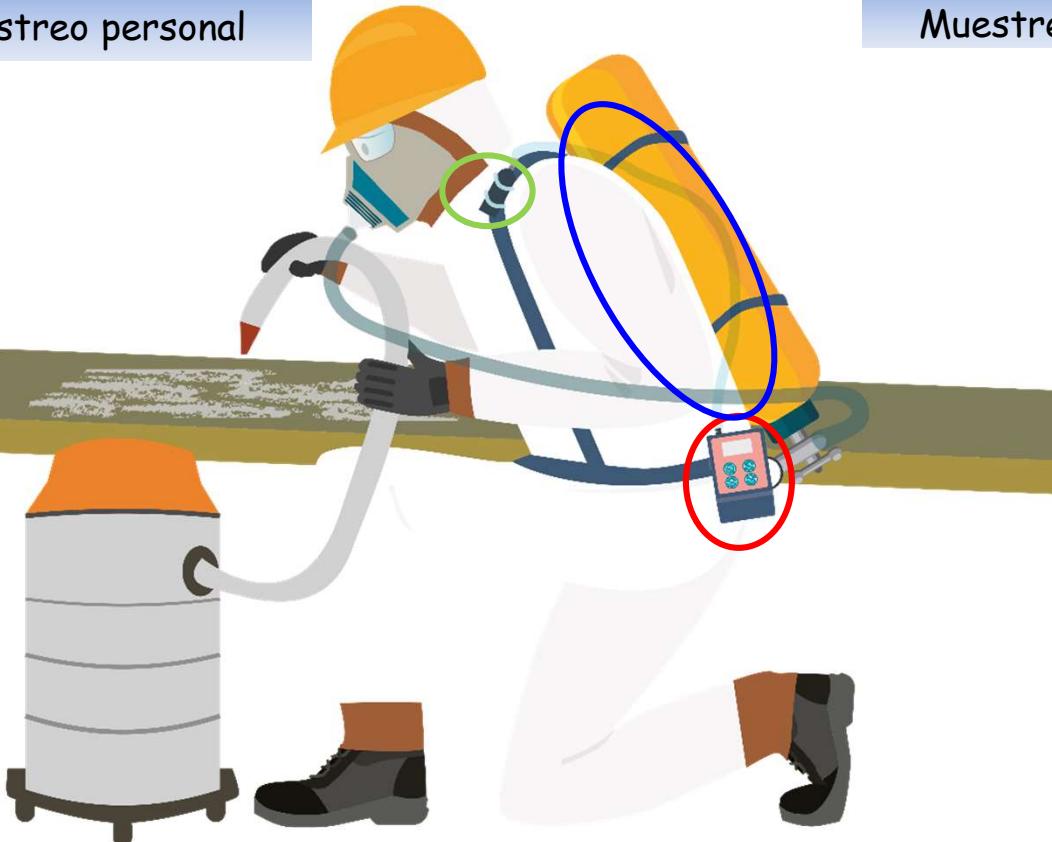


GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL

insst  
Instituto Nacional de  
Seguridad y Salud en el Trabajo

Muestreo personal



Muestreo ambiental

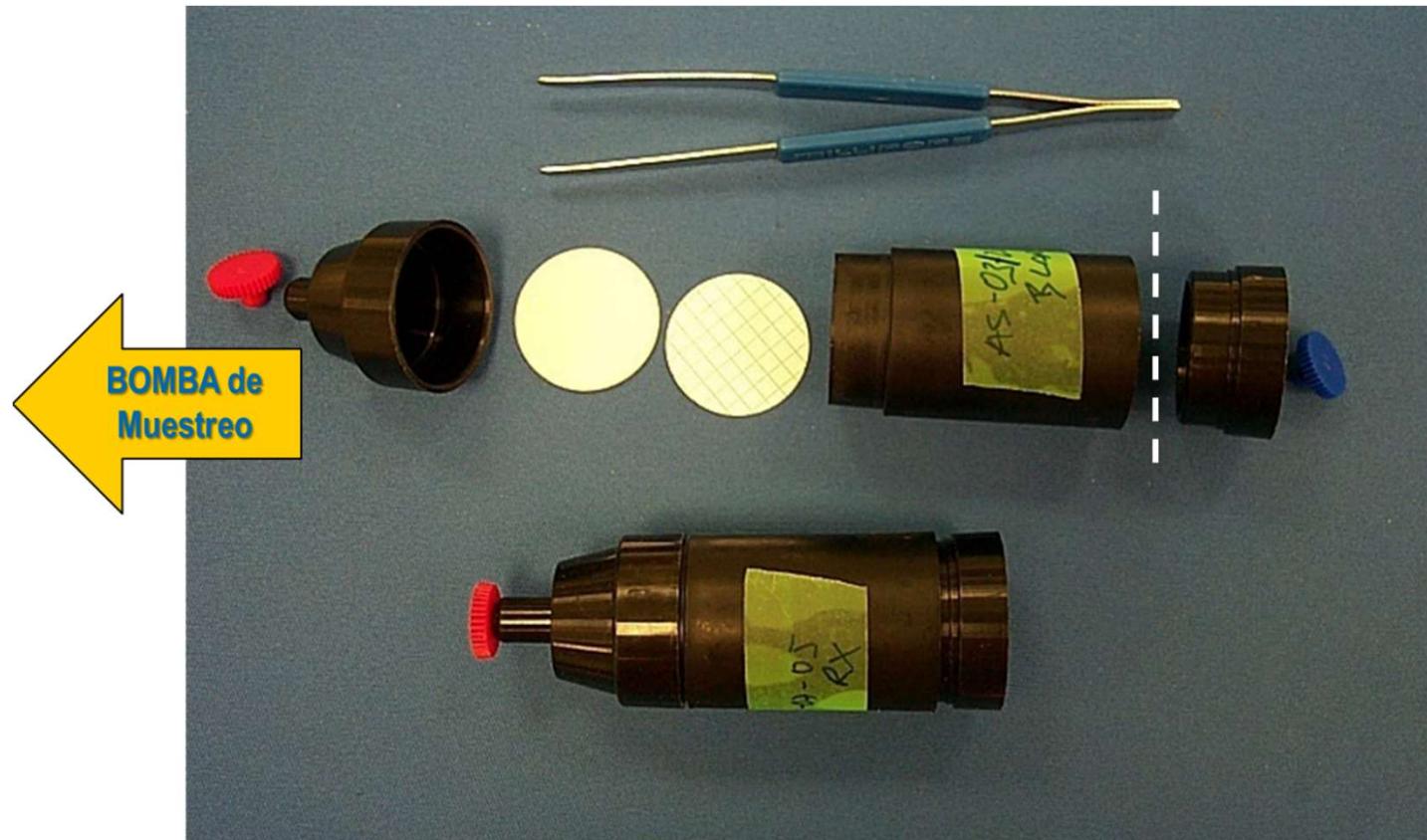




GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL

insst  
Instituto Nacional de  
Seguridad y Salud en el Trabajo





GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL

**Pérdida de carga\***: diferencia entre la presión ambiente y la presión a la entrada de la bomba, para un caudal constante.

- Def. extraída de UNE-EN ISO 13137, apartado 3.9.

## Extracto de la tabla

### 3 de la NTP 1168



#### Pérdida de carga asociada a muestreadores y elementos de retención en el muestreo de agentes químicos

Pressure drop associated with samplers and collection substrates during sampling of chemical agents  
Perte de charge associée aux échantilleuse et aux éléments de rétention lors de l'échantillonnage d'agents chimiques

Autor:

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), O.A., M.P.

Elaborado por:

Diana Torremocha García

Beatriz Martín Pérez

CENTRO NACIONAL DE VERIFICACIÓN  
DE MAQUINARIA. INSST

Esta NTP proporciona información que facilita el trabajo a desarrollar por el Técnico de Prevención en la estrategia de muestreo para la realización de mediciones en la evaluación de agentes químicos. El conocimiento de la pérdida de carga que aporta el conjunto muestreador y elemento de retención facilita la selección de la bomba para que la medición sea fiable.

