

# ESEM | CPT

ENTE UNIFICATO FORMAZIONE E SICUREZZA

Organismo Bilaterale Paritetico costituito da Assimpredil ANCE e Feneal UIL,  
Filca CISL, Fillea CGIL per le province di Milano Lodi Monza e Brianza

## Fibre Artificiali Vetrose e Gestione Rifiuti

F.A.D.

21 luglio 2020



# 1 – Introduzione cosa sono le FAV



## Cosa sono le Fibre Artificiali Vetrose?

Le Fibre Artificiali Vetrose (FAV), costituiscono il gruppo di fibre commercialmente più importante di tutte le fibre artificiali inorganiche poiché sono altamente resistenti e inestensibili, ma molto flessibili, sono ininfiammabili e scarsamente attaccabili dall'umidità e dagli agenti chimici corrosivi e non sono degradabili da microrganismi.

La produzione di FAV era stimata, nel 2001, pari a circa 9 milioni di tonnellate in oltre 100 industrie distribuite nel mondo. La maggior parte di esse viene utilizzata nell'isolamento termico ed acustico nelle industrie delle costruzioni (lana di vetro, lana di roccia e lana di scoria).

## Utilizzo

La famiglia delle FAV contempla differenti tipi di utilizzo:

- le fibre a filamento continuo sono utilizzate in campo tessile, per usi elettrici e di materiali di rinforzo per plastica e cemento;
- le lane di vetro per scopi speciali sono utilizzate in filtri ad alta efficienza ed isolamento aerospaziale;
- **le fibre ceramiche refrattarie (FCR)** sono utilizzate in applicazioni industriali per l'isolamento di forni, di altoforno, di stampi di fonderia, **di condutture, di cavi**, per la fabbricazione di giunti ma anche nell'industria automobilistica, aeronautica e **nella protezione incendio**;
- **le restanti FAV (lana di vetro per isolamento, lana di roccia, lana di scoria,)** sono denominate **"lane minerali"** e sono utilizzate come **isolanti nell'edilizia** ed in altre applicazioni: colture fuori suolo, camere sorde, rafforzamento di prodotti bituminosi, di cementi, di materiali compositi, ecc.

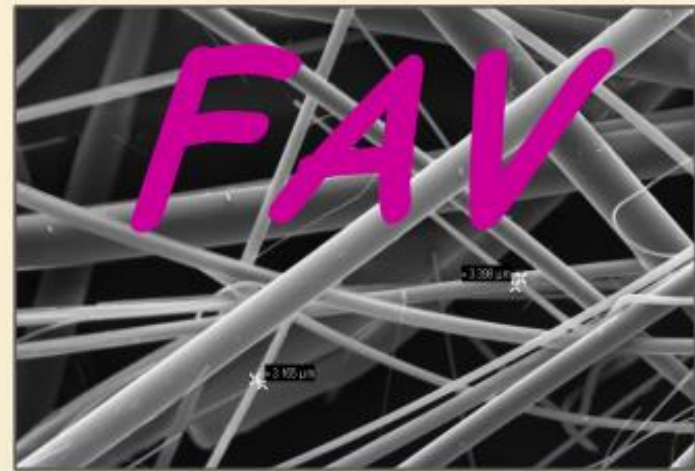
## Che differenze vi sono tra i diversi tipi di FAV?

Le FAV hanno differenti proprietà fisiche (in primis il diametro) e differente composizione chimica, con particolare riguardo alla presenza di ossidi alcalini ed alcalino terrosi quali:

- Ossido di Sodio ( $\text{Na}_2\text{O}$ ),
- Ossido di Potassio ( $\text{K}_2\text{O}$ ),
- Ossido di Calcio ( $\text{CaO}$ ),
- Ossido di Magnesio ( $\text{MgO}$ ),

...e loro combinazioni...

la cui elevata concentrazione indica la bio-solubilità delle fibre stesse (ovvero la capacità di essere smaltite dall'organismo prima che possano dare luogo a qualunque effetto).



	Descrizione	Etichettatura
Categoria 1A	sostanze note per gli effetti cancerogeni sugli esseri umani	 Pericolo
Categoria 1B	sostanze con un presunto potenziale cancerogeno sugli esseri umani	 Pericolo
Categoria 2	sostanze da considerare con sospetto per i possibili effetti cancerogeni sugli esseri umani	 Attenzione

Tabella 3 - Classificazione di cancerogenicità e relativa etichettatura secondo il regolamento CLP.



# 1 – Rischio sanitario



# Confronto dimensionale tra varie fibre

Fibrilla anfibolo	0.10/0.20	micron (diametro)
Fibre di anfiboli	1.50/4.00	micron
Fibrilla crisotilo	0.02/0.04	micron
Fibra di crisotilo	0.75/1.50	micron

Fibra di vetro 1.00/5.00 micron

Lana di roccia 4.00/7.00 micron

1000 micron  
=  
1 millimetro

Fibra di scoria	3.00/5.00	micron
Lino canapa	12.00/80	micron
Cotone	10.00	micron
Lana	20.00/28	micron
Rayon, naylon	7.00/7.50	micron
Ragnatela	7.00	micron
Capello umano	40.00	micron

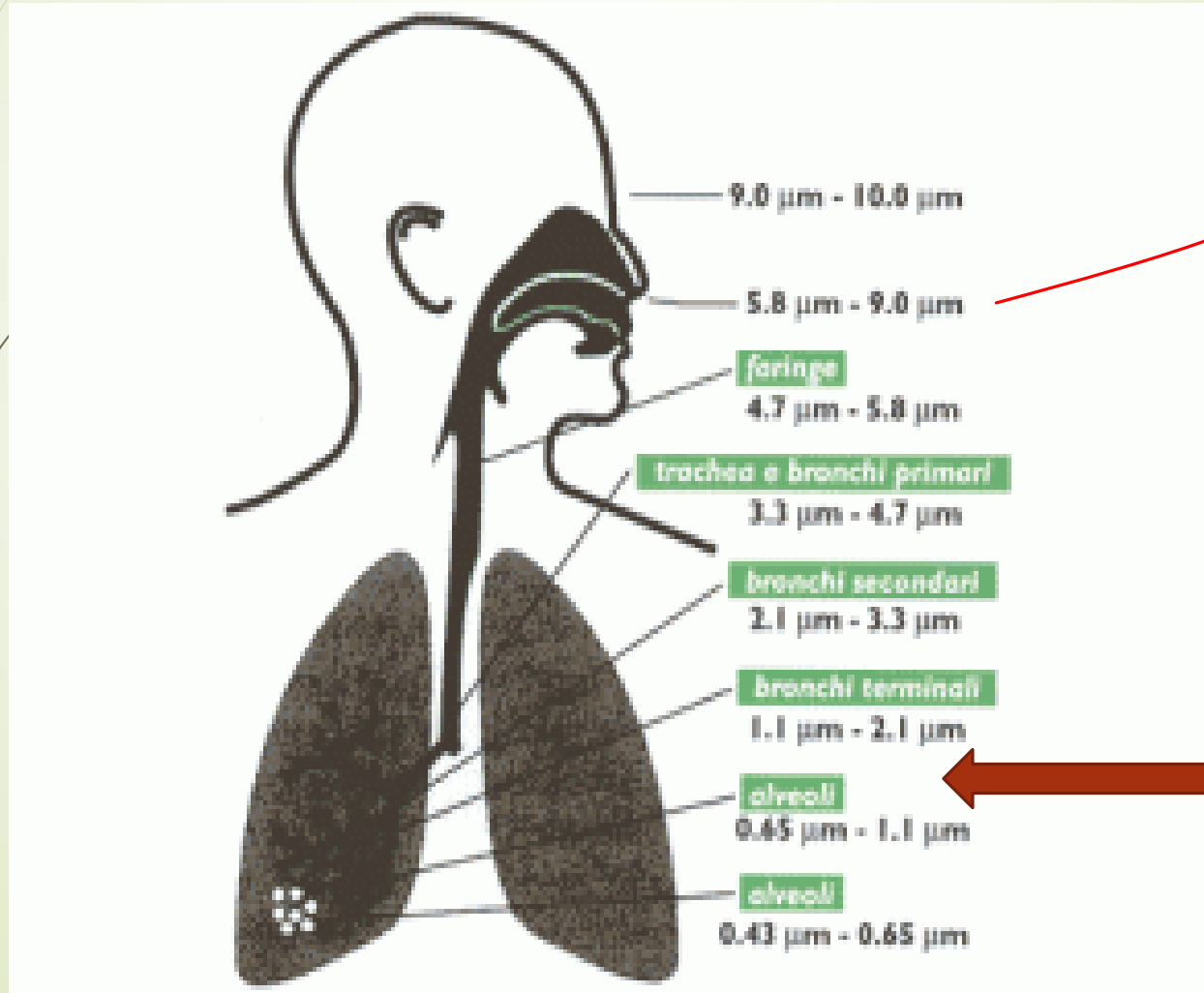
**NELLO SPESSORE DI 1 CM POSSONO ESISTERE:**

