



COMUNE DI ANNONE BRIANZA
C/O ISTITUTO COMPRENSIVO “MARCO D’OGGIONO”
23841 ANNONE BRIANZA (LC)
Indagine di Igiene Industriale

COMUNE DI ANNONE BRIANZA
C/O ISTITUTO COMPRENSIVO “MARCO D’OGGIONO”
Via Sant’Antonio, n. 4
23841 ANNONE BRIANZA (LC)

***MONITORAGGIO AMBIENTALE PER LA VALUTAZIONE DELL’ESPOSIZIONE
PERSONALE A FIBRE DI AMIANTO AERODISPERSE***

Prelievi eseguiti il giorno 1 Giugno 2015

1. Premessa

A seguito dell'incarico ricevuto dal Comune di Annone Brianza (LC) è stato effettuato, in data 1 Giugno 2015, presso l'Istituto Comprensivo "Marco D'Oggiono" di Sant'Antonio, n. 4, Annone Brianza (LC), un monitoraggio ambientale finalizzato alla valutazione dell'esposizione personale a fibre di amianto eventualmente aerodisperse negli ambienti di lavoro, facendo riferimento alle disposizioni del Titolo IX – Capo III del D.Lgs. n. 81/2008 ("Protezione dai rischi connessi all'esposizione all'amianto") e del D.M. 6/9/1994.

La presenza di fibre di amianto, eventualmente aerodisperse, può essere correlata ad un eventuale rilascio, dovuto alla presenza, all'interno dei locali monitorati, di pavimentazione in linoleum potenzialmente contenente materiale fibroso. A tal fine come da richiesta del committente sono stati effettuati cinque campionamenti di centro ambiente finalizzati alla valutazione della presenza di eventuali fibre mediante analisi effettuate in microscopia elettronica a scansione (SEM).

Si sottolinea, da subito, come l'indagine condotta abbia permesso di escludere l'esistenza, all'interno degli ambienti monitorati, di situazioni di rischio correlate all'esposizione dei presenti a fibre di amianto eventualmente aerodisperse; i valori limite, stabiliti dalla normativa vigente e di seguito descritti, risultano, di fatto, rispettati con un ampio intervallo di garanzia di non superamento degli stessi.

Tutte le informazioni relative a materiali e strutture riportate in questa relazione ed utilizzate per le valutazioni conclusive, sono state fornite dall'Ente committente e sulla base di queste sono state stabilite le posizioni di campionamento.

2. Punti di campionamento

Nello schema seguente si riportano i punti di campionamento relativi al monitoraggio di fibre di amianto aerodisperse, per una migliore identificazione delle posizioni di prelievo si rimanda alla planimetria in allegato.

PUNTO DI CAMPIONAMENTO	PARAMETRO
Area esterna – all'esterno della scuola, lato nord, fronte oratorio. Centro ambiente – posizione di riferimento n. 1	Fibre di amianto aerodisperse
Aula gialla – al centro del locale. Centro ambiente – posizione di riferimento n. 2	Fibre di amianto aerodisperse
Aula arancione – al centro del locale. Centro ambiente – posizione di riferimento n. 3	Fibre di amianto aerodisperse
Atrio – al centro del locale. Centro ambiente – posizione di riferimento n. 4	Fibre di amianto aerodisperse
Sala giochi – al centro del locale. Centro ambiente – posizione di riferimento n. 5	Fibre di amianto aerodisperse

3. Riferimenti normativi

3.1 Decreto Ministeriale 06.09.1994

Per completezza si ritiene utile riportare, di seguito, alcune indicazioni, relativamente all'amianto, contenute nel D.M. 06.09.1994.

Il decreto indica le modalità di controllo e bonifica delle strutture in amianto presenti come coibentazione e copertura.

Tra le attività richieste si segnala:

- obbligo di denuncia agli enti competenti della presenza di strutture di amianto **friabile**, così come definito all'interno del Decreto stesso;
- l'individuazione all'interno dell'azienda di un responsabile con compiti di controllo e coordinamento delle attività che possono interessare tali strutture (es. manutenzione e lavori di rimozione), e la conservazione della documentazione relativa all'ubicazione di tali strutture e allo stato di conservazione delle stesse.

