



REPUBBLICA ITALIANA

Regione Lombardia

BOLLETTINO UFFICIALE

MILANO - MARTEDÌ, 8 APRILE 2008

1° SUPPLEMENTO STRAORDINARIO

Sommario

C) GIUNTA REGIONALE E ASSESSORI

DELIBERAZIONE GIUNTA REGIONALE 12 MARZO 2008 - N. 8/6777 (3.2.0)
Determinazioni in merito alla prevenzione sanitaria dal rischio di esposizione a fibre d'amianto e aggiornamento delle «Linee guida per la gestione del rischio amianto» di cui alla d.g.r. n. 36262/1998

3

Anno XXXVIII - N. 73 - Poste Italiane - Spedizione in abb. postale - 45% - art. 2, comma 20/b - Legge n. 662/1996 - Filiale di Varese

C) GIUNTA REGIONALE E ASSESSORI

(BUR2008031)

D.g.r. 12 marzo 2008 - n. 8/6777

(3.2.0)

Determinazioni in merito alla prevenzione sanitaria dal rischio di esposizione a fibre d'amianto e aggiornamento delle «Linee guida per la gestione del rischio amianto» di cui alla d.g.r. n. 36262/1998**LA GIUNTA REGIONALE**

Premesso che la Regione Lombardia, da oltre un ventennio, è impegnata nella prevenzione sanitaria dei rischi legati alla esposizione delle fibre di amianto sia in ambienti aperti che in ambienti lavorativi e ha in particolare:

- sviluppato il ruolo di indirizzo e coordinamento delle attività di controllo delle ASL lombarde attraverso l'emanazione di specifiche linee guida al fine di fornire criteri e uniformità delle azioni di prevenzione sanitaria sul territorio lombardo;

- individuato l'obiettivo strategico, nell'ambito del Piano Regionale Amianto Lombardia (PRAL), approvato con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1526, la rimozione dell'amianto dal territorio lombardo entro il 2016;

- sviluppato strumenti per la valutazione dello stato di degrado delle coperture esterne in cemento amianto;

Richiamata la d.g.r. 22 maggio 1998, n. 6/36262 con cui sono state approvate le «Linee guida per la gestione del rischio amianto», comprensive anche di una specifica sezione riguardante i materiali sostitutivi dell'amianto;

Valutato di aggiornare le citate linee guida in quanto:

- il contesto normativo europeo e nazionale in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi connessi all'esposizione ad amianto ha subito una profonda evoluzione a seguito dell'entrata in vigore del d.lgs. 25 luglio 2006 n. 257 quale modifica del d.lgs. 626/94;

- l'attività di prevenzione e controllo, a seguito della l.r. 8/2007, deve essere ricondotta ad azioni di provata efficacia e di evidenza scientifica anche nel campo della riduzione del rischio di esposizione ad amianto;

- le esperienze condotte da parte delle ASL lombarde hanno rilevato la necessità di adeguamento alle attuali conoscenze tecnico scientifiche in materia di bonifiche di amianto;

- le recenti norme regionali, di cui alle l.r. 1/2007 e l.r. 8/2007, hanno dato l'avvio alla semplificazione dell'azione amministrativa la cui presupposto è la responsabilizzazione dei titolari d'impresa;

Considerato inoltre di rinviare l'aggiornamento della sezione riguardante i materiali sostitutivi dell'amianto a specifiche linee guida per la gestione del rischio al fine di tener conto delle migliori conoscenze scientifiche acquisite nella prevenzione sanitaria e dell'evoluzione tecnica dei materiali e delle relative modalità di lavorazione;

Richiamati i d.d.g. n. 20018 del 29 dicembre 2005 e n. 1669 del 10 febbraio 2007 di costituzione del Gruppo di Lavoro Nucleo Amianto, ai sensi dell'art. 8 della l.r. 17/2003, con il compito di sovrintendere e monitorare la realizzazione delle azioni previste dal PRAL cui hanno partecipato anche le DD.GG. Reti e Servizi di Pubblica Utilità e Sviluppo Sostenibile e Qualità dell'Ambiente;

Dato atto che il Gruppo di lavoro Nucleo Amianto in data 10 ottobre 2007 in seduta plenaria ha approvato l'aggiornamento delle «Linee guida per la gestione del rischio amianto»;

Dato atto altresì che l'aggiornamento delle «Linee guida per la gestione del rischio amianto», prodotto dal gruppo di lavoro sopracitato, di cui all'allegato A, parte integrante e sostanziale del presente provvedimento, risponde alle citate esigenze e sostituisce integralmente il documento allegato ed approvato con d.g.r. 22 maggio 1998, n. 6/36262;

Ritenuto di demandare l'approvazione al direttore generale Sanità, con proprio atto, entro 12 mesi dal presente provvedimento, delle linee guida per la gestione del rischio dei materiali sostitutivi dell'amianto;

Richiamata la d.g.r. n. 7/1439 del 4 ottobre 2000 «Approvazione delle Linee guida relative alle modalità attuative degli obiettivi strategici e dei progetti speciali previsti dal progetto obiettivo – Prevenzione e sicurezza nei luoghi di lavoro in regione Lombardia 1998-2000» contenente, tra l'altro, l'algoritmo per la valutazione delle coperture esterne in cemento amianto;

Valutata la necessità da parte del gruppo di lavoro Nucleo Amianto di aggiornare l'algoritmo sopracitato in quanto non più coerente con l'obiettivo strategico del Piano Regionale Amianto di rimozione dell'amianto dal territorio lombardo entro il 2016, di non semplice utilizzo e non sufficientemente discriminante lo stato di degrado delle coperture di cemento amianto;

Ritenuto pertanto di procedere anche all'aggiornamento della citata procedura e di demandare al direttore generale Sanità la relativa approvazione, con proprio atto, entro 6 mesi dal presente provvedimento;

Vista la legge regionale 29 settembre 2003, n. 17 «Norme per il risanamento dell'ambiente, bonifica e smaltimento dell'amianto»;

Richiamata la d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1526 «Approvazione del Piano Regionale Amianto Lombardia (PRAL)» di cui alla legge regionale 29 settembre 2003 n. 17;

Visto il d.lgs. 25 luglio 2006 n. 257 «Attuazione della Direttiva 2003/18/CE relativa alla protezione dei lavoratori dai rischi derivanti dall'esposizione all'amianto durante il lavoro» che ha introdotto il Titolo VI-bis «Protezione dei lavoratori contro i rischi connessi all'esposizione ad amianto» del d.lgs. 626/1994;

Vista la legge regionale 2 aprile 2007, n. 8 «Disposizioni in materia di attività sanitarie e socio collegate. Collegato» che avvia la revisione delle attività di prevenzione sulla base dell'evidenza scientifica, sull'efficacia e sulla semplificazione dell'azione amministrativa e sulla razionalizzazione del sistema sanitario regionale;

Visto il PRS dell'VIII legislatura che individua l'asse 5.1.3. «Prevenzione»;

Visto il DPEFR 2008-2010 che specifica gli obiettivi operativi 5.1.3.2 Individuazione e applicazione degli interventi di prevenzione ritenuti più efficaci per la riduzione degli infortuni sul lavoro e il miglioramento della sicurezza negli ambienti di vita e 5.1.3.3 Attuazione di progetti di semplificazione e sburocrazia in materia di sanità pubblica e veterinaria;

Ritenuto infine di disporre la pubblicazione del presente atto, completo del proprio allegato, sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia e sul sito web della Direzione Generale Sanità;

Vagliate e assunte come proprie le precedenti determinazioni All'unanimità dei voti, espresse nelle forme di legge

DELIBERA

per le motivazioni indicate in precedenza

1. di approvare l'aggiornamento delle «Linee guida per la gestione del rischio amianto» allegato al presente provvedimento quale parte integrante e sostanziale e che sostituisce il documento approvato con d.g.r. 22 maggio 1998, n. 6/36262;

2. di demandare al direttore generale Sanità l'approvazione, con proprio atto, entro 12 mesi dal presente provvedimento, delle linee guida per la gestione del rischio dei materiali sostitutivi dell'amianto;

3. di demandare al direttore generale Sanità l'approvazione, con proprio atto, entro 6 mesi dal presente provvedimento, dell'algoritmo per la valutazione delle coperture esterne in cemento amianto;

4. di pubblicare il presente atto, completo del proprio allegato sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia e sul sito web della Direzione Generale Sanità.

Il segretario: Pilloni

LINEE GUIDA PER LA GESTIONE DEL RISCHIO AMIANTO

Milano, febbraio 2008

1. EFFETTI BIOLOGICI DELLE FIBRE DI AMIANTO
 - 1.1. Introduzione
 - 1.2. Patologie amianto correlate
 - 1.3. Adempimenti professionali amianto correlate – Breve *excursus*
 - 1.4. Storia e attualità della sorveglianza sanitaria dei soggetti professionalmente esposti ad amianto in Italia
 - 1.5. Registro esposti ed ex esposti ad amianto - Protocollo operativo per la loro sorveglianza sanitaria
2. BONIFICHE DA AMIANTO E PREVENZIONE
 - 2.1. Introduzione
 - 2.2. Aspetti preliminari
 - 2.3. Tecniche di intervento su materiali in matrice friabile
3. METODI ANALITICI PER LA DETERMINAZIONE DELL'AMIANTO E STUDI SULLA CONCENTRAZIONE IN ATMOSFERA
 - 3.1. Introduzione
 - 3.2. La microscopia ottica
 - 3.3. Microscopia elettronica a scansione
 - 3.4. Metodiche di analisi delle fibre ultrafini
 - 3.5. Diffrazione x per la determinazione ponderale di amianto in campioni massivi
 - 3.6. Spettrometria all'infrarosso in trasformata di Fourier (FTIR)
 - 3.7. Valori di fondo ambientale
4. I RIFIUTI CONTENENTI AMIANTO
 - 4.1. Introduzione
 - 4.2. Tipologia dei rifiuti
 - 4.3. Accumulo e deposito nei luoghi di formazione
 - 4.4. Criteri per il trasporto dei rifiuti
 - 4.5. Criteri per lo smaltimento finale dell'amianto

Allegato 1 – Scheda Registro Mesoteliomi

Allegato 2 – Scheda denuncia/segnalazione di malattia e scheda di anamnesi lavorativa

Allegato 3 – Modulo piano di lavoro

Allegato 4 – Modulo notifica

Allegato 5 – Comunicazione bonifica amianto friabile

Allegato 6 – Tecnica del glove bag

1. EFFETTI BIOLOGICI DELLE FIBRE DI AMIANTO

1.1 INTRODUZIONE

Con la denominazione “AMIANTO” o “ASBESTO” si indica un gruppo diversificato di minerali (silicati) caratterizzati da struttura fibrosa.

Per “fibra” si intende una “particella allungata che abbia un rapporto lunghezza/diametro $\geq 3:1$ ” (OSHA) [1]; ai fini della misurazione della presenza dell’amianto nell’aria, si prendono attualmente in considerazione unicamente le fibre che abbiano una lunghezza $> 5 \mu\text{m}$, un diametro $< 3 \mu\text{m}$ ed il cui rapporto lunghezza/larghezza sia superiore a 3:1 (comma 7 art. 59-nonies d.lgs. 626/94) [2].

Le fibre di amianto sono costituite da fasci che con facilità tendono a disgregarsi longitudinalmente, originando fibre via via sempre più sottili, fino ad assumere dimensioni visibili soltanto al microscopio elettronico [3].

I principali gruppi mineralogici-morfologici sono il serpentino e gli anfiboli (Tabella 1):

Tabella 1

GRUPPO MORFOLOGICO	TIPO DI SILICATO	COMPOSIZIONE (modificato da Foà - Ambrosi, 2003 [4])	N. DI CAS
SERPENTINO	crisotilo o «amianto bianco»	$\text{Mg}_3[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$ Silicato idrato di magnesio	12001-29-5
ANFIBOLI	crocidolite o «amianto blu»	$\text{Na}_2\text{Fe}_2(\text{FeMg})_3\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ Silicato idrato di ferro e sodio	12001-28-4
	amosite (grunerite) o «amianto bruno»	$(\text{FeMg})_7\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ Silicato di ferro e magnesio	12172-73-5
	tremolite	$\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ Silicato idrato di calcio e magnesio	77536-68-6
	actinolite	$\text{Ca}_2(\text{MgFe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ Silicato idrato di calcio e magnesio	77536-66-4
	antofillite	$\text{Mg}_7\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ Silicato di magnesio e ferro	77536-67-5

La tabella 1 fa riferimento ai silicati fibrosi, definiti con il termine amianto dall’art. 59 ter del d.lgs. 626/94 [4], che riprende l’elenco dell’art. 23 del d.lgs. 277/91, ora abrogato [5]. Tuttavia è doveroso sottolineare che in natura esistono altri minerali asbestiformi che, pur non essendo utilizzati a livello industriale, possono comportare analoghi effetti sulla salute.

Basti pensare alla erionite, la cui formula bruta è $\text{Na}_2\text{K}_2\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{O Al}_2\text{O}_3 \text{ nSiO}_2 \text{ xH}_2\text{O}$ (n° CAS: 12510-42-8), minerale citato in letteratura quale ulteriore causa di mesotelioma pleurico a seguito di uno studio condotto dall’università di Ankara ed effettuato in alcuni villaggi dell’Anatolia, le cui abitazioni tradizionali sono realizzate in un tufo locale ad elevato contenuto di erionite, e nella cui popolazione si registra un numero di casi di mesotelioma fino a sette volte superiore a quello di altri villaggi usati come “controllo”.

Analoga situazione si è verificata in provincia di Catania, nel comune di Biancavilla, in cui molti edifici furono costruiti negli anni ‘60 con materiali provenienti dalla cava di Monte Calvario; qui, alla fine degli anni ‘90, è stata identificata la presenza di un minerale di origine vulcanica, la fluoroadenite, minerale appartenente al gruppo degli anfiboli (formula bruta: $\text{NaCa}_2\text{Mg}_5(\text{Si}_7\text{Al})\text{O}_{22}\text{F}_2$), le cui fibre sono state messe in relazione con i casi di mesotelioma e con i decessi per malattie all’apparato respiratorio registrati nel paese [6, 9].

Nelle Alpi Occidentali si annoverano importanti affioramenti naturali di serpentiniti, tra cui balangeroite e carlosturanite [10, 11]. Queste specie mineralogiche sono una varietà di crisotilo ed hanno le stesse caratteristiche tecnologiche dell’amianto, pur non essendo regolamentate dal punto di vista normativo. Analizzate al microscopio elettronico (TEM), queste fibre presentano una struttura poligonale la cui forma atomica è identica al crisotilo, in cui le fibre si arrotolano in forma poligonale [12, 13], anziché avvolgersi a spirale.

Esistono differenze di struttura tra serpentino e anfiboli. Il primo è, infatti, costituito da fibre circonvolute, di lunghezza variabile fino a 5 cm e diametro compreso tra 0,7 e 1,5 μm , composte da subunità fibrillari tubulari disposte concentricamente e di diametro di 0,02 μm . Gli anfiboli sono invece costituiti da fibre rigide, rettilinee, anch’esse composte da subunità tra loro accostate e legate (diametro 0,01 μm), ma di lunghezza e diametro maggiori rispetto al crisotilo: rispettivamente fino a 8 cm e 3,5-4 μm [4].

Queste subunità consentono, pertanto, un frazionamento del fascio di fibre di amianto in modo longitudinale, fino a dividersi in unità elementari, mantenendo un rapporto lunghezza/diametro elevato; questa caratteristica risulta importante nel determinare la maggior nocività di questi materiali rispetto ad altri composti di natura fibrosa.

Tale peculiarità, infatti, non è comune ad altri materiali fibrosi quali le fibre minerali artificiali o MMMF (Man Made Mineral Fibers) utilizzate in sostituzione dell’amianto, che, al contrario, si frazionano in modo trasversale a livello delle fenditure di Griffith, conservando il diametro originale.

Si riportano, in tabella 2 i diametri delle principali fibre d’amianto, a confronto con i diametri di altre fibre (Selikoff, 1978) [14].

Tabella 2

TIPO DI FIBRE	DIAMETRO (μm)
Fibrille di crisotilo	0.02 - 0.04
Fibra di crisotilo	0.75 - 1.5
Fibrilla di anfiboli	0.1 - 0.2
Fibra di anfiboli	13 - 4.0
Fibra di vetro	1.0 - 5.0
Lana di roccia	4.0 - 7.0
Cotone	10
Lana	20 - 28
Nylon, rayon	7 - 7.5
Capello umano	40

Altra importante differenza è costituita dalla diversa biopersistenza, molto più lunga per le fibre di asbesto. A differenza delle fibre vetrose, che nei tessuti viventi si degradano in tempi relativamente brevi, l'amianto persiste nei tessuti per decenni.

In particolare, gli amianti anfibolici, che permangono nelle sedi di accumulo per tutta la vita dell'individuo, sono i cancerogeni più potenti per la pleura. La lunghissima biopersistenza rende l'amianto unico tra tutti gli agenti cancerogeni noti, anche alla luce delle attuali conoscenze in tema di cancerogenesi (processo a stadi multipli: iniziazione, stadio pre-neoplastico, promozione).

L'amianto è un materiale indistruttibile, resistente al calore, al fuoco, all'azione degli agenti chimici, allo stiramento ed all'attrito, molto flessibile, filabile, dotato di proprietà fonoassorbenti e termoisolanti. Queste caratteristiche, insieme al basso costo di lavorazione, ne hanno favorito l'impiego in diversi campi.

L'uso più massiccio è avvenuto nell'edilizia, soprattutto tra il 1960 e il 1980, sotto forma di manufatti in cemento-amianto (pannelli, tettoie e pavimenti); un minor utilizzo è stato quale materiale a spruzzo per termocoibentazioni (tipologia più soggetta a friabilità). In ambito industriale, invece, l'asbesto è stato utilizzato in diverse forme, come asbesto greggio, in fiocchi, filato; per produrre tessuti, nastri, trecce, corde, funi; in sostituzione di carta o cartone in lastre, tubi o manufatti in genere.

Indipendentemente dalla forma di utilizzo, la sua manipolazione è sempre fonte di dispersione nell'atmosfera di quantità più o meno rilevanti di fibre e, quindi, tutte le lavorazioni che ne hanno previsto l'uso possono essere considerate a rischio.

L'esposizione a fibre di amianto (professionale o non professionale) può determinare diversi effetti patogeni.

Rare sono le lesioni cutanee: si tratta di manifestazioni benigne che si presentano come aree circoscritte di spessa ipercheratosi intorno alla fibra di asbesto, circondata da infiltrato di cellule rotondeggianti e cellule giganti, tipiche da corpo estraneo [4].

Gli effetti patogeni più importanti si manifestano soprattutto a carico dell'apparato respiratorio, dovuti alla inalazione delle fibre aerodisperse. I primi riscontri di quadri clinici di patologie asbesto correlate risalgono all'inizio del 1900 quando Murray descrisse, nel corso di un esame autoptico, un quadro patologico correlato con esposizione ad amianto. Nel 1908 viene segnalata una forma di fibrosi polmonare interstiziale ricondotta a fibre d'amianto, e nel 1921 vengono descritti i primi quadri clinici non neoplastici coinvolgenti le pleure. Tuttavia, solo dopo il 1920 la letteratura ne riporta citazioni.

Cooke, nel 1924, descrive casi di fibrosi del polmone dovuta ad inalazione di "polvere d'asbesto" [15] e, nel 1927, definisce la patologia fibrotica interstiziale polmonare amianto-correlata, cosiddetta "asbestososi" [16]. Nello stesso anno viene pubblicata da Mc Donald, in ambito anatomo-patologico, il riscontro di "curiosi corpuscoli" nel polmone [17].

La descrizione del primo caso di tumore polmonare (carcinoma broncogeno) imputabile a inalazione di fibre d'amianto risale al 1935 [18, 19]; in Italia, nel 1955 [20]. Per quanto riguarda il mesotelioma maligno, i primi casi segnalati risalgono al 1940 [21, 22]. Il primo caso di "mesotelioma della pleura (sin) e del pericardio, con metastasi al polmone destro ed ai linfonodi retroperitoneali" in un "lavoratore dell'asbesto" è riportato da Mallory et al. nel 1947 [23].

Negli anni successivi sono stati descritti ulteriori casi [24-26]. Nel nostro paese i primi mesoteliomi da amianto, con una trattazione più approfondita delle patologie asbesto correlate, sono stati descritti da Vigliani nella seconda metà degli anni '60 [27-30].

La conferma definitiva del rapporto amianto/carcinoma e, in particolare, del rapporto amianto/fumo/carcinoma è stata acquisita nel 1950 con i lavori epidemiologici di Doll e Selikoff [24, 31]. Per quanto riguarda il nesso eziopatogenetico tra esposizione professionale a fibre d'amianto e mesotelioma pleurico se ne deve, nel 1960, a Wagner il riconoscimento grazie ad una dettagliata descrizione di casi riscontrati in soggetti esposti professionalmente in cave di amianto in Sud Africa [12, 25]. Il primo caso di mesotelioma peritoneale è descritto da Keal nel 1960 [32].

A livello internazionale l'esistenza di un potere cancerogeno dell'amianto sul polmone (carcinoma) e sulla pleura (mesotelioma) è stato definitivamente ed ufficialmente stabilito nel rapporto del Gruppo di Lavoro su Asbesto e Cancro sponsorizzato dalla Unione Internazionale Contro il Cancro, presentato nel 1964 alla Conference of the New York Academy of Sciences e pubblicato nel 1965 [31].

Nel 1973 l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) pubblica la prima monografia (revisionata nel 1977 [33]) dedicata all'amianto, inserendolo nell'elenco dei fattori certamente cancerogeni per l'uomo.

La pericolosità dell'amianto ha spinto molti paesi produttori e/o consumatori ad iniziative legislative per regolamentarne, e poi bandirne, l'estrazione, la lavorazione, l'uso e la commercializzazione.

In Italia, la prima indicazione legislativa di cancerogenicità del minerale è contenuta nella Circolare ministeriale n. 45 del 10/7/1986 (Piano di interventi e misure tecniche per la individuazione ed eliminazione del rischio connesso all'impiego di materiali contenenti amianto in edifici scolastici e ospedalieri pubblici e privati) [34], che riprende, nelle note introduttive, la definizione dell'Organizzazione Mondiale Sanità (OMS) per la quale è "riconosciuta l'impossibilità di individuare per l'amianto una concentrazione nell'aria che rappresenti un rischio nullo per la popolazione, date le proprietà cancerogene di questo inquinante". Tuttavia, già nel 1975, la Società Italiana di Medicina del Lavoro ed Igiene Industriale (SIMLII) e l'Associazione Italiana degli Igienisti Industriali (AIDII) avevano proposto una lista di Valori Limite Ponderati (VLP) per inquinanti chimici e particolati in ambiente di lavoro in cui compariva anche l'amianto: in particolare la crocidolite veniva inserita tra i cancerogeni di gruppo a), mentre i restanti tipi di asbesto nel gruppo b) [35].

Il d.lgs. n. 277/91 [5], che recepiva precedenti direttive comunitarie in materia, era finalizzato alla riduzione e al controllo dell'esposizione in tutte le attività produttive che utilizzavano, direttamente o indirettamente, amianto e nelle operazioni di rimozione o bonifica di ambienti o strutture in cui erano presenti materiali contenenti amianto.

La Legge n. 257/92 [36] ha definito le norme applicative per la cessazione dell'impiego dell'amianto; essa riguarda sia l'estrazione che l'importazione, commercializzazione, utilizzazione, produzione e smaltimento di tutti i tipi di amianto nonché dei prodotti che lo contengono.

Il capo III del d.lgs. n. 277/91 (Protezione dei lavoratori contro i rischi connessi all'esposizione ad amianto durante il lavoro) [5] è stato abrogato a decorrere dal 26/9/2006 con l'entrata in vigore del d.lgs. 25 luglio 2006 n. 257 [37], che inserisce il titolo VI bis (Protezione dei lavoratori contro i rischi connessi all'esposizione ad amianto) nel d.lgs. n. 626/94 [3].

1.2 PATOLOGIE AMIANTO CORRELATE

1.2.1 Quadri clinici delle patologie causate dall'amianto

L'inhalazione di fibre di asbesto, determina sull'apparato respiratorio, una serie di patologie riconducibili principalmente a reazioni fibrose diffuse e irreversibili a carico dell'interstizio polmonare e/o delle pleure e a degenerazioni tumorali maligne del polmone e delle stesse pleure. Nell'ambito delle patologie amianto-correlate si riconoscono, oltre ai quadri eziologici certi, altri per i quali la correlazione con l'esposizione è ancora in corso di approfondimento. Nel primo gruppo si possono annoverare, come riportato in tabella 3:

Tabella 3

1) PLEUROPATIE	Placche parietali
	Ispessimenti viscerali diffusi
	Versamenti recidivanti
	Atelettasie rotonde
2) PNEUMOPATIE	Alveolite asbestosica
	Fibrosi interstiziale diffusa (asbestosi)
3) NEOPLASIE	Carcinoma polmonare
	Mesotelioma (pleurico, peritoneale, pericardico, della tunica vaginale del testicolo)
	Carcinoma laringeo

Al secondo gruppo appartengono:

- carcinomi dell'apparato digerente (stomaco, colon, retto);
- tumori del tratto urinario, dell'ovaio, cerebrali.

Con riguardo a tutte le patologie di seguito descritte, è verosimile ritenere che esista una diversa reazione individuale alle varie noxae patogene e ciò spiega come, in presenza delle stesse concentrazioni di inquinante, solo alcuni soggetti si ammalino, o alcuni si ammalino in anticipo rispetto ad altri; da tali osservazioni deriva il concetto di "ipersuscettibilità individuale".

1.2.1.1. PLEUROPATIE

Placche Pleuriche

Le affezioni non maligne della pleura rappresentano oggi la più frequente e spesso unica alterazione radiologica riscontrabile nei soggetti con pregressa esposizione ad asbesto. Sebbene radiologicamente evidenti, non compromettono la funzionalità respiratoria se non in caso di estensione notevole per fenomeno costrittivo ("a corazza"). Queste affezioni della pleura colpiscono non solo i soggetti con elevata pregressa esposizione, ma anche quelli con esposizione cumulativa moderata, sia essa professionale o ambientale. La loro frequenza non è, pertanto, dose-dipendente: sono da ritenersi indicatori di pregressa esposizione, ma non di elevata pregressa esposizione. Le placche sono in genere formazioni dure, adese alla pleura laterale (o parietale), costituite da tralci di denso collagene avascolare, che possono a volte intrecciarsi "a cesto di vimini". Sono causate dallo stimolo cronico esercitato dalle fibre di amianto che giungono fino alla pleura, determinando la comparsa di ispessimenti diffusi sul foglietto viscerale o di placche pleuriche sul foglietto parietale, che con il trascorrere degli anni possono calcificare. Generalmente sono bilaterali, spesso multiple, a volte simmetriche e risparmiano gli apici. Un parametro importante è il tempo di latenza intercorso tra l'inizio dell'esposizione e l'insorgenza del danno pleurico. Possono comparire dopo circa una decina d'anni dall'inizio dell'esposizione. In genere non danno una sintomatologia clinica evidente e caratteristica; pertanto spesso rappresentano un reperto radiologico occasionale. A volte possono essere associate a sindrome disventilatoria restrittiva qualora siano estese oppure celino la presenza di asbestosi parenchimale pre-radiologica. Non sono lesioni pre-neoplastiche e non evolvono in mesotelioma [40].

Ispessimenti diffusi

Si manifestano in genere a carico della pleura viscerale e costituiscono spesso l'esito di pregressi versamenti non febbrili a risoluzione spontanea, di norma monolaterale con obliterazione del seno costofrenico [40]. L'ispessimento delle sole scissure interlobari è stato descritto come manifestazione isolata di pleuropatia viscerale da amianto [41].

Versamenti recidivanti

A volte colpiscono i lavoratori esposti sotto forma di pleuriti essudative, spesso con versamento ematico. Può porsi il problema diagnostico differenziale con il mesotelioma in fase iniziale o con neoplasie metastatizzate in pleura.

Atelettasie rotonde

Sono ispessimenti circoscritti della pleura viscerale coinvolgenti porzioni di parenchima sottopleurico che assumono l'aspetto di macronoduli di difficile diagnosi differenziale nei confronti di localizzazioni neoplastiche. Sono di riscontro notevolmente raro [42].

1.2.1.2. PNEUMOPATIE

Alveolite Asbestosica

La alveolite asbestosica, conseguenza del traumatismo sui setti interalveolari esercitato dalle fibre lunghe, è caratterizzata dalla comparsa negli spazi aerei di cellule desquamate degli epitelii alveolari, di macrofagi inglobanti le fibre e di eritrociti derivanti da microemorragie. Questi ultimi, fagocitati dai macrofagi, arricchiscono il citoplasma di emosiderina. I macrofagi a citoplasma carico di emosiderina vengono definiti “siderociti”.

Asbestosi polmonare parenchimale

Le lesioni asbestosiche iniziali si sviluppano eminentemente entro il “grosso interstizio” (setti interlobulari, connettivi peribronchiolari e perivascolari), ove decorrono le vie linfatiche, in forma di proliferazione fibroblastica e conseguente sclerosi connettivale. Queste lesioni sclerotiche interstiziali riducono l’elasticità del polmone e sono responsabili della precoce comparsa di una insufficienza ventilatoria di tipo restrittivo (riduzione consensuale di CV e FEV1). Negli spazi aerei le fibre di amianto vengono ricoperte dai macrofagi di materiale proteico contenente ferro (di origine emoglobinica) e assumono aspetti mono- e bi-clavati, talora con frammentazioni, divenendo “corpi ferruginosi” o “corpuscoli dell’asbestos”, che possono venire espulsi con l’espettorato insieme ai siderociti. L’aggravamento progressivo di tutte queste manifestazioni porta al quadro della asbestosi conclamata, definita come “fibrosi interstiziale diffusa e grave con interessamento pleurico e grave compromissione restrittiva della funzionalità respiratoria”.

Dal punto di vista clinico, sintomi e manifestazioni organiche e funzionali si evidenziano solamente dopo molti anni di esposizione (circa 10-15 anni dopo la prima esposizione), principalmente come dispnea da sforzo - che è anche il sintomo più precoce - accompagnata successivamente da tosse secca (umida per concomitanti quadri flogisitici). In casi avanzati l’insufficienza ventilatoria si accentua e può comparire cianosi (per ostacolo agli scambi alveolo-capillari dei gas respiratori).

La diagnosi di asbestosi precoce viene posta quando siano presenti sintomi soggettivi come tosse, dispnea più o meno grave, segni auscultatori costituiti da fini crepitazioni alle basi polmonari, siderociti e corpuscoli nell’espettorato e insufficienza ventilatoria restrittiva agli esami funzionali.

In fase precoce può essere già evidente anche una compromissione della diffusione alveolo-capillare dei gas, riconducibile, più che ad alterazioni anatomiche dei setti interalveolari, a turbe della perfusione da sclerosi dei connettivi periarteriolarli (grosso interstizio). Questo quadro può presentarsi quando ancora il radiogramma toracico appare normale o presenta modestissime alterazioni (accentuazione della trama polmonare a fine reticolazione).

Nelle fasi conclamate, accanto alla persistenza degli indicatori prima riferiti e a un progressivo aggravamento delle alterazioni funzionali (insufficienza ventilatoria restrittiva e alterazione della diffusione alveolo-capillare dei gas), compare via via più evidente il quadro radiografico, costituito da irregolari opacità lineari più marcate nelle zone basali e paracardiache, con reticolazione fine e immagini sovrapposte a reticolo più grossolano.

Il quadro radiografico è caratterizzato da opacità lineari irregolari. L’Ufficio Internazionale del Lavoro (ILO) di Ginevra ha elaborato una classificazione internazionale [43], riportata nella Tabella 4.

Tabella 4

Piccole opacità irregolari – ASBESTOSI (ILO, 1980)		
Tipo	s	strie di larghezza fino a 1.5 mm;
	t	strie di larghezza tra 1.5 e 3 mm;
	u	strie di larghezza superiore a 3 mm;
Densità	1	poco numerose (per unità di superficie);
	2	numerose (per unità di superficie);
	3	molto numerose (per unità di superficie);
Ispessimenti pleurici	Pt	ispessimenti semplici (pleural thickening);
	Pc	ispessimenti calcifici (pleural calcification);

Dal punto di vista della diagnosi differenziale, debbono essere prese in considerazione tutte le interstiziopatie, dalle quali, comunque, l’asbestosi si differenzia per i caratteristici reperti dell’espettorato. Il lavaggio broncoalveolare (BAL) in fibrobroncosopia permette di evidenziare sia la presenza di fibre e corpuscoli sia degli elementi cellulari tipici della alveolite asbestosica.

L’asbestosi è una patologia dose-dipendente in quanto l’effetto si produce solo se vengono inalate dal soggetto sufficienti quantità di fibre nel corso degli anni. Per quanto riguarda l’evoluzione della malattia, le manifestazioni asbestosiche polmonari compaiono dopo una latenza di vari anni dall’inizio dell’esposizione, ed evolvono progressivamente fino ai quadri più gravi in tempi relativamente lunghi (anni), ed entro certi limiti proporzionali alla quantità di polvere inalata. La diagnosi precocissima, permettendo l’immediato allontanamento dal rischio lavorativo, può evitare la comparsa delle lesioni maggiormente invalidanti, anche se non si ottiene un vero arresto evolutivo. Una possibile complicanza dell’asbestosi è il carcinoma polmonare. Il quadro terminale dell’asbestosi è quello dell’insufficienza respiratoria o cardiorespiratoria (cuore polmonare cronico).

1.2.1.3 NEOPLASIE

Tutte le patologie neoplastiche maligne da asbesto hanno aspetti istologici e quadri clinici simili a quelli delle analoghe forme di differente origine e dalle quali sono clinicamente indistinguibili. Si sottolinea quindi un concetto già espresso e valido per tutte le neoplasie professionali: nessuna caratteristica del tumore differenzia le forme di origine professionale dalle altre.

Neoplasia polmonare

Anche per la neoplasia polmonare è ormai chiaramente dimostrato, come si evince dalle pubblicazioni scientifiche, il nesso di causalità tra inalazione di fibre di amianto e patologia neoplastica. L’adenocarcinoma e gli altri principali tipi istologici di carcinoma broncogeno (spinocellulare, a piccole e a grandi cellule) possono essere correlati all’amianto: così come tutti i tipi di amianto, in modo più o meno attivo, si sono dimostrati capaci di produrre un tumore polmonare. Il carcinoma polmonare è, infatti, la più grave complicanza

dell'asbestosi. È stata dimostrata una relazione, con andamento lineare, tra la dose di fibre inalata e l'aumento del rischio di comparsa di neoplasia polmonare; tuttavia, non è possibile definire un valore "soglia" al di sotto del quale l'effetto cancerogeno non si realizza. È noto anche l'effetto sinergico tra fumo ed amianto secondo un modello moltiplicativo, per cui l'entità del rischio che deriva dalla contemporanea presenza dei due fattori risulta superiore alla somma degli effetti prodotto da ciascuno di essi, singolarmente considerato [44].