**250 CAPELLI, 1.300 FIBRE DI NYLON O 10.000 FIBRE di Fibra di Vetro**

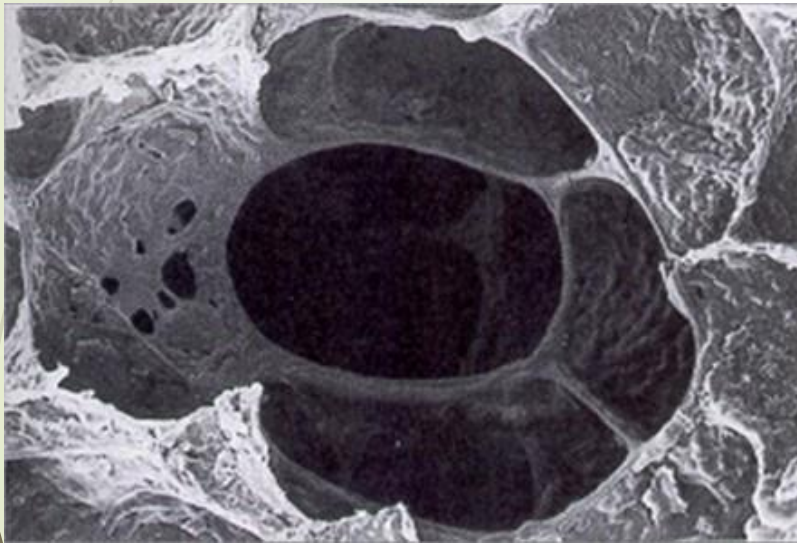


L'apparato respiratorio può bloccare sostanze aventi dimensione minima di **6 micron**.

Sostanze più piccole non possono essere «filtrate»



# Introduzione al rischio sanitario



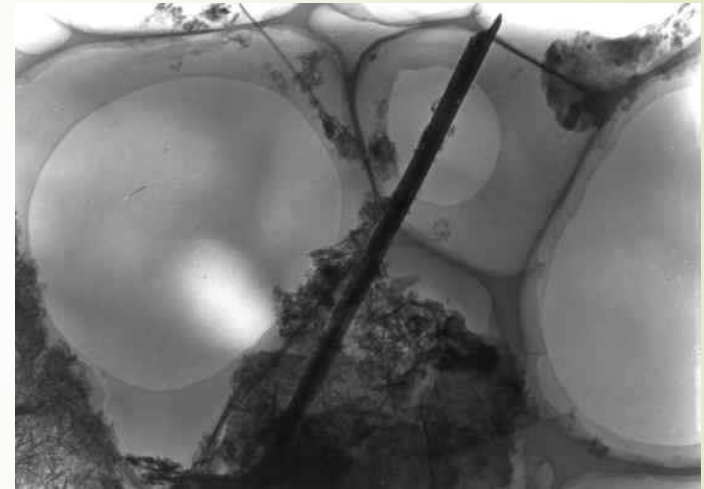
- La sede di deposito delle fibre è a livello di alveolo polmonare (acini bronchiali), a sinistra un alveolo “pulito”.

# Introduzione al rischio sanitario

Le fibre penetrano nell'organismo attraverso l'aria respirata.

Una volta penetrate alcune fibre vengono eliminate dai meccanismi di difesa,

altre rimangono nei polmoni per tutta la vita e possono causare delle patologie polmonari croniche



E' possibile espellere una fibra inalata ?

Se il rapporto tra la lunghezza ( $l$ ) della fibra ed il suo diametro è....



$$\frac{l}{\varnothing} \gg 3$$

...maggiore di 3,  
l'apparato  
respiratorio non  
pù espellere.

....minore di 3,  
l'apparato  
respiratorio può  
espellere (tosse)

**Esempio**

**Lunghezza 6 micron / diametro 1,5 micron = 4 = non si può espellere**

Lunghezza 4 micron / diametro 1,5 micron = 2,6 = si può espellere



## 2 – Utilizzo delle FAV in edilizia

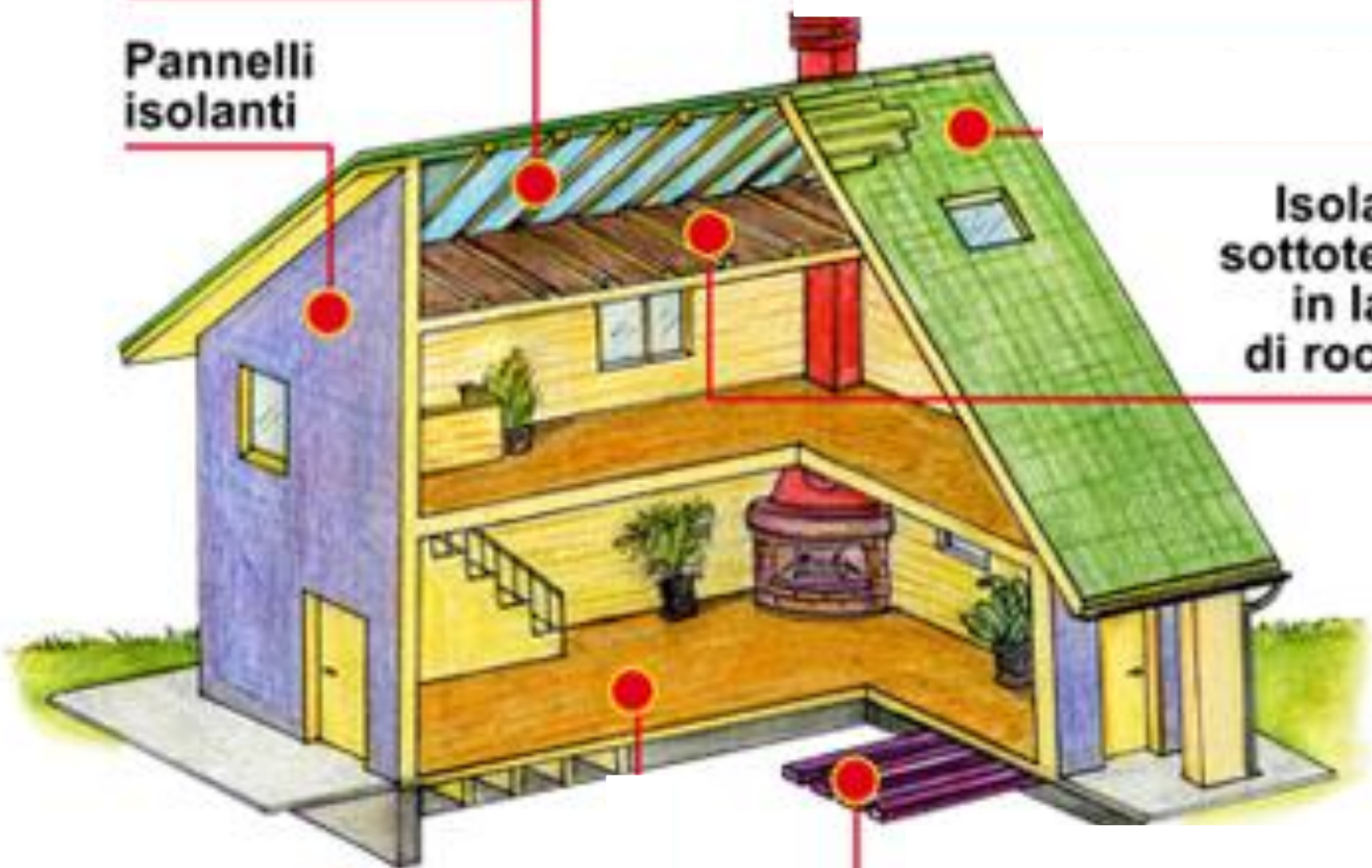


**Controsoffitti**

**Pannelli  
isolanti**

**Isolanti  
sottotetto  
in lana  
di roccia**

**tubi  
di riscaldamento**













## 3 – Gestione rifiuti



## Le Fibre Artificiali Vetrose (FAV)

Linee guida per l'applicazione della normativa inerente ai rischi di esposizioni e le misure di prevenzione per la tutela della salute.