*Inoltre, viene individuato un valore **limite di concentrazione** oltre il quale si ritiene che vi sia inquinamento ambientale in atto.*

Pertanto qualora tale limite venisse superato, si rendono necessari interventi di bonifica del materiale contenente amianto secondo le modalità definite nel Decreto stesso (rimozione, incapsulamento o impregnazione), utilizzando aziende abilitate, e previa presentazione di piano di lavoro all'ente preposto per l'approvazione delle misure igieniche e di sicurezza necessarie al contenimento dei rischi e dell'impatto ambientale.

3.2 D.Lgs n. 81/2008 – Titolo IX – Capo III

Il Titolo IX – capo III del D.Lgs. n. 81/2008 costituisce il quadro normativo in materia di sicurezza, riguardando la "Protezione dai rischi connessi all'esposizione ad amianto".

Le disposizioni individuano le misure di prevenzione e protezione dei lavoratori dai rischi dell'amianto, gli obblighi del datore di lavoro, i controlli e le misure igieniche obbligatorie, nonché le sanzioni previste in caso di mancato rispetto delle direttive previste.

I punti principali e i cambiamenti più rilevanti rispetto alla normativa precedentemente in vigore sono:

- Il campo di applicazione, definito dall'art. 246:

Art. 246. Campo di applicazione

1. Fermo restando quanto previsto dalla legge 27 marzo 1992, n. 257, le norme del presente decreto si applicano alle rimanenti attività lavorative che possono comportare, per i lavoratori, il rischio di esposizione ad amianto, quali manutenzione, rimozione dell'amianto o dei materiali contenenti amianto, smaltimento e trattamento dei relativi rifiuti, nonché bonifica delle aree interessate.

Considerato che, di fatto e da normativa vigente, l'amianto non è più utilizzato nei cicli produttivi, il campo di applicazione non può che riguardare solo coloro che sono addetti alle restanti attività lavorative che possono comportare esposizione a fibre di amianto, come la manutenzione e la rimozione di materiali contenenti amianto, lo smaltimento e il trattamento dei rifiuti con amianto, la bonifica delle aree interessate da amianto.

- Le disposizioni del Titolo IX - capo III si applicano “ se vi è il minimo dubbio sulla presenza di amianto in un materiale o in una costruzione” (art. 248 – comma 2); “Prima di intraprendere lavori di demolizione o di manutenzione...” (art. 248 – comma 1);
- La valutazione dei rischi da amianto entra a far parte, come caso specifico, della valutazione dei rischi ai sensi dell'art. 28 del D.Lgs. 81/2008, con obbligo di ripetizione ed aggiornamento della stessa in caso si verificano modifiche significative nelle esposizioni dei lavoratori al rischio amianto.
- È fissato il valore limite d'esposizione professionale, definito come media ponderata per esposizioni di otto ore lavorative giornaliere, pari a **0,1 fibre/cm³ (ovvero 100 fibre/litro)** art. 254.
- Nel caso si rendano necessari lavori di demolizione o manutenzione è obbligatorio notificarlo all'ASL competente per territorio dove hanno sede i lavori.
- La misurazione delle concentrazioni aerodisperse di fibre di amianto è obbligatoria e i risultati devono essere riportati sul documento di valutazione dei rischi.

- È previsto l'utilizzo di sistemi di protezione collettiva ed individuale: “i lavoratori esposti devono sempre utilizzare dispositivi di protezione individuale (DPI) delle vie respiratorie con fattore di protezione operativo adeguato alla concentrazione di amianto nell'aria e tale da garantire all'utilizzatore in ogni caso che l'aria filtrata presente all'interno del DPI sia **non superiore ad un decimo del valore limite** indicato nell'art. 254” (art. 251 comma 1 – lettera b).
- La sorveglianza sanitaria è disciplinata all'art. 259: obiettivo fondamentale è comunque la valutazione riguardo la possibilità da parte dei lavoratori addetti alle opere di manutenzione, rimozione dell'amianto o dei materiali contenenti amianto, smaltimento e trattamento dei relativi rifiuti, nonché bonifica delle aree interessate (di cui all'art. 246) di indossare dispositivi di protezione respiratoria durante il lavoro, prima di essere adibiti allo svolgimento dei suddetti lavori e periodicamente, almeno una volta ogni tre anni o con periodicità fissata dal medico competente (art. 259 – comma 1).