Mesotelioma

Il mesotelioma, rara neoplasia che insorge dal rivestimento sieroso delle cavità pleurica, peritoneale, del pericardio e della tunica vaginale testicolare, è il tumore più frequentemente associato all'esposizione ad amianto. Secondo la valutazione del Registro nazionale mesoteliomi "la percentuale dei casi di mesotelioma, quindi per i quali l'analisi anamnestica ha rilevato una esposizione ad amianto, è pari al 77%. Questo indicatore risulta dipendente dalle modalità di rilevazione dell'esposizione. Se, infatti, viene stimato limitatamente ai soli casi per i quali è disponibile una intervista diretta risulta pari al 83% e raggiunge l'89% se ulteriormente limitato ai casi di mesotelioma pleurico negli uomini" [45].

La sede più frequente di insorgenza è quella pleurica (90%), seguita da quella peritoneale (6-10%); assai più rari sono i mesoteliomi pericardici (< 2%) e della tunica vaginale del testicolo (< 0,5%) [59].

Mesotelioma pleurico

Dal punto di vista clinico il tumore si manifesta inizialmente con dolori toracici aspecifici, cui si possono associare versamenti pleurici ematici di lieve entità, dispnea ingravescente, già comparsa nelle settimane o mesi precedenti, accompagnata spesso da tosse. Frequentemente il paziente, generalmente maschio (M:F = 3:1) oltre la quinta decade di vita, denuncia perdita di peso e profonda astenia. Con l'evoluzione e la progressiva estensione della neoplasia, il quadro sintomatologico è quello tipico della insufficienza respiratoria restrittiva legata ai sintomi di compressione polmonare. La crescita tumorale, infatti, comporta, nelle fasi avanzate, la sostituzione dei foglietti pleurici con una spessa cotenna neoplastica che ostacola l'espansione polmonare. La malattia è localmente aggressiva ed invade le strutture intratoraciche, anche se sembrano aumentare le segnalazioni di localizzazioni a distanza [72]. La prognosi è infausta: numerose pubblicazioni riportano una media di sopravvivenza tra i 4 ed i 18 mesi [73-76].

La diagnosi di mesotelioma non è semplice a causa del suo estremo polimorfismo istologico. Poiché nei cavi pleurico e peritoneale, oltre al mesotelioma, si localizzano spesso metastasi di tumori primitivi situati in organi anche lontani che possono restare clinicamente silenti, il momento diagnostico-differenziale è molto impegnativo. La clinica, inoltre, non è patognomonica né consente, poiché tardiva, una diagnosi precoce. L'approccio diagnostico di questa neoplasia non può, dunque, prescindere da una azione collaborativa di diverse figure specialistiche e dall'ausilio di più tecniche strumentali. Una diagnosi certa di mesotelioma può essere formulata soltanto dopo esame istologico compiuto su materiale abbondante, corredato dall'esecuzione di un appropriato panel di esami immunoistochimici (filamenti intermedi - citocheratine e vimentina; glicoproteine epiteliali - CEA, BG8, Ber-EP4, B72.3, LueM1, HMF-G2, EMA; antigeni mesoteliali - HMBE-1, Calretinina, Trombomodulina) e dopo un'accurata indagine sui principali organi o apparati, che permetta di escludere con sicurezza ogni altro possibile tumore primitivo. Quando manchi l'esame istologico o si disponga soltanto di accertamenti citologici su liquido di versamento (spesso falsamente negativi), o istologici su scarso materiale (agobiopsia), o radiologici, la diagnosi di mesotelioma deve essere limitata al livello di "probabilità" o "possibilità" [77].

In generale per i mesoteliomi, al contrario di quanto invece esposto per i tumori polmonari, non esiste sinergismo con il fumo di sigaretta. Si segnala, invece, la possibilità di esposizione ad asbesto nel passato (anni '50) per i fumatori di alcuni tipi di sigarette con filtro, per il contenuto di fibre di amianto nei filtri stessi [78].

Dai dati forniti dal Registro Mesoteliomi della Lombardia [59] si evincono per il mesotelioma pleurico i seguenti tassi di incidenza:

- Incidenza del Mesotelioma pleurico in Italia (popolazione standard Italia 1991)
Tasso Italia (1997) 2.0/100.000
- Incidenza del Mesotelioma pleurico in Lombardia (popolazione standard Italia 1991)
Tasso Lombardia (2000) 2.4/100.000

Mesotelioma peritoneale

Il mesotelioma peritoneale è più raro di quello pleurico. Il motivo con cui si spiega l'insorgenza della neoplasia in tale sede anatomica è correlato al fatto che le fibre inalate passano nell'interstizio polmonare raggiungendo il peritoneo attraverso le vie linfatiche drenanti. In particolare, il mesotelioma a sede peritoneale, che può insorgere successivamente ad una localizzazione pleurica oppure, evenienza ancora più rara, come primitivo, è spiegabile col fatto che esistono vie linfatiche transdiaframmatiche che collegano il cavo pleurico con quello peritoneale. Inoltre, la comparsa di mesotelioma peritoneale sembra essere correlata a livelli di esposizione più alti rispetto a quanto riscontrato nel caso di mesotelioma pleurico.

Mesotelioma pericardico

Il mesotelioma maligno del pericardio rappresenta una forma primitiva rara. Non è sede frequente di mesoteliomi da amianto perché è isolato anatomicamente dalla pleura ed è dotato di una propria rete linfatica. Studi sperimentali hanno evidenziato, tuttavia, connessioni pleura-pericardio che possono ben spiegare la trasmigrazione di fibre in questa cavità sierosa e la successiva comparsa del tumore [79, 80]. Il pericardio può essere anche coinvolto da neoplasie toraciche per contiguità.

Mesotelioma della tunica vaginale del testicolo

Il mesotelioma maligno della tunica vaginale del testicolo rappresenta una delle forme più rare tra i tumori primitivi del mesotelio, con soli circa 90 casi descritti a livello internazionale a partire dal 1957, anno della prima segnalazione [81]. Può manifestarsi a tutte le età ma, più frequentemente, tra i 55 ed i 75 anni [82], e si presenta come tumefazione scrotale monolaterale, dura, non dolente, spesso associata ad idrocele [83, 84]. Anche nella genesi di questo raro tumore maligno, come per i mesoteliomi pleurici e peritoneali, l'esposizione ad amianto viene considerata un importante fattore di rischio [82-94]. Il primo caso di mesotelioma della tunica vaginale del testicolo in paziente esposto descritto in letteratura risale al 1976 [85]. Da una recente revisione dei dati presenti risulta documentabile un'esposizione significativa ad asbesto in una percentuale variabile tra il 23 e il 41% dei casi di questo tumore [95]. Tra gli altri possibili fattori causali segnalati per la localizzazione al testicolo occorre ricordare le radiazioni ionizzanti [96], i traumi localizzati e i pregressi interventi di erniotomia inguinale [83, 97-99]. La prognosi è infausta e la sopravvivenza è difficilmente superiore ai 2 anni dal momento della diagnosi [82]; sono, tuttavia, descritti alcuni casi con decorso di malattia più lungo (fino a 13 anni) [90], caratterizzati dall'aver beneficiato di diagnosi ed intervento di orchietomia in fase precocissima.

Mesotelioma: l'ipotesi di nuovi marker diagnostici

Come già sopra ricordato la diagnosi di mesotelioma non è semplice a causa del suo estremo polimorfismo istologico, del problema della difficile diagnosi differenziale con altri tumori, del fatto che il quadro clinico che lo contraddistingue non è patognomonico né consente una diagnosi precoce; per tale motivo la diagnosi di questa neoplasia viene spesso formulata dopo accertamenti effettuati in più stadi. Per contrastare l'incertezza diagnostica ed accorciare i tempi della diagnosi, ai fini dell'aumento quali-quantitativo della vita del paziente affetto da mesotelioma negli ultimi anni sono stati sviluppati dei nuovi sistemi diagnostici basati su marker: tra questi i più noti sono la mesotelina e l'osteopontina.

Le proteine solubili mesotelina-correlate (SMRP), usate come marker sierico di mesotelioma maligno, e l'osteopontina, i cui livelli sierici sembrerebbero essere elevati nei pazienti affetti da mesotelioma, infatti, sono state recentemente oggetto di numerosi studi internazionali.

Tuttavia gli studi, soprattutto del tipo caso-controllo, hanno dato risultati contrastanti circa la possibile applicabilità di questi markers in ambito clinico. Mentre in alcuni, infatti, si asserisce che questi markers possano essere utili nella diagnosi e addirittura nella stadiazione, nella valutazione della prognosi o nel monitoraggio della terapia dei casi di mesotelioma [100-106], in altri, invece, si nega la loro reale utilità, soprattutto per la bassa specificità del sistema di rilevazione e per la presenza di fattori di confondimento, e vi si auspica la realizzazione di ulteriori studi a conferma di questi nuovi sistemi di diagnosi/monitoraggio della malattia [107-109].

Mesotelioma: il problema delle fibre ultrafini

Recentemente in ambito scientifico si è discusso in merito alla dimensione delle fibre di amianto nella genesi delle diverse patologie correlate a questo minerale ed in particolare sul ruolo eziopatogenetico delle fibre ultrafini nello sviluppo del mesotelioma [66, 110-116].

In particolare, secondo quanto descritto da alcuni autori, tra cui G. Chiappino in un recente articolo, l'amianto quando manipolato o sollecitato meccanicamente disperde nell'atmosfera una miscela di fibre, tra loro in proporzioni non costanti, suddivisibili schematicamente in grandi, medie e ultrafini (diametro molto inferiore a 1 µm e lunghezza inferiore a 5 µm). Quando le fibre medie e ultrafini inalate raggiungono gli alveoli polmonari provocano l'asbestosi ed il carcinoma polmonare, ma soltanto le ultrafini riescono anche a passare dal polmone alla pleura (superamento della barriera polmone pleura, passaggio con il flusso del liquido lubrificante la pleura verso gli stomi di riassorbimento del liquido, concentrazione nei pressi degli stomi, irritazione cronica, reazione sclerosata, risposta neoplastica) ove provocano manifestazioni benigne o, nei soggetti suscettibili, il mesotelioma maligno. Secondo Chiappino sembrerebbe, quindi, che il vero agente causale del mesotelioma sia la quota ultrafine delle fibre inalate, che si concentrerebbe negli stomi di riassorbimento linfatico a livello della pleura parietale.

Tali conclusioni, tuttavia, non sono state universalmente condivise nel mondo scientifico. In particolare, alcuni autori esprimono particolare cautela nell'escludere alcuni tipi di fibre inalate in base alla loro lunghezza per quanto riguarda il contributo al potenziale sviluppo di patologia amianto-correlata [111, 113, 115, 116]. Peraltro, anche Suzuki nelle sue recenti pubblicazioni sostiene un ruolo di "contributo" e non di esclusività delle fibre con lunghezza uguale o inferiore a 5 µm e di spessore uguale o inferiore a 0,25 µm nello sviluppo del mesotelioma [117, 118].

Diversi autori, infine, concordano nel sostenere l'assoluta importanza della prevenzione primaria. È ampiamente documentato il fatto che evitando l'esposizione a fibre di amianto, indipendentemente dalle dimensioni, si ha un'efficace riduzione del rischio. Già il d.P.R. n. 303 del 19 marzo 1956 all'art. 21 [119] disponeva una serie di azioni, a carico dei datori di lavoro, al fine di impedire o ridurre lo sviluppo e la diffusione di polveri di qualunque specie nell'ambiente di lavoro, adottando procedimenti lavorativi in apparecchi chiusi, ovvero muniti di sistemi di aspirazione e di raccolta delle polveri, atti ad impedirne la dispersione.

Il Registro Mesoteliomi

I rilevanti problemi di natura sociale, economica e di organizzazione della sanità pubblica generati dalla gestione dei casi di mesotelioma hanno portato gli organi legislativi ad inserire già nell'ora abrogato d.lgs. 277/91 (art. 36) [5] e nel d.lgs. 626/94 (art. 71 e 59 septiesdecies) [3] norme che rendono obbligatoria la registrazione dei casi di mesotelioma in un apposito Registro Nazionale (ReNaM) istituito presso l'Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro (ISPESL). Con il DPCM n. 308 del 31 dicembre 2002 (G.U. del 7 febbraio 2003, n. 31) [120], emanato ai sensi dell'art. 36, comma 3, del d.lgs. 277/91 [5], viene adottato il regolamento per la determinazione del modello e delle modalità di tenuta di detto Registro. Tale norma individua gli organi regionali presenti sul territorio (Centri Operativi Regionali – COR) che si occupano della ricerca attiva dei casi. Gli obiettivi del Registro Nazionale sono la stima dell'incidenza dei casi di mesotelioma maligno in Italia, la valutazione degli effetti dell'avvenuto uso industriale dell'amianto (analisi dell'impatto e della diffusione della patologia per pianificare interventi di prevenzione), riconoscimento di inattese o sconosciute fonti di contaminazione, promozione di progetti di ricerca. Le informazioni che per ciascun caso di mesotelioma devono essere riportate al Registro sono: dati anagrafici del paziente; sede anatomica del tumore; data, modalità e ente sede della diagnosi; storia lavorativa; notizie sui congiunti con esposizione certa o probabile; notizie su stabilimenti per la produzione e/o la lavorazione di manufatti in amianto ubicati in prossimità dell'abitazione; fonti dell'informazione. La Regione Lombardia, con d.g.r. n. VI/36754 del 12 giugno 1998, ha istituito il Registro Regionale dei Mesoteliomi presso la Clinica del Lavoro "Luigi Devoto" in via San Barnaba n. 8 – 20122 Milano (Telefono 02-50320138; fax: 02-50320139; e-mail: Registro.Mesoteliomi@unimi.it), soggetto cui è stato assegnato il compito di centralizzare tutti i nuovi casi di certo o sospetto mesotelioma (pleurico, peritoneale, pericardico, della tunica vaginale testicolare) diagnosticati nella regione. Il Registro Regionale ha il compito di trasmettere i casi al Registro Nazionale dei Mesoteliomi. A tale centro pervengono le segnalazioni, tramite apposita modulistica (allegato 1: modulo di segnalazione), di tutti i casi di mesotelioma della pleura, del peritoneo, della tunica vaginale del testicolo, diagnosticati a partire dal 1° gennaio 2000 (secondo quanto disposto dall'art. 2, comma 4, del predetto D.P.C.M. [120]) indipendentemente dall'eziologia.

Carcinoma laringeo

Viene segnalata in letteratura la correlazione tra esposizione ad amianto e manifestazione di tumori della laringe. Sebbene, infatti, il carcinoma laringeo veda come cause principali il consumo voluttuario di tabacco ed alcool, anche l'esposizione professionale ad amianto è riconosciuta quale causa [121-123]. Tale patologia è classificata nel D.M. 27/4/2004, nella lista II contenente malattie la cui origine lavorativa è di limitata probabilità [124].

1.2.1.4 PATOLOGIE DA AMIANTO DUBBIE

Tra queste segnaliamo:

- carcinomi dell'apparato digerente (stomaco, colon, retto),
- tumori del tratto urinario, dell'ovaio, cerebrali.

L'aumento della frequenza per queste malattie nei lavoratori esposti a polveri di asbesto è, comunque, molto inferiore rispetto a quello descritto per i tumori polmonari ed è a tutt'oggi oggetto di studi per una migliore comprensione dei meccanismi che lo determinano [121, 125-130].

1.3 ADEMPIMENTI MEDICO LEGALI IN CASO DI RISCONTRO DI PATOLOGIE PROFESSIONALI AMIANTO CORRELATE – BREVE EXCURSUS

L'obbligo di referto/denuncia si configura quando il medico acquisisca e verifichi dati sufficienti a stabilire l'esistenza di un danno causalmente correlato ad un'attività lavorativa. In caso di malattia professionale sono perseguibili d'ufficio i delitti di omicidio colposo (art. 589 c.p.) e lesioni personali colpose (art. 590 c.p.) gravi o gravissime, come definite all'art. 583 c.p.. In particolare sull'obbligo di referto, l'art. 365 c.p. dispone che "chiunque, avendo nell'esercizio di una professione sanitaria prestato la propria assistenza od opera in casi che possono presentare i caratteri di un delitto per il quale si debba procedere d'ufficio, omette o ritarda di riferirne all'Autorità indicata nell'art. 361, è punito con la multa fino a lire un milione (euro 516)". Le modalità ed i destinatari, Autorità Giudiziaria o organo di Polizia Giudiziaria (ASL) a cui indirizzare il referto, sono stabilite dall'art. 334 c.p.p.

L'art. 139 del d.P.R. 1124/65 [131] rende "obbligatoria per ogni medico, che ne riconosca l'esistenza, la denuncia delle malattie professionali, che saranno indicate in un elenco da approvarsi con decreto del Ministro per il Lavoro e la Previdenza Sociale di concerto con quello per la Sanità, sentito il Consiglio Superiore di Sanità". L'art. 26, comma 46, del d.lgs. 758/94 [132] regola l'omissione della denuncia ex art. 139 del d.P.R. 1124/65 [131]. I destinatari della denuncia sono: la Direzione Provinciale del Lavoro, l'ASL competente per il territorio ove è situata l'azienda, l'INAIL competente in base al domicilio dell'assicurato.

Recentemente Regione Lombardia, ASL ed INAIL hanno concordato un modello unico di segnalazione delle malattie professionali [133], che può essere usato vantaggiosamente non solo come denuncia ex art. 139 del d.P.R. 1124/65 [131], ma anche come referto ex art. 365 c.p. Tale modello (Allegato 2) non è fruibile come certificato medico di malattia professionale, che, invece, è da compilare e da consegnare al lavoratore, come previsto, e precisato nei contenuti, dall'art. 53 del d.P.R. 1124/65 [131].

Per quanto riguarda gli elenchi delle malattie professionali, l'ultimo aggiornamento è contenuto nel D.M. 27 aprile 2004 [124]. Tale decreto contiene in allegato tre liste:

- lista I, contenente malattie la cui origine lavorativa è di elevata probabilità;
- lista II, contenente malattie la cui origine lavorativa è di limitata probabilità;
- lista III, contenente malattie la cui origine lavorativa è possibile.

Nella Tabella 5 si riporta un estratto delle sopra citate liste riguardanti il fattore di rischio amianto.

Tabella 5

LISTA I		
AGENTI	MALATTIE	CODICE IDENTIFICATIVO
ASBESTO	MESOTELIOMA PLEURICO	I.4.03.C45.0
	MESOTELIOMA PERCARDICO	I.4.03.C45.2
	MESOTELIOMA PERITONEALE	I.4.03.C45.1
	MESOTELIOMA TUNICA VAGINALE DEL TESTICOLO	I.4.03.C45.7
	TUMORI DEL POLMONE	I.4.03.C34
LISTA II		
AGENTI	MALATTIE	CODICE IDENTIFICATIVO
ASBESTO	TUMORE DELLA LARINGE	II.6.03.C32
LISTA III		
AGENTI	MALATTIE	CODICE IDENTIFICATIVO
ASBESTO	TUMORI GASTROENTERICI	-

1.4 STORIA E ATTUALITÀ DELLA SORVEGLIANZA SANITARIA DEI SOGGETTI PROFESSIONALMENTE ESPOSTI AD AMIANTO IN ITALIA

La "sorveglianza sanitaria" si esplica nell'esame medico periodico dei lavoratori esposti a un determinato agente nocivo presente nell'ambiente di lavoro allo scopo di evidenziare alterazioni precoci dello stato di salute in fase pre-clinica. Si attua attraverso esami clinici e strumentali in grado di valutare effetti dannosi precoci a livello degli organi critici [4]. Secondo quanto previsto dall'art. 16 del d.lgs. 626/94, la sorveglianza sanitaria prevede sia accertamenti preventivi, intesi a constatare l'assenza di controindicazioni al lavoro cui i lavoratori sono destinati, che accertamenti periodici per controllare lo stato di salute dei lavoratori, utili ad esprimere il giudizio di idoneità alla mansione specifica [3].

L'assicurazione obbligatoria per le malattie professionali nasce con il Regio Decreto 17 agosto 1935-XIII, n. 1765 [134]. L'estensione di tale assicurazione alla silicosi ed all'asbestosi è stabilita con Legge 12 aprile 1943-XXI n. 455 [135] "Estensione dell'assicurazione obbligatoria contro le malattie professionali alla silicosi ed all'asbestosi". Tale normativa prevedeva, all'art. 5 comma 1, che "i lavoratori addetti alle lavorazioni di cui all'art. 1 comma 1 devono sottoporsi a cura e spese del datore di lavoro, a visita medica al momento dell'assunzione ed a visite successive periodiche (*omissis*) – ferme le disposizioni dell'art. 6 del Regolamento generale per l'igiene del lavoro e le norme del D.M. 20 marzo 1929-VII". L'assicurazione obbligatoria per le malattie professionali, pertanto, viene estesa alle lavorazioni citate nella annessa tabella che prevede, nel caso di asbestosi anche associata a tubercolosi, lavorazioni del tipo "estrazione e successive lavorazioni dell'amianto nelle miniere e nelle manifatture, compresa anche la lavorazione del cemento amianto".

Il R.D. 14 aprile 1927 – V, n. 530-n.809 [136] indicava già, all'art. 6, che "(*omissis*) i lavoratori dovranno essere visitati da un medico competente: a) prima della loro ammissione al lavoro per constatare se abbiano i requisiti speciali di resistenza all'azione degli agenti nocivi alla cui influenza devono esporsi; b) successivamente, a periodi da indicarsi nello stesso elenco, per constatare il loro stato di salute".

Il d.P.R. 20 marzo 1956 n. 648 “Norme modificatrici della Legge 12 aprile 1943 n. 455 sull’assicurazione obbligatoria contro la silicosi e l’asbestosi” [137] ha successivamente modificato l’art. 5 della Legge del 12 aprile 1943-XXI n. 455 prevedendo (art. 2) che i lavoratori debbano essere sottoposti a visita medica da parte del medico di fabbrica prima di essere adibiti alle lavorazioni e comunque non oltre 5 giorni da quello in cui sono stati adibiti alle lavorazioni stesse. Detti accertamenti devono essere ripetuti ad intervalli non superiori ad un anno sempre a cura e spese del datore di lavoro. La presente disposizione legislativa rinnova anche la tabella delle lavorazioni per le quali è obbligatoria l’assicurazione contro la silicosi e l’asbestosi prevedendo per i casi di asbestosi anche associati a tubercolosi delle ulteriori lavorazioni quali “estrazione e successive lavorazioni dell’amianto nelle miniere; lavori nelle manifatture e lavori che comportano impiego ed applicazione di amianto e di materiali che lo contengono o che comunque espongano ad inalazione di polvere di amianto”.

Indicazioni precise circa le modalità ed i contenuti della visita medica vengono approvati con il d.P.R. 21 luglio 1960 n. 1169 “Approvazione delle norme regolamentari per l’attuazione della Legge 12 aprile 1943, n. 455, modificata con Decreto 20/03/1956 n. 648, sull’assicurazione obbligatoria contro la silicosi e l’asbestosi” [138], in cui all’art. 4 si stabilisce che la visita medica deve comprendere, oltre all’esame clinico, anche una radiografia del torace comprendente l’intero ambito polmonare o un esame schermografico. Tutte le informazioni riguardanti il lavoratore sono riportati dal medico di fabbrica su relativa “scheda personale” (art. 6).

Tali dettati vengono ripresi dal Testo Unico delle disposizioni per l’assicurazione obbligatoria contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali (Decreto Presidente Repubblica 30 giugno 1965, n. 1124) [131], il quale, all’art. 157 ribadisce, negli esposti ad amianto, la necessità dell’esecuzione di una visita medica annuale corredata da esame radiografico del torace (art. 160). Il Decreto del Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale del 21 gennaio 1987 [139] ha sostituito per gli esposti ad amianto l’esecuzione annuale della radiografia del torace con la ricerca di almeno 3 dei seguenti indicatori: corpuscoli dell’asbesto nell’espessorato, siderociti nell’espessorato, rantolini crepitanti basilarli molto fini e persistenti nel tempo, insufficienza ventilatoria restrittiva, compromissione della diffusione alveolo capillare.

Il d.P.R. 1124/65 contiene un aggiornamento dell’elenco delle malattie per le quali è obbligatoria la denuncia ai sensi e per gli effetti dell’art. 139 del citato Testo Unico, tra cui l’asbestosi.

La tabella delle malattie professionali nell’industria e nell’agricoltura contenuta nel d.P.R. 1124/65 ha subito negli anni varie integrazioni e modificazioni (d.P.R. 13 aprile 1994, n. 336 e Decreto del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali 27 aprile 2004) [124, 140].

Nell’ambito del controllo sanitario previsto dall’art. 29 del d.lgs. n. 277 del 15/08/1991 [5], che richiama espressamente il d.P.R. 1124/65 [131] e il D.M. 21 gennaio 1987 [139], “il datore di lavoro in conformità al parere del medico competente, adotta, se necessario, misure preventive e protettive per singoli lavoratori, sulla base delle risultanze degli esami clinici effettuati. Tali misure possono comprendere l’allontanamento anche temporaneo del lavoratore interessato da qualsiasi esposizione all’amianto”. Al comma 4 del citato articolo viene introdotta la “necessità di sottoporsi ad accertamenti sanitari anche dopo la cessazione dell’attività che comporta esposizione alla polvere proveniente dall’amianto o dai materiali contenenti amianto”.

Questo articolo è stato recentemente abrogato dal d.lgs. 626/94 [37] che, all’art. 59-quinquiesdecies, prevede in materia di sorveglianza sanitaria per i lavoratori esposti ad amianto, quanto segue:

“1. Fermo restando l’articolo 59-quinquies, comma 2, i lavoratori esposti ad amianto sono sottoposti alla sorveglianza sanitaria di cui all’articolo 16.2.

2. La sorveglianza sanitaria viene effettuata:

- a) prima di adibire il lavoratore alla mansione che comporta esposizione;*
- b) periodicamente, almeno una volta ogni tre anni o con periodicità fissata dal medico competente con adeguata motivazione riportata nella cartella sanitaria, in funzione della valutazione del rischio e dei risultati della sorveglianza medica;*
- c) all’atto della cessazione dell’attività comportante esposizione, per tutto il tempo ritenuto opportuno dal medico competente;*
- d) all’atto della cessazione del rapporto di lavoro ove coincidente con la cessazione dell’esposizione all’amianto. In tale occasione il medico competente deve fornire al lavoratore le eventuali indicazioni relative alle prescrizioni mediche da osservare ed all’opportunità di sottoporsi a successivi accertamenti.*

3. Gli accertamenti sanitari devono comprendere almeno l’anamnesi individuale, l’esame clinico generale ed in particolare del torace, nonché esami della funzione respiratoria.

4. Il medico competente, sulla base dell’evoluzione delle conoscenze scientifiche e dello stato di salute del lavoratore, valuta l’opportunità di effettuare altri esami quali la citologia dell’espessorato, l’esame radiografico del torace o la tomografia a emissione di positroni”.

Inoltre, visto quanto espressamente previsto dall’art. 59-sexiesdecies del d.lgs 626/94, in particolare dal comma 2, “il datore di lavoro iscrive i lavoratori esposti nel registro di cui all’art. 70, comma 1” del d.lgs 626/94 (D.M. 12 luglio 2007 n. 155 “Regolamento attuativo dell’art. 70, comma 9, del Decreto Legislativo 19 settembre 1994 n. 626. Registri e cartelle sanitarie dei lavoratori esposti durante il lavoro ad agenti cancerogeni”) [141]. Tale registro deve essere trasmesso, su richiesta, all’ISPESL e all’organo di vigilanza.

Alla cessazione del rapporto di lavoro, il datore di lavoro trasmette all’ISPESL la cartella sanitaria e di rischio del lavoratore interessato, unitamente alle annotazioni individuali contenute nel registro di cui al comma 2 dell’art. 59-sexiesdecies del d.lgs. 626/94.

1.5 REGISTRO ESPOSTI ED EX ESPOSTI AD AMIANTO - PROTOCOLLO OPERATIVO PER LA LORO SORVEGLIANZA SANITARIA

Con d.d.g. n. 4972 del 16 maggio 2007 “Istituzione del Registro dei lavoratori esposti ed ex esposti all’amianto e adozione del protocollo operativo per la loro sorveglianza sanitaria presso le ASL previsti dalla d.g.r. VIII/1526 del 22 dicembre 2005”, pubblicato sul BURL Se.O. n. 24 dell’11 giugno 2007, [142], Regione Lombardia ha stabilito che:

“a) venga istituito, presso le ASL, il “registro dei lavoratori esposti o ex esposti all’amianto” secondo le modalità previste dall’Allegato A del medesimo d.d.g.;

b) venga adottato dalle ASL il protocollo operativo per la sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti o ex esposti secondo le modalità previste dal medesimo Allegato A, (omissis)”.

Il medesimo d.d.g., in allegato A, ha definito e classificato, al punto 3, i soggetti esposti o ex esposti ad amianto in base ad otto caratteristiche inserendo i soggetti in classe ad alta o bassa esposizione come riportato in Tabella 6 (Tabella 1 dell’Allegato A [142]).

Tabella 6 - Caratteristiche dell'esposizione.

Intensità	Alta	Media	Bassa
Frequenza/Tempo	Continua lunga	Continua breve	Saltuaria
Tipo/Causa	Professionale		Familiare

Il parametro "Intensità" è così valutato:

- **Alta:** per esposizioni > 100 fibre/litro o in mancanza di misurazioni dirette per lavoratori che, per la specifica mansione svolta, utilizzavano o manipolavano amianto come materia prima o manufatti/materiali che per il contenuto di amianto o le modalità di impiego comportano un elevato rilascio di fibre di amianto (esposizione diretta). A titolo esemplificativo si segnalano i materiali riportati in 7 (Tabella 2 dell'Allegato A [138]) ai paragrafi a), b), c), d), e).
- **Media:** per esposizioni tra 20 fibre/litro e 100 fibre/litro o in mancanza di misurazioni dirette per lavoratori che, per la specifica mansione svolta, non utilizzavano personalmente materiali o manufatti contenenti amianto, ma che operavano in ambienti in cui materiali in amianto ad elevato rilascio di fibre, così come individuato al punto precedente, erano utilizzati da altri colleghi (esposizione indiretta).
- **Bassa:** per esposizioni < 20 fibre/litro o in mancanza di misurazioni dirette per lavoratori che operavano in ambienti in cui non era previsto l'utilizzazione dell'amianto, ma vi era presenza di coibentazioni o rivestimenti di impianti o strutture con materiali contenenti amianto (esposizione generica).

Rientrano in questo parametro anche i lavoratori, con esposizione diretta o indiretta, che operavano con materiali a basso rilascio di amianto; a titolo esemplificativo si segnalano i materiali riportati in tabella 7 (Tabella 2 dell'Allegato A [142]) ai paragrafi f), g).

Il parametro "Frequenza/Tempo" viene così valutato:

- **Continua lunga:** una esposizione diretta o indiretta di 10 anni per mansioni che prevedevano lavorazioni continue con manufatti o materiali contenenti o in ogni caso una esposizione generica protratta per almeno 20 anni.
- **Continua breve:** una esposizione diretta o indiretta superiore a 3 anni o una esposizione generica superiore a 10 anni.
- **Saltuaria:** una esposizione occasionale in ambienti con lavorazioni di manufatti o materiali contenenti amianto o in ambienti con presenza di coibentazioni-rivestimenti di impianti o strutture con materiali contenenti amianto (esposizione diretta, indiretta o generica fino ad un massimo di 20 giorni/anno).

Rientrano comunque in questa casistica i lavoratori con esposizioni inferiori ai periodi indicati per la valutazione della tipologia "Continua breve".

Il parametro "Tipo/Causa" viene così valutato:

- **Professionale:** esposizione connessa all'espletamento di mansione/professione;
- **Familiare:** esposizione per manipolazione di indumenti, strumenti o materiali di soggetti esposti professionalmente (esempio spazzolatura tute).

Tabella 7 - Principali tipi di materiali contenenti amianto in ordine approssimativo di potenziale rilascio delle fibre.

TIPO DI MATERIALE	NOTE	FRIABILITÀ
a) Ricoprimenti a spruzzo e rivestimenti isolanti.	Fino all'85% circa di amianto. Spesso anfiboli, prevalentemente amosite, spruzzata su strutture portanti di acciaio. Per i rivestimenti di tubazioni: tutti i tipi di amianto talvolta in miscela al 6-10% con silicati e/o carbonati di calcio. In tele, feltri, imbottiture in genere al 100%.	Elevato potenziale di rilascio di fibre se i rivestimenti non sono ricoperti con strato sigillante uniforme ed intatto.
b) Pennellature e blocchi isolanti. Materiali compositi. Densità diverse.	Talvolta crocidolite. Nel passato 15-40% amosite o miscele amosite-crisotilo.	Possono essere molto friabili. I tipi meno friabili possono generare polveri fibrose per i comuni interventi meccanici.
c) Funi, corde e tessuti.	In passato sono stati usati tutti i tipi di amianto. Più recentemente solo crisotilo al 100%.	Probabilità di rilascio di fibre quando grandi quantità di materiale vengono immagazzinati.
d) Cartoni, carte e prodotti affini.	Generalmente solo crisotilo al 100%.	Sciolti o maneggiati, carte e cartoni non hanno una struttura molto compatta e sono soggetti a facili abrasioni ed a usura e quindi al rilascio di fibre.
e) Prodotti in cemento-amianto.	Generalmente 10-15% di amianto, prevalentemente crisotilo. Crocidolite ed amosite sono stati usati per alcuni tipi di tubi.	Possono rilasciare fibre se abrasati, segati, perforati o spazzolati, oppure se deteriorati.
f) Prodotti in cemento-amianto.	Generalmente 10-15% di amianto, prevalentemente crisotilo. Crocidolite ed amosite sono stati usati per alcuni tipi di tubi.	Improbabile rilascio di fibre se in buono stato di conservazione ed usati senza le sopra citate lavorazioni.
g) Prodotti bituminosi, mattonelle di vinile con intercapedini di carta in amianto, mattonelle e pavimenti vinilici, PVC e plastiche rinforzate, ricoprimenti e vernici, mastici sigillanti, stucchi, adesivi contenenti amianto.	Generalmente da 0,5-2% per mastici, sigillanti ed adesivi. Da 10-25% per pavimenti e mattonelle vinilici.	Improbabile rilascio di fibre durante l'uso normale. Possibilità di rilascio di fibre se tagliati, abrasati o perforati.

Sulla base della combinazione del “Tipo/Causa” di esposizione con le altre caratteristiche riportate nella tabella di cui sopra sono state individuate le due seguenti classi di esposizione:

- **Classe A – alta esposizione:**
 - per esposizione Professionale – Alta - Continua lunga o breve;
 - per esposizione Professionale – Media - Continua lunga o breve.
- **Classe B – bassa esposizione:**
 - per esposizioni previste in tutti gli altri casi.