Muestreador	Tamaño filtro (mm)	Tamaño de poro (μm)	Material filtro	Caudal (l/min)	Pérdida de carga (kPa)
Muestreador de fibras en aire	25	0,8	MCE	0,5	0,6 - 0,7
				1	1,3 - 1,5
				2	2,7 - 3,0
				4	6,0 - 6,5
				6	8,5 - 9,6
	12	1,2	NC	8	12,2 - 13,2
				10	15,7 - 16,8
				12	19,0 - 20,3
				13	21,0 - 22,1
				0,5	0,7 - 0,9
				1	1,3 - 1,7
				2	2,4 - 3,1
				4	4,1 - 4,9
				6	6,6 - 7,6
				7	6,6 - 7,63

Medición de fibras de amianto en aire

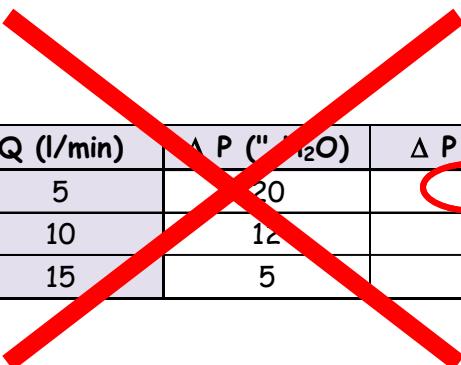
Diana Torremocha



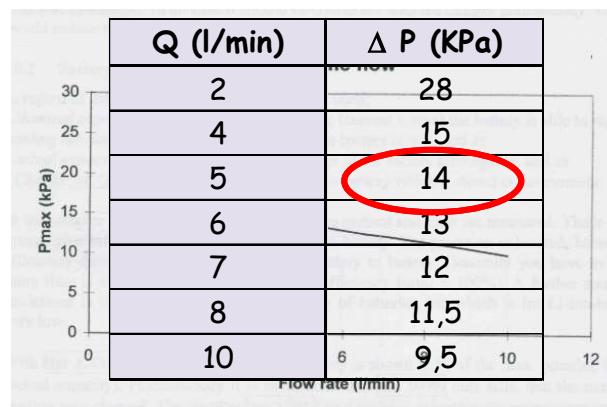
Tenemos que realizar un muestreo a 5 l/min con un filtro de nitrato de celulosa de 0,8 µm.

### Bomba 1

Q (l/min)	$\Delta P (^{\circ} H_2O)$	$\Delta P (kPa)$
5	20	5
10	12	3
15	5	1



### Bomba 2



### Bomba 3

Q (l/min)	$\Delta P (^{\circ} H_2O)$	$\Delta P (kPa)$	$\Delta P (^{\circ} H_2O)$ 8 h	$\Delta P (kPa)$
4	67	17	45	11
5	57	14	38	10
6	48	12	32	8
7	40	10	27	7
8	33	8	22	6
9	28	7	18	5
10	23	6	15	4
11	18	5	12	3
12	14	4	10	3

En la estrategia de muestreo hay que elegir también la bomba que vamos a utilizar



# Caso práctico 1



Un técnico de prevención con la especialidad de higiene industrial tiene que realizar una **estrategia de muestreo** para realizar las **mediciones personales de reevaluación periódicas** de una empresa de desamiantado que va a efectuar unos trabajos de **retirada de cubiertas de fibrocemento operando por debajo** de la misma.



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL



# Caso práctico 1

Dispone de la siguiente ficha del

Anexo IV enviada por la empresa

a la autoridad laboral de trabajos

anteriores realizados para ese

mismo TAD: mismo

procedimiento, mismas medidas

preventivas...

ANEXO IV. FICHA PARA EL REGISTRO DE DATOS DE LA EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN EN LOS TRABAJOS CON AMIANTO

NOMBRE DE LA EMPRESA:							
CIF DE LA EMPRESA:	Nº REGISTRO DE LA EMPRESA: / ..... Código de provincia / N.º RERA						
NOMBRE DEL PLAN:	P.T.E. PARA LA OPERACIÓN DE RETIRADA DE PLACAS DE FIBROCIMENTO DE CUBIERTA EN LA OBRA DE SUST. DE CUBIERTA EN VIVIENDA						
PLAN DE TRABAJO número	Código de provincia	Número de resolución	Fecha de resolución				
		15-03-2021	FECHA DE INICIO DEL TRABAJO: 09/06/2021 FECHA DE FINALIZACIÓN: 11/06/2021				
<b>1. TIPO DE ACTIVIDAD REALIZADA</b>							
<input checked="" type="checkbox"/> 1. Retirada de amianto y materiales con amianto <input type="checkbox"/> 2. Mantenimiento / reparación de materiales con amianto <input type="checkbox"/> 3. Transporte de residuos		<input type="checkbox"/> 4. Tratamiento y destrucción de residuos <input type="checkbox"/> 5. Otras (especificar):					
<b>2. TIPO DE MATERIAL INTERVENIDO</b>							
<input type="checkbox"/> 1. Amianto proyectado y revestimientos con amianto en paredes, techos y elementos estructurales. <input type="checkbox"/> 2. Calorifugados. <input type="checkbox"/> 3. Otros materiales friables: paneles, tejidos de amianto, cartones, fieltros, etc. (especificar):		<input checked="" type="checkbox"/> 4. Fibrocemento. <input type="checkbox"/> 5. Losetas de amianto - vinilo. <input type="checkbox"/> 6. Otros materiales no friables: masillas, pinturas, adhesivos, etc. (especificar):					
<b>3. DATOS DE LA EVALUACIONES:</b>							
Nombre y apellidos del trabajador	DNI	Número Seguridad Social	Tipo actividad (1)	Tipo materia (2)	Exposición diaria (fibras/cm³) (3)	Días de exposición	Tipo de EPI (4)
			1	4	0,043	2	CAT. III
			1	4	0,043	2	CAT. III