Nonostante l'Articolo 254 debba essere applicato agli addetti che operano nel campo della manutenzione e della rimozione di materiali contenenti amianto, si ritiene che il suddetto limite, previsto per attività svolte in aree industriali nelle quali sia potenzialmente presente amianto, possa estendersi a tutti gli addetti. Tale assunzione è suffragata dal fatto che la stessa ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) fissa, sempre per gli ambienti di lavoro in generale, il medesimo limite ($0,1 \text{ fibre/cm}^3$, ovvero 100 fibre/litro) previsto dall'art. 254 del D.Lgs. n. 81/2008, Titolo IX – capo III.

Si sottolinea che per maggior praticità, di seguito, si farà sempre riferimento a valori espressi attraverso l'unità di misura fibre/litro.

4. Indagine ambientale - Risultati delle analisi

Nelle pagine seguenti viene riportato uno schema riassuntivo dei risultati delle analisi effettuate mediante l'esecuzione di campionamenti di centro ambiente, eseguiti al fine di determinare la presenza di fibre di amianto aerodisperse negli ambienti monitorati.

In allegato sono poi riportati i singoli referti di analisi che contengono, oltre ai valori rilevati, tutte le informazioni riguardanti le condizioni di analisi quali: il tipo di campionamento effettuato, il materiale contenente amianto, le posizioni di prelievo, la durata del campionamento e il volume d'aria campionato.

La metodica di prelievo adottata (descritta e prevista nell'allegato 2 parte B del D.M. 6/9/94) prevede l'esecuzione dell'analisi dei campioni prelevati in **Microscopia Elettronica a Scansione (SEM)**. Nel conteggio si è così valutata la presenza di fibre di amianto aventi le caratteristiche dimensionali stabilite dalla normativa vigente: forma allungata con una lunghezza maggiore o uguale a 5 μm , diametro minore o uguale a 3 μm , rapporto lunghezza-diametro superiore od uguale a 3:1.

Nella seguente tabella sono riassunti i risultati ottenuti con l'esecuzione del monitoraggio ambientale:

Punto di prelievo	Unità di misura	Concentrazione misurata
Area esterna – all'esterno della scuola, lato nord, fronte oratorio. Centro ambiente – posizione di riferimento n. 1	<i>fibre/litro</i>	n.r. (< 0,22)
Aula gialla – al centro del locale. Centro ambiente – posizione di riferimento n. 2	<i>fibre/litro</i>	n.r. (< 0,22)
Aula arancione – al centro del locale. Centro ambiente – posizione di riferimento n. 3	<i>fibre/litro</i>	n.r. (< 0,22)
Atrio – al centro del locale. Centro ambiente – posizione di riferimento n. 4	<i>fibre/litro</i>	n.r. (< 0,22)
Sala giochi – al centro del locale. Centro ambiente – posizione di riferimento n. 5	<i>fibre/litro</i>	n.r. (< 0,22)

5. Considerazioni conclusive

La presente indagine analitica, condotta per conto del Comune di Annone Brianza (LC) presso l'Istituto Comprensivo "Marco D'Oggiono", Via Sant'Antonio, n. 4, è stata finalizzata alla valutazione dell'esposizione personale a fibre di amianto aerodisperse eventualmente presenti all'interno dei locali dello stabilimento in oggetto.

In particolare, si sottolinea come, per tutte le aree monitorate, le concentrazioni di fibre di amianto aerodisperse rilevate siano risultate inferiori al limite di sensibilità analitica del metodo utilizzato (valori inferiori a 0,22 fibre/litro) a indicazione di una assenza di rischio correlata all'esposizione personale al suddetto inquinante.

I risultati del monitoraggio condotto consentono, dunque, di affermare che il valore di concentrazione limite, pari a 2 fibre/litro, indicato dal D.M. 06.09.1994 risulti ampiamente rispettato.



6. Conclusioni

Vista l'assenza di situazioni di rischio significative legate all'esposizione degli addetti a fibre di amianto aerodisperse e vista l'assenza di situazioni di inquinamento a livello ambientale, garantita dal fatto che i valori di concentrazione determinati risultano tali da rispettare il limite di 2 fibre/litro, previsto dal D.M. 06.09.1994 per la valutazione di situazioni di inquinamento degli ambienti di vita e di lavoro, ovvero per situazioni nelle quali possa avvenire la restituibilità dei locali a seguito di opere di bonifica, si conclude che non risulta necessario alcun intervento di bonifica dei locali monitorati.