Alla luce della obbligatorietà per gli ex esposti professionali ad amianto di proseguire la sorveglianza sanitaria (già art. 29 comma 4 d.lgs. 277/91 ripreso dall’art. 59 quinquiesdecies del d.lgs. 257/06 [37]) successivamente alla cessazione dell’attività lavorativa esponente, il d.d.g. n. 4972 del 16 maggio 2007 propone, ai soli fini epidemiologici ed organizzativi della “risposta”, la seguente classificazione:

- ex esposti tuttora dipendenti dall’impresa in cui è avvenuta l’esposizione, attualmente “riconvertita” attraverso l’impiego di fibre alternative all’amianto (oneri a carico dell’impresa);
- ex esposti non più dipendenti da una delle imprese in cui è avvenuta l’esposizione, ma ancora in attività lavorativa (partecipazione agli oneri dell’impresa e del Servizio Sanitario Nazionale);
- ex esposti non più in attività lavorativa (oneri a carico del Servizio Sanitario Nazionale).

Secondo quanto riportato dal d.d.g. 16 maggio 2007 n. 4972 [142] è prevista da parte delle ASL la ricerca attiva di ex esposti, che hanno lavorato:

- a) in imprese per le quali la valutazione del rischio amianto ai sensi del decreto legislativo 277/91 ha evidenziato livelli di esposizione > di 100 fibre/litro;
- b) in comparti lavorativi o aziende per i quali l’INAIL riconosce l’esposizione al rischio in ragione di specifiche linee di indirizzo ministeriali;
- c) in imprese non contemplate nei punti a) e b), ma note all’ASL per avere effettuato in passato lavorazioni comportanti un’elevata esposizione ad amianto;
- d) in imprese che hanno utilizzato fibre di amianto come materia prima o in imprese che estraevano amianto;
- e) come coibentatori/scoibentatori;
- f) in attività di manutenzione di rotabili;
- g) in imprese specializzate in bonifiche di amianto friabile.

Oltre a queste attività, si segnalano, come passibili di indagine, quelle legate ai settori lavorativi deducibili dai dati del Registro Mesoteliomi della Lombardia (Tabella 3 dell’Allegato A [142]) ed in particolare:

- edilizia: coibentatori e comunque muratori in genere (applicazione di coperture in cemento-amianto, isolamenti a tubature caldaie, ecc);
- industrie metallurgiche e metalmeccaniche;
- produzione e manutenzione mezzi di trasporto (ferodi in amianto, meccanici che usavano aria compressa per svolgere interventi di pulizia e sostituzione freni);
- industrie tessili (amianto presente nei macchinari e nell’ambiente di lavoro; industrie che lo tessevano);
- produzione energia elettrica e gas (cabine elettriche coibentate in amianto);
- difesa militare (esposizione ad amianto sulle navi).

Un elenco riassuntivo e schematico delle attività che in passato potevano comportare esposizione ad amianto è riportato in tabella 8.

TABELLA 8 (modificato da Linee guida ISPEL 2003 [77])

TIPOLOGIA DI ESPOSIZIONE (ELENCO NON ESAUSTIVO)	FONTE DI ESPOSIZIONE AD AMIANTO
ACQUA E GAS	Posa, manutenzione, rimozione delle tubazioni della rete di distribuzione in cemento-amianto. Manutenzione di pompe e compressori.
AGRICOLTURA	Attività vinicola in cui venivano utilizzati filtri contenenti amianto, impiego di amianto nella produzione di mangimi per animali da cortile.
ALIMENTARE	Produzione di zucchero (presenza di condotte e coibentazioni per fluidi caldi e loro frequente manutenzione); panifici e pasticcerie (forni e piani di cottura, guarnizioni in corda sugli sportelli); produzione di bevande (uso di filtri); distillerie e birra (coibentazioni di condotte e caldaie); oleifici, industrie conserviere, casearie e mangimifici (caldaie e condotte per fluidi caldi, filtri); produzione di cioccolato e dolci (talco in funzione antiadesiva).
AUTOVEICOLI	Freni e frizioni, isolanti termici quali cartoni, nastri e corde.
CARPENTERIA METALLICA	Utilizzo di cartoni e tessuti, tubazioni per il trasporto di fluidi caldi, coperture in cemento-amianto, costruzione di forni, caldaie, o altro, materassini in tessuto di amianto.
CARTIERE	Coibente di caldaie o condotti per fluidi caldi, cernita di stracci per la preparazione della pasta carta.
CAVE O MINIERE	Serpentino, farina fossile, talco, ecc.
CEMENTO	Produzione di manufatti in cemento-amianto.
CERAMICA	Forni, mezzi di protezione in amianto, anime in cemento-amianto.
CHIMICA/PETROLCHIMICA/RAFFINERIE	Coibente di diversi impianti e tubazioni di trasporto di fluidi caldi, vernici contenenti amianto, produzione di vinil-amianto, laboratori (dispositivi rompifiamma, filtri Gooch, cartone-amianto a protezione di fiamme libere).
COMMERCIO	Vendita di materiali contenenti amianto, riciclo di sacchi in juta, preparazione di cartucce da caccia con uso di feltro in amianto, vendita o manipolazione di talco industriale, parti della struttura rivestite in amianto spruzzato.
CONCIA	Trattamento delle pelli con talco industriale, tubazioni coibentate.

TIPOLOGIA DI ESPOSIZIONE (ELENCO NON ESAUSTIVO)	FONTE DI ESPOSIZIONE AD AMIANTO
EDILIZIA	Restauri, modifiche, demolizioni, coibentazioni e isolamenti termici o acustici, posa di coperture in eternit, posa/taglio/rimozione di cappe, cane fumarie, comignoli, serbatoi, ecc in eternit, movimentazioni di materiali provenienti da demolizioni edilizie, manutenzione strade o massicciate (anche ferroviarie). Uffici in strutture edilizie coibentate (amianto friabile in intonaci o solai),
ENERGIA ELETTRICA	Grande uso di amianto nelle centrali termoelettriche e geotermiche per la coibentazione di turbine, generatori di vapori, tubazioni per il trasporto di fluidi caldi, manutenzione di caminetti spegni fiamma dei contatori/selezionatori, presenza di "pavimenti galleggianti" in cemento-amianto nelle centraline e cabine elettriche, presenza di manufatti in amianto a scopo "spegni-fiamma" nelle canalette di posa dei cavi elettrici. Elettrocisti: talco utilizzato come anti-atrito, amianto nei supporti dei reostati per apparecchi illuminanti a neon.
GOMMA/PLASTICA	Grandi quantità di amianto nelle centrali termiche e nelle tubazioni per adduzione di fluidi caldi, grande uso di talco come antiadesivo, fibre di amianto o talco industriale come additivo per gomma nella lavorazione, macchinari coibentati, tessuto in amianto a protezione di stampi nello stampaggio a caldo di materie plastiche, cartoni di amianto per isolamento dei piani di supporto degli stampi caldi per stampaggio della gomma.
LAPIDEI	Coibentazione di forni per trattamenti termici di cottura e sinterizzazione, lavorazione di marmo verde (serpentino)
LATERIZI, PIASTRELLE, ALTRO MATERIALE DA COSTRUZIONE IN COTTO	Coibentazione di forni, carrelli da forno, mezzi di protezione personale in amianto (grembiuli, guanti).
MATERIALE ROTABILE FERROVIARIO	Diffusa presenza di amianto su carrozze, locomotori, metropolitane (pannelli interni, coibentazione di tubazioni, apparato frenante); macchinisti di locomotori elettrici: presenza di amianto nelle cabine elettriche dei locomotori elettrici, costruzione/manutenzione di riscaldatori di scambi ferroviari alloggiati in box in cemento-amianto.
METALLI	Coibentazione di forni, mezzi di protezione personale (grembiuli, guanti), tubazioni o condotte coibentate.
MEZZI DI SOLLEVAMENTO	Uso di materiali da attrito contenenti amianto, freno.
NAVALMECCANICA	Largo uso di amianto nella costruzione di numerosi prodotti e sotto varie forme.
MOVIMENTAZIONE MERCI, FACCHINAGGIO	Nei porti, movimentazione di sacchi in juta contenenti amianto.
ORAFI	Piani d'appoggio dei banchi da lavoro, guarnizioni delle porte dei forni e delle bocche dei crogioli.
REFRIGERAZIONE	Amianto come coibente di impianti frigoriferi di grandi dimensioni, guarnizioni dei compressori.
SACCHIFICI	Riutilizzo di sacchi usati per trasporto di amianto.
SANITA'	Microfusione a cera persa in laboratori odontotecnici, apparecchi di sterilizzazione, coibentazioni di condotte per aria trattata termicamente, caldaie e condotte di vapore per riscaldamento, nelle lavanderie/stirerie per la presenza di mangani e assi da stiro con coperte in amianto, carrelli riscaldati portavivande, incubatrici per neonati.
SIDERURGIA	Forni, mezzi di protezione (grembiuli, guanti), tubazioni o condotte coibentate, cartoni in amianto per la protezione delle siviere, dei canali di colata, schermi per la protezione personale, rivestimenti ignifughi di cavi elettrici, laminati.
TERMOIDRAULICA	Manutenzione di caldaie e di condotte per fluidi caldi, guarnizioni.
TESSILE (non amianto)	Dal 1965 al 1972 circa veniva usato amianto per la tessitura di misto-lana al fine di ottenere riduzione sulle tasse per l'esportazione negli Stati Uniti, precedentemente veniva usata juta allo stesso scopo (anche proveniente dal riciclaggio dei sacchi usati per trasporto amianto), caldaie e condotte coibentate, nelle tintolavanderie presenza di amianto spruzzato come trattamento anticondensa, impianti di frizione e frenanti delle filature, cernita di stracci (tessuti in amianto, juta proveniente da sacchi riciclati), coperte antincendio.
TIPOGRAFIE/CARTOTECNICA	Cartone in amianto per la protezione del crogiolo del piombo, macchine linotype per la composizione a caldo, contenitori per la carbonatura (produzione di carta carbone) coibentati in amianto.
TRASPORTI	Pulizie del mezzo di trasporto dopo lo scarico di manufatti contenenti amianto o di sacchi in juta contenenti amianto.
VETRO	Forni, mezzi di protezione in amianto (grembiuli, guanti, ecc), utensili rivestiti con corda, tessuti o nastri in amianto, cartoni di rivestimento dei piani d'appoggio dei manufatti, amianto in fiocco per il raffreddamento di oggetti in vetro, lavorazioni meccaniche su materiali diversi dal metallo come ad esempio elettroasbesto (syndanio).
SMALTIMENTO RIFIUTI	Alcune fasi dello smaltimento potevano comportare contatti con amianto.
MISCELLANEA	Presse a caldo per tomaie nei calzaturifici; Pubblico spettacolo: presenza di strutture antincendio, coperte e sipari, palestre, piscine, altro: coibentazioni; Poste (centri meccanografici): presenza di amianto in manufatti rompi-fiamma; Casseforti: interapedini metalliche di cartoni in amianto per la protezione dal fuoco; Legno/produzione/installazione mobili: presse a caldo coibentate per produzione di compensati e pannelli nobilitati, uso artigianale di pannelli/cartoni protettivi d'amianto nel montaggio di mobili da cucina di pregio, Costruzione di macchine per la preparazione del caffè: utilizzo di amianto come coibente della caldaia

Il d.d.g. n. VIII/ 4972 del 16 maggio 2007 [142] stabilisce infine che i soggetti ritenuti potenzialmente esposti siano convocati presso l'ASL per una dettagliata valutazione dell'esposizione. I lavoratori ritenuti esposti, sulla base della relativa classificazione riceveranno

una preliminare informazione sulla problematica e, previo loro consenso, verranno inseriti nel Registro dei lavoratori esposti o ex esposti della ASL ed indirizzati alla Unità Operativa Ospedaliera di Medicina del Lavoro (UOOML) più vicina, per il counselling e per l'eventuale avvio della sorveglianza sanitaria.

In merito alla sorveglianza sanitaria, il medesimo d.d.g. prevede:

- counselling per i soggetti rientranti nella Classe B – bassa esposizione;
- sorveglianza medica per i soggetti rientranti nella Classe A – alta esposizione, che comprende come standard:
 - raccolta anamnestica sia lavorativa che patologica mirata;
 - esame obiettivo con particolare riguardo al torace;
 - Rx torace (OAD – OAS secondo BIT '80);
 - PFR con studio della diffusione alveolo-capillare dei gas.

Con riguardo ai positivi allo screening, la UOOML fornirà indicazioni utili all'approfondimento diagnostico e la relativa periodicità secondo i criteri dell'appropriatezza e dell'evidenza scientifica.

Ad integrazione delle indicazioni fornite con il d.d.g. n. VIII/4972 del 16 maggio 2007, la sorveglianza sanitaria dovrà attenersi ai seguenti criteri.

L'esecuzione di esami radiologici (Rx torace) è indicata solo con riferimento alla prima visita. È lasciato al giudizio del medico, che effettua la sorveglianza, valutare se l'esame debba essere ripetuto in un successivo controllo; al pari del considerare la possibilità, sulla base di valutazioni clinico-anamnestiche, di altri eventuali accertamenti (es. TAC) da effettuarsi in aggiunta o in alternativa;

Il secondo e gli eventuali successivi controlli devono, invece, prevedere sempre l'esecuzione di visita medica e PFR con studio della diffusione.

Ai fini della determinazione della periodicità dei controlli successivi deve essere tenuta in attenta considerazione l'eventuale abitudine al fumo del soggetto. Si ritiene ragionevole proporre, in caso di normalità al primo accertamento, di ripetere il controllo ogni 3 anni a coloro che siano rilevanti fumatori (almeno 1 pacchetto di sigarette al dì) ed ogni 5 anni per tutti gli altri, ferma restando la possibilità, sempre a giudizio del medico che effettua la sorveglianza, di prevedere periodicità differenti sulla base dei risultati di ciascun controllo.

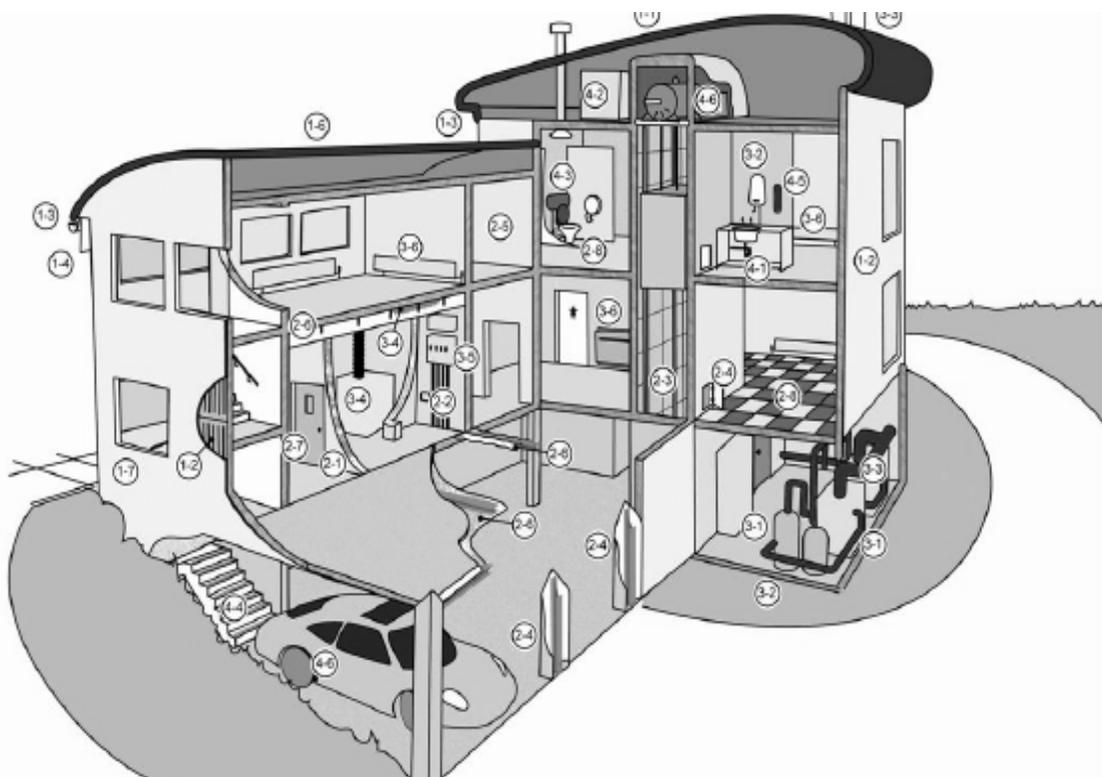
Deve essere prevista, anche per i soggetti sottoposti esclusivamente a counselling (che ai fini organizzativi e gestionali è equiparato alla effettuazione di una visita medica), la possibilità di sottoporsi a sorveglianza sanitaria secondo gli stessi criteri previsti per i soggetti classificati come ad alta esposizione, sempre e comunque quando, a giudizio del medico che lo eroga, ricorrano condizioni particolari (es. grave preoccupazione del soggetto per il proprio stato di salute presente o futuro; marcata abitudine al fumo; notizie anamnestiche che lascino sospettare la possibile presenza di patologie correlate alla pur modesta esposizione ad amianto).

La sorveglianza medica deve essere effettuata presso le UOOML di riferimento per ciascuna ASL, in quanto trattasi di strutture in grado sia di garantire competenza ed esperienza nella sorveglianza clinica dei soggetti esposti a rischi professionali, sia di avvantaggiarsi del supporto specialistico (diagnostico e clinico) delle aziende ospedaliere nelle quali sono organicamente inserite.

È possibile prevedere che, per particolari esigenze (organizzative, sovrabbondanza della domanda, complessità della casistica, ecc.), si stabiliscano rapporti di collaborazione tra differenti UOOML, tra ASL e UOOML non di loro diretto riferimento e tra tutte queste e gli Istituti Universitari di Medicina del Lavoro, con l'esclusiva finalità di offrire una risposta competente, efficace ed efficiente ai soggetti coinvolti nel programma di sorveglianza.

In figura 1 sono riportate le localizzazioni più comuni dei materiali contenenti amianto all'interno di edifici, luoghi ove vi è il maggior rischio espositivo per i lavoratori [143].

Figura 1. Localizzazioni possibili dell'amianto



<p>1 Tetto/costruzione esterna 1-1 Rivestimenti di tetti/tegole 1-2 Rivestimenti di pareti 1-3 Grondaie/tubi di drenaggio 1-4 Pannelli per intradossi 1-5 Cappe da caminetto 1-6 Feltri per tetti 1-7 Pannelli delle sottofinestre</p>	<p>3 Riscaldamento, ventilazione e attrezzature elettriche 3-1 Caldaia/caloriferi: isolamento esterno e interno, giunti 3-2 Tubature: isolamento, giunti, carta da rivestimento 3-3 Condutture e giunti 3-4 Condotti: isolamento, giunti, rivestimento interno, calotte antivibrazioni 3-5 Dispositivo di commutazione elettrica: elementi interni, pannelli di rivestimento 3-6 Unità di riscaldamento: giunti, pannelli di rivestimento</p>
<p>2 Costruzione interna Mura/soffitti 2-1 Tramezzi 2-2 Pannelli per attrezzature elettriche, elementi da riscaldamento, cucine, bagni, armadi 2-3 Pannelli di rivestimento per il pozzo dell'ascensore 2-4 Pannelli di accesso alle colonne montanti, vani per colonne montanti 2-5 Rivestimenti testurizzati 2-6 Rivestimenti spruzzati su elementi strutturali, lastre per controsoffitti, barriere frangifuoco, isolamento di soffitte/soffitti</p> <p>Porta 2-7 Pannelli, strutture interne, bordi di pannelli di visione</p> <p>Pavimento 2-8 Piastrelle, linoleum, rivestimenti di contropavimenti</p>	<p>4 Altri elementi 4-1 Elementi in bitume per lavandini 4-2 Serbatoi d'acqua 4-3 Cisterne e sedili per gabinetti 4-4 Parascale 4-5 Coperte d'amianto 4-6 Rivestimento di freni/frizioni (autovettura nel garage e motore dell'ascensore)</p>

Bibliografia

- D.lgs. n. 626 del 19/09/1994 - Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE, 90/679/CEE, 93/88/CEE, 97/42/CE e 99/38/CE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.
- OSHA: Occupational exposure to asbestos, Federal Register 59,40964, August 10 1994.
- G. Berry: Models for mesothelioma incidence following exposure to fibers in terms of timing and duration of exposure and biopersistence of these fibers. *Inhal Toxicol* 1999; 11: 111-130.
- V. Foà, L. Ambrosi: *Medicina del Lavoro*. UTET 2003.
- D.lgs. 15 agosto 1991, n. 277: Attuazione delle direttive n. 80/1107/CEE, n. 82/605/CEE, n. 83/477/CEE, n. 86/188/CEE e n. 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art. 7 della legge 30 luglio 1990, n. 212.
- A. Cernigliaro et al: Mortality and hospital discharges in the population of Biancavilla (Sicily) contaminated by natural fibres. *Epidemiol Prev*. 2006 Jul-Oct; 30(4-5): 227-31.
- C. Bruno et al.: Adverse health effects of fluoro-edenitic fibers: epidemiological evidence and public health priorities. *Ann N Y Acad Sci*. 2006 Sep; 1076: 778-83.
- B.M. Bruni et al.: Nature and extent of the exposure to fibrous amphiboles in Biancavilla. *Sci Total Environ*. 2006 Oct 15; 370(1): 9-16. Epub 2006 Jun 27.
- P. Comba et al: Pleural mesothelioma cases in Biancavilla are related to a new fluoro-edenite fibrous amphibole. *Arch Environ Health*. 2003 Apr; 58(4): 229-32.
- R. Compagnoni et al.: Balangeroite, a new fibrous silicate related to gageite from Balangero, Italy. *Amer. Mineral.*, 1983; 68: 214-219.
- R. Compagnoni et al.: Carlosturanite, a new asbestiform rock-forming silicate from Val Varaita, Italy. *Amer. Mineral.*, 1985; 70: 767-772.
- C. Minoia et al.: L'amianto: dall'ambiente di lavoro all'ambiente di vita. Nuovi indicatori per futuri effetti. Le collane della Fondazione Salvatore Maugeri - I documenti - 12 PI-ME, Pavia 1997.
- E. Belluso et al.: Amianto. La componente ambientale: dove, quali e come sono gli amianti nelle alpi occidentali? Le collane della Fondazione Maugeri. Documento 12.
- I.J. Selikoff, D.H. Lee: *Asbestos and diseases*. New York: Academic Press 1978.
- W.E. Cooke: Fibrosis of the lungs due to the inhalation of asbestos dust. *B.M.J.* 1924; 2: 147.
- W.E. Cooke: Pulmonary asbestosis. *B.M.J.* 1927; 2: 1024-1025.
- S. Mc Donald: Histology of pulmonary asbestosis. *B.M.J.* 1927; 2: 1025-1026.
- S.R. Gloyne: Two cases of squamous carcinoma of the lung occurring in asbestosis. *Tubercle* 1935-36-, 17: 5-10.
- K.M. Lynch, W.A. Smith: Pulmonary asbestosis III: Carcinoma of lung in asbesto-silicosis. *Amer. J. Cancer* 1935; 24: 54-64.
- G. Rombolà: Asbestosi e carcinoma polmonare in una filatrice di amianto (spunti sul problema oncogeno dell'asbesto). *Med Lav*. 1955; 46: 242-250.
- H.W. Wedler: Asbestos und Lungenkrebs. *Dtsch Med Wschr* 1943; 69: 575-576.
- H.W. Wedler: Uber den Lungenkrebs bei Asbestose. *Dtsch Arch Klein Med* 1943; 191: 189-209.
- T.B. Mallory et al.: Case records of the Massachusetts General Hospital – Case 33111. *New Engl. J. Med.* 1947; 236: 407-412.
- R. Doll: Mortality from lung cancer in asbestos workers. *Brit. J. Industr. Med.* 1955; 12: 81-86.
- J.C. Wagner et al.: Diffuse pleural mesothelioma and asbestos exposure in the North Western Cape Province. *Br J Ind Med* 1960; 17: 260-271.
- A. Weiss: PleuraKrebs bei Lungenasbestose, in vivo morphologisch gesichert. *Medizinische* 1953; 2: 93-94.
- E.C. Vigliani et al.: Association of pulmonary tumors with asbestosis in Piedmont and Lombardy. *Ann N Y Acad Sci*. 1965 Dec 31; 132(1): 558-74.
- E.C. Vigliani: The fibrogenic response to asbestos. *Med Lav*. 1968 Jun-Jul; 59(6): 401-10.
- E.C. Vigliani et al: Epidemiology study of asbestos workers in northern Italy. *Med Lav*. 1968 Aug-Sep; 59(8): 481-5.
- E.C. Vigliani: Asbestos exposure and its results in Italy. *Med Lav*. 1969 May; 60(5): 325-30.
- IJ Selikoff, J Churg: Biological effects of asbestos. *Ann New York Acad Sci* 1965; 132: 1, 1-766.
- E.E. Keal: Asbestosis and abdominal neoplasms. *Lancet*, 1960; 2: 1211-1216.
- IARC. Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to man: asbestos. *IARC Monogr Eval Carcinog Risk Chem Man* 1977; 14: 1-106.
- Circolare ministeriale n. 45 del 10/7/1986 (Piano di interventi e misure tecniche per la individuazione ed eliminazione del rischio connesso all'impiego di materiali contenenti amianto in edifici scolastici e ospedalieri pubblici e privati).
- Società Italiana di Medicina del Lavoro - Associazione Italiana degli Igienisti Industriali. Valori Limite Ponderati degli inquinanti chimici e particolari degli ambienti di lavoro. *Med Lav* 1975; 66: 361-371.
- L. 27 marzo 1992, n. 257: Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto. (G.U. n. 087 S.G. Supp. 064 del 13.04.92).
- D.lgs. 25 Luglio 2006, n. 257: Attuazione della direttiva 2003/18/CE relativa alla protezione dei lavoratori dai rischi derivanti dall'esposizione all'amianto durante il lavoro. (in G.U. n. 211 del 11-09-2006).

38. Consensus Report (1997): Asbestos, asbestosis, and cancer: the Helsinki Criteria for diagnosis and attribution. *Scand J Work Environ Health* 23: 311-6.
39. Consensus report "International Expert meeting on new advances in the radiology and screening of asbestos-related diseases". *Scand J Work Environ Health* 2000; 26(5): 449-454.
40. G. Chiappino, G. Pierucci: Le pleuropatie benigne da amianto: significato clinico prognostico ed aspetti medico legali. *Med Lav* 1992; 83: 244-248.
41. D.A.Schwartz: New developments in asbestos-induced pleural disease. *Chest*. 1991 Jan; 99(1): 191-8.
42. M. Tomasini et al.: asbestosi ed atelettasie rotonde: osservazioni su tre casi. Atti 52° Congresso Nazionale Società Italiana di Medicina del Lavoro e Igiene Industriale, Palermo 28 sett.-1 ottobre 1989.
43. ILO: Guidelines for the use of ILO International Classification of Radiographs of Pneumoconiosis (1980). Revised edition 1980. International Labour Office, Geneva (Occupational Safety and Health series. No. 22 revised).
44. G. Chiappino, M. Tomasini: *Medicina del Lavoro*. Raffaello Cortina Editore, 1994.
45. ISPESL (Istituto Superiore per la Prevenzione E la Sicurezza del Lavoro) – Il Registro Nazionale dei Mesoteliomi (ReNaM). Secondo Rapporto (2006).
46. M. Carbone M et al.: Simian virus 40-like DNA sequences in human pleural mesothelioma. *Oncogene* 1994; 9(6): 1781-90.
47. M. Carbone M et al.: The pathogenesis of Mesothelioma. *Seminars in Oncology* 2002; 29 (1): 2-17.
48. C. Cicala et al.: SV 40 induces mesothelioma in hamsters. *Am J Pathol* 1993; 142(5): 1524-33.
49. H.I. Pass et al.: Human mesotheliomas contain the simian virus-40 regulatory region and large tumor antigen DNA sequences. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998; 116(5): 854-9.
50. C. Pepper et al.: Simian virus 40 large T antigen (SV40LTAg) primer specific DNA amplification in human pleural mesothelioma tissue. *Thorax* 1996; 51(11): 1074-6.
51. N. Shivapurkar et al.: Presence of simian virus 40 sequences in malignant mesotheliomas and mesothelial cell proliferations. *J Cell Biochem* 1999; 76(2): 181-8.
52. IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Erionite. IARC Monogr Eval Carcinog Risk Chem Hum 1987; 42: 225-239.
53. Y.I. Baris et al.: An outbreak of pleural mesothelioma and chronic fibrosing pleurisy in the village of Karain/Urgup in Anatolia. *Thorax* 1978; 33(2): 181-92.
54. M. Artvinli, Y.I. Baris: Erionite-related diseases in Turkey. In: Beck EG & Bignon J, Eds, *In Vitro Effects of Minerals Dusts* (NATO ASI Series Vol G3), Berlin (West), Springer, pp 515-519.
55. M. Artvinli, Y.I. Baris: Malignant mesotheliomas in a small village in the Anatolian region of Turkey: an epidemiologic study. *J Natl Cancer Inst* 1979; 63: 17-22.
56. Y.I. Baris et al.: Epidemiological and environmental evidence of health effects of exposure to erionite fibres: a four-year study in the Cappadocian region of Turkey. *Int J Cancer* 1987; 39: 10-17.
57. S. Emri et al.: Lung diseases due to environmental exposures to erionite and asbestos in Turkey. *Toxicol Lett* 2002; 127(1-3): 251-7.
58. M. Metintas et al.: Malignant mesothelioma due to environmental exposure to erionite: follow-up of a Turkish emigrant cohort. *Eur Respir J* 1999; 13(3): 523-6.
59. [Http://www.cdldevoto.it/didattic/materiale/COR%20Lombardia.pdf](http://www.cdldevoto.it/didattic/materiale/COR%20Lombardia.pdf)
60. J.G. Ault et al.: Behaviour of crocidolite asbestos during mitosis in living vertebrate lung epithelial cells. *Cancer Res* 1995; 55(4): 792-8.
61. T.W. Hestenberg, J.C. Barrett: Induction by asbestos fibers of anaphase abnormalities: mechanism for aneuploidy induction and possibly carcinogenesis. *Carcinogenesis* 1985; 6(3): 473-5.
62. S.S. Murthy, J.R. Testa: Asbestos, chromosomal deletions and tumour suppressor gene alterations in human malignant mesothelioma. *J Cell Physiol* 1999; 180(2): 150-7.
63. L. Pylkkanen et al.: Reduced Fhit protein expression in human malignant mesothelioma. *Virchows Arch* 2004; 444(1): 43-8.
64. B.T. Mossman et al.: Asbestos: scientific developments and implications for public policy. *Science* 1990; 247(4940): 294-301.
65. A. Catalano, A. Procopio: Pathogenesis of malignant mesothelioma: role of inflammatory mediators. In Atti del "International Conference of Pleural Mesothelioma". Como (Italia), 7-8 Novembre 2003.
66. Atti del convegno nazionale "Mesoteliomi maligni nel basso lago di Iseo" in *Epidemiologia e Prevenzione*, anno 31, suppl. n. 4- luglio-agosto 2007 (in stampa).
67. M. Huncharek et al.: Parental cancer and genetic predisposition in malignant pleural mesothelioma: a case-control study. *Cancer Lett.* 1996 Apr 19; 102(1-2): 205-8.
68. C. Bianchi et al.: Familial mesothelioma of the pleura: a report of 40 cases. *Ind Health.* 2004 Apr; 42(2): 235-9.
69. Roushdy-Hammady et al.: Genetic-susceptibility factor and malignant mesothelioma in the Cappadocian region of Turkey. *Lancet.* 2001 Feb 10; 357(9254): 444-5.
70. G. Hillerdal: Mesothelioma: cases associated with non occupational and low dose exposures. *Occup Environ Med* 1999; 56: 505-513.
71. J.T. Hodgson, A. Damton: The quantitative risks of mesothelioma and lung cancer in relation to asbestos exposure. *Ann Occup Hyg* 2000; 44(8): 565-601.
72. British Thoracic Society Standards of Care Committee. Statement on malignant mesothelioma in the United Kingdom. *Thorax* 2001; 56(4): 250-65.
73. J.P. Steele: Prognostic factors in mesothelioma. *Semin Oncol* 2002; 29(1): 36-40.
74. J.G. Edwards et al.: Prognostic factors for malignant mesothelioma in 142 patients: validation of CALGB and EORTC prognostic scoring systems. *Thorax* 2000; 55(9): 731-5.
75. M. Metintas et al.: Prognostic factors in diffuse malignant pleural mesothelioma: effects of pretreatment clinical and laboratory characteristics. *Respir Med* 2001; 95(10): 829-35.
76. A. Calavrezos et al.: Malignant mesothelioma of the pleura. A prospective therapeutic study of 132 patients from 1981-1985. *Klin Wochenschr* 1988; 66(14): 607-13.
77. ISPESL (Istituto Superiore per la Prevenzione E la Sicurezza del Lavoro) - Registro nazionale dei casi accertati di mesotelioma asbesto-correlati (art. 36, d.lgs 277/91 – DPCM 308/02) – Linee guida per la rilevazione e la definizione dei casi di mesotelioma maligno e la trasmissione delle informazioni all'ISPESL da parte dei centri operativi regionali. ISPESL, 1996 (aggiornamento 2003).
78. W.E. Longo et al.: Crocidolite asbestos fibers in smoke from original Kent cigarettes. *Cancer Res.* 1995 Jun 1; 55(11): 2232-5.
79. T. Torii et al.: Primary mesothelioma of the pericardium. *Kokiu To Junkan* 1989; 37: 1027-32.
80. Y. Fukuo et al.: The mouse pericardium: passage of particulate matter from pleural to pericardial cavity. *Anat Rec* 1986; 222: 1-5.
81. V. Barbera, M. Rubino: Papillary mesothelioma of the tunica vaginalis. *Cancer* 1957; 120: 182-86.
82. E. Plas et al.: Malignant Mesothelioma of the tunica vaginalis testis. Review of the literature and assessment of prognostic parameters. *Cancer* 1998; 83: 2437-46.
83. C.W. Biermann et al.: Malignant mesothelioma of the tunica vaginalis testis. *Helv Chir Acta* 1992; 59(3): 501-2.
84. M. Gürdal, A. Erol: Malignant mesothelioma of tunica vaginalis testis associated with long-lasting hydrocele: could hydrocele be an etiological factor? *Int Urol Nephrol* 2001; 32: 687-89.
85. Z. Fligel, M. Kaneko: Malignant mesothelioma of the tunica vaginalis propria testis in a patient with asbestos exposure. *Cancer* 1976; 37: 1478-1484.
86. L. Japko et al.: Malignant mesothelioma of the tunica vaginalis testis: report of first case with preoperative diagnosis. *Cancer* 1982; 49(1): 119-27.
87. F. Mirabella: Malignant mesothelioma of the tunica vaginalis of the testis. Here again asbestos? *Minerva Med* 1991; 82(11): 765-70.
88. M. Watanabe et al.: An autopsy case of malignant mesothelioma associated with asbestosis. *Pathol Int* 1994; 44(10-11): 785-92.
89. V. Ascoli et al.: Concomitant malignant mesothelioma of the pleura, peritoneum, and tunica vaginalis testis. *Diagn Cytopathol* 1996; 14 (3): 243-8.
90. S. Kanazawa et al.: Malignant mesothelioma of the tunica vaginalis testis: report of a case. *Surg Today* 1999; 29(10): 1106-10.

