

PROF. RENATO SINNO

# **IL RISCHIO "AMIANTO" NELL'AMBIENTE DI VITA E DI LAVORO**

## **Risposte risolutive delle problematiche relative alla "inertizzazione" ed alla "sostituibilità" dell'amianto**

*Con la collaborazione di:*

prof. dott. Augusto Biondi

Professore di Fisiologia Facoltà Farmacia Università di Napoli

dott. Giosafat Frascino

Geologo

Antonio Canzanella

Centro di Microscopia Elettronica Università di Napoli



DISTRETTO 108 Y A

**Lions Clubs Napoli Mergellina**

*Presidente: avv. dott. Antonio Iodice*

**IL RISCHIO "AMIANTO"  
NELL'AMBIENTE DI VITA E DI LAVORO**

**Risposte risolutive delle problematiche relative  
alla "inertizzazione" ed alla "sostituibilità"  
dell'amianto**

## Prefazione

La causa determinante del disorientamento sociale va ricercata nella sconcertante sproporzione che esiste fra il grado di progresso cui è pervenuta la scienza e lo stato di disagio in cui continua a dibattersi la società. L'uomo si sforza con ansia, nel campo scientifico, a riprodurre i procedimenti regolari e infallibili di quell'ordine che è nell'*Opera Divina*, ma sempre più palese appare il disordine nella organizzazione sociale.

Di qui il lavoro del Prof. Renato Sinno che nella sua profonda e specifica conoscenza del problema ci trasmette, con la chiarezza di chi è padrone assoluto della materia, la problematica del "flagello amianto" e delle conseguenze sociali che ne derivano, ponendo l'interesse della salute dell'uomo come bene primario e irrinunciabile.

Ma lo sforzo di Renato Sinno è da vincere l'inefficienza e l'egoismo della società in cui viviamo, e pertanto più volte è stato "il Don Chisciotte" instancabile assertore di questa verità scientifica e propositore concreto di soluzioni ai problemi di fronte ad un'inerzia sociale ed istituzionale.

Bisogna purtroppo convenire che gli scopi cui tendono l'evoluzione sociale e il progresso scientifico sono essenzialmente diversi.

In campo sociale il fine quasi sempre deve essere raggiunto soprattutto per il bene comune; in quello scientifico, invece, lo scopo benefico è raggiunto indirettamente, in quanto non si tratta di un fine immediato, ma è conseguenza di altro fine immediato che, per forza maggiore, è quello speculativo, sia pure contenuto nei limiti massimi della discrezione. Escludere, dunque, una parte di interesse alla base di ogni attività, che è necessariamente utile a svilupparsi in campo economico, significa chiedere troppo alla tanto rara generosità umana, anche perché l'egoismo è il sentimento che forse più direttamente dipende dai bisogni dell'uomo che sono sempre più in aumento.

E quanto più la società è agiata dalle necessità dei suoi bisogni tanto più essa si disorienta e si allontana dallo scopo supremo cui dovrebbe tendere, e cioè al raggiungimento del benessere comune in un ordine di giustizia sociale senza squilibri, molto spesso dovuti esclusivamente al vantaggio di posizioni economiche determinate da individuali ingordigie.

È in questo clima che l'uomo si allontana dai valori dello spirito, rinnegando di esso ogni attività, e si avvilito nel materialismo più sconcertante, che è la patria fuggitiva del corpo e che lo rende maggiormente attaccato alla cupidigia e all'ambizione. E, come la cupidigia, l'ambizione non dice mai basta, giacché l'ambizione è la cupidigia del comando, come la cupidigia è l'ambizione dell'oro. Uno studioso profondo come Renato Sinno deve rivolgersi, pertanto, agli uomini di buona volontà cioè a coloro che sanno che vi può essere progresso scientifico soltanto quando vi è armonia, quella armonia che è ordine della cose, quell'ordine che non deve essere interrotto perché quando ciò accade la natura produce flagelli come la bomba atomica, le cellule impazzite del cancro, l'utilizzazione di un minerale come l'amianto da solo o in manufatti e domani l'uomo in provetta.

Noi che propugniamo il ritorno ai valori morali ispirati al nostro grande patrimonio di civiltà, continueremo a combattere perché la società con la moralizzazione del costume, ritrovi in una sana giustizia, quell'ordine capace di ridare all'uomo la fiducia nei valori eterni dello spirito e vincere l'egoismo e l'interesse personale che tante volte, purtroppo, spingono gli uomini in lotte sleali e dannose al bene comune.

Società non significherà, pertanto, un aggregato inutile di energie che si combattono e si contendono, ma fusione di attività e di intendimenti per un solo Supremo Magnifico Ideale e ciò perché siamo fermamente convinti con Renato, che soltanto quando ciascuno di noi sarà veramente consapevole che l'*Ordine Sociale* consiste soprattutto nel tenere presente, in ogni propria azione, che lo scopo supremo della società civile sta nella più fraterna umana solidarietà, allora il progresso scientifico e quello sociale muoveranno con lo stesso passo vero un avvenire di benessere e di profonda ricostruzione morale.