**Il ruolo delle note Q e R del regolamento CLP (*Classification, Labelling and Packaging*), classificazione, etichettatura e imballaggio (CE) 1272/2008:**

**è sufficiente la conformità ad una sola delle due affinché le fibre siano classificate non pericolose:**

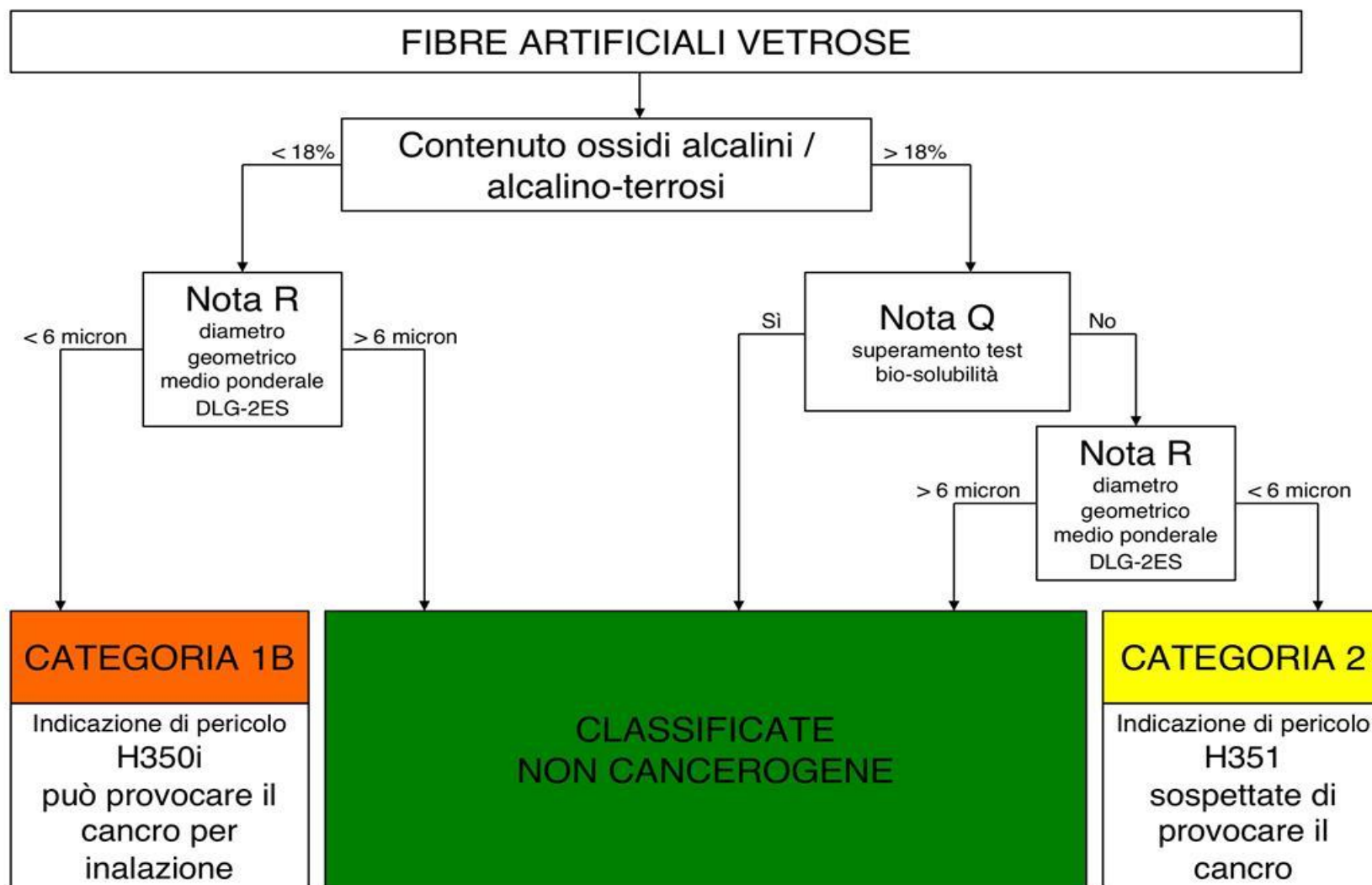
- nota Q (bio-solubilità): la fibra ha superato con successo un test di bio-solubilità
- nota R: (dimensione): la fibra ha un diametro medio ponderato superiore a 6 micron

**Modalità per l'attribuzione del codice CER ai rifiuti costituiti da Fibre Artificiali Vetrose:**

**L'identificazione del corretto codice (**17.06.03 rifiuto pericoloso**, o 17.06.04 rifiuto non pericoloso), segue i criteri:**

**se la fibra è conforme alla nota Q o R, il rifiuto avrà codice cer 17.06.04 (rifiuto non pericoloso), **altrimenti avrà codice cer 17.06.03** (rifiuto pericoloso).**




# Classificazione di cancerogenicità delle FAV ai sensi del regolamento CLP




Rifiuto NON Pericoloso CER 170604

## Di seguito si presenta la classificazione ai sensi del solo regolamento CLP,

poiché, rispetto a quella delle Direttive, differiscono solo i nomi delle classi e l'etichettatura, e perché il regolamento CLP, avente effetto a partire dal 1 dicembre 2010 per alcuni aspetti, dopo un periodo di transizione fino al 1° giugno 2015, andrà a sostituire integralmente le Direttive 67/548/CE e 99/45/CE e s.m.i.

	Descrizione	Etichettatura
<b>Categoria 1A</b>	sostanze note per gli effetti cancerogeni sugli esseri umani	Pericolo 
<b>Categoria 1B</b>	sostanze con un presunto potenziale cancerogeno sugli esseri umani	Pericolo 
<b>Categoria 2</b>	sostanze da considerare con sospetto per i possibili effetti cancerogeni sugli esseri umani	Attenzione 



Il **CER Codice Europeo dei Rifiuti**, è un codice identificativo, posto in sostituzione al codice italiano, che viene assegnato ad ogni tipologia di rifiuto in base alla composizione e al processo di provenienza. Il CER (in vigore dal 1 gennaio 2002) è composto da sei cifre.