Si consiglia, tuttavia, di tenere sotto controllo l'evoluzione della situazione con monitoraggi periodici al fine di accertare che la stessa non peggiori nel tempo e, soprattutto, non vi sia un aumento del rilascio di fibre.

Cabiate, 29.06.2015

ALLEGATI:

1. *L'amianto – diffusione e livelli d'esposizione della popolazione generale.*
2. *Determinazione quantitativa delle concentrazioni delle fibre di amianto aerodisperse in ambiente INDOOR.*
3. *Rapporti di prova - campionamenti di igiene industriale.*
4. *Planimetria con posizioni di campionamento.*

TECNOLOGIE D'IMPRESA SRL a socio unico

GESTIONE IGIENE INDUSTRIALE:
(Relatore)

Valeria Sironi

GESTIONE IGIENE INDUSTRIALE:
(iscritto AIDII n. 0736)

Marco Pelozzi

DIREZIONE (ICII cert. nr.09002):

Giorgio Penati

L'AMIANTO – Diffusione e livelli di esposizione della popolazione generale

Amianto (dal greco *amiantos* = immacolato, incorruttibile) o *asbesto* (dal greco *àsbestos* = indistruttibile), termine più comunemente impiegato, sono le denominazioni generiche con cui vengono indicate prevalentemente due varietà fibrose filamentose e flessibili, di silicati: l'*amianto di serpentino* e l'*amianto di anfibolo*. Il primo, detto anche *crisotilo*, è un minerale che si trova in natura (sotto forma di aggregati bianchi o giallicci o verdognoli) in talune fratture (litoclasti) delle rocce *serpentiniti*, le quali sono fondamentalmente costituite da un minerale che ha la stessa formula bruta di crisotilo ma diversa struttura ed è detto *antigorite*; in Italia i principali giacimenti si trovano in Valtellina, ove le fibre di minerale possono raggiungere i 2-3 metri di lunghezza. L'amianto di anfibolo è invece una particolare varietà, fibrosa, bianca, della *tremolite*, altro silicato nel quale parte del magnesio è sostituita da ferro ferroso.

Altri *anfiboli* (termine generico con il quale si designano silicati contenenti Mg, Ca e Fe) impiegati come amianto sono l'*antofillite fibrosa* (USA) e la *crocidolite* o *amianto azzurro del Capo* (Sud Africa).

Nei testi di medicina del lavoro si trovano comunemente citati l'amianto *bianco* (o *crisotilo*), che è il più usato, l'amianto *azzurro* (o *crocidolite*), che è il più temuto, e l'amianto *bruno* (o *amosite*), che in realtà non è una specie minerale distinta, ma è una miscela di diverse varietà di anfiboli.

Per la normativa italiana (Titolo IX – capo III art. 247 D.Lgs. n. 81/2008) con il termine “amianto” si designano i seguenti silicati fibrosi:

- actinolite d'amianto, n. CAS. 77536-66-4;
- grunerite d'amianto (amosite), n. CAS 12172-73-5;
- antofillite d'amianto, n. CAS 77536-67-5;
- crisotilo, n. CAS 12001-29-5;
- crocidolite, n. CAS 12001-28-4;
- tremolite d'amianto, n. CAS 77536-68-6.

Diffusione dell'amianto ed effetti sull'uomo

Dopo un secolo di utilizzo dell'amianto, la produzione annua mondiale si era stabilizzata negli anni '80 intorno ai 4.000.000 di ton. Il numero di materiali contenenti amianto di uso industriale e domestico era assai elevato. Nel nostro Paese, nel 1987, si consumavano ancora 95.000 ton ripartite nei seguenti settori di impiego (dati ISTAT 1988):

- Cemento-amianto 10%
- Materiali di attrito 3%
- Tessuti 3%
- Carta e cartoni 3%
- Materiali plastici 9%
- Altri 72%

Tra i manufatti di cemento-amianto la percentuale di gran lunga maggiore (80-90%) era concentrata sulle lastre ondulate per coperture di pannelli per l'edilizia e la rimanente percentuale era quasi completamente coperta da tubi e condotte).