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL

# Caso práctico 1

En el **plan de trabajo** se indica que los trabajos van a realizarse en **dos jornadas** de trabajo **de 4 horas** cada una.

¿Qué **volumen** y **tiempo de muestreo**

se podría recomendar?

PLAN DE TRABAJO ESPECÍFICO PARA  
LA OPERACIÓN DE RETIRADA DE  
PLACAS DE FIBROCEMENTO DE  
CUBIERTA EN LA OBRA DE DEMOLICIÓN  
DE LA





# Caso práctico 1

$$V_{\min/\max} = \frac{d_{\min/\max} * A}{C_{esperada} * 1000}$$

$$ED = \frac{C \cdot t_{exposición}}{8}$$

$$0,043 = \frac{C_{esperada} \cdot 4}{8}$$

Por lo tanto, la  $C_{esperada}$  se puede estimar en 0,086 fibras/cm<sup>3</sup>



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL

# Caso práctico 1

$$V_{teórico}(\text{mínimo}) = \frac{100 \cdot 385}{0,086 \cdot 1.000} = 448 \text{ litros}$$

$$V_{teórico}(\text{máximo}) = \frac{650 \cdot 385}{0,086 \cdot 1.000} = 2.910 \text{ litros}$$



# Caso práctico 1

$$Q = \frac{V}{t}$$

Para este tipo de mediciones, el **tiempo de muestreo debe ser lo más cercano posible al tiempo de exposición**, es decir, 4 horas

$$Q_{\text{teórico}}(\text{mínimo}) = \frac{448}{4 \cdot 60} = 2 \text{ l/min}$$

$$Q_{\text{teórico}}(\text{máximo}) = \frac{2.910}{4 \cdot 60} = 12 \text{ l/min}$$



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL

# Caso práctico 1

Teniendo en cuenta que en la empresa se dispone de muestreadores de fibras con filtros de membrana de **ésteres de celulosa de 0,8 µm** de tamaño de poro y de **4 bombas tipo P**, cuyos datos se aportan a continuación, extraídos de los manuales de instrucciones de cada una, ¿qué **caudal y bomba se recomendaría?**





GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL

# Caso práctico 1

## Bomba 1 (de 0,85 l/min a 5 l/min)

### RANGO DE PRESIÓN

Caudal LPM	(“H <sub>2</sub> O)
0.85	20
1	25
2	26
2.5	—
3	23
4	15
5	5

Rango de compensación: ..... 1000 a 2500 ml/min a contrapresión de agua de 40 pulgadas  
3000 ml/min a contrapresión de agua de 35 pulgadas  
4,000 ml/min a contrapresión de agua de 20 pulgadas

## Bomba 4 (de 4 a 10 l/min)

Compensación a Caudal Constante ..... 5000cc hasta 20" columna de agua (8 horas)  
4000cc hasta 30" columna de agua (8 horas)  
3000cc hasta 50" columna de agua (8 horas)  
2000cc hasta 60" columna de agua (8 horas)  
1000cc hasta 70" columna de agua (8 horas)

Compensación a Caudal Constante..... Entre 4-10 LPM hasta las presiones enumeradas a continuación;

10L hasta 12" columna de agua  
9L hasta 18" columna de agua  
8L hasta 22" columna de agua  
7L hasta 28" columna de agua  
6L hasta 34" columna de agua  
5L hasta 40" columna de agua  
4L hasta 45" columna de agua