91. Y. Murai: Malignant mesothelioma in Japan: analysis of registered autopsy cases. *Arch Environ Health J* 2001; 56(1): 84-8.
92. J. Schneider, H.J. Weitowitz: Asbestos-induced malignant mesothelioma of the tunica vaginalis testis. *Zentralbl Chir* 2001; 126(3): 229-32.
93. L. Mangoni et al.: Malignant mesothelioma in Emilia-Romagna: incidence and asbestos exposure. *Epidemiol Prev* 2002; 26(3): 124-9.
94. G. Gorini et al.: Mesothelioma of the tunica vaginalis testis: report of two cases with asbestos occupational exposure. *Int J Surg Pathol* 2005; 13(2): 211-14.
95. J.N. Ebele et al.: WHO. Pathology and genetics of tumours of the urinary system and male genital organs. Lyon, IARC, 2004.
96. J.T. Peterson et al.: Non-asbestos-related malignant mesothelioma. *Cancer* 1984; 54: 951-60.
97. G. Hamvasi et al.: Mesothelioma of the tunica vaginalis. *Acta Chir Acad Sci Hung* 1977; 18(3): 305-10.
98. R. Amin: Malignant mesothelioma of the tunica vaginalis: an indolent course. *Br J Radiol* 1995; 68: 1025-7.
99. K. Antman et al.: Malignant mesothelioma of the tunica vaginalis testis. *J Clin Oncol* 1984; 2: 447-51.
100. B.W. Robinson et al.: Mesothelin-family proteins and diagnosis of mesothelioma. *Lancet* 2003 Nov 15; 362(9396): 1612-6.
101. B.W. Robinson et al.: Soluble mesothelin-related protein: a blood test for mesothelioma. *Lung Cancer* 2005 Jul; 49 Suppl 1: S109.
102. H.I. Pass et al.: Asbestos exposure, pleural mesothelioma and serum osteopontin levels. *N Engl J Med* 2005; 353: 1564-73.
103. A. Scherpereel et al.: Soluble mesothelin-related peptides in the diagnosis of malignant pleural mesothelioma. *Am J Respir Crit Care Med* 2006 May; 15; 173(10): 1155-60.
104. H.L. Beyer et al.: Mesomark: a potential test for malignant pleural mesothelioma. *Clin Chem* 2007 Apr; 53(4): 666-72.
105. F. Di Serio et al.: Mesothelin-family proteins and diagnosis of mesothelioma: analytical evaluation of an automated immunoassay and preliminary clinical results. *Clin Chem* 2007; 45(5): 634-8.
106. J. Creaney et al.: Soluble mesothelin in effusions: a useful tool for the diagnosis of malignant mesothelioma. *Thorax* 2007 Jul; 62(7): 569-76.
107. D.Y. Tigrani, J.A. Weydert: Immunohistochemical expression of osteopontin and serum mesothelin in malignant pleural mesothelioma diagnosis and prognosis assessment. *Clin Cancer Res* 2007 May 15; 13(10): 2928-35.
108. B.D. Grigoriu et al.: Utility of osteopontin in epithelioid mesotheliomas and reactive mesothelial proliferations. *Am J Clin Pathol* 2007 Apr; 127(4): 580-4.
109. A. Scherpereel, Y.G. Lee: Biomarkers for mesothelioma. *Curr Opin Pulm Med* 2007 Jul; 13(4): 339-443.
110. G. Chiappino: Mesotelioma: il ruolo delle fibre ultrafini e conseguenti riflessi in campo preventivo e medico legale. *Med Lav* 2005; 96, 1: 3-23.
111. L. Tomatis et al.: Il ruolo della dimensione delle fibre di amianto nella patogenesi e nella prevenzione del mesotelioma. *Epidemiol Prev* 2006; 30(4-5): 289-94.
112. G. Chiappino: Dimensione delle fibre di amianto e mesotelioma. *Epidemiol Prev* 2006; 30(6): 358-60.
113. L. Tomatis et al.: Risposta degli autori. *Epidemiol Prev* 2006; 30(6): 361.
114. G. Chiappino: Preseverare diabolicum: quando potrà iniziare la prevenzione vera del mesotelioma? *La medicina del lavoro* 2007; 98, 1: 73-6.
115. L. Tomatis et al.: The role of Asbestos Fiber Dimensions in the Prevention of mesothelioma. *Int J Occup Environm Health* 2007; 13: 64-69.
116. R.F. Dodson et al.: Asbestos fiber length as related to potential pathogenicity: a critical review. *Am J Ind Med.* 2003 Sep; 44(3): 291-7.
117. Y. Suzuki, S.R. Yuen: Asbestos fibers contributing to the induction of human malignant mesothelioma. *Ann N Y Acad Sci.* 2002 Dec; 982: 160-76.
118. Y. Suzuki et al.: Short, thin asbestos fibers contribute to the development of human malignant mesothelioma: pathological evidence. *Int J Hyg Environ Health.* 2005; 208(3): 201-10.
119. D.P.R. 19 marzo 1956, n. 303 - Norme generali per l'igiene del lavoro (in S.O.G.U. 30 aprile 1956, n. 155).
120. D.P.C.M. n. 308 del 10/12/2002. Regolamento per la determinazione del modello e delle modalità di tenuta del registro dei casi di mesotelioma asbesto correlati ai sensi dell'art. 36, comma 3, del decreto legislativo n. 277 del 1991 (in G.U. del 07/02/2003, n. 31).
121. Y. Omura: Asbestos as a possible major cause of malignant lung tumors (including small cell carcinoma, adenocarcinoma & mesothelioma), brain tumors (i.e. astrocytoma & glioblastoma multiforme), many other malignant tumors, intractable pain including fibromyalgia, & some cardio-vascular pathology: Safe & effective methods of reducing asbestos from normal & pathological areas. *Acupunct Electrother Res.* 2006; 31(1-2): 61-125.
122. [Http://www.ispesl.it/dml/leo/Amianto.asp](http://www.ispesl.it/dml/leo/Amianto.asp)
123. F. Berrino et al.: Occupation and larynx and hypopharynx cancer: a job-exposure matrix approach in an international case-control study in France, Italy, Spain and Switzerland. *Cancer Causes Control.* 2003 Apr; 14(3): 213-23. *pea - DG Occupazione, Affari sociali e Pari opportunità.*
124. D.P.R. 30 giugno 1965, n. 1124 in G.U. n. 257 del 13/10/1965 - Testo unico delle disposizioni per l'assicurazione obbligatoria contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali.
125. M. García Gómez: Health surveillance of workers exposed to asbestos: an example of cooperation between the occupational prevention system and the national health system. *Rev Esp Salud Publica.* 2006 Jan-Feb; 80(1): 27-39.
126. D. Bellis et al.: Mineral fibers and bladder cancer. Morphological and mineralogical investigations in a subject without professional exposure. *Pathologica.* 2003 Jun; 95(3): 157-61.
127. K. Vasama-Neuvonen et al.: Ovarian cancer and occupational exposures in Finland. *Am J Ind Med.* 1999 Jul; 36(1): 83-9.
128. D.S. Heller et al.: Asbestos exposure and ovarian fiber burden. *Am J Ind Med.* 1996 May; 29(5): 435-9.
129. M. Tarchi et al.: Cohort mortality study of rock salt workers in Italy. *Am J Ind Med.* 1994 Feb; 25(2): 251-6.
130. B.K. Wignall, A.J. Fox: Mortality of female gas mask assemblers. *Br J Ind Med.* 1982 Feb; 39(1): 34-8.
131. D.lgs. 19 dicembre 1994, n. 758. Modificazioni alla disciplina sanzionatoria in materia di lavoro (S.Ord. alla n. 9, alla G.U. n. 21, del 26 gennaio).
132. INAIL Obblighi dei medici nei casi di infortunio e malattia professionale. A cura di Inail - Direzione Regionale Lombardia e Regione Lombardia – Direzione Generale Sanità. Gennaio 2007.
133. D.M. 27/04/2004 Elenco delle malattie per le quali è obbligatoria la denuncia, ai sensi e per gli effetti dell'art. 139 del testo unico, approvato con d.P.R. 30 giugno 1965, n. 1124 e successive modificazioni e integrazioni (in G.U. 10/06/2004 n. 134).
134. Regio Decreto 17/08/1935-XIII, n. 1765.
135. L. 12 aprile 1943 - n. 455. Estensione dell'assicurazione obbligatoria contro le malattie professionali alla silicosi ed all'asbestosi (in G.U. 14 giugno 1943 n. 137).
136. Regio Decreto 14/04/1927 - V, n. 530-N.809 (in G.U. 25/04/1927 n. 93).
137. D.P.R. 20/03/1956 n. 648. Norme modificatrici della Legge 12/04/1943 n. 455 Sull'assicurazione obbligatoria contro la silicosi e l'asbestosi (in G.U. 13/07/1956 n. 173).
138. D.P.R. 21/07/1960 n. 1169. Approvazione delle norme regolamentari per l'attuazione della legge 12/04/1943, n. 455, modificata con Decreto 20/03/1956 n. 648, sull'assicurazione obbligatoria contro la silicosi e l'asbestosi (in G.U. 26 ottobre 1960 n. 263).
139. D.M. 21/1/1987 Norme tecniche per l'esecuzione di visite mediche periodiche ai lavoratori esposti al rischio di asbestosi (in G.U. n. 35 del 12 febbraio 1987).
140. D.P.R. 13 aprile 1994, n.336. Regolamento recante le nuove tabelle delle malattie professionali nell'industria e nell'agricoltura (in G.U. 7 giugno 1994 n. 131).
141. D.M. 12 luglio 2007 n. 155. Regolamento attuativo dell'art. 70, comma 9, del Decreto Legislativo 19 settembre 1994 n. 626. Registri e cartelle sanitarie dei lavoratori esposti durante il lavoro ad agenti cancerogeni (in G.U. 18/09/2007 n. 217)
142. D.d.g 16 maggio 2007 n. 4972 - Istituzione del Registro dei lavoratori esposti ed ex esposti all'amianto e adozione del protocollo operativo per la loro sorveglianza sanitaria presso le A.S.L. previsti dalla DGR 8/1526 del 22 dicembre 2005 (in BURL Serie Ordinaria n. 24 11/06/2007).
143. Guida pratica sulle migliori prassi per prevenire o minimizzare i rischi dell'amianto in lavori che implicano (o possono implicare) la presenza di amianto: per il datore di lavoro, i lavoratori e l'ispettore del lavoro. Pubblicata dal Senior Labour Inspectors Committee (SLIC – Comitato degli alti responsabili degli ispettorati del lavoro), 2006. Commissione Euro.

2. BONIFICHE DA AMIANTO E PREVENZIONE

2.1 INTRODUZIONE

Sono in atto in Regione Lombardia processi di semplificazione amministrativa in forza ai principi di responsabilizzazione dei titolari d'impresa ed attività, nonché di efficacia dell'azione di tutela del cittadino (ll.rr. 1/2007 e 8/2007).

Tale evoluzione richiede un radicale cambiamento di prospettiva nell'approccio all'attività di controllo da parte della pubblica amministrazione: se prima gli sforzi erano focalizzati sui controlli preventivi, da porre in atto prima dell'inizio di un'attività, ora l'attenzione si deve spostare sui controlli a posteriori, verificando non solo il rispetto dei requisiti di legge, che costituiscono comunque la condizione di base, ma anche, e soprattutto, gli effettivi risultati in termini di controllo del rischio e limitazione dei danni.

In tal senso, il d.lgs 257/06, di modifica del d.lgs 626/94, ha definito e semplificato gli obblighi comunicativi del datore di lavoro nei confronti dell'Organo di Vigilanza per quanto riguarda la notifica, ai sensi dell'art. 59-sexies, e il piano di lavoro, ai sensi dell'art. 59-duodecies.

2.2. ASPETTI PRELIMINARI

2.2.1. Tecniche di bonifica

Le tecniche di bonifica si differenziano in relazione alla natura della matrice, compatta o friabile, dell'amianto.

Gli interventi previsti per l'amianto in *matrice friabile* sono:

- rimozione in area confinata o mediante tecnica di glove bags;
- incapsulamento;
- confinamento.

Le tecniche previste per l'amianto in *matrice compatta* sono:

- rimozione;
- incapsulamento;
- sovracopertura.

2.2.1.1 PIANO DI LAVORO / NOTIFICA

Gli interventi di bonifica devono essere preceduti dalla comunicazione, a cura del datore di lavoro, alla ASL territorialmente competente, di un piano di lavoro o di una notifica, secondo le modalità di seguito riportate.

PIANO DI LAVORO PER LAVORI DI DEMOLIZIONE O RIMOZIONE DELL'AMIANTO – d.lgs. 626/94 - Art. 59-duodecies comma 2

Preliminarmente all'inizio dei lavori di demolizione o di rimozione dell'amianto, il datore di lavoro dell'impresa che esegue gli interventi predispone un piano di lavoro che deve essere comunicato all'ASL territorialmente competente secondo la modulistica riportata in allegato 3 e resa disponibile sui siti web delle ASL. Il piano di lavoro deve essere presentato per tutti gli interventi di demolizione o rimozione di amianto, sia in matrice compatta che in matrice friabile. In caso di subappalto, ogni datore di lavoro dovrà sottoscrivere il piano/notifica presentato. L'avvio dei lavori potrà avvenire solo trascorsi trenta giorni dalla data di comunicazione del piano di lavoro. Il mancato rispetto delle misure riportate nel piano di lavoro costituisce violazione a quanto previsto dall'art. 89 del d.lgs 626/94.

Ai fini della programmazione delle attività di vigilanza da parte delle ASL, secondo i criteri di cui alla d.g.r. VIII/4799 del 30 maggio 2007, è auspicabile che il datore di lavoro comunichi la data effettiva di inizio lavoro con un anticipo di almeno 3 giorni lavorativi.

CONTENUTI DEL PIANO DI LAVORO – d.lgs. 626/94 art. 59-duodecies comma 3

Il piano di lavoro prevede le misure necessarie per garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori sul luogo di lavoro e la protezione dell'ambiente esterno:

- ✓ per la sicurezza: ... *omissis*
- ✓ per la salute dei lavoratori: ... *omissis*
- ✓ per la protezione dell'ambiente esterno: ... *omissis*

NOTIFICA d.lgs. 626/94 art. 59-sexies

In attesa del pronunciamento della Commissione Consultiva Permanente (comma 4 art. 59-quinquies), che definisca le esposizioni sporadiche e di debole intensità e le attività ricomprese nell'art. 59-bis del d.lgs 626/94, nel caso di lavori di:

- sovracopertura, confinamento ed incapsulamento di amianto in matrice compatta, indipendentemente dalle dimensioni della superficie da trattare;
- attività di manutenzione non saltuaria su materiale contenente amianto non friabile, non comportanti rimozione (ad es. interventi di lattoneria, "incamicciamento" di canna fumaria);
- trattamento e smaltimento di lastre a terra,

il datore di lavoro presenta una notifica all'ASL territorialmente competente secondo la modulistica riportata in allegato 4 e resa disponibile sui siti web delle ASL.

2.2.3. *Idoneità delle imprese che eseguono le bonifiche*

Le imprese, nell'occasione di controlli da parte dell'ASL, devono:

- ❖ documentare la loro iscrizione all'Albo Nazionale Gestori Ambientali istituito dal d.lgs. 152/06. L'Albo è costituito presso il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ed è articolato in un Comitato Nazionale, con sede presso il medesimo Ministero, e in Sezioni regionali e provinciali, con sede presso le Camere di commercio dei capoluoghi di regione (<http://www.albogestoririfiuti.it/home.asp>);
- ❖ documentare di avvalersi di personale in possesso del patentino conseguito a seguito della frequenza e del superamento del corso specifico per addetto e/o coordinatore agli interventi di bonifica da amianto. Tale personale deve essere in possesso di patentino regionale, secondo quanto previsto dalla Legge 27 marzo 1992 n. 257 - art. 10 comma 2) lettera h) e dal d.P.R. 8

agosto 1994 “Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni e alle province autonome di Trento e Bolzano per l’adozione di piani di protezione, di decontaminazione, di smaltimento e di bonifica dell’ambiente ai fini della difesa dai pericoli derivanti dall’amianto”, che prevede, all’art. 10, la predisposizione di specifici corsi di formazione professionale ed il rilascio di titoli di abilitazione.

I contenuti del corso di formazione, devono rispondere ai requisiti previsti dall’Allegato 9 della d.g.r. VIII/1526 del 22 dicembre 2005;

- ❖ produrre il documento di valutazione dei rischi come previsto dall’art. 59 quinquies del d.lgs. 626/94 che contenga, al fine di garantire il rispetto del valore limite di esposizione fissato all’art.59 -decies (0,1 ff/cm³), la misura della concentrazione di fibre di amianto nel luogo di lavoro. Tale monitoraggio deve essere effettuato con criteri che consentano di pervenire ad un risultato rappresentativo dell’esposizione annuale del lavoratore.

2.2.4. Programma di controllo

Qualora in un edificio venga riscontrata la presenza di amianto, sono previsti a carico del proprietario dell’immobile e/o del responsabile dell’attività che si svolge all’interno dell’edificio, adempimenti rivolti ad evitare l’insorgere di situazioni potenzialmente pericolose per la salute degli occupanti.

Per ottemperare a ciò, è necessario adottare un programma di controllo, come previsto dal D.M. 6 settembre 1994 - capitolo 4. In particolare il responsabile dello stabile deve:

- designare una figura responsabile con compiti di controllo e coordinamento di tutte le attività manutentive. Tale ruolo può essere ricoperto, in via non esclusiva, dal coordinatore per le bonifiche dei materiali contenenti amianto, o comunque da operatori con manifestata competenza in materia;
- tenere idonea documentazione da cui risulti l’ubicazione dei materiali contenenti amianto (MCA). Allo scopo, è utile utilizzare il modulo proposto nell’allegato 5 del D.M. 6/9/94. È, infine, necessario rendere identificabile il MCA con idonee segnaletiche, al fine di evitare situazioni di pericolo durante le fasi di manutenzione;
- redigere specifica procedura per l’esecuzione in sicurezza degli interventi di pulizia e di manutenzione che possono interessare i MCA;
- informare le persone occupanti l’edificio circa la presenza dei MCA e fornire loro idonee norme comportamentali;
- in caso di presenza di amianto in matrice friabile, commissionare a personale qualificato l’esecuzione di controlli, con frequenza annuale. Ciascun esito deve essere adeguatamente documentato ed inoltrato, in copia, all’ASL territorialmente competente, la quale può richiedere ulteriori accertamenti.

Nell’occasione di attività di manutenzione e custodia si possono verificare tre situazioni:

- ✓ interventi che non comportano contatto diretto con l’amianto. Per questi tipi di interventi non sono richieste particolari precauzioni: è sufficiente che i MCA presenti siano ben segnalati in modo da evitarne il contatto accidentale;
- ✓ interventi che possono interessare accidentalmente i materiali contenenti amianto. Per questa tipologia di interventi è necessario, in fase preliminare, proteggere i MCA da contatti accidentali; inoltre, i lavoratori che intervengono devono indossare idonei dispositivi di protezione individuale;
- ✓ interventi che intenzionalmente disturbano zone limitate di materiali contenenti amianto. Questa tipologia di intervento deve essere effettuata da ditte specializzate ed abilitate agli interventi di bonifica. Gli interventi devono essere preceduti dalla presentazione all’organo di vigilanza dell’apposito piano di lavoro (ai sensi dell’art. 59-duodecies del d.lgs. 626/94) o dalla notifica (art. 59-sexies del d.lgs. 626/94). Gli addetti alla bonifica devono indossare appositi dispositivi di protezione individuale. Il materiale di risulta e i DPI monouso devono essere smaltiti come rifiuto contenente amianto.

2.3 TECNICHE DI INTERVENTO SU MATERIALI IN MATRICE FRIABILE

2.3.1 Rimozione

L’intervento di rimozione risulta essere la tecnica più utilizzata soprattutto perché elimina all’origine il problema ed evita la definizione di programmi di controllo e manutenzione (vedi 2.2.4) previsti dal D.M. 6/9/94.

I lavori di bonifica di materiali friabili contenenti amianto devono essere eseguiti attenendosi alle raccomandazioni contenute nei punti seguenti.

2.3.1.1 - ALLESTIMENTO DEL CANTIERE

Se l’ambiente in cui avviene la rimozione non è naturalmente confinato, occorre provvedere alla realizzazione di un confinamento artificiale con idonei divisori.

I divisori devono essere progettati anche in relazione alle attività che si svolgono nell’edificio, nonché al tipo di utenza. Si dovrà valutare, ad esempio, il transito di mezzi di trasporto che possono accidentalmente danneggiare i confinamenti o la presenza di terzi (anche minori) che possono danneggiare i confinamenti.

Per lavori di notevole dimensioni, che comportano lavorazioni protratte nel tempo, deve essere garantita una maggiore sicurezza e tenuta della struttura di confinamento grazie all’adozione di tecniche particolari quali, ad esempio, l’installazione di un doppio listello ligneo di rinforzo alla struttura in polietilene (PE), la sigillatura dei bordi esposti con poliuretano, etc.

La zona confinata in PE deve essere dotata di appositi oblò in policarbonato o vetro che consentano di vigilare dall’esterno, sui lavori svolti nell’area confinata.

Prima dell’inizio dei lavori, la zona deve essere sgombrata dagli arredi, materiali, attrezzature, equipaggiamenti di ventilazione, condizionamento e riscaldamento dell’aria che possono essere smontati e spostati.

Le attrezzature inamovibili devono essere isolate e sigillate, così come tutte le aperture e i condotti di impianti tecnologici nonché i cavedi. Il pavimento e le pareti dell’area di lavoro devono essere ricoperti da almeno due o più fogli di polietilene di spessore adeguato. Se si utilizzano trabattelli durante la scobintazione, è opportuno posizionare a pavimento un ulteriore foglio di materiale plastico, al fine di evitare che la movimentazione delle attrezzature possa causare lacerazioni dei teli.

Deve essere predisposta un’uscita di sicurezza per consentire una rapida via di fuga, realizzata con accorgimenti tali da non compromettere l’isolamento dell’area di lavoro (ad es. telo di polietilene da tagliare in caso di emergenza).

Per realizzare un efficace isolamento dell’area di lavoro è necessario, oltre all’installazione delle barriere (confinamento statico), l’impiego di un sistema di estrazione dell’aria che metta in depressione il cantiere rispetto all’esterno (confinamento dinamico).

Di norma vengono richiesti 4 o 5 ricambi aria/h. Negli ambienti molto piccoli, per evitare l'implosione dei teli, è possibile inserire in punti opportuni alcune «finestre» con filtri assoluti in modo da favorire un parziale reintegro dell'aria. Le prolunghie con tubi flessibili devono essere collocate in modo da garantire, in tutte le zone del cantiere, un corretto movimento dell'aria.

È preferibile l'uso di più estrattori con portate ridotte, rispetto all'utilizzo di un solo strumento di portata maggiore: in tal modo favorendo un omogeneo lavaggio dell'aria e garantendo efficacia in caso di blocco di uno degli estrattori.

Presso il cantiere, laddove non sia presente alimentazione elettrica di emergenza a cui allacciare l'impianto elettrico di cantiere, deve essere presente un gruppo elettrogeno, da attivare in caso di interruzione dell'energia elettrica per mantenere gli estrattori costantemente in funzione.

Deve essere installato all'interno del cantiere un dispositivo di segnalazione, tra l'interno e l'esterno dell'area confinata, al fine di poter favorire idonea comunicazione in caso di necessità.

Tutti i filtri usati devono essere insaccati e trattati come rifiuti contaminati da amianto.

La sostituzione dei filtri deve essere annotata nel registro di cantiere.

2.3.1.2 - COLLAUDO DEL CANTIERE

Le prove di collaudo del cantiere rappresentano un momento delicatissimo immediatamente precedente l'avvio delle attività. Pur non prevedendo la norma la presenza dell'Organo di Vigilanza, è opportuno che l'impresa dia comunicazione preventiva della data d'inizio lavori al fine di permettere all'ASL di presenziare alle operazioni di collaudo (vedi allegato 5 - Comunicazione per friabile).

Completato l'allestimento del cantiere, ivi compresa l'installazione dell'unità di decontaminazione, e sempre prima dell'inizio di qualsiasi operazione che comporti la manipolazione dell'amianto, i sistemi di confinamento devono essere collaudati mediante prove di tenuta.

I) Prova della tenuta con fumogeni

Saturata l'area di lavoro con fumogeni, si osservano, all'esterno del cantiere, le eventuali fuoriuscite di fumo. Occorre ispezionare, a seconda delle situazioni, le barriere di confinamento, il perimetro esterno dell'edificio e il piano sovrastante. Tutte le falle individuate vanno sigillate dall'interno.

II) Collaudo della depressione

Si accendono gli estrattori e si osservano i teli di plastica delle barriere di confinamento; questi devono rigonfiarsi leggermente formando un ventre rivolto verso l'interno dell'area di lavoro. L'estrazione del fumo intasa i filtri degli estrattori: è, quindi, opportuno che l'operazione venga svolta con i soli pre-filtri.

La verifica deve essere fatta anche all'interno del cantiere per individuare eventuali «sacche» in cui potrebbe non essere garantito un adeguato ricambio d'aria.

La misura della depressione può essere effettuata con un manometro differenziale munito di due sonde che vengono collocate una all'interno e l'altra all'esterno dell'area di lavoro.

Il controllo della depressione e della portata degli estrattori può essere effettuato, anche empiricamente, calcolando il tempo necessario per l'evacuazione totale dei fumi.

2.3.1.3 – AREA/UNITÀ DI DECONTAMINAZIONE (U.D)

Deve essere allestita un'unità di decontaminazione per il personale, composta da quattro zone, come di seguito descritte:

I) Locale equipaggiamento

Questa zona ha due accessi, uno adiacente all'area di lavoro e l'altro adiacente al locale doccia. Pareti, soffitto, pavimenti sono ricoperti con un foglio di plastica di spessore adeguato. Un apposito contenitore deve essere sistemato in questa zona per permettere agli operatori di riporvi l'abbigliamento personale, prima di passare al locale doccia. È preferibile che questa zona contenga anche appoggi (attaccapanni, panche, ecc) per rendere agevole la svestizione degli indumenti a perdere (tuta, copri scarpe, guanti); se necessario, deve essere dotata di attrezzature per rimuovere il nastro adesivo da polsi e gambali.

II) Locale doccia

La doccia è accessibile dal locale equipaggiamento e dalla chiusa d'aria. Questo locale deve contenere almeno una doccia con acqua calda e fredda e deve essere assicurata la disponibilità costante di sapone, a cura del datore di lavoro al pari dei teli e degli asciugamani. Laddove sia possibile differenziare il percorso di ingresso da quello di uscita degli operatori, è sufficiente che la doccia sia collocata su quest'ultimo percorso. Le acque di scarico delle docce devono essere adeguatamente filtrate.

III) La chiusa d'aria

La chiusa d'aria deve essere realizzata tra il locale doccia e il locale spogliatoio incontaminato e deve essere realizzata con accorgimenti tecnici tali da non mettere in comunicazione i due locali.

IV) Locale incontaminato (spogliatoio)

Questa zona è accessibile dall'esterno e dalla chiusa d'aria.

Il locale deve essere preferibilmente munito di armadietti per consentire agli operatori di riporre gli abiti puliti e può essere utilizzato anche come magazzino per l'equipaggiamento.

Il locale doccia e il locale incontaminato (spogliatoio) dovranno essere convenientemente riscaldati nella stagione invernale. In caso di estesi interventi, dove è necessaria la presenza di un numero elevato di operatori, è preferibile utilizzare U.D. con doppio percorso.

2.3.1.4. - PROTEZIONE DEI LAVORATORI

Le tematiche relative ai dispositivi di protezione individuali (DPI) sono affrontate con i decreti legislativi n. 475/1992 e n. 626/1994 (titolo IV).

Prima dell'inizio dei lavori, gli operai devono essere istruiti ed informati sulle tecniche di rimozione dell'amianto, addestrati all'utilizzo dei DPI e all'applicazione delle procedure per la rimozione, la decontaminazione e la pulizia del luogo di lavoro. Nel piano di lavoro è indicato l'elenco degli addetti previsti per l'esecuzione dei lavori, secondo la modulistica di cui all'allegato 3.

Il datore di lavoro o un suo delegato deve provvedere ad affiggere, nel locale dell'equipaggiamento, le procedure di lavoro e di decontaminazione da applicare.

2.3.1.5 PROCEDURE DI ACCESSO/USCITA ALL'AREA DI LAVORO

I) Accesso alla zona

Ogni operatore deve togliere gli indumenti personali nello spogliatoio incontaminato ed indossare, oltre ad adeguati indumenti protettivi, un idoneo respiratore.

Per garantire la massima efficienza delle maschere è necessario che le stesse siano indossate garantendo la perfetta aderenza al viso, secondo quanto indicato dal produttore.

II) Uscita dalla zona di lavoro

Ciascun operatore deve, ogni qualvolta lasci la zona di lavoro, eliminare le tracce evidenti di amianto mediante un aspiratore e quindi proseguire verso la zona dell'equipaggiamento.

È previsto che l'operatore tolga tutti gli indumenti, indossando il respiratore fintanto che non abbia provveduto alla sua completa pulizia nel locale doccia.

Infine, l'operatore, dopo aver provveduto alla sua completa pulizia, prosegue verso il locale spogliatoio dove indossa gli abiti personali. All'interno del luogo di lavoro è vietato mangiare, bere, fumare.

2.3.1.6. TECNICHE DI RIMOZIONE

Nei casi in cui non sia possibile garantire l'imbibimento del manufatto o del materiale contenente amianto anche attraverso fori, man mano si procede con la rimozione, occorre praticare una continua nebulizzazione.

È opportuno richiedere monitoraggi interni all'area di lavoro, con campionatori personali o ambientali e successiva analisi in microscopia ottica in contrasto di fase (M.O.C.F.), al fine di valutare se la concentrazione delle fibre resti sotto soglia di rischio.

È consigliabile richiedere che l'esito delle analisi di tali campionamenti pervenga nell'immediatezza sia all'impresa che all'organo di vigilanza.

Nel caso di rimozione di amianto friabile presente in muri realizzati con mattoni forati, è necessario procedere ad una pulizia mediante attrezzi che possano rimuovere completamente il floccato da ogni fessura.

2.3.1.7. MODALITÀ DI ALLONTANAMENTO DEI RIFIUTI DALL'AREA DI LAVORO

Per allontanare i rifiuti dall'area di lavoro è necessaria la presenza di due squadre di operatori, una operante all'interno e l'altra all'esterno del cantiere, e deve essere garantita l'assenza di contaminazione ambientale causata dai sacchi contenenti amianto.

Qualora si dovesse procedere ad uno stoccaggio provvisorio dei sacchi, i rifiuti vanno depositati all'interno di big bags o in containers in un'area dell'edificio chiusa ed inaccessibile agli estranei.

2.3.1.8. DECONTAMINAZIONE DEL CANTIERE

Durante i lavori di rimozione è necessario provvedere a periodiche pulizie della zona di lavoro dal materiale di amianto e all'insaccamento del materiale di risulta, al fine di evitare concentrazioni pericolose di fibre all'interno dell'ambiente.

Tutto il materiale a perdere deve essere imballato in sacchi di plastica, sigillabili e identificati con etichette di segnalazione, da considerarsi come rifiuto contenente amianto.

Terminate le operazioni di pulizia, prima dell'ispezione visiva da parte dell'Organo di Vigilanza prevista nell'ambito delle procedure per la restituibilità dell'area, si deve effettuare campionamenti all'interno della zona confinata.

I campionamenti vanno eseguiti con la metodica M.O.C.F. al fine di valutare l'efficacia degli interventi di bonifica e di pulizia, riscontrabile allorché l'esito delle analisi sia prossimo al valore di 2 ff/l previsto per la restituibilità.

2.3.1.9 MONITORAGGIO AMBIENTALE

Durante l'intervento di bonifica, il committente dei lavori deve garantire l'effettuazione di monitoraggi ambientali delle fibre di amianto nelle aree incontaminate. Il monitoraggio deve essere eseguito quotidianamente, dall'inizio delle operazioni di disturbo dell'amianto fino alla pulizia finale. Devono essere controllate in particolare:

- le zone incontaminate in prossimità delle barriere di confinamento;
- le uscite dell'unità di decontaminazione o il locale incontaminato dello spogliatoio;

Inoltre, devono essere eseguiti campionamenti sporadici all'uscita degli estrattori, all'interno dell'area di lavoro e durante la movimentazione dei rifiuti. A titolo esemplificativo, si suggerisce, in relazione alla tipologia di bonifica, di richiedere i seguenti campionamenti in M.O.C.F.:

1. un campionamento giornaliero presso lo spogliatoio non contaminato;
2. un campionamento giornaliero in prossimità dell'area esterna quando il cantiere è ubicato in ambiente confinato;
3. un campionamento giornaliero in area di lavoro durante le fasi di scoibentazione;
4. un campionamento presso l'uscita dell'unità di decontaminazione ogni qualvolta vengono allontanati i rifiuti;
5. un campionamento giornaliero presso le bocche di uscita degli estrattori;
6. un campionamento al termine dei lavori di pulizia finale.

I campionamenti devono essere effettuati da personale appositamente formato/addestrato. Sul registro di cantiere sono annotati i campionamenti eseguiti, la posizione degli stessi e il nominativo del soggetto incaricati. I risultati devono essere resi noti in tempo reale o al massimo entro le 24 ore successive. La norma prevede due soglie di allarme:

1. preallarme: si verifica ogni qualvolta i risultati dei monitoraggi effettuati all'esterno dell'area di lavoro mostrano un aumento costante delle concentrazioni di fibre aerodisperse;
2. allarme: si verifica quando la concentrazione di fibre aerodisperse all'esterno dell'area supera il valore di 50ff/l. In questo caso, deve essere data immediata comunicazione all'organo di vigilanza.

Le procedure adottate nei casi di emergenza devono essere annotate nel registro di cantiere.