Attualmente, la produzione, l'impiego e l'importazione di amianto sono proibiti (Legge 27 marzo 1992, n. 257).

Oggi giorno le fonti derivanti dall'attività umana possono essere così riassunte:

Ambiente esterno	Ambiente interno
Usura di freni e frizioni	Coibentazioni tubature e caldaie
Usura materiali edili	Coibentazioni pareti e soffitti
Uso materiali di scarto delle miniere di amianto (strade e ferrovie)	Coibentazioni strutture portanti metalliche (grandi edifici)
Corrosione di formazioni rocciose	Coperture o pareti locali di lavoro (cemento-amianto)
Acque inquinate (minerali o condutture in cemento-amianto)	Rivestimenti di materiale vinilico di pavimenti

Gli effetti sugli esposti sono noti in medicina da tempo:

- L'*asbestosi* è stata descritta come pneumoconiosi che causa perdita di elasticità del tessuto polmonare progressiva, irreversibile e dose-dipendente, talvolta con esito letale; a differenza delle altre pneumoconiosi presenta anche anomalie pleuriche. Il periodo di latenza per l'asbestosi sintomatica può raggiungere anche i 20 anni;
- Il *tumore al polmone* è dimostrato negli esposti ad amianto che sopravvivono all'asbestosi: il periodo di latenza per il tumore è superiore a quello per l'asbestosi e può capitare che, per esposizioni molto elevate, un soggetto muoia prima che il tumore si manifesti;



- Il *mesotelioma*, tumore poco ricorrente della pleura, presenta frequenza maggiore negli esposti ad amianto: a partire dagli anni '60, l'asbesto è stato riconosciuto come la principale causa di mesotelioma pleurico, al punto che si considera come dovuto all'amianto ogni mesotelioma insorto in soggetto con anamnesi positiva per esposizione a tale sostanza (Wagner, 1960). Il mesotelioma maligno è un tumore raro, specifico, occorre per esposizioni anche modeste, ha un periodo di latenza superiore ai 20 anni e prognosi infausta.

Una diffusa coscienza dei rischi e dei danni connessi con l'uso dell'amianto ha determinato l'intensificarsi di azioni preventive e l'inizio della sua sostituzione.

Fin dagli anni '80 è cominciata l'opera di decoibentazione e sostituzione di coibente in carrozze ferroviarie, imbarcazioni, centrali termiche, impianti chimici.

A metà degli anni '80 è stata promossa una massiccia azione per rimuovere dalle scuole, dagli ospedali e dagli edifici pubblici l'amianto spruzzato come coibente.

A fine anni '80 un numero abbastanza elevato di aziende ha abbandonato l'amianto a favore di prodotti sostitutivi caratterizzati da minori rischi per gli addetti e per l'ambiente.

Esposizione della popolazione generale

Le concentrazioni atmosferiche di amianto nelle scuole e negli edifici pubblici e privati, sia di uso collettivo che abitativo, interessati dalla presenza di amianto sono state oggetto di numerosi studi che implicano una popolazione esposta decisamente numerosa. Il rilascio "naturale" di fibre conseguente all'usura, dovuta a sollecitazioni meccaniche, a vibrazioni trasmesse all'edificio, al danneggiamento accidentale, alle manutenzioni, agli agenti atmosferici, può crescere nel tempo fino a determinare concentrazioni atmosferiche anche di qualche decina di fibre/litro: tale rilascio diventa un problema di salute pubblica. Anche in abitazioni, non interessate dalla presenza di materiale contenente amianto, si riscontra la presenza di fibre di amianto ma dello stesso ordine di grandezza di quella dell'atmosfera generale. Negli aggregati urbani a maggior densità abitativa e di traffico autoveicolare si possono differenziare valori di concentrazione di fibre di amianto nei centri storici, nel perimetro edificato intorno agli stessi, nelle zone periferiche industriali o agricole. Le determinazioni analitiche e i confronti vengono effettuati sulla base delle fibre "regolamentate" (cioè lunghezza/diametro > 3 , lunghezza $> 5 \mu\text{m}$ e diametro $< 3 \mu\text{m}$).