CER 17.06.01	Materiali isolanti	Pannelli contenenti amianto, Coppelle contenenti amianto, Carte e cartoni, Tessili in amianto, Materiali spruzzati, Stucchi, smalti, bitumi, colle, Guarnizioni, Altri materiali isolanti contenenti Amianto	
<b>CER 17.06.03</b>	<b>altri materiali isolanti contenenti o costituiti da sostanze pericolose</b>	<b>lana di vetro/roccia pericolosa/cancerogena</b>	
<b>CER 17.06.04</b>	<b>materiali isolanti diversi da quelli di cui alle voci 17.06.01 e 17.06.03</b>	<b>lana di vetro/roccia non pericolosa, perlite, vermiculite</b>	
CER 17.06.05	materiali da costruzione contenenti amianto	Materiali edili contenuti amianto legato in matrici cementizie o resinoidi	

# Formulario di identificazione per il trasporto di rifiuti industriali

- ▶ Durante il trasporto, i rifiuti devono sempre essere accompagnati da un **formulario di identificazione**, previsto dall'art.15 del DL.vo n°22/97. Tale documento è stato approvato con Decreto del Ministero dell'Ambiente n° 145 del 01/04/1998.
- ▶ Il **formulario di identificazione** deve essere redatto in **quattro esemplari**, compilato, datato e firmato dal detentore dei rifiuti, e controfirmato dal trasportatore. Una copia del formulario deve rimanere presso il **detentore**, e le altre tre, controfirmate e datate in arrivo dal destinatario, sono acquisite una dal **destinatario** e due dal **trasportatore**, che provvede a trasmetterne **una al detentore (entro 3 mesi)** . Le copie del formulario devono essere conservate per cinque anni.
- ▶ In alto a destra del formulario sono da indicare la data di emissione del formulario stesso e il numero di **registro**, ovvero il numero progressivo che individua l'annotazione sul registro dell'operazione di scarico relativa ai rifiuti oggetto del trasporto.

Il produttore/detentore, il trasportatore e il destinatario dei rifiuti dovranno quindi apporre il proprio numero di registro sulla copia del formulario in loro possesso, questo per soddisfare l'esigenza di integrazione tra formulari e registri di carico e scarico rifiuti.





# Deposito e Trasporto alla discarica





## 4 - Normativa di riferimento in merito alla bonifica



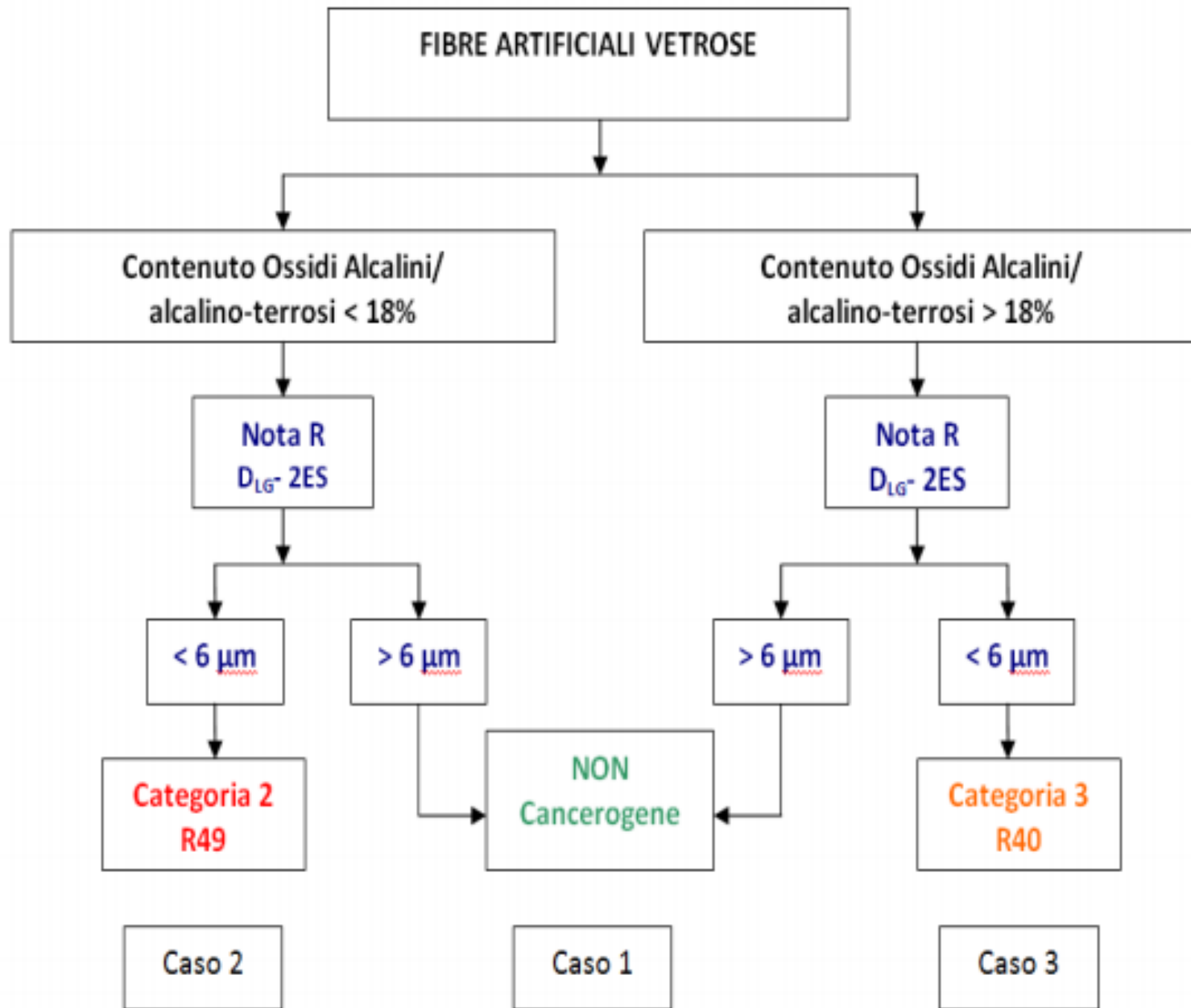
## **Metodi di bonifica di manufatti in posa contenenti FAV**

Per indirizzare le modalità operative durante le operazioni di bonifica dei manufatti in posa contenenti FAV che tengano conto delle caratteristiche tossicologiche delle sostanze chimiche e delle evidenze scientifiche, gli indicatori da utilizzare fanno riferimento a quelli già utilizzati per classificazione ed etichettatura armonizzata. Gli indicatori da utilizzarsi sono pertanto:

- il contenuto in ossidi alcalini/alcalino-terrosi;
- il diametro geometrico medio ponderato rispetto alla lunghezza, meno due errori standard.

### **Si definisce il seguente processo decisionale**

Il primo passaggio consiste nella determinazione del contenuto di ossidi alcalini e alcalino terrosi del manufatto contenente FAV. Solo in una fase successiva è necessario determinare il parametro dimensionale ai sensi della nota R.





# Casistica

Per modulare le misure operative si delineano dunque 3 possibilità:

- Caso 1: le fibre non sono cancerogene;
- Caso 2: le fibre risultano cancerogene di categoria 2;
- Caso 3: le fibre risultano cancerogene di categoria 3.

**Nota:**

*il caso 2 risulta più pericoloso ed oneroso del caso 3*

# Caso 1


- Misure operative da adottare durante le operazioni di bonifica dei manufatti già in posa e contenenti fibre artificiali vetrose con contenuto di ossidi alcalini /alcalino terrosi 18% con DLG – 2 ES > 6 µm
- **Le FAV in questione non sono da ritenersi cancerogene in quanto non respirabili.**
- La rimozione dovrà avvenire secondo un'analisi del rischio sito specifica ed elaborata dall'impresa che effettua la bonifica, la quale adotterà le procedure più adeguate per la sicurezza dei lavoratori e della popolazione.
- Tale valutazione del rischio dovrà fare riferimento al fatto che l'esperienza, acquisita in tema di bonifiche di fibre, ha rilevato che queste determinano comunque effetti irritativi, temporanei e localizzati, dovuti ad un effetto meccanico della fibra sulla cute esposta. Il rifiuto prodotto dalle attività di bonifica precedentemente descritte avrà codice:

**17 06 04 – materiali isolanti diversi da quelli di cui alle voci 17 06 01\* e 17 06 03\***



## Caso 2

- Misure operative da adottare durante le operazioni di bonifica dei manufatti già in posa contenenti fibre artificiali vetrose, comprendente anche le fibre ceramiche refrattarie (FCR), con contenuto di ossidi alcalino/ alcalino terrosi < 18% e diametro medio ponderale < 6  $\mu\text{m}$ .
- **Le FAV in questione sono da considerarsi cancerogene.**