Antonio Iodice

## Introduzione

Al fine di poter seguire con il più stretto rigore scientifico il difficile e tortuoso cammino del problema "amianto" è quanto mai utile fare delle premesse indispensabili affinché, una volta puntualizzata la sua composizione mineralogica e chimica con la relativa struttura, possa divenire più semplice l'esame degli eventuali processi industriali da seguire per poter giungere alla "inertizzazione" di questo minerale (o meglio di questa miscela di minerali), delle cui proprietà cancerogene non si discute ormai più, essendo stati accertati, attraverso numerosi studi delle patologie connesse, i deleteri effetti sull'uomo.

Infatti tenendo ben presente che l'impatto ambientale deve ritenersi come "l'indice degli effetti diretti, indiretti, secondari, cumulativi e sinergici, a piccola e grande distanza, positivi e negativi indotti da un insieme o da singoli interventi sull'ambiente" a livelli di tutte le componenti quali l'uomo, la fauna, la vegetazione, il suolo, l'acqua, l'aria, il patrimonio naturalistico, i benefici materiali collegati allo sviluppo industriale, i benefici economici collegati ad una aumentata produttività, ne deriva di conseguenza che un'analisi approfondita di tutti i fattori che conducono a tale impatto, diviene la condizione indispensabile ed essenziale affinché possa essere evitata la sua trasformazione in "rischio ambientale", la qualcosa appare, anche a prima vista, ben più grave.

Tale rischio, infatti, come è facile prevedere, comporta una serie di conseguenze che si riflettono inevitabilmente sia sulla qualità della vita dell'uomo e sia, molto più gravemente, sulla stessa esistenza in vita dell'uomo, che ne diviene il principale bersaglio.

È sull'onda appunto di tale rischio che occorre sempre vagliare con prudenza tutti gli aspetti di un processo evolutivo, cercando di allargare

sempre più gli orizzonti interpretativi, proprio al fine di non vanificare gli sforzi compiuti, le energie spese per l'attuazione di disegni ritenuti validi, magari solo perché alimentati da spinte sociali o peggio ancora da velleità politiche, senza il corredo di quel complesso di valutazioni scientifiche che restano, pur sempre, la condizione essenziale per una corretta interpretazione di qualsiasi evento.

E se è pur vero che i problemi relativi all'occupazione (in specie al giorno d'oggi che la crisi lavorativa investe l'intera Europa), rappresentano la spinta per la ricerca di nuovi posti di lavoro a qualunque costo, è altrettanto vero che essi devono essere considerati alla pari degli eventuali effetti negativi prodotti sull'impatto ambientale, soprattutto quando si riflettono sulla vita dell'uomo, mettendone a repentaglio la sua esistenza.

Solo inquadrando in tale ottica il problema "amianto" sarà possibile valutare il danno inestimabile provocato dall'impiego massiccio ed indiscriminato, nell'ultimo trentennio, di questo minerale, danno che si è concretizzato nella perdita dolorosa di vite umane.

Solo partendo da questi disastri, sarà possibile ricavare oggi quella giusta spinta che dovrà condurre alla soluzione idonea per poter risolvere i problemi connessi, soluzione che potrà essere definita solo da valutazioni scientifiche corrette e profonde.

Se poi, dall'altra parte, si passa a considerare le serie di leggi (periodo 1970-1982), che sono state consequenziali e successive all'estrazione, alla lavorazione ed all'impiego del minerale (peraltro collegato ad alcune proprietà fisiche e delle quali verrà discusso in seguito e che lo rendono pressoché esclusivo in alcuni comportamenti), ci si accorge di qualche contraddizione che riesce ad essere giustificata solo dalla mancanza di adeguati studi riflettenti sia il controllo sanitario, ai fini degli accertamenti epidemiologici sugli esposti ai lavori, sia il controllo dell'inquinamento atmosferico da parte delle fibre di amianto.

La legislazione poi, successiva al 1982 e fino al 1992, pur tenendo inevitabilmente sempre conto degli studi sempre più idonei condotti con metodologie sempre più sofisticate, non è riuscita a suscitare un interesse tale da condurre ad una vera e propria presa di coscienza sia generale che particolare.

Ne sono prova evidente i numerosi contenziosi sorti tra le ditte produttrici di manufatti in amianto e gli addetti ai lavori, contenziosi che si

sono risolti fino ad oggi, nella totalità, con la condanna degli industriali per inadempienza alle norme di legge.

È solo del dicembre del '92 (e dopo alcune vicende che non è in questa sede il caso di riproporre) infatti la legge che vieta tassativamente l'impiego dell'amianto per qualsiasi utilizzazione industriale.

Tale legge infatti dall'inizio del '93, non solo vieta l'utilizzo dell'amianto nei prodotti edilizi (entro il '95 poi per tale legge il divieto viene esteso a tutti gli altri settori), ma per di più "obbliga le industrie a produrre processi di riconversione ove siano rispettati ed avviati con criteri tecnici e scientifici il risanamento e la bonifica degli ambienti inquinati da amianto".