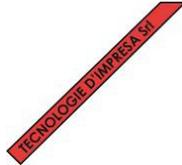
I risultati ottenuti dal Dipartimento di Medicina del Lavoro dell'Università degli Studi di Torino dal 2001 in poi sono riassunti nella tabella seguente che si riferisce a concentrazioni "indoor", ossia in ambienti confinati. Le determinazioni sono state eseguite in SEM secondo i parametri definiti dal D.M. 6/9/94.

TIPOLOGIA	N° CAMPIONAMENTI	Fibre/Litro MEDIANA (RANGE)	N. (%) >1f/l ≤ 2 f/l	N. (%) > 2 f/l
Edifici Pubblici	102	0,1 (<0,1 - 3)	7 (6,8%)	1 (0,98%)
Scuole	43	0,1 (<0,1 - 1,8)	3 (6,9%)	0 (%)
Centrali Elettriche	76	0,25 (<0,1 - 4,2)	1 (1,3%)	2 (2,6%)
Aziende Private	38	0,2 (<0,1 - 1)	0 (%)	0 (%)
Carrozzerie ferroviarie bonificate	368	0,1 (<0,1 - 2,5)	0 (%)	2 (0,54%)
TOTALE	627	0,1 (<0,1 - 4,2)	11 (1,7%)	5 (0,8%)

È evidente come i dati coprano un range globale comprendente valori da <0,1 fibre/litro a 4,2 fibre/litro, ma con un valore caratteristico più vicino a 0,1 fibre/litro. (N.B.: il valore di “mediana” indica la concentrazione alla quale il 50% delle misurazioni ha mostrato valori inferiori a questo valore).

La popolazione generale è comunque sempre interessata da inquinamento di “fondo” di fibre di amianto in quanto queste fibre si mantengono in sospensione nell’aria per tempi prolungati, interessando vaste aree. Anche le fibre a dimensione maggiore, che possono sedimentare, subiscono il risollevarimento e l’aerodispersione. Le concentrazioni di riferimento in ambienti di vita (**fibre/litro**) indicate dall’Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), suffragate anche da numerosi studi internazionali effettuati in aree “rurali”, “urbane” ed edifici sono le seguenti:

- **ZONE URBANE (livelli generali):** (**<0,1 ff/l – 1 f/l**)
- **ZONE URBANE (strade ad alto traffico):** (**>3 ff/l**)
- **ZONE URBANE (incroci stradali ad alto traffico):** (**0,9 ff/l**)
- **ZONE RURALI (lontano da sorgenti di emissione di asbesto):** (**<0,1 ff/l**)
- **INTERNO DI EDIFICI (senza fonti specifiche di amianto):** (**<1 f/l**)
- **INTERNO DI EDIFICI (con fonti specifiche di amianto):** (**<1 ff/l – 10 ff/l**)



Tali valori di riferimento sono in Italia recepiti anche dalla SIVR (Società Italiana Valori di Riferimento) che, negli Atti del Convegno Nazionale tenutosi a Torino, 5 Dicembre 2005, riguardo all'amianto così si esprime: *"[...] Si può affermare, in conclusione, che si possa attribuire ad una Concentrazione Ambientale di Riferimento (CRA) per l'asbesto non un valore definito che rappresenti un "cut-off" tra una situazione "tranquillizzante" ed una di rischio, quanto piuttosto un ambito ragionevolmente compreso tra 0,1 ed 1 fibra/litro, oltre il quale la peculiare situazione debba essere oggetto di indagine onde valutare potenziali fonti di inquinamento"*.

E' comunque necessario precisare come nessuna norma italiana ed internazionale stabilisca criteri di qualità dell'aria riferiti ad una concentrazione limite di fibre di amianto in ambienti aperti (outdoor).

I valori di concentrazione sopra enunciati sono concentrazioni di riferimento particolarmente utili per stabilire il livello espositivo di riferimento della popolazione generale.