**Misure operative da adottare durante le operazioni di bonifica di manufatti contenenti FAV presenti all'interno di immobili sotto forma di materassino allo stato libero in opera nei controsoffitti, nelle pareti divisorie e nei sottotetti.**

### **Caratteristiche area cantiere di bonifica:**

- Confinamento statico (1 telo a parete e 1 telo a pavimento)
- Confinamento dinamico (la depressione da garantire dovrà essere compresa tra 3 e 4 ricambi/ora)
- Unità Decontaminazione Personale a 4 stadi
- Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) degli addetti: Maschera pieno facciale/turboventilata filtro P3 - Tuta e calzari monouso Guanti



## Modalità operative di rimozione:

- Asportazione ad umido mediante nebulizzazione e utilizzo di attrezzature manuali
- Programma monitoraggi ambientali in MOCF
- Monitoraggio di fondo
- Monitoraggio giornaliero durante la bonifica interno area
- Monitoraggio giornaliero spogliatoio pulito
- Monitoraggio al termine delle operazioni di bonifica interno area in SEM Smaltimento rifiuti prodotti
- Il materiale rimosso deve essere adeguatamente imballato
- Il rifiuto prodotto dalle attività di bonifica/manutenzione dei manufatti contenenti FAV con tenore ossidi alcalino/alcalino terrosi < 18 % e diametro minore di  $6\mu$  deve essere trattato come


**rifiuto pericoloso a cui sarà attribuito il codice CER 17 06/03\***

(altri materiali isolanti contenenti o costituiti da sostanze pericolose) in quanto tali fibre sono classificate cancerogene.

# Caso 3

Misure operative da adottare durante le operazioni di bonifica dei manufatti già in posa contenenti fibre artificiali vetrose con contenuto di ossidi alcalino/alcalino terrosi > 18 % e DLG – 2 ES < 6 µ

- **In questo caso le FAV non sono da considerarsi cancerogene.**
- Pertanto la rimozione dovrà avvenire secondo un'analisi del rischio sito specifica ed elaborata dall'impresa che effettua la bonifica, la quale adotterà le procedure più adeguate per la sicurezza dei lavoratori e della popolazione.
- In base al principio minimizzazione del rischio, poiché queste fibre sono comunque respirabili, si prescrivono come minimo i seguenti dispositivi di protezione individuali dei lavoratori (DPI):
  - Maschera facciali filtranti usa e getta FFP3
  - Tuta e calzari monouso
  - Guanti. Riguardo alle modalità operative di rimozione è consigliata l'asportazione ad umido mediante nebulizzazione e utilizzo di attrezzature manuali per minimizzare il rilascio di fibre nell'ambiente.
- **Il rifiuto prodotto dalle attività di bonifica precedentemente descritte avrà codice: 17 06 04** – materiali isolanti diversi da quelli di cui alle voci 17 06 01\* e 17 06 03\* E' opportuno ricordare che in caso di CER pericoloso (17 06 03\*), particolare attenzione andrà inoltre posta in fase di controllo cantiere al fine di evitare che i rifiuti in esame vengano miscelati ad altri rifiuti da demolizione di cui ai CER CER 17 01 07 e/o CER 17 09 04.

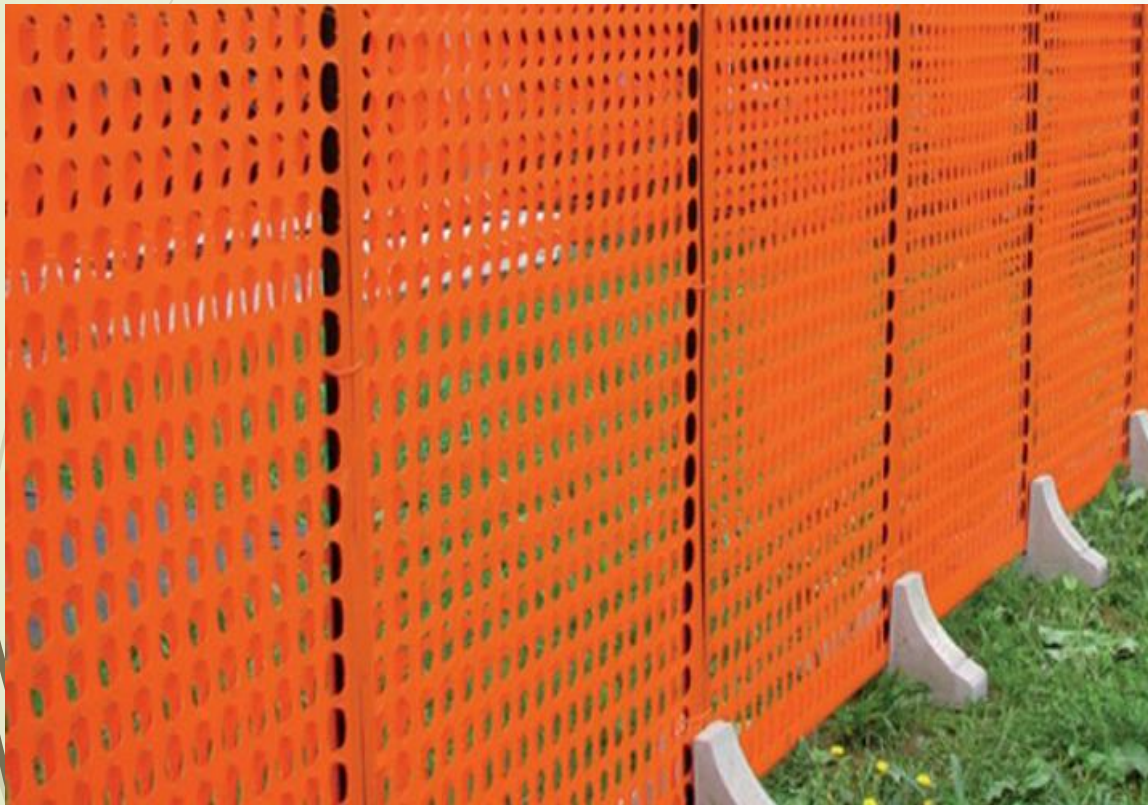


## 5 - Introduzione alla predisposizione del cantiere di bonifica

Il rischio di cantiere è connesso:

- Rischio elettrico
- All'uso delle opere provvisionali
- Rischio di caduta dall'alto
- Rischi generali di cantiere (es. scavi, ecc.)

# Approntamenti del cantiere (sempre obbligatori)





## Caso 2

- Misure operative da adottare durante le operazioni di bonifica dei manufatti già in posa contenenti fibre artificiali vetrose, comprendente anche le fibre ceramiche refrattarie (FCR), con contenuto di ossidi alcalino/ alcalino terrosi < 18% e diametro medio ponderale < 6  $\mu\text{m}$ .
- **Le FAV in questione sono da considerarsi cancerogene.**

## Caso 2 - Glove Bag

Per tubazioni rivestite FAV di ridotta dimensione (fino a 300 mm diametro).

Temperatura massima tubazione: 60 C°

Area: confinamento statico (NO dinamico)

DPI: minimo simile a amianto COMPATTO

UDP: simile a amianto FRIABILE (4 stadi)



## CASO 2 - Area Specializzata

*Procedura: (previa rimozione materiali non oggetto di bonifica)*

1. **Delimitazione di area (recinzione).**
2. **Cartellonistica - segnaletica**
3. **Servizi igienici.**
4. **U.D.P. - Unità di Decontaminazione del Personale a 4 stadi: pulito, chiusa d'aria, doccia, sporco con aspiratore.**
5. **U.D.M. – Unità di Decontaminazione Materiali a 3 stadi: primo contenitore (sacco) sporco, lavaggio con filtro acque, secondo contenitore (sacco) pulito.**
6. **Confinamento statico: numero 1 teli pareti, 1 teli a pavimento risvoltati. Posa in opera iniziando da finestre. Segnalazione uscita di emergenza con cutter a disposizione. Collaudo con fumogeno interno.**
7. **Confinamento dinamico: minimo 2 aspiratori con filtro totale (anch'essi da coprire - aspirazione aria pulita e filtraggio).**
8. **DTR - Deposito Temporaneo Rifiuti.**

## Caso 2 - Area Specializzata

### Collaudo confinamenti

#### Confinamento statico:

Collaudo con fumogeno interno: utilizzare fumogeno in modo da avere visibilità non superiore a 1 metro. Verificare perdite esterne.