2.3.2. Tecnica di glove-bags

Nel caso di limitati interventi su tubazioni, valvole, flange rivestite in amianto, per la rimozione di piccole superfici coibentate è utilizzabile la tecnica di glove-bag. Questa tecnica si caratterizza per eventi critici quali:

- la discreta probabilità che la cella di polietilene (PE) si rompa;

- la scarsa manualità degli operatori;
- il verificarsi di situazioni pericolose durante la loro installazione e rimozione.

Pertanto, non deve essere consentita per tratti estesi di tubazioni perché comporterebbe l'effettuazione di più interventi, che aumentano la probabilità di accadimento dell'evento negativo. Prima di utilizzare la tecnica di glove-bag, si dovrà procedere ad una accurata pulizia dei manufatti da scoibentare, mediante aspiratori portatili. Nell'immediata vicinanza del glove-bag dovranno essere presenti:

- attrezzature supplementari da utilizzare in caso di emergenza (rottura delle celle, fuoriuscita anomala di materiale e conseguente rilascio di fibre);
- maschere in numero sufficiente per tutti gli operatori che svolgono attività di supporto nello stesso ambiente;
- aspiratore portatile con filtro ad alta efficienza;
- attrezzatura per la nebulizzazione di liquidi incapsulanti.

Se il coibente risulta essere molto degradato (al primo contatto si sbriciola), la tecnica di glove-bag non può essere utilizzata: deve, dunque, essere attuata la bonifica mediante rimozione in area confinata. Nel caso di tubazioni aeree, ove risulti molto difficile, se non impossibile, la realizzazione di confinamenti statici e dinamici, si può provvedere al sezionamento delle stesse e al successivo invio presso l'area di bonifica specializzata. Ulteriori criteri per l'ammissibilità dell'impiego della tecnica di glove-bags sono riportati nell'Allegato 6.

2.3.3. Incapsulamento

La tecnica dell'incapsulamento consiste nell'effettuare il trattamento del MCA con prodotti penetranti o ricoprenti, allo scopo di inglobare le fibre di amianto, per formazione di un film di protezione sulla superficie esposta che previene il rilascio di fibre. La tecnica è regolamentata dal D.M. 20.08.1999.

2.3.4. Confinamento

L'intervento di bonifica con la tecnica del confinamento consiste nel realizzare una idonea barriera a tenuta con lo scopo di separare il materiale contenente amianto dalle restanti zone o aree dell'edificio. L'operazione comporta sempre la realizzazione di un piano di controllo, oltre che la verifica periodica dello stato di conservazione della barriera. Spesso questo intervento necessita di essere associato ad un efficace incapsulamento del materiale interessato.

2.3.5 Criteri per la certificazione della restituibilità di ambienti bonificati da amianto friabile

Le operazioni di certificazione di restituibilità di ambienti bonificati dall'amianto, effettuate per assicurare che le aree interessate alla bonifica possano essere rioccupate con sicurezza, devono essere eseguite dall'ASL competente per il territorio. Le spese relative al sopralluogo ispettivo e ai campionamenti dell'aria sono a carico del committente. I principali criteri da seguire per il rilascio della certificazione sono:

- assenza di residui di materiale contenenti amianto sulla superficie bonificata;
- concentrazione media di fibre, all'interno dell'area confinata, non superiore alle 2 ff/l, misurate con la metodica microscopia elettronica a scansione (SEM).

Per la verifica di questi criteri occorre seguire eseguire l'ispezione visiva preventiva e successivamente il campionamento dell'aria presente nell'ambiente bonificato. Particolare attenzione deve essere posta nell'ispezione visiva, in quanto ridotte quantità di amianto potrebbero, durante il campionamento aggressivo, determinare un superamento del valore limite di riferimento (2ff/l). È opportuno effettuare il campionamento aggressivo dell'aria 24 h dopo l'ispezione visiva, in modo tale che l'incapsulante sia perfettamente asciutto. I locali confinati sono restituiti a fronte dell'acquisizione di certificazione attestante l'esecuzione, nei locali bonificati, di verifica della concentrazione di fibre di amianto aerodisperse mediante l'uso della microscopia elettronica a scansione (SEM): la concentrazione media di fibre non deve essere superiore a 2ff/l.

La concentrazione media di fibre deve essere calcolata come media aritmetica delle concentrazioni determinate per ogni singolo campione, quando per le singole misure non è indicato l'errore; altrimenti, la concentrazione media deve essere calcolata come media pesata sugli errori delle singole determinazioni.

$C_{media} = (SiCi/ei)/(Si 1/ei)$ dove Ci è la concentrazione del i -esimo campione e ei è l'errore associato a Ci .

Ad esempio se $C_1 = 1.8 \pm 0.2$ ff/l, $C_2 = 1.2 \pm 0.5$ ff/l e $C_3 = 1.9 \pm 0.1$ ff/l, allora

$C_{media} = (1.8/0.2 + 1.2/0.5 + 1.9/0.1) / (1/0.2 + 1/0.5 + 1/0.1) = 1.8$ ff/l, mentre la media aritmetica semplice calcolata con i dati dell'esempio è $C_{media} = (1.8 + 1.2 + 1.9)/3 = 1.6$ ff/l.

Nel caso in cui la bonifica riguardi un'unica area confinata di grandi dimensioni, per la quale sono stati effettuati più campionamenti di fibre di amianto aerodisperse, normalmente le differenze tra le concentrazioni misurate nei diversi punti sono, al più, circa uguali all'errore associato alle singole determinazioni. Pertanto, anche se la concentrazione media è inferiore a 2 ff/l, ma per uno o più punti la concentrazione è risultata superiore a 3 ff/l, l'area non è restituibile: devono, dunque, esserne indagate le cause e si deve procedere ad una nuova pulizia e/o ad un ulteriore incapsulamento.

Le analisi finali per la certificazione della restituibilità dell'ambiente bonificato, sono eseguite, in via preferenziale, da uno dei laboratori di cui alla tabella 13 del cap. 3 – metodi analitici.

2.4 TECNICHE DI INTERVENTO SU MATERIALI IN MATRICE COMPATTA

2.4.1. Rimozione

La tecnica della rimozione è inequivocabilmente la soluzione che radicalmente elimina il rischio amianto; essa è fortemente raccomandata per tutte le situazioni in cui sia evidenziato un cattivo stato di conservazione della copertura.

Le aree di cantiere in cui avvengono le operazioni di bonifica devono essere delimitate e segnalate.

Inoltre, per interventi di bonifica superiori ai 3 gg. devono essere messi a disposizione dei lavoratori, locali ad uso doccia ed accessori (servizi igienici), oltre ad un'apposita area per lo stoccaggio provvisorio del materiale rimosso.

Si devono realizzare, a fini antifortunistici, idonee misure di prevenzione con particolare riguardo ai rischi specifici dovuti a sfondamento delle lastre ed, in generale, alla caduta dall'alto.

Prima di qualsiasi manipolazione o movimentazione dei materiali da rimuovere, si deve operare l'incapsulamento con prodotti specifici come indicato dal D.M. 20/08/1999. L'incapsulamento effettuato mediante nebulizzazione a bassa pressione, deve essere effettuato su entrambe le superfici.

Quando le lastre di copertura sono visibili dall'interno dell'edificio, devono essere prese tutte le precauzioni necessarie ad evitare l'esposizione ad amianto da parte degli occupanti durante le operazioni di bonifica. Al fine di una maggiore garanzia degli interventi eseguiti, a lavori di bonifica ultimati, potrebbe essere opportuno effettuare campionamenti ambientali volti alla verifica dell'efficacia della bonifica eseguita.

2.4.2. Incapsulamento

La metodica consiste nel trattamento della superficie esposta con prodotti che fissano le fibre di amianto alla matrice cementizia, riducendo la possibilità di rilascio di fibre. Il D.M. 20/08/1999 definisce le caratteristiche tecniche dei prodotti incapsulanti e la loro modalità di applicazione, compreso il successivo piano di controllo e manutenzione. Prima dell'applicazione del prodotto può essere necessaria una adeguata pulizia della superficie della copertura, al fine di garantire maggior adesione dell'incapsulante. L'intervento preliminare di pulizia, laddove condotto, deve essere equiparato ad un intervento di rimozione in quanto produce un rifiuto. La corretta esecuzione del trattamento deve essere certificata con la dichiarazione di conformità del rivestimento incapsulante e l'attestazione della corretta esecuzione dei lavori.

2.4.3 Sopracopertura

L'intervento viene realizzato installando una nuova copertura al di sopra di quella in cemento – amianto. Prima della posa del nuovo materiale la superficie viene trattata con incapsulante di tipo C, come indicato dal DM 20/08/1999, allo scopo di evitare la liberazione di fibre durante le fasi di posa della nuova copertura. Gli interventi di sopracopertura sono preceduti dal calcolo delle portate dei sovraccarichi accidentali previsti per la relativa struttura.

2.4.4 Uso dei dispositivi di protezione personale

Le problematiche relative alla protezione dei lavoratori contro i rischi connessi all'esposizione ad amianto sono disciplinate dal titolo VI bis del d.lgs. 626/1995.

In particolare, l'art. 59-octies, comma 1, lettera c), prevede che "siano messi a disposizione dei lavoratori adeguati indumenti da lavoro o adeguati dispositivi di protezione individuale". La protezione delle vie respiratorie dei lavoratori è affrontata nell'art. 59-decies, comma 4, in cui è previsto che "in ogni caso ... è necessario l'uso di un dispositivo di protezione delle vie respiratorie; tale uso non può essere permanente e la sua durata, per ogni lavoratore, deve essere limitata al minimo strettamente necessario".

Pertanto, accertato l'obbligo del datore di lavoro di mettere a disposizione dei lavoratori idonei dispositivi di protezione individuale delle vie respiratorie, valutati secondo quanto previsto dalla norma, per quanto attiene agli interventi di rimozione di coperture in cemento-amianto, al fine di una maggiore tutela del lavoratore, si rende auspicabile l'utilizzo ad uso esclusivo di maschere semifacciali in gomma con filtri di protezione FP3.

2.5 TECNICHE DI INTERVENTO SU SUPERFICI E PRODOTTI IN VINIL-AMIANTO

Pur considerando il vinil-amianto un manufatto riconducibile alla categoria dei materiali contenenti amianto in matrice compatta, la rimozione dello stesso può comportare situazioni espositive fortemente differenziate tra loro, in relazione alle quali risulta necessario adottare misure di prevenzione e protezione variabili che, in alcuni casi, possono arrivare ad essere le stesse previste per le attività di rimozione dell'amianto in matrice friabile. La variabilità delle situazioni espositive dipende prevalentemente da:

- presenza di amianto nella colla e/o nel massetto di fondazione;
- percentuale di amianto presente nel manufatto (pannello/piastrella);
- facilità di distacco della piastrella dalla colla e conseguente diversa modalità operativa di rimozione;
- estensione della superficie da bonificare.
- Inoltre, per quanto attiene all'assetto del cantiere, occorre considerare:
- se i lavori si svolgono o no in prossimità di locali utilizzati come luogo di vita o di lavoro.
- se, al termine dei lavori di rimozione, i locali bonificati saranno riutilizzati o meno.

2.5.1 Rimozione

Se viene riscontrata la presenza di amianto nella colla utilizzata come mezzo di fissaggio o nel massetto, vanno adottate le stesse misure di prevenzione e protezione che si impiegano per la rimozione d'amianto in matrice friabile; quindi, occorre predisporre adeguati confinamenti statici e dinamici dell'area di bonifica e prevedere la restituibilità dell'area.

Se la colla o il massetto non contengono amianto, per valutare le misure di prevenzione e protezione più adatte, vanno presi in considerazione ulteriori criteri quali la percentuale di amianto presente nelle piastrelle o nel massetto (bassa percentuale/alta percentuale), la modalità di rimozione dei materiali (manuale/meccanizzato) e l'estensione dei lavori (piccole superfici/grandi superfici).

Se l'intervento di rimozione riguarda manufatti in vinil-amianto contenenti una bassa percentuale di amianto (fino al 2%) ed interessa piccole superfici (fino a 50 mq), vanno adottate le stesse misure di prevenzione e protezione che si impiegano per la rimozione di amianto in matrice compatta, prevedendo un monitoraggio in M.O.C.F. prima, durante e al termine dei lavori.

Se si effettua la rimozione di manufatti in vinil-amianto contenenti una percentuale di amianto superiore al 2%, relativa a superfici maggiori di 50 mq, ricorrendo nell'eventualità a strumenti meccanici, le misure di prevenzione e protezione da adottare sono le stesse previste per la rimozione di amianto in matrice friabile. In tutte le situazioni non rappresentate, è necessario valutare caso per caso quali misure di prevenzione e protezione tutelino adeguatamente i lavoratori, essendo inteso che, in casi dubbi, è bene optare per il livello di protezione più alto.

2.5.1 Riparazione

Gli interventi di riparazione devono interessare modeste superfici: occorre effettuare i lavori utilizzando esclusivamente attrezzi manuali ed adottando le stesse misure preventive e protettive previste per materiali contenenti amianto in matrice compatta.

3. METODI ANALITICI PER LA DETERMINAZIONE DELL'AMIANTO E STUDI SULLA CONCENTRAZIONE IN ATMOSFERA

3.1 INTRODUZIONE

Per determinare la concentrazione ambientale di fibre di amianto presenti nell'atmosfera di ambienti confinati e non, si utilizzano comunemente le tecniche analitiche di microscopia ottica o elettronica, i cui risultati sono espressi come numero di fibre (aventi determinate dimensioni) per unità di volume d'aria. I metodi di misura basati su queste tecniche analitiche comportano una fase preliminare di campionamento consistente nell'aspirazione mediante pompe di un volume noto di aria, attraverso un supporto filtrante ("filtro a membrana") di raccolta per le particelle aerodisperse. Su tale supporto (o porzioni di esso) opportunamente preparato viene, poi, determinato il numero di particelle ad abito fibroso aventi determinate caratteristiche dimensionali, riferito al volume totale di aria prelevato.

La microscopia ottica è senz'altro la tecnica più diffusa presso i laboratori di analisi, in quanto i costi di investimento e di gestione necessari rispetto alla microscopia elettronica sono molto più contenuti; inoltre, l'analisi in microscopia ottica è più rapida di quella in microscopia elettronica. Tuttavia questo metodo risulta soggetto ad alcune importanti limitazioni: in particolare anche un microscopista esperto, sebbene in grado di riconoscere con sufficiente certezza alcuni tipi di fibre (esempio vegetali o vetrose artificiali), non sempre riesce a distinguere fra loro i diversi tipi di amianto e talvolta anche l'amianto da fibre di altra natura. Un altro limite importante della microscopia ottica è l'impossibilità di rilevare le fibre con diametro inferiore a 0.15 - 0.1 μm , da considerarsi pericolose in quanto respirabili.

Le limitazioni della microscopia ottica sono spesso superate dalla microscopia elettronica. Per questo motivo la normativa nazionale prescrive la microscopia ottica in contrasto di fase per il monitoraggio ambientale durante le operazioni di bonifica, mentre viene richiesta l'analisi in microscopia elettronica a scansione per la restituibilità dei locali dopo bonifica.

Per la determinazione dell'amianto nei campioni massivi invece, le tecniche analitiche utilizzate sono di solito la spettrofotometria infrarosso con trasformata di Fourier e la diffrattometria a raggi X.

3.2 LA MICROSCOPIA OTTICA

Un tipico microscopio ottico da laboratorio (Figura 2) permette diversi modi di osservazione del campione (campo chiaro, campo scuro, contrasto di fase, ecc.). La normale osservazione di un oggetto avviene in campo chiaro; per alcuni oggetti, come le fibre di amianto, è più conveniente l'osservazione con gli altri metodi per meglio evidenziarne i particolari di interesse.

Nel caso dell'analisi delle fibre la normativa attualmente vigente è il d.lgs. n. 257 del 20 luglio 2006 che riprende il D.M. 6 settembre 1994 ed il seguente D.M. 14 maggio 1996. Il Decreto prescrive di usare la metodica dell'Organizzazione Mondiale della Sanità del 1997, la quale peraltro attinge ampiamente al metodo di riferimento RTM1 dell'AIA per la determinazione di fibre di amianto nell'aria dei luoghi di lavoro. La modalità di osservazione prevista è il contrasto di fase, perché consente di ottenere maggiore risoluzione.

3.2.1 Principio generale di funzionamento

Il sistema di ingrandimento del microscopio (Figura 2) consiste in una lente o sistema di lenti convergenti (obiettivo), che proietta l'immagine ingrandita del campione sul piano focale di un'altra lente o sistema di lenti (oculare). L'oculare provvede ad ingrandire ulteriormente l'immagine e a permetterne la visione (Figura 3).

Fig. 2 Microscopio ottico con doppia visione e macchina fotografica



Figura 3. Schema di funzionamento del microscopio ottico a contrasto di fase (da: Il Progetto regionale pietre verdi – Emilia Romagna – 2004).

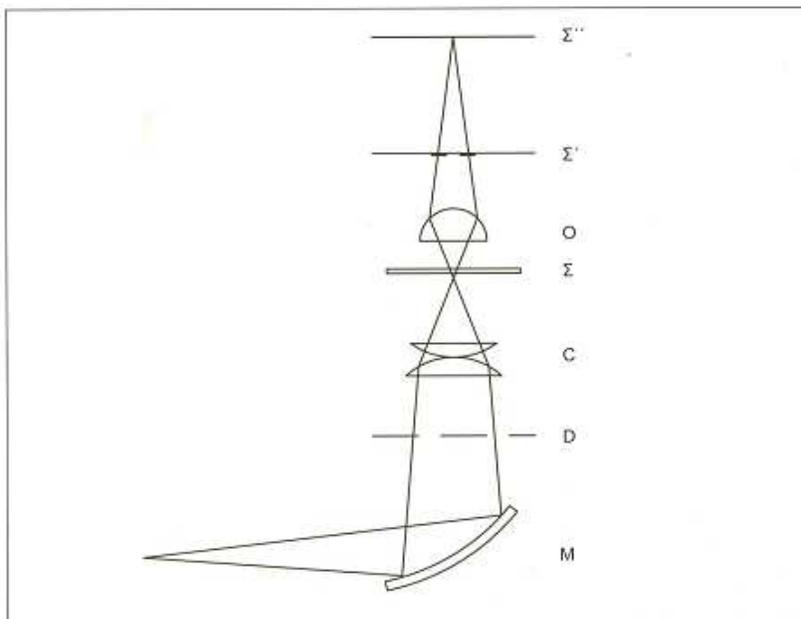


Fig. 3 - Schema del microscopio a contrasto di fase. Davanti al condensatore C di un microscopio ordinario viene posto un diaframma anulare D, consistente in una stretta apertura anulare praticata in uno schermo opaco. Questa apertura agisce da sorgente luminosa. Il campione da esaminare giace nel piano. L'obiettivo O forma un'immagine reale del campione nel piano Σ' . Inoltre, il condensatore C e l'obiettivo O formano un'immagine di D sul piano Σ'' dove è collocata la lamina di fase. Questa consiste solitamente in una lamina di vetro su cui è stato steso, mediante evaporazione, uno strato anulare di materiale trasparente. Le dimensioni dello strato sono tali da ricoprire esattamente l'immagine di D.

Sul microscopio possono essere impiegati diversi *obiettivi*, montati su una torretta girevole, con diversi ingrandimenti. Il valore dell'ingrandimento di ciascun obiettivo è inciso sulla sua montatura insieme ad altre importanti indicazioni, come nell'esempio:

PLAN 40/0.65
160/0.17

Questa scritta indica che l'obiettivo: fornisce un'immagine piana del campione ("PLAN"), che ha un potere di ingrandimento di 40X, che ha una apertura numerica di 0.65, che è calcolato per un tubo porta ottica di 160 mm e che il campione deve avere un vetrino coprioggetto di spessore pari a 0.17 mm.

L'apertura numerica è un parametro che indica la qualità ottica dell'obiettivo. Più è elevato il suo valore, maggiore sarà il potere risolutivo del microscopio e quindi più definita la visione dell'immagine; il valore minimo è 0,65, il valore massimo dell'apertura numerica che si possa ottenere in aria è 0.95. Per ottenere potere di risoluzione maggiore bisogna ricorrere all'immersione dell'obiettivo in liquido. Anche sull'*oculare* è inciso il potere di ingrandimento. Tipicamente per l'analisi dell'amianto vengono utilizzati oculari con ingrandimento 10X o 12,5X. L'ingrandimento finale del microscopio è ottenuto moltiplicando l'ingrandimento dell'obiettivo per quello dell'oculare.

La superficie dell'oggetto di volta in volta sotto osservazione è chiamata "campo". L'oggetto è posto sul piano del microscopio ("tavolino traslatore") che ne consente il movimento sia verticale che in senso orizzontale così da poter cambiare ed esaminare diversi campi. Nei microscopi moderni al tavolino è collegato il gruppo *condensatore*. Il condensatore, posto sotto il tavolino, è un sistema di lenti con la funzione di condensare nell'obiettivo il fascio luminoso che attraversa il campione. Dispone di un diaframma ad iride (*diaframma di apertura*) per poter regolare l'ampiezza del cono di luce che entra nell'obiettivo. Anche la regolazione dell'altezza e della centratura del condensatore sull'asse dell'obiettivo sono importanti per ottenere immagini nitide. La funzione del condensatore è quella di mettere a fuoco sul piano focale posteriore dell'obiettivo l'immagine della sorgente luminosa, cosicché ogni punto del campione diviene a sua volta una sorgente luminosa e la sua immagine potrà essere vista nitidamente attraverso l'oculare. Al di sotto del condensatore è posto il *sistema di illuminazione* secondo Köhler; il sistema è dotato di un diaframma (diaframma di campo) per mezzo del quale l'immagine del filamento della lampadina è proiettata sul piano del diaframma di apertura. Sul sistema di illuminazione possono essere introdotti dei filtri per restringere l'intervallo di lunghezze d'onda della luce che attraverserà il campione. Le varie parti del microscopio sono montate su un basamento e un braccio che costituiscono lo *stativo*. Sullo stativo sono posti quindi i delicati meccanismi di regolazione e spostamento delle varie parti del microscopio e in particolare le viti macrometrica e micrometrica che permettono di muovere l'oggetto in senso verticale fino a collocarlo sul piano focale dell'obiettivo (messa a fuoco dell'immagine).

I campioni da osservare al microscopio ottico devono essere trasparenti, piani e opportunamente preparati su un vetrino detto "portaoggetti". Il preparato è coperto da un vetrino più sottile denominato "coprioggetto".

Il campo chiaro - La formazione dell'immagine in campo chiaro avviene facendo passare la luce nel condensatore senza interporre ostacoli lungo la traiettoria del fascio luminoso. Sono così visibili gli oggetti che sono in grado di proiettare una immagine di luminosità differente da quella dello sfondo. Tali oggetti vengono chiamati anche «oggetti di ampiezza». Si rimanda alla Teoria di Abbe per la descrizione del fenomeno sotto l'aspetto dell'ottica ondulatoria. Non tutti gli oggetti sono visibili in campo chiaro.

Il campo scuro - La microscopia ottica in campo scuro consente di rivelare la presenza, ma non la struttura, di oggetti non ben visibili in campo chiaro. Per la formazione dell'immagine in campo scuro si utilizza un condensatore a specchio o una opportuna fenditura anulare in modo che sul campione arrivi luce con direzione non parallela all'asse ottico del microscopio. In questo modo il fondo del campo è scuro (non c'è luce diretta) ma sono luminosi quegli oggetti che hanno diffratto la luce verso l'obiettivo. L'immagine dell'oggetto non è

però fedele in quanto le sue strutture interne sono distorte. Solitamente la modalità in campo scuro si utilizza in associazione con le altre due, in quanto la colorazione dell'oggetto diffratto aiuta nell'identificazione dell'oggetto.

Il contrasto di fase - La microscopia ottica in contrasto di fase (MOCF) è utile per osservare oggetti molto sottili e trasparenti, come spesso accade per le fibre di amianto, che non sempre sono facilmente individuabili in campo chiaro o in campo scuro. L'informazione della loro presenza è contenuta nell'onda luminosa che ha attraversato il preparato, ma è contenuta nella fase dell'onda e non nella sua ampiezza come accade per gli oggetti visibili in campo chiaro. Per questo motivo gli oggetti osservabili in contrasto di fase sono detti anche «oggetti di fase». Nella visione in contrasto di fase si introduce prima del condensatore un adatto diaframma anulare opaco che trasforma il fascio luminoso in un cono cavo di luce, mentre nel piano focale posteriore dell'obiettivo è posta una lamina anulare (anello di fase) che modifica la fase delle onde luminose dirette. L'effetto ultimo è la trasformazione degli «oggetti di fase» in «oggetti di ampiezza» che diventano così visibili. Per la trattazione fisica del principio del contrasto si rinvia alla già citata Teoria di Abbe e ai lavori di Fritz Zernike, premio Nobel per la fisica nel 1953. In realtà l'anello di fase è sempre presente nell'obiettivo e non disturba le visioni in campo chiaro e in campo scuro. Per predisporre il microscopio in contrasto di fase, nella pratica è sufficiente inserire sotto il condensatore il relativo diaframma anulare idoneo per l'obiettivo in uso.

3.2.2 Il prelievo del campione

Si utilizzano di solito filtri in acetato di cellulosa o esteri misti di cellulosa di diametro 25 mm, con reticolo per facilitare la messa a fuoco del campione al microscopio. Il metodo WHO indica di campionare un volume sufficiente a ottenere un carico ottimale di fibre su filtro, tra 100 e 650 fibre per mm². La portata della pompa di campionamento da utilizzare è compresa, a seconda della situazione, tra 0,5 e 16 litri al minuto. I parametri tempo e portata del prelievo, in definitiva, saranno determinati di volta in volta anche con il criterio di ottenere un campione dalla buona leggibilità, per il quale le fibre all'osservazione al microscopio non appaiano coperte o sovrapposte ad altre particelle, ma ben individuabili e correttamente conteggiabili.

Qualora il controllo sia finalizzato alla certificazione della "restituibilità" di un cantiere dopo bonifica dall'amianto, dopo la spruzzatura dell'incapsulante è opportuno attendere l'asciugatura prima di cominciare il prelievo, proprio per evitare che le particelle di spray disperso nell'aria vengano anch'esse aspirate sul filtro peggiorando l'identificazione delle fibre.

Il supporto del filtro può essere in materiale plastico antistatico monouso (figura 4) oppure del tipo tradizionale riutilizzabile in metallo, in figura 4.a, mentre in figura 4.b sono visibili le sezioni disassemblate: cono portafiltro, supporto filtrante rigido, "grembialino" di estensione. La linea completa di campionamento (portafiltro – linea di collegamento – pompa di campionamento su cavalletto) è illustrata nella figura 5.

3.2.3 La preparazione del campione

La preparazione del campione per la determinazione di fibre aerodisperse consiste nel fissare il filtro sul vetrino portaoggetti e renderlo trasparente e perfettamente planare: il processo è definito diafanizzazione e comprende due fasi. Dapprima il filtro, appoggiato sul vetrino portaoggetti, viene esposto a vapore di acetone. Il sistema di vaporizzazione con pallone riscaldato, ricadere e beccuccio in vetro con rubinetto previsto dal metodo ufficiale è attualmente sostituito da appositi apparecchi come il blocco riscaldante descritto in figura 6. Tale sistema, rispetto a quello precedente, ha il vantaggio di fornire un getto di vapore uniforme che evita la formazione di pieghe sul filtro durante l'esposizione, l'incompleta diafanizzazione per scarso flusso o il deterioramento del campione per caduta di gocce di acetone condensato. Inoltre presenta maggiore sicurezza richiedendo una quantità minima di acetone da riscaldare. Suggestivamente si procede al fissaggio con qualche goccia di triacetina ed alla sovrapposizione del vetrino coprioggetto. In questo modo un campione ben preparato può essere conservato per lungo tempo (anche qualche anno).

Il conteggio delle fibre di amianto presenti su filtro viene eseguito in microscopia in contrasto di fase, con un ingrandimento 400-600X, con un oculare dotato del reticolo di Walton-Beckett (fig. 7). Il reticolo circolare delimita il campo di osservazione ad un cerchio di

Figura 4.a Schema del supporto di campionamento per amianto in materiale plastico antistatico monouso (WHO-1997)

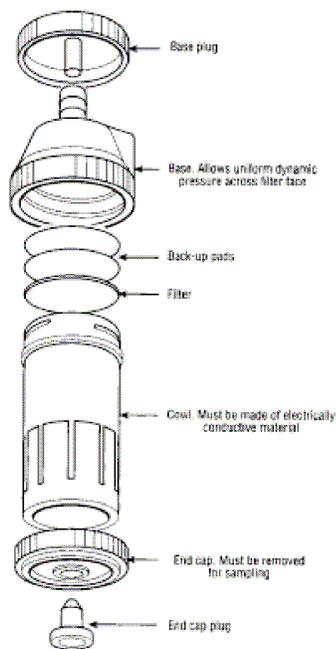


Figura 4.b Schema del supporto di campionamento per amianto in metallo.



Figura 5. Linea di campionamento per amianto

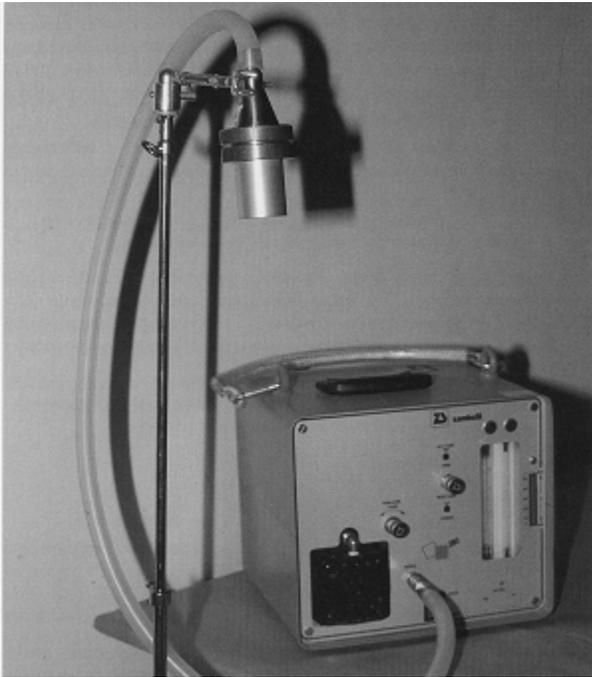
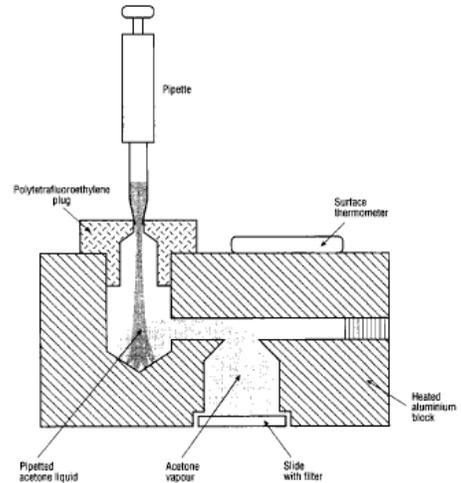


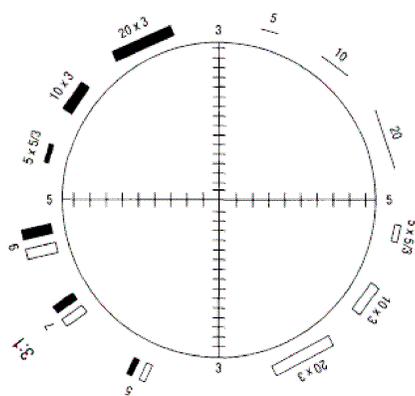
Figura 6. Blocco riscaldante per la diafanizzazione dei filtri (WHO, 1997).



diametro, a 500X, di circa 100 μm ovvero ad un area di campo di 0.00785 mm^2 . Sul reticolo vi sono diversi riferimenti per la stima delle dimensioni delle particelle fibrose. Il microscopio deve essere, ovviamente, sempre mantenuto in ottime condizioni le quali possono essere verificate tramite appositi vetrini di prova che sono disponibili in varie tipologie. Per esempio, su quelli HSE/NPL per la microscopia a contrasto di fase sono impressi sette blocchi di linee parallele di spessore decrescente. Un microscopio in condizioni soddisfacenti deve consentire la rilevazione fino al quinto blocco di linee.

Oggetto del conteggio sono solo le fibre aventi dimensioni “normate” (lunghezza maggiore o uguale a 5 μm , spessore minore o uguale a 3 μm , rapporto lunghezza/spessore minore di 3). I criteri di conteggio e la discussione della variabilità della metodica sono riportati nella normativa di riferimento e nel metodo della WHO, il quale rispetto al metodo RTM1 dell’AIA presenta solo qualche piccola differenza: per esempio, con la modalità di conteggio di fibre parzialmente coperte da particelle dalle dimensioni non normate.

Figura 7. Reticolo di Walton-Beckett (WHO, 1997).



L’analisi MOCF è affetta da una certa soggettività dell’analista, per cui sono previste modalità operative tendenti a limitare questa variabilità: per esempio, la scansione sul vetrino deve essere effettuata lungo un percorso predeterminato che ne consenta l’ispezione completa, ma i singoli campi nel reticolo devono essere assolutamente casuali.

La microscopia ottica può consentire all’operatore esperto di distinguere in alcuni casi particelle fibrose di amianto da quelle di altra natura ma sempre con una certa soggettività. Quindi, nel caso sia importante distinguere tra fibre di amianto e fibre di altra natura aventi pure dimensioni normate è consigliabile ricorrere ad altri metodi analitici. Il limite di rilevabilità riportato per la MOCF è pari a 0,5 ff/l.