Come è possibile osservare, risulta evidente che quest'ultima legge non è affatto carente. Infatti, mentre da un lato detta ed impone disposizioni per la cessazione delle attività di produzione, commercio, estrazione, importazione ed utilizzazione dell'amianto e dei prodotti che lo contengono, dall'altro recepisce integralmente le direttive del consiglio della Comunità Europea riguardanti la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento ambientale, direttive che fin dal 1987 (legge 87/217 CEE del 19-III-87), considerando di primaria importanza tale argomento, raccomandavano in particolare all'Italia (detentrica per anni del primato della produzione di amianto, insieme alla Grecia, nell'ambito della Comunità Economica Europea) di provvedere agli opportuni dispositivi.

Un'analisi ancor più corretta del risvolto legale conduce poi alla vera e propria essenza del problema amianto, che viene in realtà ad essere legato a quei motivi fondamentali che ne consentono lo sbocco nel rischio ambiente e che sono così identificabili:

- 1) indistruttibilità del minerale (a meno che non si parli di temperature al disopra dei 1800° C);
- 2) esclusività delle proprietà fisiche come la resistenza alle alte temperature, la capacità di essere un ottimo isolante acustico e termico;
- 3) ineguagliabilità delle proprietà chimiche come la resistenza agli acidi e alle basi forti, come ai solventi organici;
- 4) difficoltà di ricerca di prodotti sostitutivi dotati di analoghe proprietà fisiche e chimiche tali da essere competitive e presenti in maniera equivalente sul mercato.

In questo lavoro che vuol essere solo un riesame della situazione attuale, anche alla luce delle nuove direttive sia europee che nazionali, lasciando da parte ogni polemica circa i metodi di risoluzione del problema amianto fino ad oggi seguiti (siamo ancora alla fase di ricerca delle discariche ove alloggiare prodotti tanto nocivi!), prendendo in considerazione la composizione chimica e mineralogica con la relativa struttura dei costituenti dell'amianto che sono alla base di qualsiasi tipo di discussione, verranno esposte ed indicate (anche se per ovvi motivi in maniera velata), le metodologie da seguire per affrontare in maniera definitiva (almeno ci si augura così!) a risolvere i due annosi problemi che ancora oggi sono irrisolti e precisamente:

- 1) l'eliminazione dell' " amianto" ;
- 2) la sua sostituzione nei prodotti manufatti con costituenti innocui e quindi non cancerogeni.

### 1. Composizione chimica e mineralogica dell'amianto

Prima di affrontare il delicato ed annoso problema della bonifica dei territori ove la presenza di questo minerale conduce a conseguenze disastrose, è indispensabile ai fini di una trattazione scientifica sull'argomento (che vuole anche avere il pregio, nella sua semplicità, di proporsi con il suo carattere divulgativo) puntualizzare che il termine amianto (dal greco amiantos = incorruttibile) non solo nel linguaggio comune ma anche in quello giuridico è sinonimo del termine mineralogico asbesto. Per questo motivo in seguito si darà preferenza a questa terminologia ripetendo l'espressione amianto soltanto quando si farà riferimento a testi legislativi o direttive CEE riflettenti specificamente l'argomento in questione.

Con il termine asbesto viene indicato, dal punto di vista mineralogico, una mescolanza di minerali e precisamente crisotilo, lizardite, antofillite, crocidolite e actinolite), la cui genesi è strettamente collegata al metamorfismo di epizona o di mesozona superiore da olivina o da pirosseni magnesiferi. Molto spesso il processo che porta alla formazione sia del crisotilo che di lizardite (detto appunto di *serpentinizzazione dell'olivina*), si verifica ad opera di soluzioni idrotermali per cui al metamorfismo tettonico si associa quello termico-chimico. A questo tipo appartengono i giacimenti italiani



della Val Malenco, come in altre parti delle Alpi occidentali e del gruppo Ortles. Per quanto concerne l'Italia, ne consegue allora che il principale tipo di asbesto estratto e lavorato e quindi trasformato in manufatti si identifica con il crisotilo, al quale si accompagna sempre la crocidolite, che è, tra i componenti dell'asbesto, quello dotato delle peggiori proprietà cancerogene, a causa della sua notissima facilità a segmentarsi in aghetti pulviscolari delle dimensioni da uno a pochissimi micron.

È logico quindi immaginare la ragione per la quale la presente ricerca, è stata rivolta particolarmente verso questo specifico componente.

Collegandosi soprattutto ai processi genetici accennati è possibile definire l'esistenza di due tipi fondamentali di asbesto, precisamente quello di serpentino, e quello di anfibolo.

Nella tabella 1, si fornisce un'idea dei costituenti mineralogici principali appartenenti ai tipi suddetti, mettendone in evidenza la composizione chimica che riconduce, nella maggioranza dei casi, al tipo degli inosilicati basici di magnesio a catena doppia a cui appartiene appunto il crisotilo.