Al termine eliminare i fumi con aspiratore del confinamento dinamico (min. 3/4 ricambi aria/ora), quindi 20 minuti max. tempo di svotamento.

Confinamento dinamico: attivare estrattore con tubo esterno, telo a parete che si «comprime» verso l'interno del locale, gruppo elettrogeno obbligatorio.

**Monitoraggio giornaliero area, tramite filtri da analizzare in laboratorio.  
Metodo MOCF (2 ore esposizione):**

- 1. MOCF di fondo prima di inizio lavoro,  
poi durante le lavorazioni nelle zone:**
  - 1. All'interno dell'area di lavoro,**
  - 2. Interno spogliatoio pulito UDP,**



## Caso 2 - Area Specializzata termine delle lavorazioni

### Fine lavoro:

1. pulizia a umido parti rimaste dopo bonifica,
2. incapsulamento 1° telo,
3. rimozione 1° telo,
4. SEM finale,

### Se previsto piano di lavoro:

Verifica ATS area di lavoro (SEM): se risultato è minore di punto iniziale e comunque non superiore a 2 fibre/litro aria, OK rimozione telo (i) rimasto (I) e riconsegna area.

## Analisi di laboratorio

- Per comprendere se un materiale contiene la fibra killer e di che tipo questa si presenta, per la classificazione del rifiuto, si ricorre in genere alle **tecniche di microscopia**: in questo caso le indagini si effettuano su campioni in opera o dismessi, come ad esempio coibentazioni, parti di edifici, guarnizioni. **Le tecniche più comuni sono la MOCF, o a contrasto di fase, e la SEM, elettronica a scansione.**

# MOCF

## Microscopia Ottica a Contrasto di Fase

- ▶ **E' la più diffusa ed accessibile**, anche se presenta limiti maggiori perché non permette di rilevare le fibre di dimensioni più piccole, in quanto vengono riconosciute a vista dal tecnico analista in base alle dimensioni e alla morfologia. Per poter identificare qualitativamente i filamenti in questione bisogna ricorrere alla tecnica di dispersione cromatica, **secondo la quale l'osservazione in MOCF viene effettuata immergendo il campione in un liquido ad alta dispersione che provoca fenomeni di rifrazione della luce diversi per ciascun tipo mineralogico di amianto.**



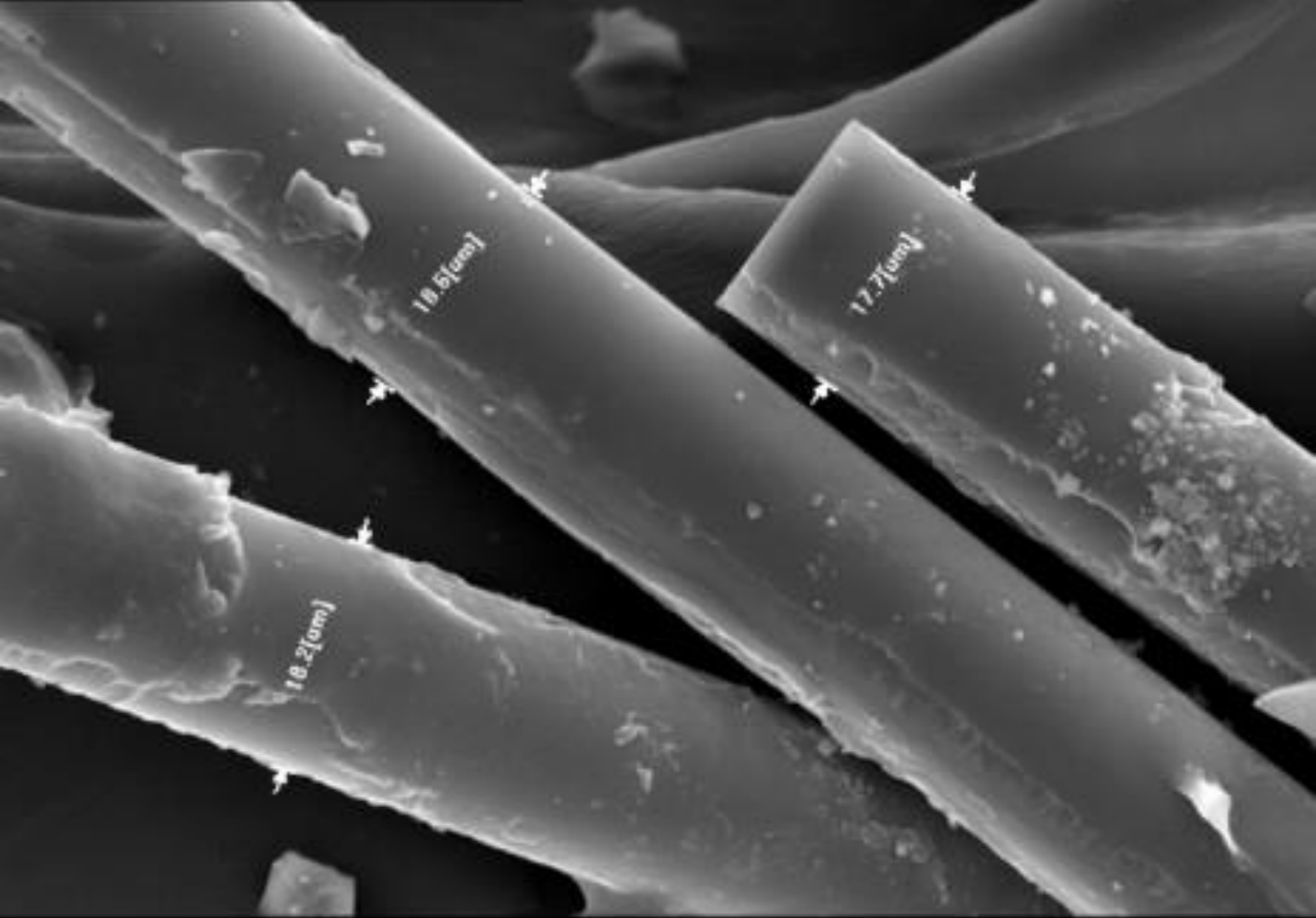


# SEM


## Scanning Electron Microscope

- **La microscopia elettronica consente invece di identificare in maniera univoca le fibre e loro caratteristiche.** Per la **scelta del metodo analitico** occorre considerare in primo luogo il tipo di ambiente e il contesto in cui è effettuata la misurazione: **in quelli di lavoro**, in cui ci sono concentrazioni relativamente elevate di fibre aerodisperse, la MOCF fornisce dati sufficienti per valutare l'esposizione dei lavoratori. **Nei luoghi confinati, cioè chiusi, in cui in genere la presenza di questo tipo di sostanze è bassa, è preferibile ricorrere alla microscopia elettronica, ma le norme di legge prevedono la possibilità di utilizzare entrambe le tecniche**, anche se i valori limite sono diversi a seconda della misura adoperata. Infine, in ambiente esterno, in cui le fibre aerodisperse sono pochissime, **la SEM è di gran lunga la migliore.**









## 6 – Procedure ed Esempi di bonifiche



# Procedure d'accesso all'area di lavoro



- 1) Togliere tutti gli indumenti  
(locale spogliatoio pulito/incontaminato)
- 2) Indossare D.P.I. (maschera, tuta tyvek, ecc.)  
(zona equipaggiamento)
- 3) Ingresso area di lavoro

# Procedure di uscita all'area di lavoro

## 1) ZONA SPORCO

Aspirazione degli indumenti facendosi aiutare dal collega di lavoro (zona equipaggiamento);  
Togliere tutti gli indumenti eccetto il respiratore.