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL

# Caso práctico 1

## Bomba 1 (de 0,85 l/min a 5 l/min)

Q (l/min)	kPa
2	6,48
3	5,73
4	3,74
5	1,25

Hemos calculado un  
rango de caudal óptimo  
entre 2 y 12 l/min

MUESTREADOR	TAMAÑO FILTRO (mm)	TAMAÑO DEL PORO ( $\mu\text{m}$ )	MATERIAL FILTRO	CAUDAL (l/min)	PÉRDIDA DE CARGA (kPa)
Muestreador de fibras en aire	25	0,8	MCE	0,5	0,6 - 0,7
				1	1,3 - 1,5
				2	2,7 - 3,0
				4	6,0 - 6,5
				6	8,5 - 9,6
				8	12,2 - 13,2
				10	15,7 - 16,8
				12	19,0 - 20,3
				13	21,0 - 22,1

NTP 1168



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL

# Caso práctico 1

## Bomba 2 (de 1 a 4 l/min)

Q (l/min)	kPa
2 a 2,5	9,96
3	8,72
4	4,98

Hemos calculado un  
rango de caudal óptimo  
entre 2 y 12 l/min

MUESTREADOR	TAMAÑO FILTRO (mm)	TAMAÑO DEL PORO ( $\mu\text{m}$ )	MATERIAL FILTRO	CAUDAL (l/min)	PÉRDIDA DE CARGA (kPa)
Muestreador de fibras en aire	25	0,8	MCE	0,5	0,6 - 0,7
				1	1,3 - 1,5
				2	2,7 - 3,0
				4	6,0 - 6,5
				6	8,5 - 9,6
				8	12,2 - 13,2
				10	15,7 - 16,8
				12	19,0 - 20,3
				13	21,0 - 22,1

NTP 1168



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL

# Caso práctico 1

## Bomba 3 (de 1 a 5 l/min)

Q (l/min)	kPa
2	14,94
3	12,45
4	7,47
5	4,98

Hemos calculado un  
rango de caudal óptimo  
entre 2 y 12 l/min

MUESTREADOR	TAMAÑO FILTRO (mm)	TAMAÑO DEL PORO ( $\mu\text{m}$ )	MATERIAL FILTRO	CAUDAL (l/min)	PÉRDIDA DE CARGA (kPa)
Muestreador de fibras en aire	25	0,8	MCE	0,5	0,6 - 0,7
				1	1,3 - 1,5
				2	2,7 - 3,0
				4	6,0 - 6,5
				6	8,5 - 9,6
				8	12,2 - 13,2
				10	15,7 - 16,8
				12	19,0 - 20,3
				13	21,0 - 22,1