Tabella 1

	1 - crisotilo (serpentino fibroso) $Mg_6[(OH)_6Si_4O_{11}] \cdot H_2O$
	2 - lizardite $Mg_6[(OH)_6Si_4O_{11}]$
di serpentino:	
	3 - antigorite (serpentino lamellare) $Mg_6[(OH)_8Si_4O_{10}]$
	4 - amesite (asbesto bruno) $Mg_2Al_2[(OH)_8Al_2Si_2O_{10}]$
amianto	
o	
asbesto	
	1 - antofillite $(Mg,Fe)_7 [(OH)_2Si_8O_{22}]$
	2 - tremolite $Ca_2Mg_5[(OH)_2Si_8O_{22}]$
di anfibolo:	3 - actinolite $Na_2Ca_3Mg_{10}(OH)_4Si_6O_{44}]$
	4 - riebeckite $Na_2Fe_3^{2+}Fe_2^{3+}[(OH)_2Si_8O_{22}]$
	5 - crocidolite (asbesto blu) $Na_2(Mg,Fe)_3[(OH)_2Si_8O_{22}]$

Poiché gli studi che dovranno evidenziare le eventuali metodologie da seguire nei processi di "distruzione" o di "inertizzazione" dell'asbesto non possono prescindere dalle proprietà chimiche, né da quelle fisiche dei suoi componenti mineralogici, essendo ormai accertato l'indiscusso rapporto tra proprietà e strutture cristalline, occorre subito precisare che la disposizione dei gruppi  $\text{SiO}_4$  (presenti in tutti i silicati) configura quel tipo di catena prevista per gli inosilicati a catena doppia che caratterizzano, appunto, unitamente al crisotilo, la tremolite, l'actinolite, l'antophillite e la crocidolite. La natura fibrosa del crisotilo quindi è da attribuirsi alla curvatura subita dagli strati lungo una direzione preferenziale di allungamento che ne fa conseguire la disposizione in fibre, meccanicamente resistenti.

Da questa disposizione, dipendente dalla struttura, discendono poi le altre proprietà fisiche quali la flessibilità, la filabilità, la capacità filtrante, la resistenza alla trazione, la capacità insonorizzante, la stabilità termica, la bassa conduttività termica, che unitamente alle proprietà di natura chimica, quali la resistenza agli acidi ed alle basi forti, l'inossidabilità, la resistenza ai grassi ed ai solventi organici, rende l'asbesto infinitamente utile sia da solo che nei suoi manufatti, nel mentre lo trova poi difficilmente sostituibile con altre materie prime munite di proprietà affini.

Ai fini della conoscenza delle principali applicazioni dell'asbesto in prodotti finiti, si è ritenuto opportuno riportare in un unico quadro (tabella 2), le applicazioni, i rispettivi contenuti di asbesto con le relative composizioni mineralogiche.

L'attento esame di questa tabella sarà sufficiente per trarre delle considerazioni estremamente utili per la giusta attuazione che il problema asbesto merita, per cui ne usciranno completamente esaltati tutti i tentativi, tutti gli sforzi, tutte le soluzioni (che peraltro non potranno essere molte, visto che dopo tanti anni siamo ancora alla ..... partenza!), che lo studio scientifico del problema finirà col proporre.

**Tabella 2. Principali impieghi dell'asbesto**

Prodotti	Contenuto in asbesto	Composizione mineralogica		
		Actinolite	Crocidolite	Crisotilo
<b>1 - Materiali edili</b>				
lastre e tubi	15 - 30%	X	X	X
condotte d'aria	10 - 15%	X	X	X
tegole	5 - 75%	X	X	X
spray cementizi	1 - 90%	X	X	X
<b>2 - Materiali isolanti</b>				
cartoni, schiuma isolante	30 - 40%	X	X	X
isolanti prefabbricati	20 - 100%	X	X	X
spray fibrosi	1 - 90%	X	X	X
<b>3 - Materiali di copertura</b>				
feltri	5 - 20%		X	X
cartoni	45 - 100%		X	X
carte filtranti	70 - 100%		X	X
coperture d'asfalto	50 - 80%		X	X
<b>4 - Giunti e materiali d'attrito</b>				
giunti - guarnizioni	10 - 100%		X	X
freni - frizioni	10 - 70%		X	X
<b>5 - Materiali tessili</b>				
tessuti atermici	85 - 100%		X	X
coperture antincendi	85 - 100%		X	X

Osservando i dati elencati si possono trarre le seguenti considerazioni:

1 – Nel campo dell'estrazione, l'industria italiana è stata sempre altamente produttiva soprattutto per lo sfruttamento intensivo delle miniere di Balangero in Piemonte, ove il crisotilo veniva estratto dalla roccia madre a matrice serpentinoso. L'Italia, unitamente alla Grecia, è stata considerata al primo posto tra le nazioni appartenenti alla Comunità Europea.