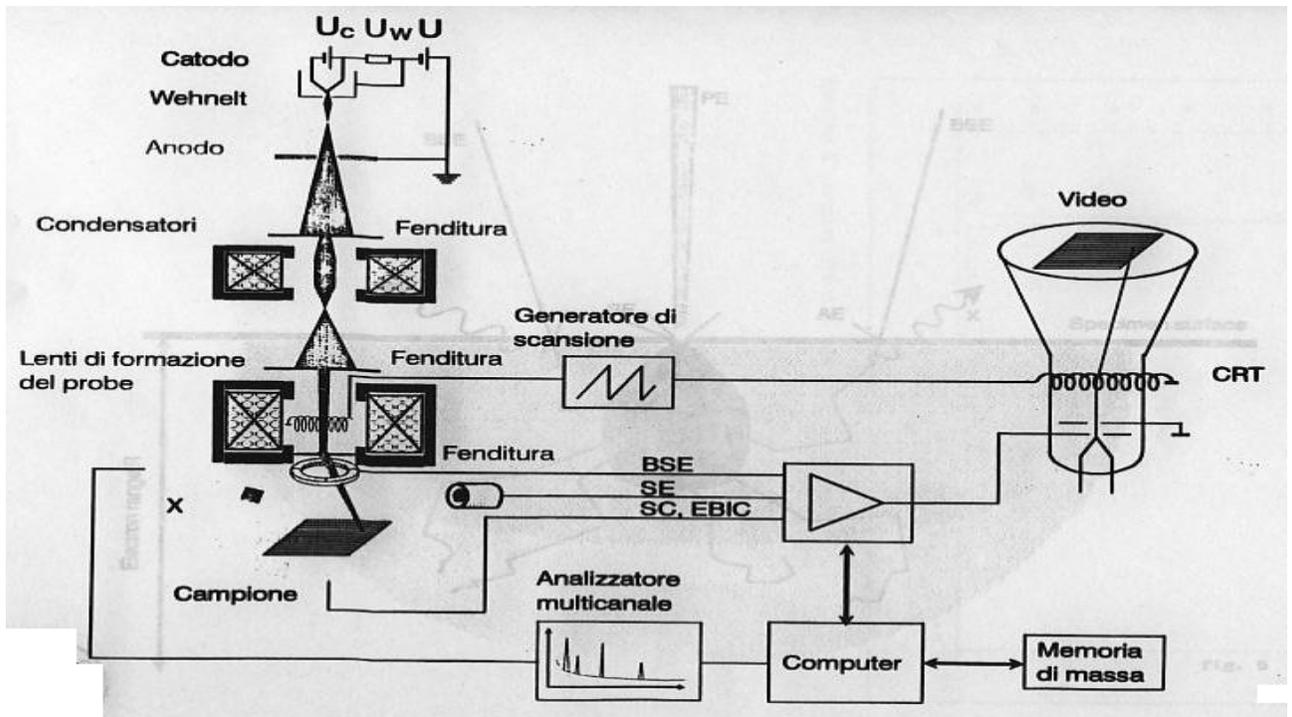
3.3 MICROSCOPIA ELETTRONICA A SCANSIONE

Il microscopio elettronico a scansione (Scanning Electron Microscopy, SEM) è uno strumento che non solo permette di osservare la morfologia di oggetti con ingrandimenti superiori a quelli consentiti dai microscopi ottici, ma inoltre, sfruttando le diverse interazioni tra elettroni e campione in analisi, consente di ottenere informazioni qualitative e quantitative sulla composizione elementare.

3.3.1 Principio di funzionamento e principali applicazioni nel campo dell’amianto

Il principio di funzionamento di un comune microscopio a scansione è illustrato in figura 8. Un fascio di elettroni viene emesso da una sorgente che, nei casi più comuni, è costituita da un filamento di tungsteno riscaldato. Altri tipi di filamenti sono quello in esaboruro di lantanio o il catodo ad emissione di campo.

Figura 8. Schema di funzionamento del microscopio elettronico a scansione.



Recentemente anche il filamento in esaboruro di lantano è stato maggiormente utilizzato in quanto permette, accanto ad un potere di risoluzione simile a quello del tungsteno, una maggiore “brillanza” del fascio elettronico e quindi dell’immagine finale. Ciò consente di ottenere immagini più brillanti, più nitide e spettri più rapidi. Questo tipo di filamento inoltre ha una durata molto maggiore (circa un anno e mezzo) rispetto al tungsteno (circa una settimana). Deve però operare in un vuoto più elevato (10^{-6} Torr) che il filamento di tungsteno, e per questo il sistema risulta molto più costoso.

Il filamento è all’interno di una coppa cilindrica forata al centro della base inferiore (coppa di Wehnelt). La coppa è posta ad un potenziale negativo così che il fascio di elettroni uscente è parzialmente localizzato in un punto (detto di cross-over); la più piccola sezione del fascio all’uscita del catodo ha un diametro dell’ordine di 10 - 50 μm . Il fascio di elettroni viene poi accelerato da un campo elettrico generato da una differenza di potenziale tra 0,1 e 30 kV.

Una successiva serie di 3-4 lenti elettromagnetiche provvede a focalizzare il fascio formando un sottile pennello elettronico (sonda o «probe») del diametro di 1 - 10 nm e con una corrente di 10^{-10} - 10^{-12} A che andrà ad incidere sul campione. Una serie di bobine (bobine di scansione) provvede poi a muovere il sottile pennello elettronico sul campione in sincronia con il fascio elettronico del monitor video del microscopio.

Tutto il sistema deve essere mantenuto sotto alto vuoto (10^{-5} - 10^{-6} Torr) altrimenti gli elettroni del fascio urterebbero con le molecole dell’aria presente e il fascio non sarebbe più collimato. I nuovi microscopi hanno sistemi “a pressione variabile” che permettono di operare anche con “basso vuoto” intorno a 130 Pa: il vantaggio è la possibilità di osservare il campione senza prima metallizzarlo. Questo sistema più adatto all’analisi in massa e nei casi in cui si voglia osservare il campione “tal quale, cioè non disidratato”.

Figura 9. Interazioni elettroniche.

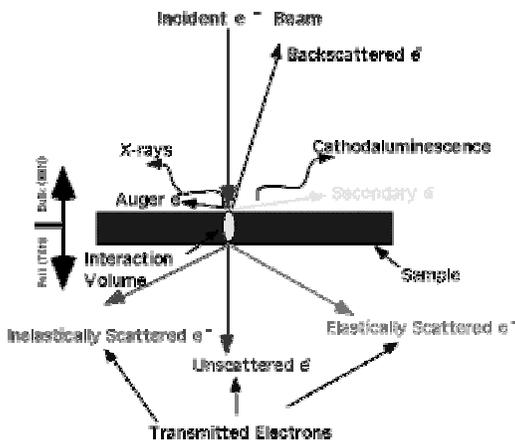
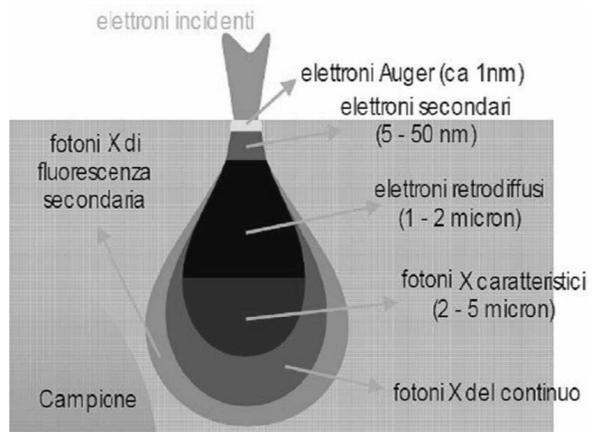


Figura 10. Effetto dell’impatto del fascio elettronico sugli strati del materiale.



Il fascio sonda interagisce in diversi modi col campione in un piccolo volume di esso intorno al punto di incidenza (Figura 9). Le interazioni più importanti sono l’emissione di elettroni secondari (SE), l’emissione di elettroni retrodiffusi (BSE) e l’emissione di raggi X caratteristici. Normalmente le immagini del campione vengono formate sfruttando i primi due fenomeni.

Gli *elettroni secondari* sono elettroni di bassa energia emessi dal campione in tutto il volume di interazione del fascio sonda. Avendo bassa energia gli elettroni secondari prodotti più internamente nel campione non possono sfuggire attraverso la superficie poiché vengono riassorbiti dal campione stesso (Figura 10). Gli elettroni secondari che escono dal campione sono pertanto solo quelli in prossimità della superficie nel punto di incidenza del fascio. Un campo elettrico relativamente debole permette di guidare questi elettroni su un apposito rivelatore. Il segnale elettrico che ne viene prodotto è utilizzato per variare l'intensità luminosa del punto sul video corrispondente al punto del campione sul quale si trova la sonda in ogni istante. Poiché l'informazione degli elettroni secondari dipende principalmente dalla superficie del campione, l'immagine che si forma sul video con questi elettroni corrisponde alla morfologia superficiale del campione osservato.

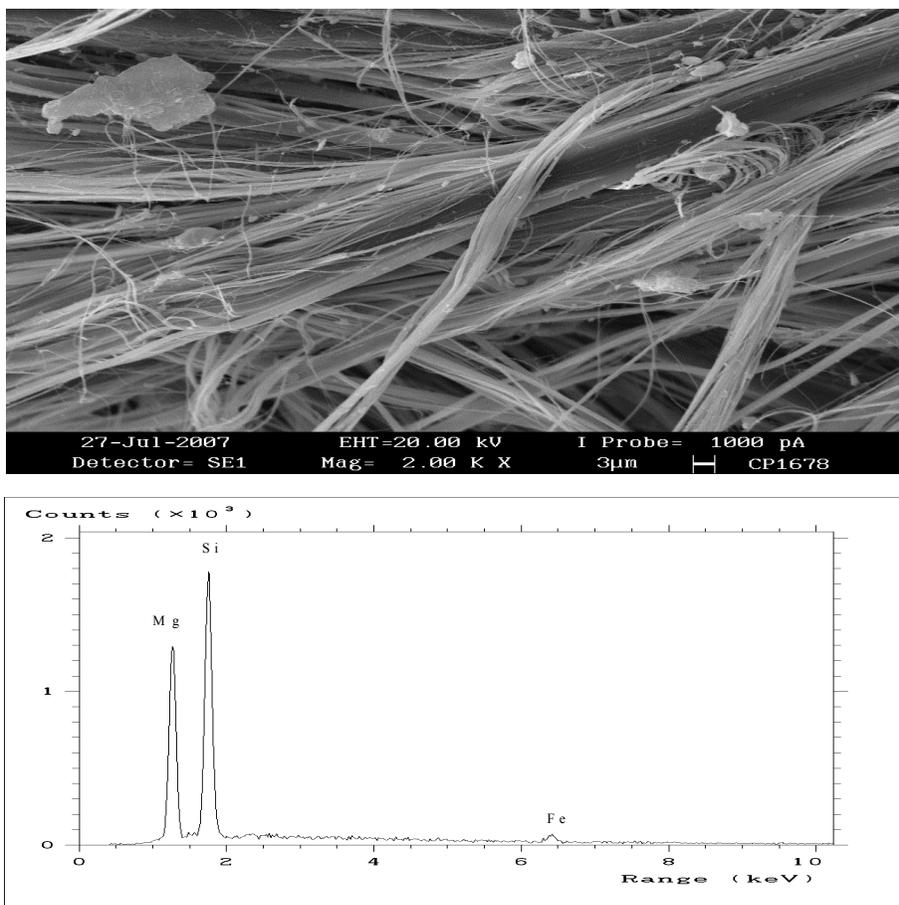
Gli *elettroni retrodiffusi* sono elettroni del fascio che nell'interazione col campione sono stati riflessi subendo solo una parziale perdita di energia. L'intensità del fenomeno dipende non solo dalla morfologia della superficie, ma anche e soprattutto dalla densità media del campione nel punto di interazione. Poiché gli elettroni BSE hanno una energia più elevata degli elettroni secondari, essi possono provenire anche da zone più profonde. Il rivelatore per gli elettroni retrodiffusi, nelle applicazioni del SEM più comuni, è di forma anulare e posto sopra il campione. Come per gli elettroni secondari anche il segnale proveniente dal rivelatore per gli elettroni retrodiffusi viene utilizzato per modulare l'intensità del segnale sul video.

L'immagine ottenuta con gli elettroni retrodiffusi dà informazione non solo sulla morfologia del campione osservato, ma soprattutto sulla sua composizione. Gli elettroni BSE hanno elevata energia e quindi non è possibile guidarli con un campo elettrico sul rivelatore poiché l'intensità del campo necessario disturberebbe eccessivamente il fascio sonda. Pertanto sul rivelatore può arrivare solo quella frazione di elettroni BSE riflessi dal campione nella giusta direzione. Per questo motivo il segnale ottenuto con gli elettroni retrodiffusi è più debole di quello ottenuto con gli elettroni secondari e, in condizioni normali, l'immagine morfologica del campione è ottenuta con questi ultimi.

Il terzo importante fenomeno di interazione tra fascio sonda e campione, l'emissione di *raggi X* caratteristici, viene utilizzato essenzialmente per determinare la composizione chimica del campione osservato. Infatti, quando un elettrone del fascio sonda riesce a strappare un'elettrone degli orbitali interni dell'atomo, la lacuna viene occupata dagli elettroni degli orbitali più esterni. In questo riassetto elettronico vengono emesse radiazioni X con energie dipendenti dalle differenze tra le energie degli orbitali coinvolti. Poiché ogni elemento ha una propria struttura atomica, le radiazioni emesse in questo fenomeno sono caratteristiche dell'elemento permettendone così il suo riconoscimento. Nell'applicazione più comune il fascio sonda viene fermato su un particolare dell'oggetto in osservazione; la strumentazione elettronica collegata con il rivelatore di raggi X provvede al conteggio e alla misura dell'energia di ogni raggio X rilevato emesso dal particolare. In un monitor separato da quello dell'immagine viene presentato in forma grafica lo spettro X, ovvero il tracciato che indica il numero di raggi X rilevati in funzione dell'energia. La presenza di «picchi» nello spettro a determinate energie sta ad indicare gli elementi presenti nel campione, mentre la loro area è legata alla concentrazione di ciascun elemento. Nelle figure da 11 a 13 che si riferiscono a campioni di materiali, sono riportati gli spettri e la morfologia delle tre principali varietà di amianto commerciale. Gli strumenti attuali, dotati di sistema di microanalisi, sono in grado di identificare la presenza di elementi con numero atomico superiore a 4, e quindi dal Boro in su.

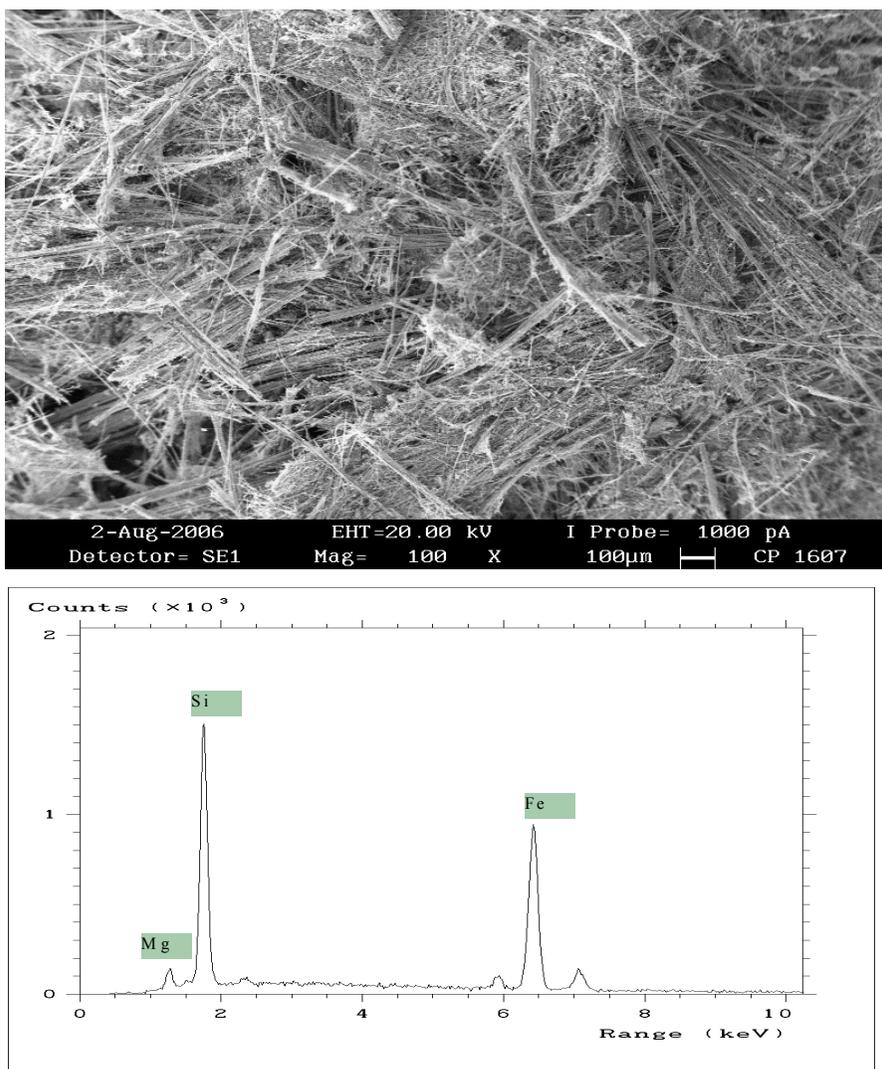
L'ingrandimento nel microscopio elettronico a scansione è determinato semplicemente dal rapporto tra le dimensioni lineari del monitor e dell'area scansionata sul campione. Gli attuali microscopi a scansione possono ingrandire fino a $10^6\times$.

Figura 11. Immagine al SEM-EDS e relativo spettro X di fluorescenza di un fascio di amianto crisotilo in un campione massivo



I campioni che devono essere sottoposti all'osservazione con il SEM in modalità ad alto vuoto devono essere almeno parzialmente conduttivi. Infatti il campione è continuamente investito da un fascio di elettroni; se questi elettroni non vengono neutralizzati o asportati dal campione si possono creare accumuli locali di cariche e conseguenti scariche elettriche all'interno del SEM che non permettono di osservare l'immagine e possono anche alterare localmente le caratteristiche del campione. Per rendere conduttiva la superficie del campione sono due i metodi più diffusi. Il primo consiste nel depositare sulla superficie del campione un sottilissimo strato di metallo conduttivo (più spesso oro, ma anche rame, platino, palladio o altro) tramite una apposita apparecchiatura («sputter»). Con il secondo metodo si depone invece sul campione una sottilissima pellicola di carbonio per mezzo di un «carbonatore». Entrambi i metodi, se ben condotti, non modificano la morfologia superficiale del campione, ma per la scelta di quello da impiegare si deve tener conto degli scopi dell'analisi. La presenza del metallo sulla superficie del campione ha però l'inconveniente di introdurre nello spettro X i segnali caratteristici del metallo utilizzato che potrebbero interferire con i segnali degli elementi del campione.

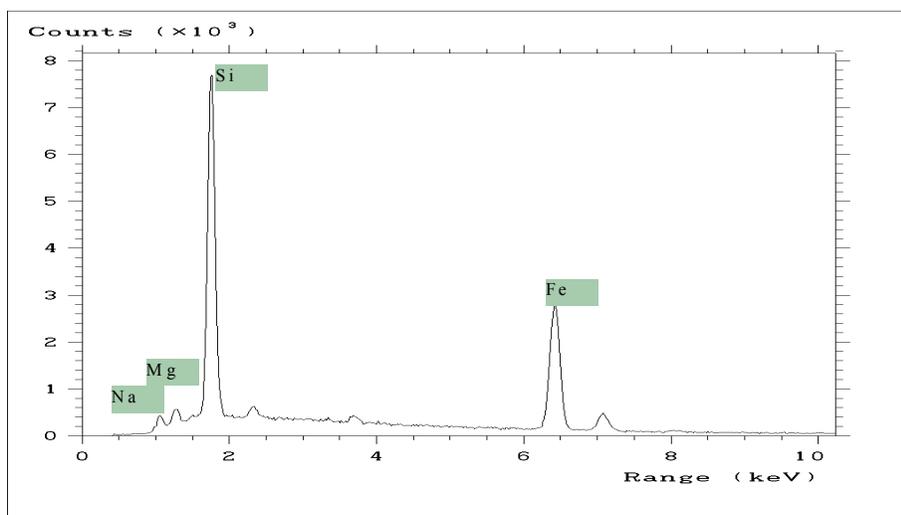
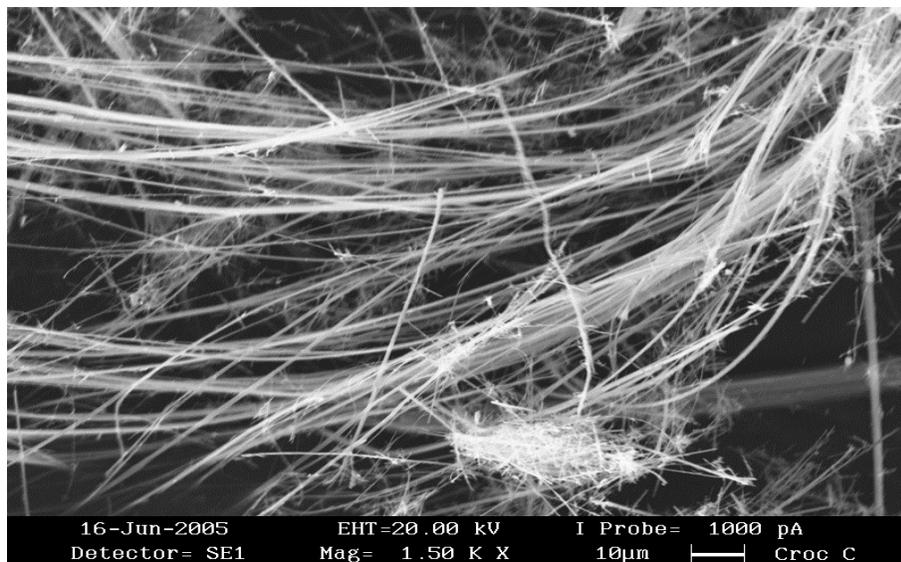
Figura 12 Immagine al SEM-EDS e relativo spettro X di fluorescenza di amianto della varietà amosite in un campione massivo.



3.3.2 Determinazione delle fibre di amianto aerodisperse tramite il SEM

I metodi per la preparazione e l'analisi del campione per la misura della concentrazione di fibre di amianto aerodisperse tramite il microscopio elettronico a scansione sono descritti nell'Allegato 2 del D.M. 6 Settembre 1994 e riprendono molte delle indicazioni riportate nel metodo raccomandato. Per il campionamento si utilizza un filtro in policarbonato con diametro di 25 mm e porosità 0.8 µm, esponendo all'esterno il lato lucido del filtro. La superficie di un filtro in policarbonato è piana a foro passante e consente quindi di individuare molto facilmente il materiale depositatosi. È sconsigliato l'impiego di filtri in esteri di cellulosa poiché hanno una matrice complessa nella quale le fibre e le particelle campionate tendono a occultarsi, rendendo molto più difficile la loro rivelazione. La portata di campionamento è fissata tra 6 - 9 l/min, in modo da mantenere la velocità di flusso sul lato esposto del filtro pari a 0.35 m/s.

Figura 13. Immagine al SEM-EDS e relativo spettro X di fluorescenza di amianto della varietà crocidolite in un campione massivo



Il volume di aria da campionare è pari a 3000 l, ma è opportuno tener presente che in ambienti molto polverosi sul filtro potrebbe depositarsi uno strato troppo denso di particelle, tanto da impedire l'individuazione di eventuali fibre o la loro misura. Pertanto potrebbe essere opportuno ridurre il volume campionato, purchè in fase di analisi si aumenti il numero di campi da osservare, per ottenere lo stesso livello di sensibilità previsto dalla norma.

Per il fissaggio del filtro sulla basetta portacampioni (stub) si utilizza attualmente del carbonio biadesivo.

Per quanto riguarda la metodica di analisi, la normativa prevede che venga esplorato circa 1 mm² di filtro. Come in microscopia ottica, si conteggiano le fibre aventi dimensioni "normate". I monitor a 19" degli attuali microscopi, ad un ingrandimento di 2000X, consentono di analizzare tale superficie con meno di 100 campi. L'aspetto del campione di fibre aerodisperse di anfiboli e di crisotilo è rappresentato nelle figure 14 e 15. Quando l'analisi è effettuata ai fini della restituibilità di locali dopo bonifica, essendo il limite di legge pari a 2 ff/l, è opportuno estendere l'area esplorata ad almeno 2 mm². Le norme di buona tecnica richiedono che il limite di rilevabilità sia almeno circa 10 volte inferiore al limite di normativa. L'analista al SEM dovrà quindi stabilire quanti campi esplorare tenendo conto anche di questo. Come per la microscopia ottica, l'individuazione delle fibre è fatta dall'analista; il riconoscimento delle fibre di amianto al SEM è invece oggettivo in quanto la microanalisi X consente di classificare le fibre di amianto nella gran parte dei casi. La scelta dei campi da osservare avviene con gli stessi criteri impiegati al microscopio ottico; in alcuni microscopi elettronici lo spostamento del campione può essere regolato dal computer collegato allo strumento e ciò minimizza parte degli errori introdotti dall'operatore.

3.3.3 Espressione del risultato e incertezza del dato

Il D.M. 6 settembre 1994 non dà indicazioni su quali dati debbano essere riportati nel rapporto di prova analitico. Tuttavia, per meglio interpretare il risultato, è importante che nel referto, oltre alla concentrazione calcolata di fibre aerodisperse, sia riportata anche l'incertezza espressa sotto forma di estremi dell'intervallo di confidenza del 95%; per es., 0,02 ff/l (0,00 – 0,13). Deve essere specificata anche l'area di filtro esplorata e la dichiarazione del rispetto della metodica di analisi prevista dal Cap. 2 dell'allegato B del D.M. 6.9.94 o le eventuali difformità. Il risultato viene calcolato mediante la formula

$$C = \frac{n \times A}{N \times a \times V}$$

Dove

n = il numero di fibre conteggiate

A = l'area effettiva (quella esposta al prelievo) del filtro

N = il numero di campi analizzati

a = area del campo osservato al SEM o al MOCF

V = volume di aria campionato.

La distribuzione di Poisson definisce la variazione nel conteggio delle fibre che risulta dall'osservazione di campi di analisi scelti casualmente sul filtro. Questa è la minima incertezza inerente del metodo del filtro a membrana, e caratterizza tutti i metodi basati sul conteggio ottico di particelle su filtro.

Dato "n" il numero di fibre contate durante l'analisi al SEM, per ogni valore di n sono tabulati gli estremi dell'intervallo di confidenza del 95% della distribuzione di Poisson. I limiti fiduciarci inferiore e superiore per il valore di concentrazione di fibre aerodisperse sono ottenuti sostituendo, nella formula sopra riportata, il numero di fibre conteggiate nell'analisi n, con gli estremi rispettivamente inferiore e superiore dell'intervallo di confidenza di Poisson tabulati (vedi tabella 9).

Tabella 9: Estremi inferiore (LI) e superiore (LS) dell'intervallo di confidenza della distribuzione di Poisson per alcuni valori di n.

n	LI	LS
0	0	3
1	0,0	5,6
2	0,2	7,2
5	1,6	11,7
7	2,8	14,4
10	4,8	18,4
20	12,2	30,9
30	20,2	42,8
50	37,1	65,9

Nel caso in cui durante l'analisi non vengano trovate fibre di amianto, il risultato sarà espresso come inferiore al limite di rilevabilità della metodica e calcolato sostituendo ad n nella formula data il limite superiore dell'intervallo di confidenza del 95% della distribuzione di Poisson per 0 fibre (ovvero 3).

L'incertezza così calcolata non tiene conto delle altre componenti che possono influire sul risultato: incertezza sul volume di campionamento, sulla misura del diametro effettivo del filtro, sul numero di campi di analisi contati, sulla variabilità inter-operatore che tiene conto sia della acutezza visiva che delle modalità di interpretazione/conteggio individuali.

Queste componenti, in laboratori dove vengono seguiti regolari programmi di controlli di qualità interni ed esterni, risultano tuttavia in prima approssimazione trascurabili rispetto all'incertezza intrinseca statistica (ISO-GUM).

Figura 14. Immagine al SEM di fibre aerodisperse di anfibolo "normate", prelevate su filtro in policarbonato.

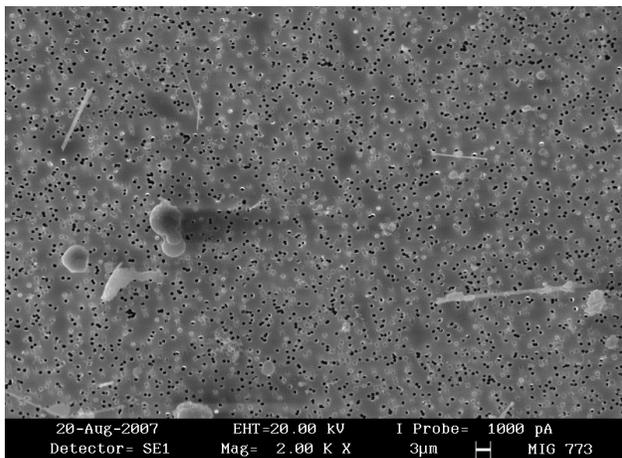
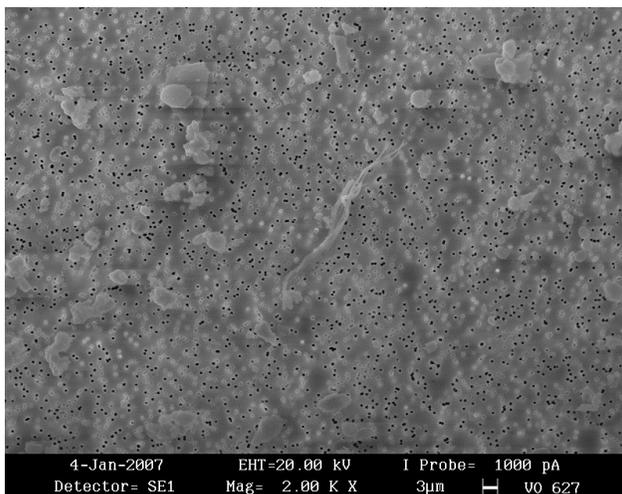


Figura 15. Immagine al SEM di fibre aerodisperse di crisotilo "normate", prelevate su filtro in policarbonato.



3.4 METODICHE DI ANALISI DELLE FIBRE ULTRAFINI

Recentemente è stata posta attenzione, sempre maggiore, alla frazione delle cosiddette “fibre ultrafini” che sono definibili come aventi dimensioni inferiori a quelle normate (lunghezza superiore a 5 µm, diametro inferiore a 3 µm e rapporto lunghezza diametro superiore a 3:1). Infatti, nel tessuto polmonare umano di soggetti professionalmente esposti all’amianto e affetti da mesotelioma pleurico, si registra la forte presenza di fibre di amianto di lunghezza inferiore a 5 µm e diametri anche inferiori a 0.1 µm. Nel caso del crisotilo si arriva a lunghezze anche inferiori ad 1 µm (le cosiddette “fibrille” di crisotilo).

Anche nell’ambito di studi sui materiali e su campioni di fibre aerodisperse realizzati in Valmalenco sono state individuate fibre con tali caratteristiche dimensionali. L’indagine è stata condotta per conto della Regione Lombardia dal Laboratorio di Microscopia Elettronica a Trasmissione, sezione di Mineralogia, Dipartimento di Scienze dalla Terra Ardito Desio, Università degli Studi di Milano e dal Centro di Microscopia Elettronica dell’ARPA. Nelle immagini ad altissimo ingrandimento ottenute con la microscopia elettronica in trasmissione (TEM) dell’Università di Milano che permette di osservare anche la struttura interna della particella (Figure 16 e 17), ben si evidenzia un limite inferiore di spessore delle fibre di amianto, che corrisponde al diametro della fibrilla elementare. Tale diametro risulterebbe pari a circa 0,01 – 0,02 µm per il crisotilo e circa 0,1 µm per gli anfiboli. Un potere di risoluzione idoneo si raggiunge anche con gli attuali microscopi SEM a 12000 ingrandimenti, dove fibre con spessore di questo ordine di grandezza sono visibili e conteggiabili (Figura 18). I SEM di ultima generazione hanno infatti risoluzioni comprese tra i 3 e i 4 nm (0.003-0.004 µm). Nelle figure 19a e 19b sono confrontate fibre ultrafini di crisotilo in un campione di aria della Valmalenco, osservate rispettivamente in SEM ed in TEM.

Per la determinazione nell’aria di fibre con dimensioni ultrafini è necessario campionare su filtri con porosità 0.2 µm che è la più fine disponibile in commercio. La problematica maggiore tuttavia consiste nel fatto che la fase analitica di conteggio al microscopio risulta lunghissima se si vogliono raggiungere dei limiti di rilevabilità accettabili, ovvero dell’ordine di 0.5 ff/l. A titolo di esempio, se si campionano 2000 l di aria su un filtro con diametro effettivo (esposto al campionamento) di 20 mm, per raggiungere un limite di rilevabilità di 0.5 ff/l è necessario osservare circa 2000 campi. Considerando un tempo medio di osservazione per campo di 10 secondi, un’analisi completa può durare fino a 6 ore.

Figura 16. Immagine al TEM di fibrille di amianto.

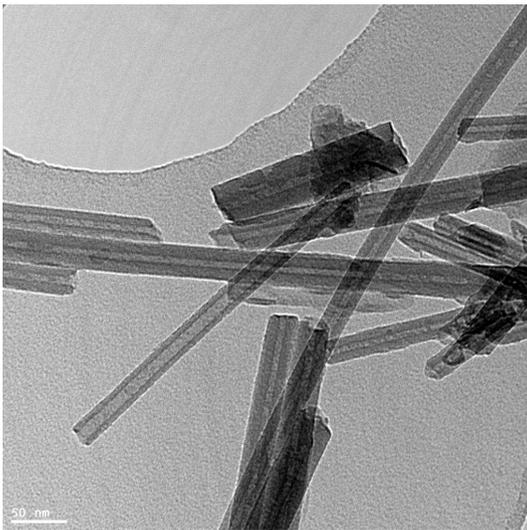


Figura 17. Immagine al TEM della struttura interna di una fibrilla di amianto.

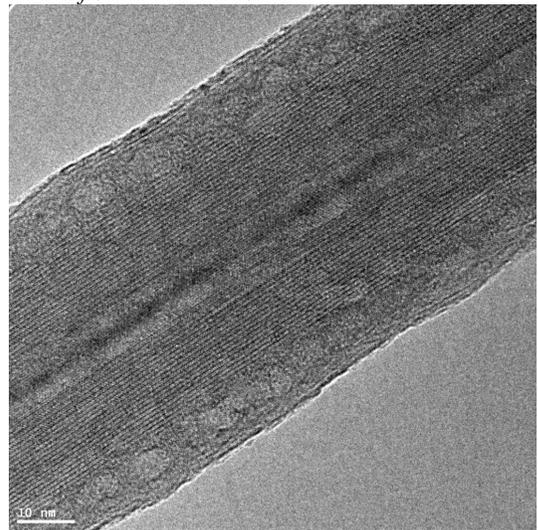


Figura 18. Immagine al SEM di fibre ultrafini di amianto aerodisperse.

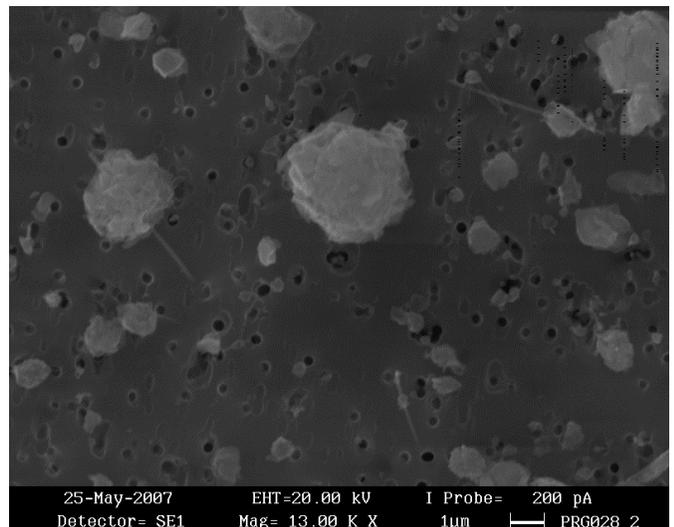


Figura 19a. Immagine al SEM di fibre ultrafini di crisotilo aerodisperse.