NTP 1168



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL

# Caso práctico 1

## Bomba 4 (de 4 a 10 l/min)

Q (l/min)	kPa
4	11,21
5	9,96
6	8,47
7	6,97
8	5,48
9	4,48
10	2,99

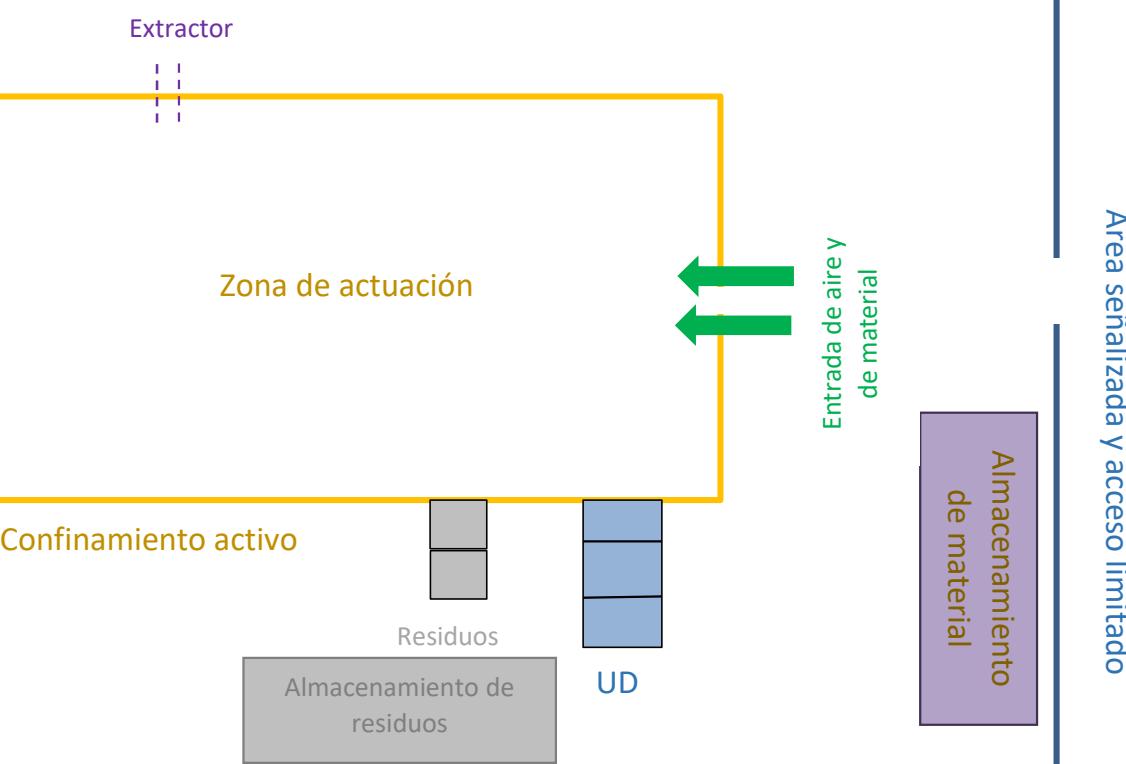
Hemos calculado un

rango de caudal óptimo  
entre 2 y 12 l/min

MUESTREADOR	TAMAÑO FILTRO (mm)	TAMAÑO DEL PORO ( $\mu\text{m}$ )	MATERIAL FILTRO	CAUDAL (l/min)	PÉRDIDA DE CARGA (kPa)
Muestreador de fibras en aire	25	0,8	MCE	0,5	0,6 - 0,7
				1	1,3 - 1,5
				2	2,7 - 3,0
				4	6,0 - 6,5
				6	8,5 - 9,6
				8	12,2 - 13,2
				10	15,7 - 16,8
				12	19,0 - 20,3
				13	21,0 - 22,1

Elegimos muestrear a 5 l/min con la bomba 4 durante  
las 4 horas que duran los trabajos cada día

# Caso práctico 2



Un técnico de prevención con la especialidad de higiene industrial está elaborando el plan de trabajo de un **desamiantado de una sala de calderas**. Se plantea realizar un **confinamiento activo** como el mostrado en la figura.