Il risvolto negativo però di tale produzione veniva fornito dai processi estrattivi applicati per la separazione del minerale utile dalla ganga, la cui liscivazione con acqua corrente ha finito per costituire, unitamente alla raccolta in discariche del materiale di risulta, con il suo effetto inquinante, il peggiore tipo di rischio ambientale. Non occorre essere uno specialista di idrogeologia per comprendere quale sia il destino di queste acque, che percolando attraverso i vari tipi di terreni, possono raggiungere le falde freatiche specie quando queste ultime sono abbastanza superficiali, e non protette.

2 – La dissennata produzione di asbesto ha recato nell'ultimo trentennio una conseguenziale alta produzione dei prodotti lavorati che hanno trovato una giusta collocazione nei più svariati campi di applicazione, che vanno dall'edilizia fino ai materiali di attrito, la cui applicazione prevede però la sagomatura, la smerigliatura ed altri processi che conducono alla formazione di polveri o di pulviscolo che costituiscono un'ulteriore elemento del rischio ambientale.

L'impiego di filtri appropriati e di tute speciali per gli addetti ai lavori, riduce il problema ma non lo risolve completamente.

3 – Spaventa ed in maniera considerevole la destinazione poi dei manufatti di asbesto che, soprattutto per quanto riguarda i problemi di isolamento termico, isolamento acustico, resistenza agli agenti esogeni e chimici, hanno trovato larghissimo ed essenziale impiego nella costruzione di scuole, edifici pubblici, ospedali, alberghi, senza omettere l'impiego nella posa di condutture d'acqua, elettriche e telefoniche, così come nella coibentazione di tutte le carrozze ferroviarie (interni e setti divisorii), e nell'isolamento dei vari motori delle navi, degli aerei, dei locomotori.

4 – Volendosi riferire poi alla sola produzione italiana (senza considerare un'importazione della materia prima e dei relativi manufatti, peraltro bassissima, o nulla dati i costi del trasporto), è facile osservare che la quasi totalità dell'asbesto prodotto è costituito principalmente dal crisotilo appartenente alla categoria, come si è detto, dell'amianto o asbesto di serpentino. Genericamente al crisotilo si associa sempre la crocidolite, che per la sua proprietà di suddividersi in aghetti csili e sottili, con una grandezza simile ad un granello di pulviscolo atmosferico, diviene il principale responsabile delle qualità cancerogene.

Le malattie appunto provocate dalla reattività di queste fibrille si identificano con l'asbestosi, col carcinoma polmonare, col mesotelioma, nonché con i tumori del tratto gastro-intestinale, della laringe senza con questo poter escludere altre eventuali sedi.

In questo quadro così impressionante emerge la volontà dell'uomo tesa a porre fine ai molti errori commessi con superficialità e con scarsa conoscenza.

Gli studi degli ecologisti, tesi a proporre tutti quei risvolti, quegli accorgimenti idonei non solo a tutelare l'ambiente esterno bensì la salute dell'uomo soprattutto, hanno fornito poi la spinta sufficiente anche ai fini dell'evoluzione di una legislazione che, per la verità, aveva anche in passato in un'epoca meno "ambientalista", suggerito alcuni principi sociali dai quali sarebbe stato impossibile prescindere.

Infatti l'articolo 32 della Costituzione predisponendo che "la Repubblica tutela la salute come fondamentale diritto dell'individuo ed interesse della collettività" attua un principio che, applicato all'organizzazione del lavoro, anticipa certi eventi dannosi.

Se a questo si aggiunge quanto previsto dagli articoli 20 e 21 del D.P.R. n° 303 del 19-3-56 che impone al datore di lavoro "di adottare tutti quei provvedimenti atti ad impedire lo sviluppo e la diffusione di qualunque specie di gas o vapori irrespirabili, o di qualunque specie di "polveri" è doveroso ammettere che, ad una legislazione previdente, non è sempre corrisposto una giusta applicazione, avendo preso in considerazione ben altri interessi, il più delle volte coincidenti con un dissennato egoismo.

Infatti la legge può essere lo strumento per condurre nei giusti limiti l'accelerato processo evolutivo dell'industria che, essendo il principale

volano di una nazione progredita, spesse volte finisce col trascurare certi risvolti ambientali e quindi sociali, ma non può surrogare a quelle competenze scientifiche che spettano all'uomo di studio al quale è affidato il compito di correggere, appianare, suggerire soluzioni sempre più idonee ad essere inserite in quelle fasi del processo evolutivo, che non sempre tengono conto di un sano e corretto svolgimento.

## **2. Considerazioni sulla diffusione dell'amianto: rapporto tra legislazione e sicurezza sociale.**

In questa sede ove si ha la sola pretesa di dare una certa energia ed una carica per spingere alla soluzione di un problema fin troppo noto all'opinione pubblica, si ha il dovere di evidenziare, per amore della verità che il silenzio su certi risvolti di una problematica (che investe non solo l'Italia, ma tutti i paesi europei e del mondo), nel mentre da un lato accentua l'insorgere degli aspetti più negativi, dall'altro finisce per ritardare o rendere vani i tentativi più idonei per una parziale o definitiva soluzione.