DETERMINAZIONE QUANTITATIVA DELLE CONCENTRAZIONI DI FIBRA DI AMIANTO AERODISPERSE IN AMBIENTI INDOOR

Microscopia elettronica a scansione (SEM)

- 1) Procedura per campionamento e analisi:
 - a) Filtri di prelievo: membrana in polycarbonato (NPF), da 0,8 μm di porosità, 25 mm di diametro.
 - b) Portafiltri: metallici con estensione metallica in materiale conduttivo o costruiti interamente in materiali conduttivi.
 - c) Supporto celluloso: membrane in estere misto di cellulosa (o nitrato) da 3-8 μm di porosità, 25 mm di diametro.
 - d) Flusso di prelievo: il flusso deve essere tale da assicurare una velocità lineare sulla faccia esposta della membrana pari a 0.35 m/s \pm 10%. La velocità lineare minima di 0,35 m/s è necessaria per campionamenti che avvengono in presenza di elevata velocità dell'aria circostante il punto di prelievo (es. aria aperta o forti correnti d'aria). Non è indispensabile in luoghi chiusi dove la velocità dell'aria è molto ridotta.
 - e) Volume da prelevare: il metodo prevede un volume minimo di campionamento pari a circa 3000 litri su di un'area effettiva di circa 315 mm² (diametro effettivo di ca. 20 mm). Se la portata di prelievo è di circa 8 l/min, il tempo necessario è di circa 6 ore. Usando portate maggiori si può ridurre il tempo di campionamento. Se non è possibile prelevare 3000 litri su di una stessa membrana, a causa dell'eccessiva perdita di carico o dell'eccessivo deposito di particelle, si possono prelevare 2 campioni da circa 1500 litri ciascuno e quindi considerare i risultati analitici di questi sommandoli come se fossero riferiti ad un unico campione di circa 3000 litri. Tale procedura può essere applicata anche a campioni prelevati con flussi di campionamento più elevati.
 - f) Preparazione del campione: si prepara una basetta sul porta campioni o stub (normalmente di Al) spalmando strati successivi di sospensione di grafite. Quando l'ultimo strato è ancora umido, si stende una porzione del filtro di prelievo (NPF), ritagliata con attenzione, evitando la caduta della polvere ivi depositata. Durante la deposizione della porzione del filtro sulla grafite occorre evitare quanto più possibile le bolle d'aria. La preparazione si completa saldando, ove necessario, alcuni punti dei bordi della porzione di filtro con grafite. Successivamente a questa fase il campione sullo stub viene ricoperto con uno strato di oro di circa 25-50 nm, in uno "sputter coater".
 - g) Condizioni strumentali: le condizioni di lavoro al SEM possono essere diverse per le differenti marche di microscopi, tuttavia esse devono essere tali da permettere la individuazione di fibre aventi almeno 0,2 μm di diametro.
 - h) Campi microscopici da esaminare: poiché la superficie corrispondente ad un campo di lettura (modo "TV") a 2000X circa, corrisponde a circa 2540 μm^2 , per esplorare approssimativamente 1 mm² di superficie del filtro occorre osservare 400-450 campi.
 - i) Criteri di conteggio: vengono contate le fibre di lunghezza > 5 μm , diametro < 3 μm e rapporto di lunghezza/diametro > 3:1. Tutte le fibre che giacciono completamente nell'area di conteggio (area del campo a 2000 x

corrispondente allo schermo posto nella posizione TV) vengono contate come una fibra. Le fibre che sono a cavallo dei bordi dello schermo vengono contate come ½ fibra. I campi di lettura devono essere scelti in modo da esplorare tutta la superficie del campione, evitando la sovrapposizione dei campi. Un fascetto (fibra slittata) viene considerato come una fibra, se è conforme alle definizioni, il diametro deve essere misurato nella zona non separata di esso. Le fibre in un agglomerato vengono contate singolarmente se vengono sufficientemente distinte (anche ad alto ingrandimento) purché soddisfino le dimensioni indicate nelle definizioni (in ogni caso si deve indicare il numero di agglomerati trovato). Se più di 1/8 dell'area di conteggio (campo) è occupata da agglomerati di fibre o particelle, il campo viene respinto.

[...]

2) Espressione dei risultati:

$$C = (n \times \pi \times d^2) / (4 \times N \times A \times V)$$

Dove:

$$C = \text{fibre} / \text{m}^3;$$

n = numero di fibre conteggiate su un solo filtro da 3000 litri, oppure su due filtri da 1500 litri ciascuno. Nel caso che sia disponibile un solo filtro (con meno di 3000 litri) ci si riferirà solo a questo.

N = campi esaminati su ogni filtro;

d = diametro effettivo del filtro di prelievo

A = area di un campo a 2000 x circa, in m²;

V = volume prelevato in m³.