2) Accedere al locale doccia e pulire l'esterno del respiratore con i necessari detergenti (zona doccia)

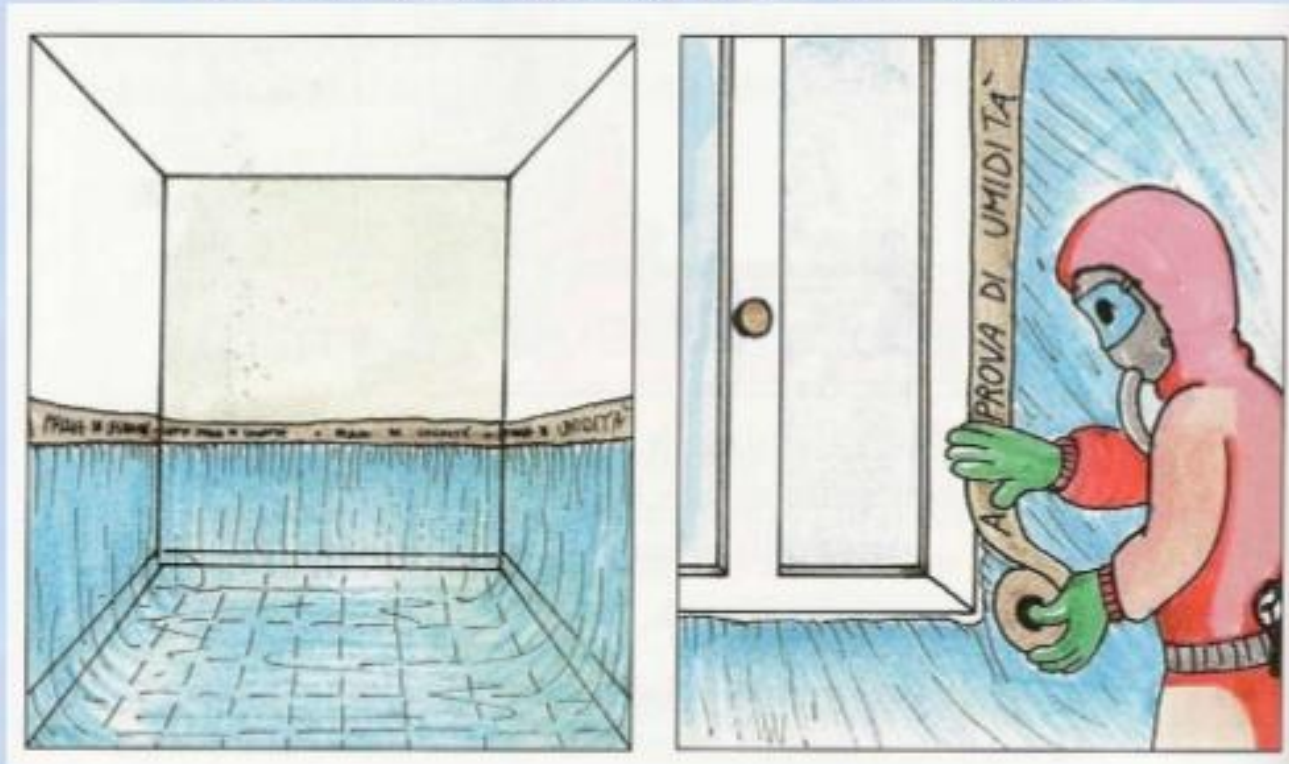
3) Togliere i filtri sciacquarli e riporli nell'apposito contenitore (zona doccia)

4) Lavare e sciacquare l'interno del respiratore (zona doccia)

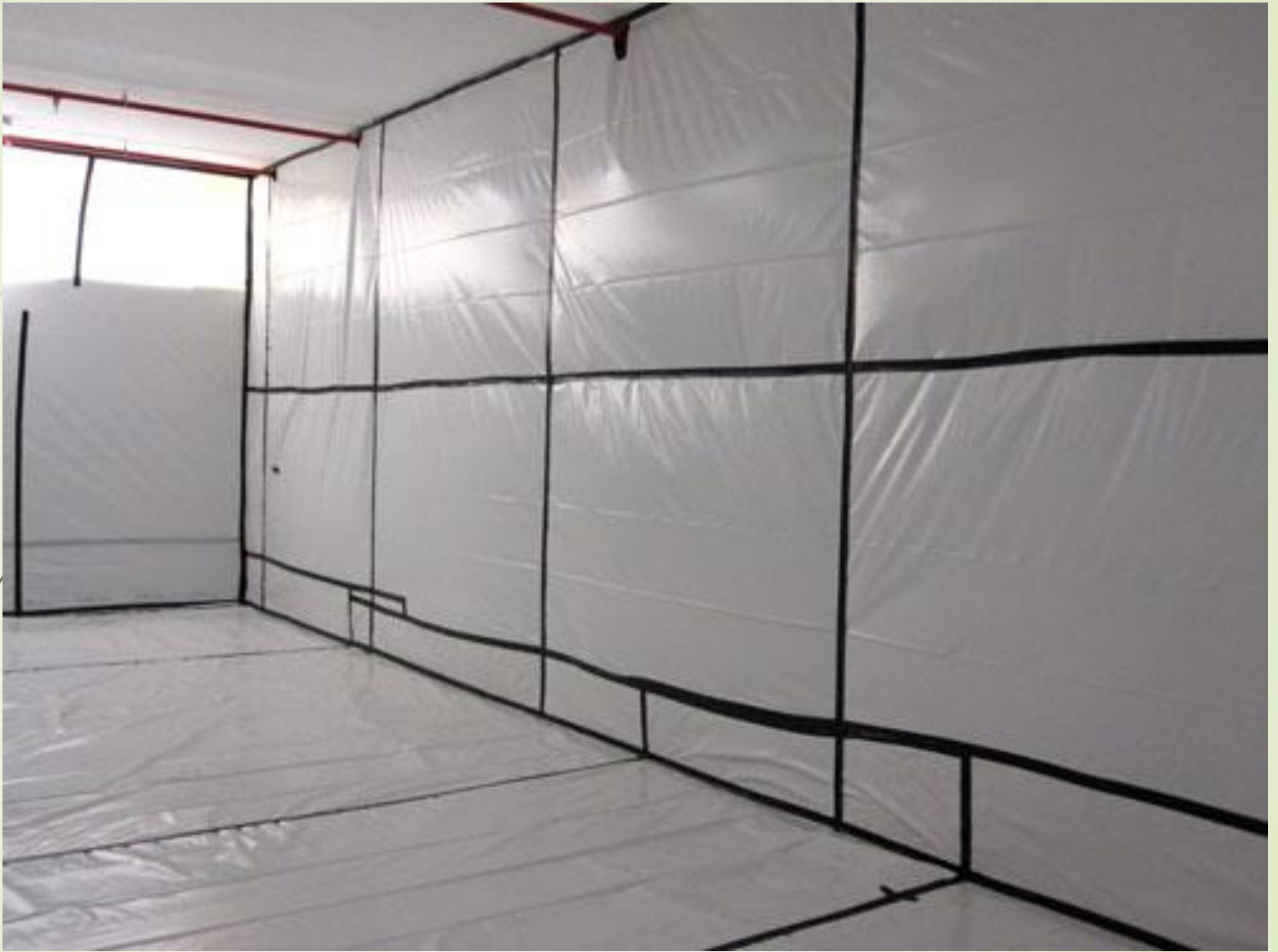
5) Accedere allo spogliatoio incontaminato  
Asciugarsi e rivestirsi (zona spogliatoio incontaminato)

6) Mettere sotto carica le batterie delle maschere elettroventilate (fuori dall'unità)

# CONFINAMENTO STATICO



- Per le pareti è sufficiente un foglio di polietilene a meno che non siano divisorie di confinamento
- Le barriere vanno mantenute per tutta la durata del lavoro
- Cavedi, fori e fessure schiumate o siliconate
- Porte e finestre prima sigillate con nastro poi con telo più esteso