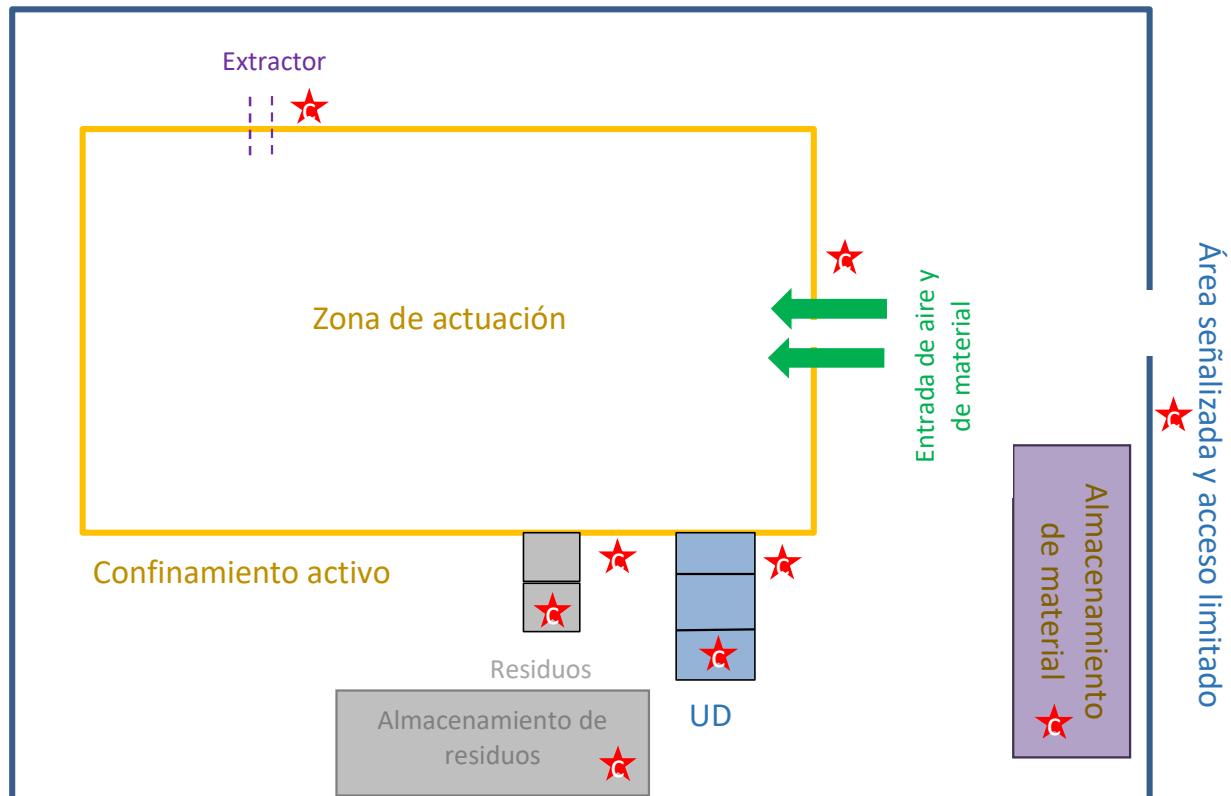


GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL

# Caso práctico 2

¿En la estrategia de muestreo, dónde se podrían realizar mediciones para verificar que no hay fugas?





## Caso práctico 2

¿Qué caudales y tiempos de muestreo se pueden recomendar para verificar que no hay fugas de fibras?

$A = 385 \text{ mm}^2$ ,  $a = 0,007854 \text{ mm}^2$  y los datos de la pérdida de carga máxima que soporta la bomba:

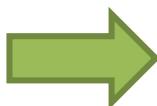
Se esperan 0 fibras, pero para los cálculos,

hay que coger un volumen suficientemente

alto como para garantizar que **NO hay**

**fibras fuera del confinamiento**

$$LIR = \frac{10 \text{ fibras} \cdot A}{100 \text{ campos} \cdot a}$$



Con esos datos, el LIR sería 4.900 fibras/filtro

Back pressure range -

Flow rate (litre/min)	Maximum back pressure (inches of water)	(kPa)
2	205	51.0
4	175	43.5
8	125	31.1
12	85	21.1
16	50	12.4
20	15	3.7

Límite de cuantificación lo más  
bajo posible



## Caso práctico 2

Como no hay un valor de referencia legislado y teniendo en cuenta que la concentración debe ser 0, el técnico debe elegir qué valor considera aceptable para verificar que no hay fugas.

Por ejemplo se puede adoptar un valor cinco veces inferior a lo utilizado habitualmente ( $0,01$  fibras/ $\text{cm}^3$ ) como verificación de la calidad del aire, es decir, un **límite de cuantificación de  $0,002$  fibras/  $\text{cm}^3$**

$$LC = \frac{LIR}{V \cdot 1000}$$

$$0,002 = \frac{4900}{V \cdot 1000}$$

$$V = 2450 \text{ litros}$$



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL

# Caso práctico 2

V (litros)	Q (l/min)	t (min)	t (horas)
2450	2	1225	20
	4	613	10
	6	408	7
	8	306	5
	10	245	4
	12	204	3,4
	14	175	2,9
	16	153	2,6

Elegimos muestrear a **10 l/min durante 4 horas**  
para asegurarnos que la concentración es  
inferior a 0,002 fibras/cm<sup>3</sup>



Foto cedida por IGR

Back pressure range -

Flow rate (litre/min)	Maximum back pressure	
	(inches of water)	(kPa)
2	205	51.0
4	175	43.5
8	125	31.1
12	85	21.1
16	55	12.4
20	15	3.7

CAUDAL (l/min)	PÉRDIDA DE CARGA (kPa)
0,5	0,6 - 0,7
1	1,3 - 1,5
2	2,7 - 3,0
4	6,0 - 6,5
6	8,5 - 9,6
8	12,2 - 13,2
10	15,7 - 16,8
12	19,0 - 20,3
13	21,0 - 22,1



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL

## Caso práctico 2

*¿Qué caudal y tiempo de muestreo se puede recomendar para **verificar la descontaminación de la zona tras realizar el desamiantado, la limpieza y la verificación visual?***

*El valor acordado entre la empresa que realiza los trabajos y la que la contrata, es de 0,01 fibras/cm<sup>3</sup>*

$$V_{\text{teórico}}(\text{mínimo}) = \frac{100 \cdot 385}{0,01 \cdot 1.000} = 3.850 \text{ litros}$$

$$V_{\text{teórico}}(\text{máximo}) = \frac{650 \cdot 385}{0,01 \cdot 1.000} = 25.000 \text{ litros}$$