Il caso specifico del problema amianto, del quale andiamo ad occuparci, rappresenta l'esempio tipico di questa interpretazione, mettendo in risalto un tipo di mentalità che nega nella maggioranza dei casi, il rapporto tra legislatore - industriale - uomo di scienza - addetto ai lavori che, al contrario, dovrebbe essere alla base di una sana e chiara visione della realtà, che di giorno in giorno, diviene sempre più seria.

Quando si va poi alla ricerca dei motivi che fino ad oggi hanno fatto cristallizzare la questione asbesto, ci si accorge che sono molteplici, pur volendo prescindere da quelli di natura economica (che poi sono i più importanti sia nella fase della ricerca, sia in quella della applicazione industriale), si conclude che sono diversi e di diversa natura: interpretativa, sociale, industriale, corporativa, amministrativa, tanto per citare le più evidenti.

Individuate le più evidenti, esse possono essere così sintetizzate:

1) La difficoltà di interpretazione del concetto "livello di azione". Si è infatti rilevato quanto sia inaccettabile, in senso assoluto, tale concetto che

viene applicato in tutte quelle situazioni in cui è in gioco "il rischio ambientale" che, variando in funzione di tanti parametri tra i quali il fattore tempo, temperatura, pressione, clima, esposizione, concentrazione, tipo di lavorazione, attrezzatura, età del prodotto (tanto per essere brevi), li rende non solo non prevedibili, ma difficilmente quantificabili, pur giocando un ruolo così fondamentale nel processo di immissione, di diffusione, di propagazione nell'ambiente di agenti nocivi in genere, di microfibre di "asbesto", nel nostro caso specifico.

Né poi, a mio parere, sono accettabili quelle classificazioni, suddivisioni e percentuali di diffusione, che sono il risvolto artificiale per poter confondere e diminuire l'intensità della ormai accertata responsabilità delle fibre di asbesto nelle affezioni cancerogene dell'apparato respiratorio.

2) La difficile ricerca dell'assoluta garanzia della tutela sanitaria delle microfibre responsabili. Infatti anche se gli studi e le normative del settore hanno finito col concordare, affermando che siano da considerarsi pericolose tra le fibre solo quelle che presentano le caratteristiche coincidenti con i valori superiori a 5 micron per lunghezza, con diametro inferiore a 3 micron, con rapporto lunghezza/diametro superiore a 3 micron, diviene, alla luce di nuove tecniche sempre più sofisticate, pressoché impossibile considerare assoluti tali limiti anche perché se tutti gli studiosi sono d'accordo sul fatto che il rischio malattia connesso all'inalazione di asbesto è da mettersi in relazione con l'esposizione alle sue polveri-fibre, non tutti sono d'accordo poi nello stabilire se vi siano esatte funzioni di dipendenza.

3) La diversità di vedute sull'interpretazione dell'incidenza sulle malattie dell'apparato respiratorio in rapporto alle quantità di microfibre inalate. Infatti pur essendo ovvio che aumentando la concentrazione delle fibre, aumentano le possibilità di contrazione del male, non è possibile escludere che anche un numero ridottissimo di fibre ne può generare l'insorgere.

Del resto proprio la Commissione Centrale contro l'inquinamento atmosferico attraverso la circolare del Ministero della Sanità del 26.VI.86 (G.U. n° 157 del 9.VII.86), facendo proprie le riflessioni che la stessa Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) "che riteneva assurdo indivi-

duare nell'aria una concentrazione tale di asbesto che avesse potuto rappresentare un rischio nullo per la popolazione" raccomandava, prevedendo l'inquinamento non solo degli ambienti di lavoro ma anche di quelli di vita in generale, in un primo tempo, molta cautela nell'impiego di tali materiali, in attesa di definire una strategia di intervento per individuare e quindi bonificare le aree a rischio.

L'escalation delle leggi riflettenti i fattori sociali connessi al problema amianto fornisce un ampio scenario di un fortunatissimo periodo di vita di questo minerale sempre più però ridimensionato da una drammatica realtà collegata agli studi, sia epidemiologici che oncologici.

Le stesse direttive CEE che in un primo momento (76/769 CEE del 27.VII.76 - 78/319 CEE del 20.III.78), si limitavano a fornire soltanto delle restrizioni in materia di immissione sul mercato e di uso di talune sostanze tra cui (appunto l'amianto) e preparati pericolosi soprattutto in relazione ai rifiuti tossici e nocivi, in un secondo tempo (83/477 CEE del 19.IX.83), dettavano norme precise circa la posizione dei lavoratori contro i rischi dovuti ad un'esposizione all'amianto durante il lavoro e, successivamente (85/610 CEE del 20.XII.85) si concretizzavano con il divieto assoluto, limitato però all'impiego della sola crocidolite, nella lavorazione dei manufatti (cosa peraltro tecnicamente impossibile in quanto crisotilo e crocidolite essendo figlie di uno stesso processo genetico contemporaneo non sono praticamente separabili!).