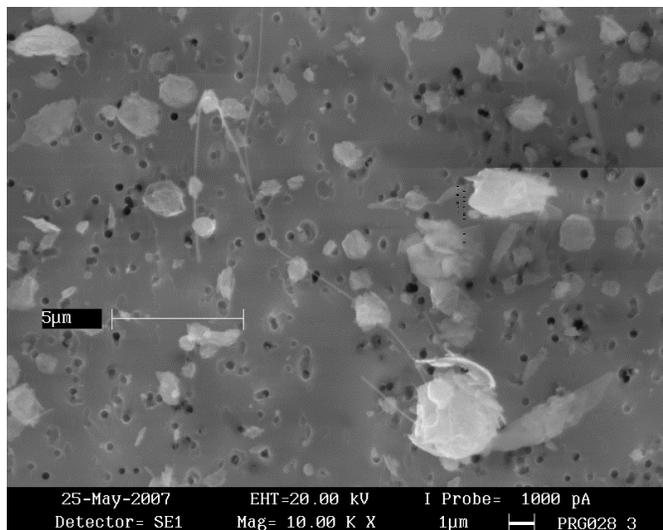
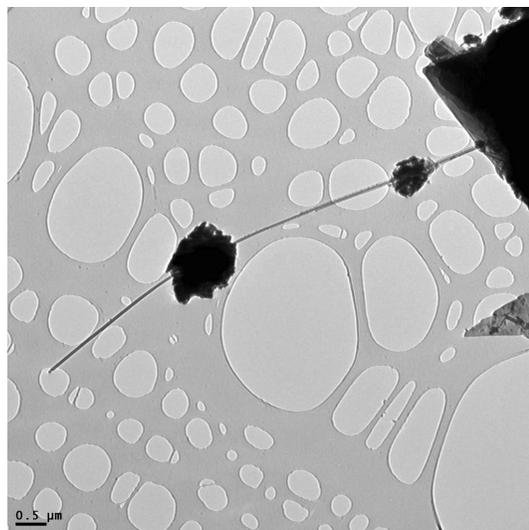


Figura 19b. Immagine al TEM di fibre ultrafini di crisotilo aerodisperse



3.5 DIFFRATTOMETRIA X PER LA DETERMINAZIONE PONDERALE DI AMIANTO IN CAMPIONI MASSIVI

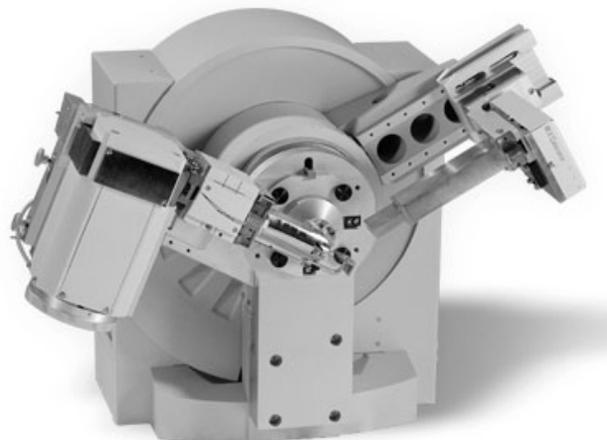
L'applicazione più importante della diffrazione a raggi X (DRX) nel campo dell'asbesto consiste nella determinazione delle varie forme di amianto (crisotilo, amosite, crocidolite, ecc.) in un campione in massa e nella misura della percentuale di amianto contenuta o legata al campione.

La necessità di quantificare il contenuto di amianto nei materiali deriva dalla Legge 257/92 che all'art. 8 prevede che la classificazione dell'amianto e dei materiali contenenti amianto sia disciplinata dalla normativa sull'etichettatura di sostanze e preparati pericolosi (Legge 256 del '74 e successive modifiche e integrazioni). Su queste basi si considerano materiali contenenti amianto quelli il cui contenuto di amianto sia uguale o superiore a 0.1% in peso (d.lgs. 65 del 14/3/03), in conseguenza del fatto che l'amianto è classificato come tossico e cancerogeno di prima categoria.

Figura 20. Diffratometro a raggi X.



Figura 21. Particolare del goniometro

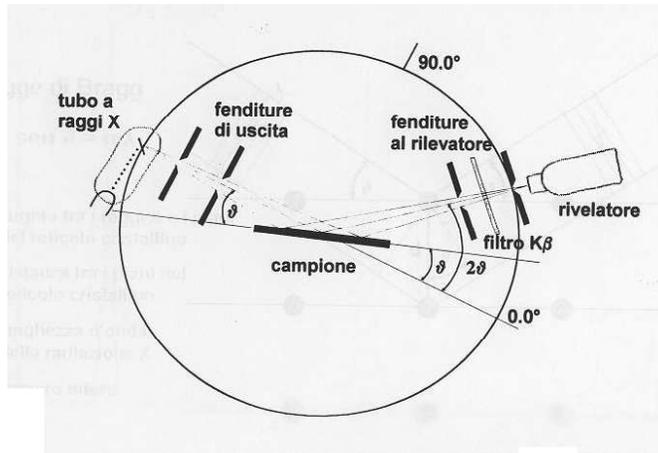


Prima di descrivere la metodica analitica si ricorda che il metodo di campionamento di materiali contenenti amianto è ben descritto al punto 1b dell'allegato al D.M. 6 settembre 1994; è importante tuttavia ribadire che il personale che effettua il campionamento deve essere protetto mediante dispositivi di protezione individuali (per gli adempimenti in occasione delle attività di prelievo di campioni si veda anche d.lgs. 626/94 Titolo VI-bis, art.59-quinquies), deve sigillare i punti di campionamento, per evitare eventuali successive contaminazioni e deve raccogliere almeno circa 5 cm² di superficie o 10 g di materiale. Il campione deve essere confezionato sul posto in doppia busta di plastica chiusa o in contenitore di plastica rigido con tappo a vite e sottotappo a pressione.

Il sistema usato per la misura della concentrazione ponderale dell'amianto in un materiale è il diffrattometro per polveri che può essere schematicamente rappresentato dalle figura 20.

Un campione di analita dalla superficie piana è montato su un piano rotante all'interno del goniometro (figura 21) e sottoposto ad un fascio di raggi X prodotti da una sorgente fissa. Il piano su cui è posizionato il campione viene fatto ruotare così che l'angolo θ fra il campione e il fascio incidente cambi.

Figura 22. Principio di funzionamento del diffrattometro a raggi X.



Raggi X vengono riflessi (figura 22) ogni volta che l'angolo θ di incidenza del fascio X sul campione verifica determinate condizioni, definite dalla legge di Bragg e legate alla spaziatura dei piani reticolari delle componenti cristalline nel campione (Figure 23 e 24).

Un rivelatore di raggi X si muove attorno al campione in modo tale che quando il piano del campione ruota di un angolo θ , esso ruota di un angolo 2θ , rimanendo così sempre nella posizione corretta per ricevere i raggi riflessi dal campione.

Il rivelatore è un sistema elettronico (più spesso un cristallo di Si(Li)) che converte i raggi riflessi dal campione in impulsi elettrici; il numero di impulsi contati dal rivelatore è direttamente proporzionale all'intensità del fascio riflesso.

Questi impulsi vengono registrati e visualizzati su carta o su un monitor come una serie di picchi sopra un segnale di fondo. I tracciati diffrattometrici tipici delle principali varietà di amianti sono mostrati nelle figure da 25 a 27.

Sono evidenti i picchi più intensi caratteristici per il crisotilo con θ compreso fra 12° e 13° e fra 24° e 25° oltre al picco dell'argento a 38.05° che corrisponde al supporto sul quale è depositata la polvere campione.

Figura 23 .

Legge di Bragg

I raggi del fascio incidente sono sempre in fase e paralleli fino al punto nel quale il raggio superiore incontra lo strato superiore del cristallo e viene riflesso. I raggi che continuano fino ai successivi strati devono attraversare una distanza maggiore per continuare a viaggiare adiacenti e paralleli al raggio superiore; questa distanza extra deve essere un multiplo intero della lunghezza d'onda affinché la fase sia la stessa, secondo la legge di Bragg:

$$n\lambda = 2d\sin\theta$$

Figura 24.

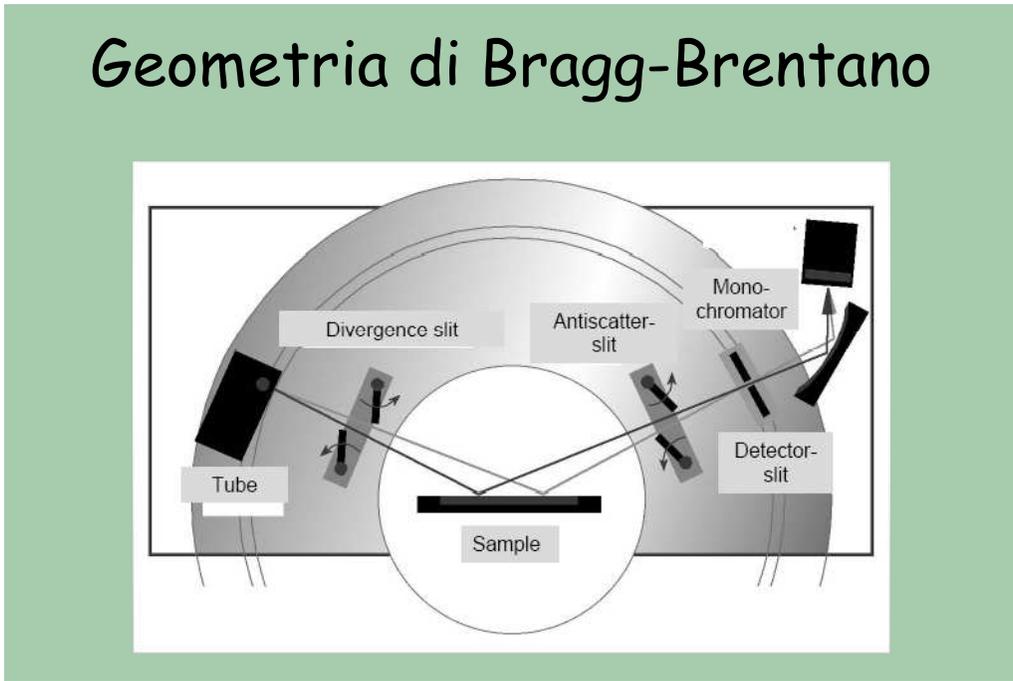


Figura 25. Tracciato diffrattometrico a raggi X di uno standard massivo di crisotilo.

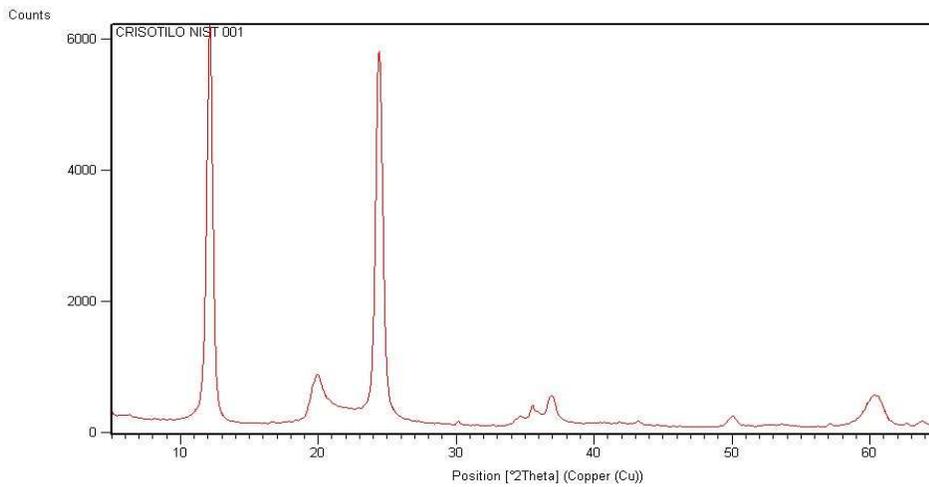


Figura 26. Tracciato diffrattometrico a raggi X di uno standard massivo di amosite.

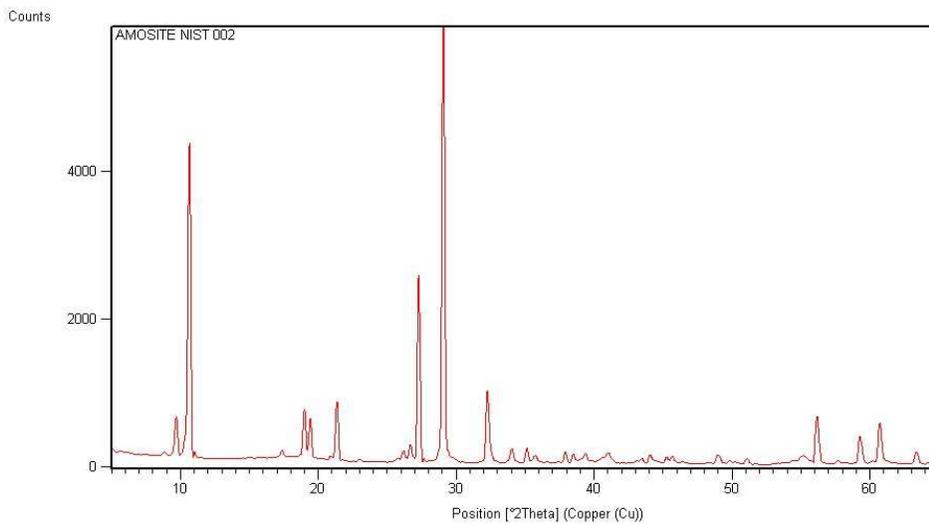
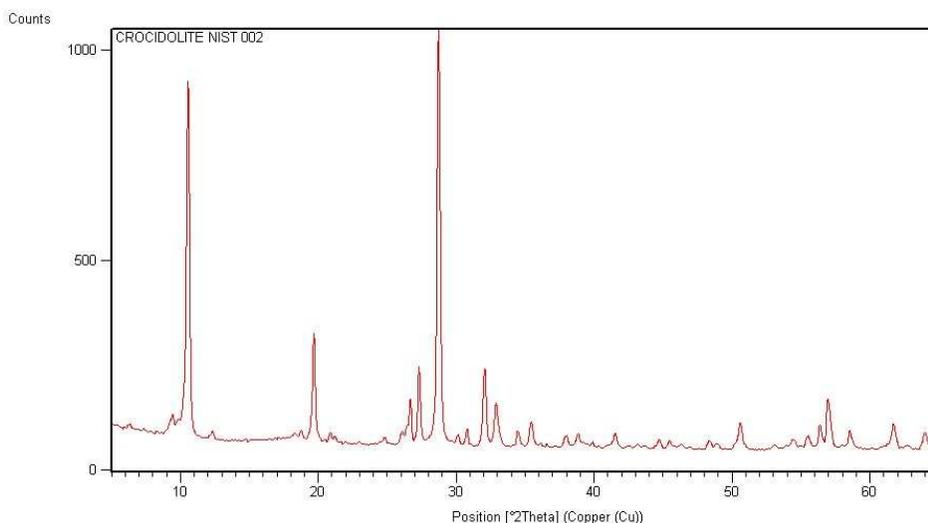


Figura 27. Tracciato diffrattometrico a raggi X di uno standard massivo di crocidolite.



Diversi fenomeni possono influenzare le intensità osservate, come ad esempio orientazioni preferenziali e l'assorbimento di raggi X da parte del campione. Tali effetti possono essere rimossi o significativamente attenuati ad esempio riducendo le dimensioni delle particelle del campione. Il materiale da analizzare deve quindi essere preventivamente macinato in polveri fini se deve essere effettuata una analisi quali-quantitativa. Non esiste una metodica unificata di macinazione del campione; è comunque fondamentale utilizzare un metodo che non modifichi la struttura cristallina dell'analita. Qualora il campione sia disomogeneo, si ritiene preferibile che le diverse fasi vengano analizzate separatamente al fine di ottenere non solo una migliore sensibilità analitica, ma anche una migliore caratterizzazione del campione stesso.

Per l'analisi, l'allegato 1 del D.M. 6 settembre 1994 prevede l'utilizzo del cosiddetto metodo del filtro d'argento, sul quale la polvere viene depositata per filtrazione da una soluzione disperdente. La membrana di argento ha la funzione di supporto e anche di standard interno per la valutazione dell'assorbimento dei raggi X da parte del campione stesso. Nei casi meno critici relativamente alla concentrazione dell'analita, agli obiettivi dell'analisi e al grado di conoscenza della matrice, si può ritenere accettabile anche il metodo di analisi della pastiglia con standard esterno, più semplice ed economico. In questo caso la polvere del campione macinato viene compressa e ridotta in pastiglia.

La presenza delle varietà di amianto nel campione viene quindi rilevata dall'analisi del diffrattogramma e la concentrazione è determinata dalla misura dell'intensità dei picchi relativi utilizzando curve di taratura predeterminate e opportune correzioni per gli effetti matrice.

La sensibilità analitica di questa tecnica è intorno all'1% che è adeguata nella maggior parte delle applicazioni. Gli inconvenienti principali di questa tecnica sono costituiti primariamente dalle interferenze introdotte da alcuni materiali comunemente associati all'amianto in alcuni prodotti industriali (es. gesso, caolino e clorite). Inoltre la distinzione tra crocidolite e amosite, se presenti contemporaneamente, risulta difficoltosa.

L'analisi dei riflessi secondari può agevolare il processo di identificazione e quantificazione della fase cristallina, se il contenuto di amianto nel campione in esame è sufficiente a far emergere, nel tracciato diffrattografico, i riflessi a minor intensità.

L'affiancamento, all'analisi diffrattografica RX, dell'osservazione in microscopia ottica (con le tecniche del contrasto di fase, della dispersione cromatica in liquidi a indice di rifrazione controllato, dell'osservazione in luce polarizzata), offre un contributo, spesso fondamentale, all'identificazione qualitativa della presenza di amianto nel materiale ed alla identificazione della forma cristallina corretta.

L'osservazione del materiale in microscopia ottica viene inoltre a compensare, almeno parzialmente, la limitata sensibilità analitica della tecnica DRX che, essendo pari a circa 1% peso/peso, non è in grado di evidenziare un eventuale contenuto di amianto compreso fra 0,1% (limite indicato dalla legislazione per definire un materiale contenente amianto) ed 1% in peso.

Sebbene sia improbabile che il contenuto di amianto in un materiale utilizzato per gli scopi propri dell'amianto stesso (ignifugo, fonoassorbente, ecc.) sia inferiore ad 1% in peso, dato che un contenuto così esiguo non avrebbe inciso sulle caratteristiche tecniche del materiale, l'osservazione in microscopia ottica permette tuttavia di escludere la presenza di amianto o, tramite una valutazione semiquantitativa, di valutare se la presenza è superiore a 0,1%.

Talvolta la sensibilità analitica può essere migliorata mediante tecniche chimico-fisiche di arricchimento dell'analita in fase di preparazione del campione (trattamenti termici, dissoluzione e disgregazione della matrice con solventi o con acidi minerali ecc.).

Per una più corretta interpretazione del risultato analitico la metodica di analisi deve essere sempre chiaramente indicata nel referto di analisi. Quando nel campione l'amianto è in concentrazioni tali da non essere misurabile o rilevabile, nel referto di analisi deve essere riportato anche il limite minimo di rilevabilità.

3.6 SPETTROMETRIA ALL'INFRAROSSO IN TRASFORMATI DI FOURIER (FTIR)

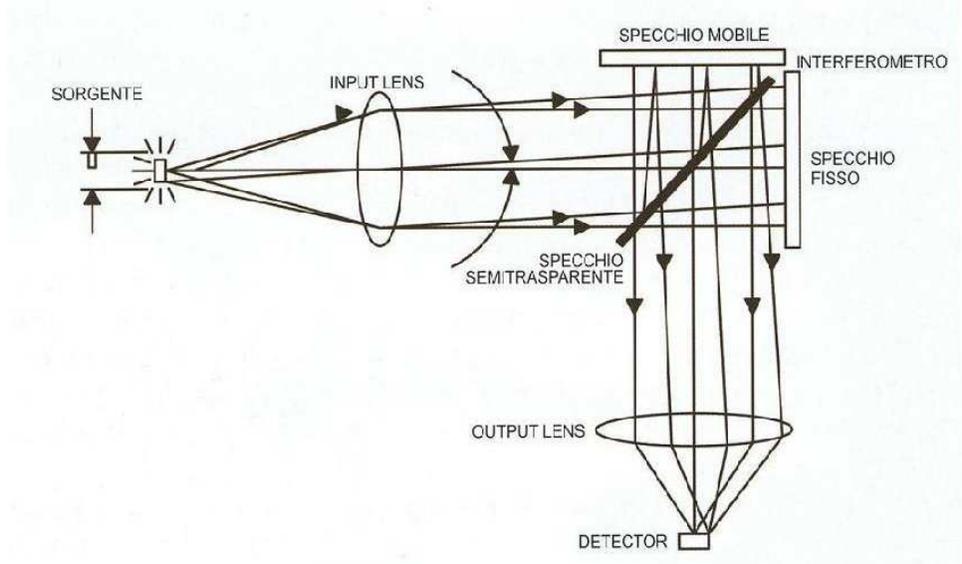
La tecnica FTIR è considerata alternativa alla DRX, anche dal DM del 1994, per la determinazione dell'amianto in massa. Il metodo utilizza uno spettrometro FTIR, spesso già disponibile nei laboratori di analisi chimiche per determinazioni qualitative e quantitative di campioni liquidi e solidi (alcune volte anche gassosi). La spettroscopia infrarossa permette di acquisire lo spettro determinato dalle vibrazioni dei gruppi funzionali delle sostanze analizzate. Nel caso di materiali composti lo spettro risulterà ovviamente più complesso, ma sempre caratteristico tale fatto permette la identificazione dei materiali usati quali coibenti.

Generalmente gli spettri IR caratteristici vengono studiati fra 300 e 4000 cm^{-1} . I diversi amianti forniscono diversi spettri che possono essere quindi confrontati tra di loro, consentendo l'identificazione mineralogica.

Nella tecnica FTIR un fascio di raggi infrarossi viene fatto passare attraverso un interferometro (Figura 28) che genera un insieme di interferenze complesse (interferogramma). Tale fascio attraversa il campione in analisi e viene modificato per gli assorbimenti selettivi

del campione stesso. I segnali ottenuti, per mezzo di un sistema di trasformazione in segnale elettrico e successivamente digitale, inviati a un computer, consentono di ottenere uno spettro infrarosso con il procedimento della trasformata di Fourier. Il campione da introdurre nello spettrometro può essere ottenuto da una varietà di protocolli di analisi (pastiglie con alogenuro alcalino, nujol, dispersione su film, ecc.) a patto che lo stadio di trattamento precedente consista in una macinazione ultrafine dello stesso. In genere, l'aliquota da sottoporre all'analisi è inferiore a quella utilizzata per la DRX, con conseguenti maggiori problemi di precisione ma possibilità di indagare campioni di massa minore. Tipicamente l'aliquota del campione macinato da analizzare (circa 1 mg) viene miscelata con 200 mg di bromuro di potassio (KBr) e compressa in pastiglia.

Figura 28. Interferometro di Michelson (da: Il Progetto regionale pietre verdi – Emilia Romagna – 2004).



Le fibre degli asbesti di interesse danno assorbimenti specifici. Nella tabella 10 si riportano i principali assorbimenti specifici espressi in numeri d'onda (il numero è il reciproco della lunghezza d'onda ed esprime il numero di onde contenute in una unità di lunghezza).

Tabella 10

Tipo di amianto	numeri d'onda (cm ⁻¹ ±5)
Crisotilo	3680 e 295
Amosite	1080
Crocidolite	775 e 315

Nelle figure dalla 29 alla 31 si mostrano, come esempi, gli spettri di assorbimento per i principali asbesti. L'analisi quantitativa viene effettuata in corrispondenza dei numeri d'onda riportati nella tabella.

Per il crisotilo e l'amosite il limite di rilevabilità è pari a circa 10 µg per una pastiglia di 200 mg di KBr, mentre per la crocidolite è pari a 50 µg.

È possibile inoltre determinare la massa di fibre prelevate su filtro in PVC, poiché questo è sufficientemente trasparente nelle bande di lunghezza d'onda corrispondenti agli assorbimenti degli amianti.

I principali vantaggi della spettrometria FTIR consistono nella possibilità di operare con piccole quantità di campione, con procedure semplici, con brevi tempi di analisi e con alta risoluzione. Va comunque ricordato che in campioni costituiti da miscele potrebbero verificarsi interferenze, diverse ma nella stessa misura della tecnica DRX, in particolare in presenza di composti organici. Di conseguenza, rispetto alla tecnica DRX, si ricorre maggiormente al trattamento termico dei campioni.

Si può sicuramente affermare che le due tecniche (DRX e FTIR) utilizzano principi di misura della concentrazione dell'analita differenti, da considerarsi complementari. In casi critici si consiglia un loro utilizzo contemporaneo in modo da aumentare la confidenza circa l'accuratezza del risultato.

Figura 29.

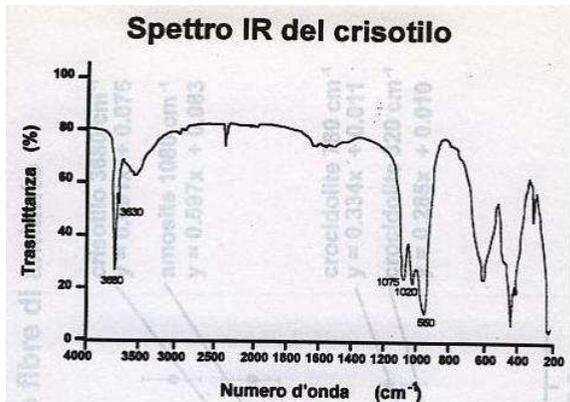


Figura 30.

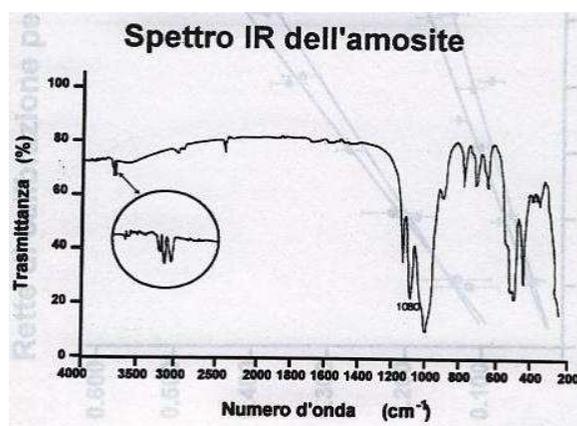
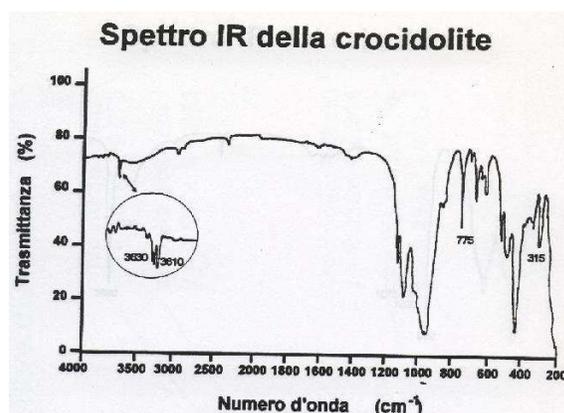


Figura 31.



3.7 VALORI DI FONDO AMBIENTALE

In Regione Lombardia sono stati condotti nel tempo diversi monitoraggi per il controllo delle fibre di amianto disperse nell'aria. I dati che vengono presentati di seguito (tabella 11) sono i risultati di analisi realizzate presso il Centro di Microscopia Elettronica dell'ARPA – Dipartimento di Milano.

Nel 1999 è stato realizzato a Milano uno studio dei livelli urbani di fibre, concernente 13 postazioni in diverse zone della città in modo da rappresentarne tutto il territorio. Le postazioni sono state scelte in prossimità di aree dismesse con presenza di grosse coperture di cemento-amianto e in prossimità di grossi plessi scolastici. Le misure sono state ripetute in primavera, estate e inverno. L'analisi è con SEM-EDS (microscopio elettronico a scansione dotato di sistema di microanalisi a Raggi X di fluorescenza per l'identificazione delle fibre. Il limite di rilevabilità della metodica analitica in questo caso è di circa 0.4 fibre/litro di aria.

Occorre considerare che il DM 6/9/94 considera un'area bonificata restituibile (ovvero pulita) se la concentrazione in aria di fibre di amianto è inferiore a 2 fibre/litro. Nel caso che sul campione non siano state trovate fibre di amianto, come risultato è fornito il limite di rilevabilità della metodica analitica che viene preceduto dal simbolo "<".

Tabella 11 - Concentrazioni di fibre normate in atmosfera urbana. Milano, 1999.

Postazione	Concentrazione (fibre/litro)
Parco Lambro "Capanna dello Zio Tom"	<0.4 - <0.5
Campo sportivo Calvairese via Vismara 3 Zona Ortomercato	<0.4 - 0.4
Cantiere ex Chiesa S Teresa - Biblioteca Braidense Via della Moscova	<0.3 - 0.6
Politecnico area Bovisa Via Durando 18	<0.4 - 0.4
CTO Via Bignami, 1 Ingresso lato viale Sarca Portineria	<0.4 - 0.5
Scuola Elementare "Martiri di Gorla" Via Cisalpino, 38/40	<0.4 - <0.5
CAP Via Rubattino, 95 Prossimità Biofiltro Daneco	<0.3 - <0.4
Edicola Savi Roberto Via Oglio 20	<0.3 - <0.4
Scuola Elementare via Dell'Arcadia	<0.4 - <0.5
Area Dismessa Farnitalia via Massara angolo via Fornari	<0.3 - <0.4
Villaggio de Fiori Via dei Gigli 19/29	<0.4
Istituto Palazzolo Via Don Luigi Palazzolo lato amministrazione ingresso parcheggio	<0.4
Comando Polizia Municipale Zona Sempione Via Monviso, 10 Garage Cortile interno	<0.3 - <0.4

Inoltre, dal 1998 è in corso il monitoraggio della contaminazione ambientale da fibre di amianto presso la città di Broni. Il monitoraggio ha il significato di tenere sotto controllo un sito urbano “a rischio” per la presenza di una sorgente di possibile dispersione di fibre (Ditta Fibronit). Vengono qui effettuate misure in diverse postazioni sia con la microscopia ottica in contrasto di fase (che permette il confronto con i dati di letteratura e le misure degli anni precedenti), sia in microscopia elettronica SEM, che con SEM-EDS per la determinazione delle fibre ultrafini a 12.000 ingrandimenti. Nel corso degli ultimi anni la sensibilità dei microscopi elettronici è aumentata, permettendo di raggiungere limiti di rilevabilità intorno a 0.04 fibre/litro. Le concentrazioni atmosferiche dal 1998 si sono dimostrate sostanzialmente stabili. I dati più recenti sono sinteticamente riassunti nella Tabella 12, nella quale per il calcolo della concentrazione media si è assunto, per i valori inferiori al limite di rilevabilità, il 50% del limite stesso.

Tabella 12 - Concentrazione di fibre in atmosfera nella città di Broni.

Anno	MOCF		SEM fibre normate		SEM fibre ultrafini	
	Numero misure	Media (ff/l)	Numero misure	Media (ff/l)	Numero misure	Media (ff/l)
2006	49	0.55	49	0.1	5	<2
2007 gennaio – settembre	96	0.33	16	0.1	5	<2

Attualmente sono in corso le verifiche previste dal PRAL Piano Regionale Amianto che prevedono una misura al mese per 11 capoluoghi di provincia, per la durata complessiva di tre anni a partire dal marzo 2007. Le analisi vengono eseguite in microscopia elettronica in scansione. I dati verranno raccolti ed elaborati a partire dal 2008.

Tabella 13 - LABORATORI PUBBLICI LOMBARDI CHE EFFETTUANO ANALISI DI AMIANTO

	Microscopia Ottica in contrasto di fase (MOCF)	Diffrazione a raggi X (DRX)	Microscopia Elettronica in Scansione (SEM)	Riferimenti e contatti
ARPA Dip. di Milano - Centro di Microscopia Elettronica	X		X	www.arpalombardia.it
ARPA - Dipartimento di Brescia	X	X		www.arpalombardia.it
ARPA - Dipartimento di Lecco	X	X		www.arpalombardia.it
ARPA - Dipartimento di Varese		X		www.arpalombardia.it
ASL Città di Milano – Laboratorio di Sanità Pubblica	X	X		Via Juvara 22, 20129 Milano tel. 02/85782421-2424 fax 02/85782439-876545
A.O. di Vimercate – U. O. Ospedaliera di Medicina del Lavoro – Ospedale di Circolo di Desio	X	X		V.le Mazzini 1, 20033 Desio tel. 0362.383211 fax 0362.383299
Fondazione IRCCS Ospedale Maggiore Policlinico, Mangiagalli, Regina Elena Lab. di Igiene Occupazionale – Dipartimento di medicina del Lavoro Industriale	X	X (IR)	X	Via San Barnaba, 8 20100 Milano Tel 02.50320158 – fax 02.50320111 cddldevoto@unimi.it
Fondazione Salvatore Maugeri IRCCS - U.O. di Igiene industriale e ambientale	X	X	X	Via S. Maugeri, 10 27100 Pavia Tel. 0382.592300 (segr) Tel. 0382.592316 (lab) igamb@fsm.it
Politecnico di Milano Dip. Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica “G. Natta”, SAMM		X solo qualitativa	X	Via Mancinelli, 7 20131 Milano Tel. 02 23993157-3156 samm@chfi.polimi.it www.chem.polimi.it/samm

Bibliografia

A.I.A, Asbestos International Association. Health and safety publication. Recommended Technical Method No.1 (RTM1). Determination of airborne asbestos fibre concentration at workplaces by light microscopy (membrane filter method), 1979.

A.I.A, Asbestos International Association. Health and safety publication. Recommended Technical Method No.2 (RTM2). Method for the determination of airborne asbestos fibres and other inorganic fibres by scanning electron microscopy.

Application of infrared spectroscopy in asbestos mineral analysis. A. Marconi, Ann. Ist. Sup. Sanità, Vol. 19, n. 4 (1983), pp. 629-638.

ISO GUM: The ISO Guide to the expression of uncertainty in measurement -1995.