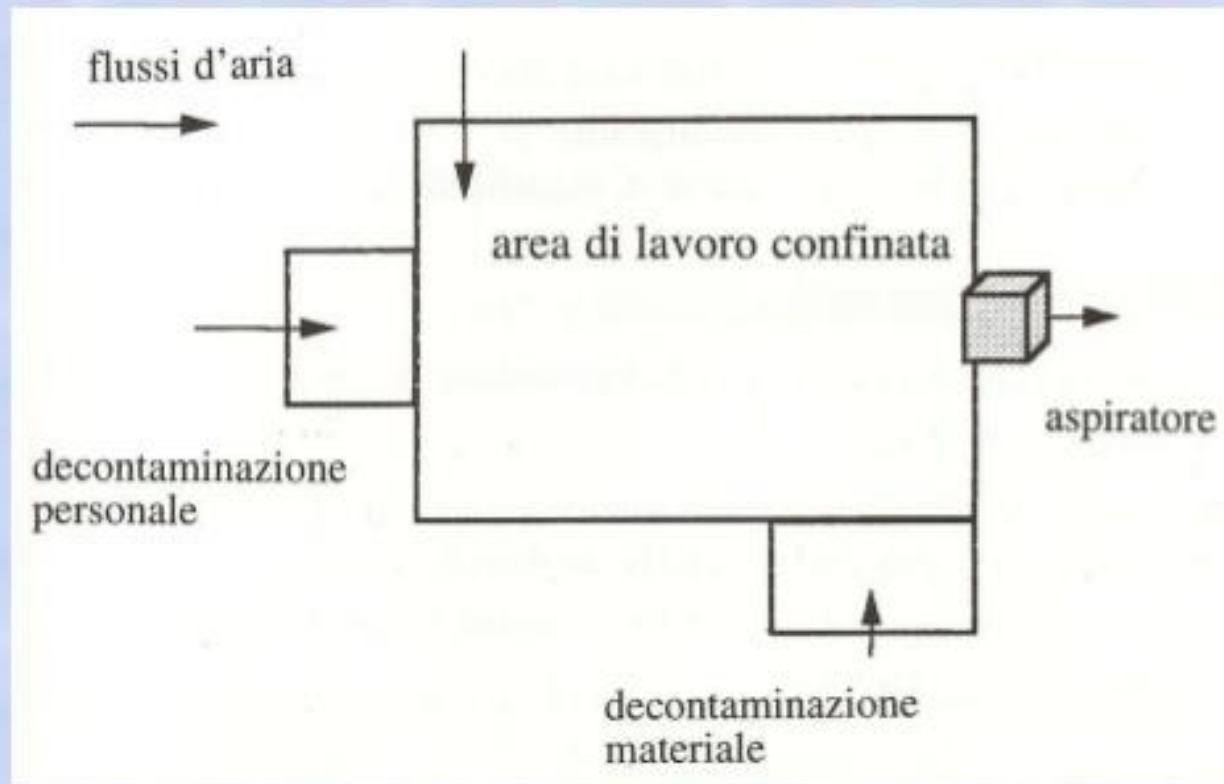
# COLLAUDO CONFINAMENTO STATICO



- Dopo allestimento area o in seguito a modifiche
- Saturazione area con fumogeno
- Eventuali falle individuate da uscita fumo
- Sigillatura dall'interno
- Piccole perdite difficilmente individuabili

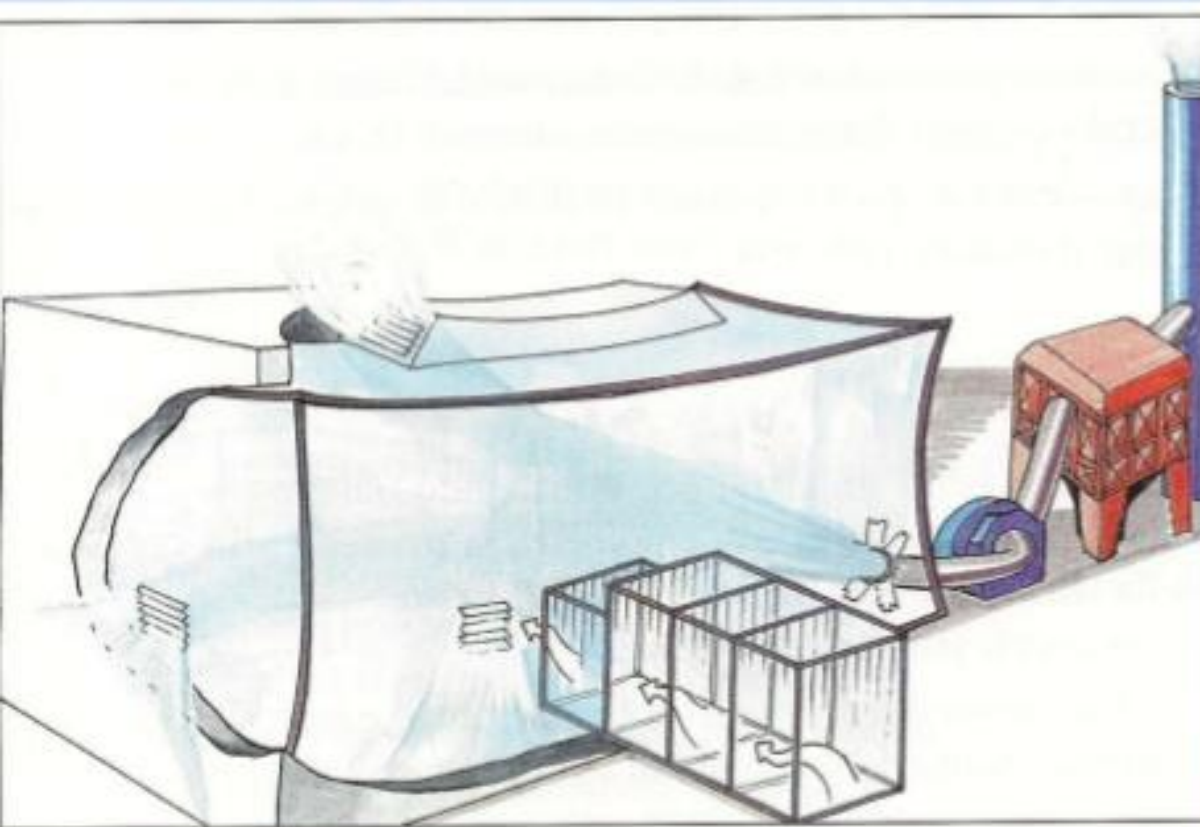


# CONFINAMENTO DINAMICO



- Sistema in cui si abbia depressione nell'area confinata, mediante estrazione aria e filtraggio della stessa
- Funzionamento estrattori, dal momento della verifica del confinamento per h24
- Rinnovo aria interno area e uscuta aria se possibile all'esterno edificio

# COLLAUDO CONFINAMENTO DINAMICO



- Esecuzione a estrattori accesi
- I teli devono rigonfiarsi verso l'interno
- Evitare il distacco da pareti o pavimenti, se necessario praticare aperture o diminuire portata estrattore
- Verifica con fumo che deve dirigersi costantemente da interno verso esterno
- Velocità flusso verso interno di 1-1,5 m/s
- Assenza sacche aria stagnante

# UNITA' DI DECONTAMINAZIONE MATERIALI UDM



## Solo passaggio materiali o rifiuti (3 locali o stadi)

- Mai usare per passaggio personale, usare UDP
- Lavaggio materiali
- Imballaggio in contenitori puliti
- Stoccaggio provvisorio pre allontanamento
- Filtraggio acque di scarico
- Dall'interno si raggiungerà max il 3° stadio per posare il materiale, il ritiro sarà fatto dall'esterno da altri addetti decontaminati



## Area esterna cantiere bonifica



# Prova confinamento statico + dinamico



# Lavorazione











FINE