Con la direttiva risalente al 1987 (87/217 CEE del 19.III.87), concernente la prevenzione e la ritenzione dell'inquinamento dell'ambiente causato da amianto e che ne limitava l'uso dei manufatti esclusivamente a certi settori dell'industria, si giunge brevemente a quella che doveva essere alla base della legge italiana nazionale del 92 (6.III.92 data definitiva dell'approvazione: legge 27-III-'92 n. 257), che sancisce il divieto di estrazione dell'amianto, ed il relativo utilizzo dello stesso per qualunque prodotto industriale legato all'edilizia (inizio '93), con l'assoluto divieto esteso a tutti gli altri settori entro il 1995, e con l'obbligo, da parte dell'industria, del risanamento degli ambienti inquinati da amianto e con la raccomandazione, ove possibile, dell'attuazione dei processi di riconversione.

Se è innegabile dare un riconoscimento doveroso per quanto è stato fatto nel nostro paese nell'ambito della prevenzione sociale connessa all'estrazione, alla produzione ed all'applicazione dei prodotti manufatti di asbesto, non altrettanto può dirsi per l'approfondimento del problema dal lato



della sua "inertizzazione", collegata sia all'enorme abuso dei suoi manufatti in particolare nell'edilizia ospedaliera, scolastica sia pubblica che privata, nell'industria ferroviaria (isolamento termico ed acustico delle carrozze, isolamento termoelettrico dei motori, complessi frenanti ecc.), sia ai relativi processi di degradazione dei materiali, molto pericolosi in quanto i più idonei all'alimentazione degli inquinanti non solo degli ambienti di lavoro ma soprattutto in quelli di vita.

E dire che a questo risvolto sociale aveva dato grande impulso già la legge 45/86 (G.U. n° 169 del 23.VIII.86), che nell'affidare (anche se in maniera un po' sbrigativa) alle Regioni l'attivazione di opportuni criteri idonei alla realizzazione degli obiettivi capaci di affrontare i problemi sopraelencati, prevedeva perfino l'ordine delle operazioni che occorreva effettuare nelle ricognizioni negli ambienti a rischio. In quanto perfettamente allineati alla logica evolutiva dei processi inquinanti si ritiene utile riportare quest'ordine cronologico previsto per gli interventi, così riportati nella legge citata:

- 1) Localizzazione e caratterizzazione delle strutture edilizie (soprattutto alberghi), scolastiche ed ospedaliere in cui vi sia presenza di amianto comunque impiegato;
- 2) determinazione con le strutture più idonee dei livelli di contaminazione;
- 3) bonifica delle strutture, con conseguenti demolizioni e sostituzione dei materiali inquinanti con misure tali da rendere idonei alla vita gli ambienti, tenendo sempre presente le cautele occorrenti nei processi di eliminazione dei materiali asbestoidi.

In termini molto semplici si può concludere che in seguito ad un censimento su tutto il territorio, di tutte le strutture contenenti amianto, è stato ritenuto fin dal 1986 indispensabile effettuare la relativa bonifica ambientale con un tipo di processo che non poteva non coincidere se non con quello di inertizzazione del minerale.

Ma è proprio questo il punto dolente del sistema!. Inertizzazione vuol significare alla lettera rendere inefficace qualsiasi proprietà legata al comportamento chimico e fisico dei componenti mineralogici dell'asbesto, ma

soprattutto rendere inefficace il suo comportamento nei confronti delle note malattie polmonari.

È proprio sull'inertizzazione del minerale che da anni vado ad occuparmi con un gruppetto di stretti collaboratori che, come me credono in quello che hanno dimostrato le esperienze di laboratorio e le numerose ricerche applicate, che hanno richiesto e richiedono tante risorse (prima tra tutte, quelle economiche), che nella maggioranza dei casi non sono mai state fornite.

### 3. L'inertizzazione dell'amianto. Sintesi degli studi effettuati.

Si è più volte ripetuto che la soluzione del problema amianto consiste nell'identificazione di quel processo che possa prevederne la distruzione: a ciò si oppone, tra i primi fattori, l'alto punto di fusione che è comune a tutti i silicati.

Se però si studiano le strutture dei componenti mineralogici dell'asbesto e si cerca di rapportare taluni processi artificiali a quelli che avvengono in natura (tenendo conto naturalmente della minerogenesi in tutti i suoi risvolti) è possibile trovare una soluzione idonea.

Tenendo presente come grazie al processo di "uralitizzazione" durante il processo di consolidazione dei magmi intrusivi, in opportune condizioni, è possibile prevedere una trasformazione di una struttura di un inosilicato a catena semplice in un inosilicato a catena doppia, così, invertendo le condizioni e cambiando i parametri fisici di riferimento, è prevedibile e reale la reazione inversa per cui, da un inosilicato a catena doppia (quale è ad esempio il crisotilo, principale componente dell'asbesto), è possibile giungere ad uno a catena semplice, (se non addirittura ad un tectosilicato) che rappresenta come è noto il tipo di struttura più compatta e più inattaccabile sia dagli agenti mineralizzatori, sia da quelli esogeni.