La diffrazione dei Raggi X per materiali policristallini; aspetti pratici. Bonisconi, Ricci, Bitti. Tecniche nuove.

Organizzazione Mondiale della Sanità. Determination of airborne fibre number concentrations. Ginevra 1997.

X Ray method, Clive, Whiston. Wiley.

I RIFIUTI CONTENENTI AMIANTO

4.1 INTRODUZIONE

La precedente definizione di «rifiuto di amianto» era quella riportata al 1° comma lettera c) dell'art. 2 della Legge 27 marzo 1992, n. 257 recante «Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto» ovvero: «Materiali di scarto delle attività estrattive di amianto, i detriti e le scorie delle lavorazioni che utilizzano amianto, anche provenienti dalle operazioni di decoibentazione nonché qualsiasi oggetto contenente amianto che abbia perso la sua destinazione d'uso e che possa disperdere fibre di amianto nell'ambiente in concentrazioni superiori a quelle ammesse dall'art. 3».

L'art. 12 comma 6 della citata L. 257/92 prevedeva che i rifiuti di amianto fossero «..classificati tra i rifiuti speciali, tossici e nocivi, ai sensi dell'art. 2 del d.P.R. 10 settembre 1982, n. 915, in base alle caratteristiche fisiche che ne determinano la pericolosità, come la friabilità e la densità».

Il d.lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 di «Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/1689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CEE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio» (decreto Ronchi), abrogando all'art. 56 la normativa esistente, di fatto modificava la precedente classificazione dei rifiuti (speciali - tossici e nocivi) introducendo il concetto di rifiuto pericoloso e non pericoloso (superando la procedura analitica di accertamento prevista dalla deliberazione C.I. 27 luglio 1984) mutuandolo dalla direttiva 91/689/CEE e successive modifiche ed integrazioni.

La classificazione di un determinato rifiuto quale pericoloso derivava dall'applicazione degli allegati allo stesso d.lgs. 22/97 ed in particolare:

Allegato G – categorie o tipi generici di rifiuti pericolosi elencati in base alla loro natura o all'attività che li ha prodotti;

Allegato H – costituenti che rendono pericolosi i rifiuti dell'allegato G.2 quando tali rifiuti possiedono le caratteristiche dell'allegato I;

Allegato I – caratteristiche di pericolo dei rifiuti.

L'applicazione dei citati allegati dava origine all'allegato D allo stesso d.lgs. 22/97 che individuava tutti i rifiuti suddividendoli per categorie direttamente funzionali all'origine del rifiuto stesso e individuando i codici dei rifiuti pericolosi con un asterisco.

Tale classificazione dei rifiuti è stata ripresa in toto dal d.lgs. 3 aprile 2006, n. 152, recante: «Norme in materia ambientale» che, abrogando il d.lgs. 22/97, alla parte IV – norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati, ripropone la medesima classificazione e gli identici allegati.

È pertanto da considerarsi ampiamente superata la precedente suddivisione dei rifiuti di amianto in pericolosi e non pericolosi che era strettamente dipendente dallo stato fisico del rifiuto stesso e dalla possibilità per quest'ultimo di disperdere fibre di amianto nell'ambiente, a seguito di semplice manipolazione meccanica.

4.2 TIPOLOGIA DEI RIFIUTI

Sulla base dell'allegato D al citato d.lgs. 152/06 e considerando le modalità di attribuzione del codice rifiuto, già previste dall'allegato alla decisione della Commissione del 3/05/00 n. 2000/532/CE e s.m.i. (peraltro integralmente riprese dall'allegato A alla direttiva 9 aprile 2002 del Ministero dell'Ambiente di istruzioni per la corretta applicazione del nuovo C.E.R.), i rifiuti contenenti amianto sono individuabili in base alla provenienza, con lo specifico C.E.R. (a sei cifre):

06 RIFIUTI DA PROCESSI CHIMICI INORGANICI

06 07 - rifiuti da Produzione, Formulazione, Fornitura ed Uso di prodotti alogeni e dei processi chimici degli alogeni

06 07 01* - rifiuti dei processi elettrolitici, contenenti amianto

06 13 -rifiuti di processi chimici inorganici non specificati altrimenti

06 13 04* - rifiuti dalla lavorazione dell'amianto

10 RIFIUTI PRODOTTI DA PROCESSI TERMICI

10 13 - rifiuti dalla fabbricazione di cemento, calce e gesso e manufatti di tali materiali

10 13 09* - rifiuti dalla fabbricazione di amianto cemento, contenenti amianto

10 13 10 - rifiuti dalla fabbricazione di amianto cemento, diversi da quelli di cui alla voce 10 13 09

A fronte della cessazione di impiego dell'amianto tali rifiuti sono rinvenibili esclusivamente in aziende o linee produttive dismesse.

17 RIFIUTI DELLE OPERAZIONI DI COSTRUZIONE E DEMOLIZIONE (COMPRESO IL TERRENO PROVENIENTE DA SITI CONTAMINATI)

17 06 - materiali isolanti e materiali da costruzione contenenti amianto

170601* - materiali isolanti contenenti amianto

170605* - materiali da costruzione contenenti amianto

15 RIFIUTI DI IMBALLAGGIO, ASSORBENTI, STRACCI, MATERIALI FILTRANTI E INDUMENTI PROTETTIVI (NON SPECIFICATI ALTRIMENTI)

15 01 - imballaggi (compresi i rifiuti urbani di imballaggio oggetto di raccolta differenziata)

150111* - imballaggi metallici contenenti matrici solide porose pericolose (ad esempio amianto), compresi i contenitori a pressione vuoti

15 02 - assorbenti, materiali filtranti, stracci e indumenti protettivi

150202* - assorbenti, materiali filtranti (inclusi filtri dell'olio non specificati altrimenti), stracci e indumenti protettivi, contaminati da sostanze pericolose

16 RIFIUTI NON SPECIFICATI ALTRIMENTI NELL'ELENCO

16 01 - veicoli fuori uso appartenenti a diversi modi di trasporto (comprese le macchine mobili non stradali) e rifiuti prodotti dallo smantellamento di veicoli fuori uso e dalla manutenzione di veicoli (tranne 13, 14, 16 06 e 16 08)

160111* - pastiglie per freni contenenti amianto

16 02 - scarti provenienti da apparecchiature elettriche ed elettroniche
160212* - apparecchiature fuori uso, contenenti amianto in fibre libere

Da evidenziare che l'ordine in cui sono stati elencati i C.E.R. relativi ai rifiuti di amianto o contenenti amianto non è casuale, ma deriva dall'applicazione dei criteri di cui al sopraccitato allegato A alla Direttiva 09/04/02 del Ministero dell'Ambiente ovvero:

- ✓ identificare la fonte che genera il rifiuto consultando i titoli dei capitoli da 01 a 12 o da 17 a 20 per risalire al codice a sei cifre riferito al rifiuto in questione, ad eccezione dei codici dei suddetti capitoli che terminano con le cifre 99;
- ✓ se nessuno dei codici dei capitoli da 01 a 12 o da 17 a 20 si presta per la classificazione di un determinato rifiuto, occorre esaminare i capitoli 13, 14 e 15 per identificare il codice corretto;
- ✓ se nessuno di questi codici risulta adeguato, occorre definire il rifiuto utilizzando i codici di cui al capitolo 16.

I rifiuti contenenti amianto maggiormente rinvenibili sono identificati con i seguenti C.E.R.:

17 06 01*

Rientrano in questa voce i rifiuti derivanti dalle operazioni di costruzione e demolizione e costituiti da: materiali che rivestono superfici applicati a spruzzo o a cazzuola; rivestimenti isolanti di tubi e caldaie.

17 06 05*

Rientrano in questa voce i rifiuti derivanti dalle operazioni di costruzione e demolizione e costituiti da:

lastre di amianto piane o ondulate;

tubi, canalizzazioni e contenitori per il trasporto e lo stoccaggio di fluidi, ad uso civile e industriale. Rientrano in questa categoria i

pavimenti vinilici, PVC e plastiche rinforzate contenenti amianto;

miscellanea di altri materiali comprendente, in particolare, pannelli a bassa densità (cartoni) e prodotti tessili.

15 02 02*

filtri e mezzi ausiliari di filtraggio per la produzione di bevande;

filtri ultrafini per la sterilizzazione e per la produzione di bevande e medicinali;

diaframmi per processi di elettrolisi;

filtri da maschere respiratorie utilizzate durante fasi di bonifica di amianto;

indumenti protettivi (tute usa e getta) utilizzati durante fasi di bonifica di amianto.

16 01 11*

pastiglie per freni (di vecchia generazione).

Appaiono peraltro riconducibili a questo C.E.R. anche:

- guarnizioni di attrito di ricambio per veicoli a motore, veicoli ferroviari, macchine e impianti industriali;
- guarnizioni di attrito di ricambio per veicoli a motore, veicoli ferroviari, macchine e impianti industriali con particolari caratteristiche tecniche;
- guarnizioni delle testate per motori di vecchio tipo;
- giunti piatti statici e guarnizioni dinamiche per elementi sottoposti a forti sollecitazioni.

4.3 ACCUMULO E DEPOSITO NEI LUOGHI DI FORMAZIONE

I rifiuti contenenti amianto devono essere opportunamente raccolti ed accumulati, separatamente da altri rifiuti di diversa natura. Nel caso si abbia formazione, nello stesso luogo, di diverse categorie di rifiuti contenenti amianto, è obbligatorio che le stesse siano accumulate separatamente. Le modalità di accumulo presso i luoghi di formazione dipendono chiaramente dalle tipologie di rifiuti così come sopra individuati, in particolare:

Rifiuti di cemento-amianto:

Accertato l'effettivo stato di degrado dei materiali in cemento-amianto e quindi dopo aver eseguito la rimozione secondo le procedure di cui al capitolo 2, il rifiuto viene rimosso e ammassato a piede di cantiere.

Il deposito deve avvenire comunque ordinatamente:

- nel caso di lastre, il materiale deve essere sovrapposto, collocato su pallets, avvolto in materiale protettivo plastico (meglio termoretraibile) e bloccato con successiva reggiatura;
- nel caso di tubazioni di dimensioni considerevoli il materiale deve essere avvolto con semplice copertura di materiale plastico resistente allo strappo;
- nel caso di sfridi, comunque di pezzatura non inferiore ai 10 dmq, il materiale deve essere inserito in big-bags con chiusura ermetica. In ogni caso i rifiuti devono essere ammassati al coperto.

Rifiuti contenenti amianto in matrice non stabile

Attualmente non vi è più produzione di manufatti contenenti amianto per cui la presenza di rifiuti di amianto è limitata ad aree in cui sono in corso opere di bonifica di amianto a qualsiasi livello esse siano.

In ogni caso deve essere predisposta un'area opportunamente pavimentata e delimitata, nella quale accumulare i rifiuti. Il pavimento dell'area dovrà essere in leggera pendenza, in modo tale che sia possibile la raccolta delle acque piovane e di quelle di eventuale bagnatura; è opportuno predisporre intorno all'area prese d'acqua da utilizzare per una eventuale bagnatura del rifiuto al momento del carico sul mezzo che lo trasporterà a discarica. Il rifiuto dovrà essere collocato nell'area ordinatamente, evitando per quanto possibile l'accumulo alla rinfusa. Per quanto riguarda i rifiuti polverulenti devono essere raccolti in modo da limitare per quanto possibile il rilascio di fibre di amianto nell'ambiente; occorre pertanto operare la raccolta degli stessi all'interno di sistemi chiusi, a tenuta stagna. Il rifiuto polverulento deve essere collocato in contenitori a perdere, sigillati, pre-stampati con etichettatura conforme alla direttiva (CEE) n. 87/478.

I contenitori per questo tipo di raccolta e trasporto devono rispondere ai seguenti requisiti:

- resistenza non inferiore a quella del polietilene ad alta densità di spessore 8/10 mm;
- capacità non superiore a 30 l;

- chiusura con termosaldatura o doppio legaccio;
- opportuna etichettatura dei contenitori.

Nel caso di riempimento non manuale, i sacchi devono essere trasparenti e qualora gli stessi siano immessi in big-bags, questi ultimi dovranno essere dotati di idonea etichettatura.

La movimentazione dei rifiuti dal punto di formazione al deposito deve essere effettuata con mezzi che minimizzino il rilascio di fibre nell'ambiente. Per quanto attiene ai rifiuti in pezzatura, essi devono essere raccolti in contenitori metallici o in materiale plastico, a chiusura ermetica, costruiti in modo tale da non permettere caduta di materiale all'esterno durante la movimentazione, né la colatura dell'eventuale acqua di imbibizione. La movimentazione e lo stoccaggio devono essere effettuati in modo tale da minimizzare il rilascio di fibre nell'ambiente; è opportuno che questo tipo di rifiuti venga mantenuto umidificato durante la sua permanenza nell'area di accumulo. Gli imballaggi che hanno contenuto amianto, così come altri materiali ad essi assimilabili (feltri utilizzati per la produzione del cemento-amianto), devono essere trattati come descritto precedentemente per i rifiuti polverulenti. Si evidenzia che le acque di lavaggio sono da considerarsi, a tutti gli effetti, scarichi industriali.

4.4 CRITERI PER IL TRASPORTO DEI RIFIUTI

4.4.1. Imballaggio

Per i rifiuti contenenti amianto i criteri di imballaggio costituiscono la principale misura preventiva di eventuali dispersioni delle fibre nell'ambiente e qui di seguito vengono riportati i criteri da seguire per il trasporto delle differenti categorie di rifiuto contenente amianto.

In fase di trasporto il rifiuto in pezzatura (matrice stabile) deve essere caricato imballato sull'automezzo; per lunghi percorsi è opportuna l'applicazione di telone di copertura del carico.

In realtà si preferisce comunque utilizzare per il trasporto le stesse modalità di confezionamento del rifiuto citate al punto precedente in merito all'accumulo nei luoghi di produzione.

I rifiuti polverulenti contenuti in involucri di plastica come detto in precedenza, possono essere imballati in:

- fusti o taniche di materiale plastico;
- fusti o taniche in acciaio;
- fusti in alluminio.

Gli imballaggi vuoti non bonificati devono essere chiusi, presentare le stesse caratteristiche di tenuta stagna come se fossero pieni e devono recare le stesse etichette di pericolo di cui alla Direttiva (CEE) 83/478. Per il trasporto di rifiuti in pezzatura (matrice non stabile) valgono le stesse considerazioni fatte per i rifiuti in pezzatura a matrice stabile.

4.4.2 Requisiti del mezzo di trasporto

Le vigenti disposizioni in materia di circolazione A.D.R., prevedono che il trasporto dei rifiuti di amianto abbia luogo su mezzi di classe 9 - sostanze pericolose non ricomprese nelle classi precedenti.

Si ritiene tuttavia opportuno raccomandare l'osservanza delle seguenti misure nel caso del trasporto di rifiuti contenenti amianto,

- ✓ pianale di carico corredato da sponde (meglio se la sponda posteriore è del tipo ribaltabile con meccanismo elevatore - sponda di caricamento);
- ✓ dotazione di trans-pallets per movimentazione;
- ✓ dotazione di teloni per la copertura del carico.

Nel caso di utilizzo di container scarrabile, utilizzato anche come mezzo di ammasso presso il luogo di produzione del rifiuto, è consigliabile verificare il corretto riempimento e/o alloggiamento del rifiuto all'interno dello stesso prima del caricamento del container sul mezzo onde evitare che nella manovra si abbiano spostamenti all'interno del cassone con conseguenti frantumazioni del rifiuto e/o rotture degli imballaggi con conseguente possibile aerodispersione delle fibre di amianto.

Per il trasporto per via ferroviaria o marittima, le vigenti regolamentazioni internazionali coprono abbondantemente la materia (cfr R.I.D.).

4.4.3 Informazione al personale

Il personale incaricato del trasporto deve essere adeguatamente informato sui rischi per la salute derivanti dall'esposizione all'amianto, sulle procedure da seguire e sui mezzi di protezione individuale da utilizzare in caso di emergenza e deve avere a disposizione la scheda di sicurezza prevista dall'A.D.R..

Trattandosi del trasporto di rifiuti deve essere altresì disponibile il formulario di identificazione del rifiuto stesso.

4.4.4 Mezzi di protezione

Il personale incaricato del trasporto deve avere a disposizione, a bordo dell'automezzo, i seguenti mezzi di protezione personale:

- mascherina antipolvere del tipo 3M.8710 od equipollente;
- tuta ad un pezzo in Tiwek, completa di calzari e cappuccio;
- semimaschera facciale dotata di filtro per polveri del tipo P3.

Oltre ai mezzi di protezione, devono essere tenute istruzioni specifiche relative sia al corretto uso dei mezzi di protezione sia ai casi nei quali gli stessi devono essere utilizzati.

4.5 CRITERI PER LO SMALTIMENTO FINALE DELL'AMIANTO

Il problema dello smaltimento dei rifiuti contenenti amianto (RCA), deve quindi essere, gestito nell'ottica di una minimizzazione in primo luogo del possibile rilascio e dispersione di fibre nell'atmosfera e del contenimento dei possibili inquinamenti delle falde acquifere.

Di fatto, i rifiuti in cui le fibre di amianto sono inglobate in una matrice stabile avente densità > 1 g/cm³ hanno un potenziale di rilascio di fibre molto basso (ad esempio la maggioranza dei manufatti in cemento-amianto, guarnizioni, composti bituminosi, plastiche e/o resine rinforzate).

Per contro altri tipi di RCA in cui le fibre non sono legate in matrice stabile ed aventi in genere una densità < 1 g/cmc, friabili e/o allo stato finemente suddiviso, presentano un potenziale di rilascio di fibre più elevato (amianto spruzzato, pannelli isolanti leggeri, i materiali di risulta dalle operazioni di scoibentazione).

Il previgente d.P.R. 8 agosto 1994 (art. 5, comma 1), stabiliva che tutti i rifiuti di amianto dovevano essere destinati esclusivamente allo smaltimento mediante stoccaggio definitivo in discarica controllata.

La tassatività di tale destinazione è venuta meno con l'abrogazione di tale specifico divieto operato dall'art. 264, comma 1, lettera h), del d.lgs. 152/06. Al momento attuale, oltre al deposito preliminare di tali rifiuti non risultano esservi impianti di smaltimento definitivo diversi dalle discariche.

In tal senso si evidenzia che il riferimento a tale tipologia impiantistica è stato totalmente innovato a seguito della specifica direttiva 1999/31/CE recepita in Italia con il d.lgs. 36/03 ed il relativo d.m. ambiente 13/03/03 ora sostituito dal d.m. ambiente 03/08/05.

Per tali norme si individuano discariche per rifiuti inerti, per rifiuti non pericolosi e per rifiuti pericolosi.

Per quanto attiene ai rifiuti di amianto, pur codificati tutti quali rifiuti pericolosi (vedi sopra), il d.m. 03/08/05 prevede possibilità di conferimento in discarica a seconda delle caratteristiche degli stessi rifiuti.

Infatti, oltre alla specifica discarica per rifiuti pericolosi, l'art. 6, comma 6, lettera c), stabilisce che in discarica per rifiuti non pericolosi possono essere smaltiti: "i materiali edili contenenti amianto legato in matrici cementizie o resinoidi in conformità con l'art. 7, comma 3, lettera c) del decreto legislativo 13 gennaio 2003, n. 36 senza essere sottoposti a prove. Le discariche che ricevono tali materiali devono rispettare i requisiti indicati nell'allegato 2 del presente decreto. In questo caso le prescrizioni stabilite nell'allegato 1, punti 2.4.2 e 2.4.3 del decreto legislativo 13 gennaio 2003, n. 36 possono essere ridotte dall'autorità territorialmente competente."

Per tale specifica tipologia di impianto la Regione Lombardia ha emanato la d.g.r. 30 novembre 2005, n. 1266, recante: "Determinazioni in ordine alla realizzazione e la gestione delle discariche per rifiuti costituiti da materiali da costruzione contenenti amianto".

Con tale provvedimento sono state approvate le "Linee guida per la realizzazione e la gestione delle discariche per rifiuti costituiti da materiali da costruzione contenenti amianto", predisposte di concerto con l'A.R.P.A. Lombardia, proprio al fine di fornire caratteristiche costruttive e gestionali, in accordo con quanto stabilito dal citato art. 6, comma 6, lettera c) del d.m. 03/08/05, relativamente ad impianto monorifiuto.

Le informazioni riguardanti la disponibilità sul territorio lombardo di discariche per rifiuti non pericolosi monorifiuto dedicata a cemento-amianto posso essere reperite al sito: <http://www.ors.regione.lombardia.it>

Allegato 1



Registro Mesoteliomi Lombardia



Centro EBPI
Effetti Biologici Polveri Inalate
Centro EPOCA
Epidemiologia Occupazionale
Clinica Ambientale

Dipartimento di Medicina del Lavoro
Università degli Studi di Milano
Fondazione IRCCS
Ospedale Maggiore Policlinico, Mangiagalli, Regina Elena

Regione Lombardia
Sanità

La Regione Lombardia con d.g.r. n° 6/2490 del 22.9.1995 istituisce il Registro Regionale dei Mesoteliomi, cui assegna il compito di centralizzare tutti i nuovi casi di certo o sospetto mesotelioma (pleurico, peritoneale, pericardico, della tunica vaginale testicolare) diagnosticati nella Regione Lombardia. Il Registro ha il compito di trasmettere i casi al Registro Nazionale dei Mesoteliomi, istituito presso l'ISPESL (DPCM 308/02). I medici del lavoro operanti presso il Registro, effettuata la valutazione del nesso causale, provvederanno agli adempimenti medico-legali di Legge.

SCHEDA DI SEGNALAZIONE DEL CASO

FAX 02/50320139

DATI ANAGRAFICI DEL CASO

Cognome Nome

Luogo di nascita Provincia

Data di nascita |_|_|/|_|_|/|_|_|_|_|

Residenza: Via

Comune Provincia.....

Recapito telefonico

DESCRIZIONE DEL CASO

Diagnosi : Probabile Possibile Certa

.....

.....

Basata su:	1. TAC	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
	2. Toracosopia	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
	3. Istologia	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
	4. Citologia	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
	5. Autopsia	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>

Paziente ricoverato presso

.....

NOTE:

.....

Medico segnalante Telefono:

Ente di appartenenza o Timbro

In data |_|_|/|_|_|/|_|_|_|_|

Firma

.....

Allegato 2/a

Alla A.S.L. di
Dipartimento di prevenzione medico
Alla Direzione Provinciale del lavoro di
Al Inail di
Registro Nazionale delle malattie causate
dal lavoro o ad esso correlate

- Denuncia/segnalazione di malattia ai sensi degli art.139 d.P.R. 1124/1965 e art.10 del d.lgs 38/2000 - Decreto del Ministero del Lavoro e delle Politiche sociali del 27/04/2004 (G.U. n.134 del 10 giugno 2004)
- Referto ex art. 365 c.p. (1)

Medico dichiarante:

Cognome e		Nome	
Codice Fiscale		n. telefono	
In qualità di (2)			
Comune Prov		presso la Struttura	

Informazioni relative all'Assistito e al lavoro attuale:

Cognome		Nome	
Codice fiscale		Sesso (M/F)	
Data di nascita		Comune di nascita	
Provincia di nascita		Nazionalità	
Comune e Provincia di residenza		A.S.L	
Telefono		Attualmente lavoratore (SI/ NO)	
Datore di Lavoro (Ragione Sociale) e sede (Comune e Provincia)		Settore lavorativo (3)	

Informazioni sulla malattia (elenco D.M. 27.4.2004) e sull'attività lavorativa ad essa correlabile:

Lista _____ Agente/Lavorazione/Esposizione _____

Malattia _____

_____ Codice _____

Data prima diagnosi _____ Eventuale data abbandono lavoro _____

Datore Lavoro (Ragione Sociale) _____

Settore lavorativo (3) _____ Mansione/Attività lavorativa (3) _____

Dipendente Comune dove si è svolta l'attività lavorativa _____ Prov. _____

Autonomo

Data di compilazione

Timbro e firma del medico

Allegato 2/b

SCHEMA DI ANAMNESI LAVORATIVA

Impresa Ragione sociale	Sede	Tipo attività impresa	Mansione lavoratore	Periodo lavorativo	Rischio

È stato compilato il primo certificato di malattia professionale? SI NO

Firma del Lavoratore

Timbro e firma del Medico

-
- (1) Da barrare ove non si provveda con modulo a parte e solo qualora gli accordi con le Procure locali indichino i servizi PSAL come destinatari dei referti.
 - (2) Medico competente – Medico di Medicina generale - Medico specialista.
 - (3) Indicare, impiegando la scheda di anamnesi lavorativa allegata, tutti i datori di lavoro, i settori, le mansioni e il rischio cui è possibile correlare la malattia.

Allegato 3

PIANO DI LAVORO

ASL DI
DIPARTIMENTO DI PREVENZIONE MEDICO
Via, n°
Cap città prov.

OGGETTO: PIANO DI LAVORO EX ART. 59-DUODECIES DEL D.LGS 626/94

Il sottoscritto

Titolare/legale rappresentante della società (denominazione completa della ragione sociale)

CF/P.IVA.....

Sede legale: via.....n°.....

Cap..... Comune prov.....

n. tel E – mail.....

Albo Nazionale Gestori Ambientali n° iscrizione

trasmette il piano di lavoro ex art. 59-duodecies del D. lgs 626/94 per lavori di demolizione e

rimozione di materiale contenente amianto da effettuarsi nel:

cantiere sito in: via n

Proprietà dell’immobile/struttura, area:

nome, cognome/ragione sociale.....

CF/P.IVA.....

residenza/sede legale:

Comune.....prov.....

Via.....n.....

Tel:.....email.....

Committente dei lavori (da compilare se diverso dal punto precedente):

nome, cognome/ragione sociale.....

CF/P.IVA.....

residenza/sede legale:

Comune.....prov.....

Via.....n.....

Tel:.....email.....

DESTINAZIONE D’USO DELL’EDIFICIO/AREA:

- ☐ Civile abitazione
☐ Insedimento produttivo
☐ Edificio ad uso collettivo (specificare).....
☐ Altro (specificare).....

TIPOLOGIA DEI LAVORI:

- ☐ rimozione
☐ rimozione e demolizione
☐ demolizione senza rimozione

Quantità di materiale da rimuovere:Kg/m²/m³

L’amianto è in matrice:

- compatta: ☐ lastre di copertura
☐ altezza da terra delle coperture: m.....
☐ posizione delle coperture: a vista su solaio portante
☐ controsoffittatura
☐ altro (specificare).....
☐ superfici in vinil-amianto

- friabile: ☐ attrezzature (specificare)
☐ materiale coibente (specificare)
☐ intonaco

DURANTE I LAVORI L’EDIFICIO SARÀ

- ☐ in uso ☐ non in uso

Descrizione dei lavori, delle tecniche lavorative, delle relative attrezzature e dispositivi adottati per la rimozione dell’amianto:

.....
.....
.....

Descrizione dei lavori, delle tecniche lavorative, delle relative attrezzature e dispositivi adottati per la contro il pericolo di caduta dall'alto:

I lavori di bonifica dell'amianto avranno inizio il (gg/mm/aa).....

e avranno la durata di n° gg.....

Qualora, il periodo sopraindicato dovesse subire variazioni, verrà inviata una comunicazione riportante la nuova data di inizio lavori. Nel caso di amianto friabile verrà inviata una comunicazione almeno 5 gg lavorativi antecedentemente il collaudo statico e dinamico del cantiere.

Le misure per la protezione e la decontaminazione del personale incaricato dei lavori sono:

- fornitura dei seguenti DPI:
- Tuta monouso idonea per l'amianto
- Guanti
- Occhiali
- Calzature antifuoristrada
- Protezione delle vie respiratorie (specificare tipologia)
- Imbracatura di sicurezza
- Altro (specificare).....
- Unità di decontaminazione
- Pulitura DPI a umido
- Confezionamento del rifiuto (specificare).....
- Pulizia attrezzature
- Aspiratori dotati di filtri di efficienza HEPA
- Altro (specificare).....

Le misure per la protezione di terzi e per la raccolta e lo smaltimento dei materiali sono:

- Delimitazione dell'area di lavoro
- Posa di idonea segnaletica del rischio Amianto
- Aspiratori dotati di filtri di efficienza HEPA
- Individuazione dell'area di deposito temporaneo del rifiuto amianto
- Altro (specificare).....

Al termine dei lavori di demolizione o rimozione verrà verificata l'assenza del rischio di esposizione all'amianto mediante:

- Verifica visiva
- Aspirazione dell'area
- Pulizia dell'area
- Campionamenti ambientali
- Altro (specificare).....

Verranno adottate, nel caso in cui sia previsto il superamento dei valori limite di cui all'art. 59-decies, le misure di cui all'art. 59-undecies del d.lgs 626/94, adattandole alle particolari esigenze del lavoro specifico.

Si fornisce di seguito l'elenco degli addetti che eseguiranno i lavori di bonifica dell'amianto e la loro formazione

Nome e Cognome	luogo e data di nascita	Luogo e indirizzo di Residenza	Codice Fiscale	Patentino di abilitazione			Scadenza idoneità medica
				N°	data	ASL	

Si dichiara inoltre che tale trasmissione non sostituisce il Piano Operativo di Sicurezza di cui all'art. 9 del d.lgs. 494/96.

La presente comunicazione costituisce autocertificazione ai sensi dell'art. 46 DPR 445/2000

DATA.....

FIRMA.....

Informativa ai sensi dell'art. 13 del d.lgs. 196/2003 – I dati personali raccolti saranno trattati e diffusi anche con strumenti informatici nell'ambito del procedimento per il quale gli stessi sono raccolti.

Responsabile del trattamento: ASL territorialmente competente

Allegato 4

NOTIFICA

ASL DI
 DIPARTIMENTO DI PREVENZIONE MEDICO

OGGETTO: NOTIFICA AI SENSI DELL'ART. 59-SEXIES DEL D.LGS. 626/94

Il sottoscritto
 Titolare/legale rappresentante
 della società (denominazione completa della ragione sociale)

CF/P.IVA.....

Sede legale: via..... n.

Cap..... Comune prov.....

n.tel e mail.....

Albo Nazionale Gestori Ambientali n° iscrizione

notifica l'esecuzioni di lavori comportanti l'esposizione ad amianto ai sensi del dell'art. 59-sexies del d.lgs 626/94.

A tale scopo dichiara che

Il cantiere è ubicato in via n.....

Comune..... Prov.....

Proprietà dell'immobile/struttura, area:

nome, cognome/ragione sociale.....

CF/P.IVA.....

residenza/sede legale:

Comune.....prov.....

Via.....n.....

Tel:..... e mail.....

L'amianto è in matrice: compatta friabile

è contenuto in (es. tubi, lastre, ecc):

ed il quantitativo di amianto manipolato è(kg/m²/m³)

Le attività previste sono:

- sovracopertura di
- confinamento di
- incapsulamento di
- smaltimento di maufatti/lastre a terra
- manutenzione di
- altro (specificare).....

I procedimenti applicati per l'esecuzione dei lavori sono:

- Utilizzo di ponteggi
- Sistemi anticaduta/ reti anticaduta/ parapetti
- Tipo di incapsulante (specificare).....
- Altro (specificare).....

I lavoratori interessati sono : n°.....

I lavori avranno inizio il

e avranno la durata di n° gg.....

Durante il cantiere verranno adottate le misure di prevenzione e protezione nonché le misure igienico sanitarie per limitare

l'esposizione dei lavoratori all'amianto di cui all' art. 59-septies e 59-octies del d.lgs. 626/94.

data.....

Firma.....

La presente comunicazione costituisce autocertificazione ai sensi dell'art. 46 D.P.R. 445/2000

Informativa ai sensi dell'art. 13 del d.lgs. 196/2003 – I dati personali raccolti saranno trattati e diffusi anche con strumenti informatici nell'ambito del procedimento per il quale gli stessi sono raccolti. Responsabile del trattamento: ASL territorialmente competente

Allegato 5

COMUNICAZIONE PER BONIFICHE DI FRIABILE

Spett.le Impresa
e p.c. Al Committente
Al Comune di

Oggetto: Lavori di bonifica di amianto in matrice friabile presso il cantiere.....

A seguito del piano di lavoro per interventi di, pervenuto in data presso lo scrivente Ufficio, ai sensi dell'art. 64 del d.P.R. 303/56, si chiede di comunicare con anticipo di 3/4 giorni lavorativi (anche via fax), sia la data di approntamento del cantiere che la data della prova di collaudo dello stesso.

Allegato 6

TECNICA DI GLOVE BAG**QUANDO È POSSIBILE UTILIZZARE LA TECNICA GLOVE BAG**

Oltre a eseguire tutti i controlli come previsto da art. 11 comma 5b del D.M. 6 Settembre 1994 si precisa che la bonifica di tubazioni coibentate, di piccole dimensioni è consentita solo se:

- ◆ l'amianto è friabile e non è in contatto diretto con il tubo che resta in sito dopo la bonifica; l'area di bonifica va confinata (senza prova statica né dinamica) al fine di limitare una possibile contaminazione da fibre in caso di rottura della bag. Durante i lavori si valuterà se eseguire dei controlli periodici in M.O.C.F. che saranno ripetuti al termine degli interventi, prima della rimozione del confinamento.
- ◆ l'amianto è in matrice compatta ed è in contatto diretto con il tubo ma non cementato con il tubo stesso. La zona di bonifica va confinata laddove possibile (senza prova statica né dinamica), comunque stendendo dei teli di polietilene sulla pavimentazione, al fine di limitare una possibile contaminazione da fibre in caso di rottura della bag. Durante i lavori si valuterà se eseguire dei controlli periodici in M.O.C.F. che saranno ripetuti al termine degli interventi, prima della rimozione del confinamento. Si ritiene necessario effettuare una prova visiva al fine di verificare la totale bonifica della tubazione.
- ◆ l'amianto è in matrice compatta e non è in contatto diretto con il tubo; la zona di bonifica va confinata laddove possibile (senza prova statica né dinamica), comunque stendendo dei teli di polietilene sulla pavimentazione, al fine di limitare una possibile contaminazione da fibre in caso di rottura della bag. Durante i lavori si valuterà se eseguire dei controlli periodici in MOCF che saranno ripetuti al termine degli interventi, prima della rimozione del confinamento

LA TECNICA DEL GLOVE-BAGS NON È CONSENTITA NEI SEGUENTI CASI:

- ◆ su strutture diverse da piccole tubazioni se non in casi molto eccezionali da decidersi di volta in volta.
- ◆ tubazioni coibentate con amianto friabile a diretto contatto con il tubo: in questo caso la tubazione va bonificata in un ambiente confinato dove si applicano le procedure riportate nel D.M. 6 Settembre 1994 art 5 a). Se la coibentazione non ha punti di interruzione utili, gli eventuali sezionamenti che si renderanno necessari per portare la parte da bonificare in ambiente confinato, dovranno essere effettuati mediante taglio da eseguirsi con la tecnica di glove-bag e metodologia descritta nel punto 1 di cui sopra.