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL

## Caso práctico 2

Se propone muestrear 7 horas a 10 l/min, con lo

que obtendríamos un volumen de 4.200 litros

$$LC = \frac{LIR}{V \cdot 1000} \quad \longrightarrow \quad LC = \frac{4900}{4200 \cdot 1000} = 0,001 \text{ fibras/cm}^3$$

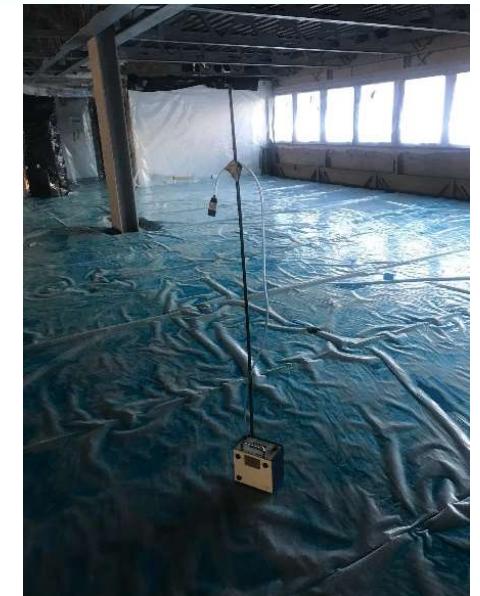


Foto cedida por IGR

Con ese volumen, el límite de cuantificación es de 0,001 fibras/cm<sup>3</sup> apropiado

para demostrar que la concentración es inferior a 0,01 fibras/cm<sup>3</sup>



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL

## Caso práctico 2

¿Qué ocurre si en el análisis aparecen fibras en muestras para detectar fugas  
o en las muestras para el índice de descontaminación?

- Paralizar los trabajos y buscar fugas
- Limpiar de nuevo, realizar la verificación visual y repetir las mediciones





## Caso práctico 3



Una empresa de desamiantado va a realizar por primera vez un trabajo de retirada de un calorifugado desmontando con humidificación y aspiración.

¿Qué estrategia de muestreo podría plantear para realizar mediciones de evaluación de la exposición?

Medición de fibras de amianto en aire

# Caso práctico 3

<https://scolamiant.e.inrs.fr>



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL



Evaluation Historique |

Scol@miante



v3.6.1

Activité :

Sous-section 3 : Retrait - Encapsulage



Matériau :

Calorifugeage



Técnica de traitement :

Dépose par le dessous - Désenboîtement - Déconstruction



Travail à l'humide :

Humidification du matériau par pulvérisation des matériaux et brumisation ou nébulisation



Captage à la source :

Aspiration à la source avec système d'aspiration avec filtre THE



Ojo, son datos con la técnica

de microscopía electrónica!!

Indice de confiance :

faible élevé

Résultat obtenu sur la base d'un nombre de mesures exploitables compris entre 10 et 50.

Empoussièrement :

192 f/l

0,2 fibras/cm<sup>3</sup>

Medición de fibras de amianto en aire

Dernière mise à jour des données : 29/09/2021

46



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL



## Caso práctico 3

$$V_{teórico}(\text{mínimo}) = \frac{100 \cdot 385}{0,2 \cdot 1.000} = 193 \text{ litros}$$

$$V_{teórico}(\text{máximo}) = \frac{650 \cdot 385}{0,2 \cdot 1.000} = 1.250 \text{ litros}$$



## Caso práctico 3

$$Q = \frac{V}{t}$$

Para este tipo de mediciones, el **tiempo de muestreo debe ser lo más cercano posible al tiempo de exposición**, es decir, 4 horas

$$Q_{\text{teórico}}(\text{mínimo}) = \frac{193}{4 \cdot 60} = 0,8 \text{ l/min}$$

$$Q_{\text{teórico}}(\text{máximo}) = \frac{1250}{4 \cdot 60} = 5 \text{ l/min}$$

Desde el punto de vista del método, es **mejor ir a un caudal alto**. Habrá que tener en cuenta si hay **partículas que puedan interferir** en los recuentos y cualquier otro condicionante para elegir el caudal de muestreo.



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ECONOMÍA SOCIAL



Muchas gracias por su atención