Orbene, partendo da questi principi, in laboratorio sono state effettuate numerose prove aventi come obiettivo la trasformazione sia dell'asbesto (fiocco di amianto commerciale), sia di alcuni manufatti (eternit - cartona-mianto - lastre), lavorando sui processi di trasformazione delle strutture.

In termini più semplici si è riusciti a trasformare in idonee condizioni il prodotto fibroso (precisamente il fiocco di amianto commerciale), noto-

riamente cancerogeno, (Tav. 1,3) in una massa compatta microcristallina a struttura pseudo - vetrosa che, osservata con mezzi di ricerca più sofisticati, ha permesso di individuare non solo il componente principale (certamente non cancerogeno), ma anche quelli accessori che sono andati a sostituirsi ai componenti mineralogici dell'asbesto. (Tav. 2,4).

Le analisi termiche differenziali effettuate sui prodotti di partenza puri aveva già consentito, in un primo tempo, di individuare attraverso l'interpretazione di picchi endo ed esotermici i passaggi delle trasformazioni (del resto già note e riportate in letteratura: Brindley G.W., Zussaman G., Mackenzie R.), del crisotilo che potevano identificarsi principalmente con una miscela costituita da fosterite e silice secondo il seguente schema:



silicato di magnesio

Sostituendo poi il prodotto iniziale, (cioè cambiando il tipo di asbesto, impiegando un tipo di manufatto asbestoide a composizione nota), (Tav. 5), dopo il trattamento, è possibile trovare dei nuovi componenti di natura chimica diversi, con struttura profondamente diversa, perché mineralogicamente diversi, ma sempre in perfetto accordo con quei principi stechiometrici che regolano le reazioni chimiche. (Tav. 6).

Le analisi diffrattometriche eseguite sui prodotti di trasformazione, nel mentre da un lato hanno consentito di individuare la stessa composizione chimica già evidenziate dalla A.T.D., dall'altro hanno rafforzato l'efficacia del concetto dal quale si era partito per affrontare l'inertizzazione del minerale.

Ma il maggior risalto delle differenze strutturali tra il prodotto di partenza ed i prodotti di arrivo, è fornito dall'interpretazione dei dati ottenuti attraverso la microscopia elettronica. Tale metodo di indagine consente, anche all'occhio più inesperto, di evidenziare la netta differenza tra la forma cristallina tipica del crisotilo, allungata e spiccatamente di tipo fibrosa, e quelle forme che si riscontrano nei derivati ottenuti grazie ai processi fisico - chimici oggetti della sperimentazione, la stessa che viene proposta come risolutiva del problema asbesto.

Se ancora qualche perplessità potesse essere manifestata nei confronti della accennata metodologia è quanto mai opportuno ricordare che l'analisi

chimica dei componenti elementari eseguita con la sonda elettronica sui prodotti di arrivo, ha fornito la conferma definitiva dell'avvenuto processo di trasformazione dell'asbesto, nei cui confronti, non si ritrova più alcuna traccia, né attraverso l'analisi chimica del "ceramico" ottenuto, né nella struttura radicalmente mutata, in quanto ormai relativa ad altri, e tanto diversi, componenti mineralogici.

Si può allora dedurre con certezza che il prodotto finale ottenuto è assolutamente innocuo non solo, ma può prestarsi all'utilizzazione sia come prodotto "tal quale", sia più sofisticatamente (con l'aggiunta al momento opportuno della reazione, di altri componenti), come prodotto meno povero per vari fini industriali ed applicati.

In quanto alle tecnologie occorse per il raggiungimento di questo obiettivo non è possibile aggiungere altro, in quanto il segreto professionale, connesso al deposito di un brevetto in corso di registrazione, proibisce qualsiasi altro approfondimento tecnico del problema.

#### 4. I "compositi" quali prodotti di sostituzione dell'amianto.

Tra le numerose applicazioni che ha avuto l'asbesto nel suo periodo di dominio assoluto durato circa un trentennio, ai primi posti figurano certamente "i compositi" costituiti da una matrice identificabile con una sostanza inorganica (tipo cemento, gesso calcestruzzo ecc.), o anche organica (tipo resine poliviniliche, poliammidiche, epossidiche, polistiroliche, ecc.), includente fasci di fibre asbestoidi aventi funzione di rinforzo.

Con il declino delle fortune dell'asbesto, legate alle dimostrate proprietà cancerogene dei suoi costituenti mineralogici, i compositi largamente impiegati nell'edilizia scolastica, ospedaliera, pubblica di ogni tipo, conobbero una preoccupante fase negativa, trovando un nuovo equilibrio solo quando, all'asbesto, furono sostituite altri tipi di fibre, con proprietà fisiche pressoché analoghe, anche se non proprio uguali.

La lana di vetro, la lana roccia, la vermiculite, unitamente alle matrici organiche polimeriche e ceramiche, che intanto andavano perfezionandosi sia nelle formule che nelle proprietà, dettero origine alla seconda generazione dei "compositi" che, in breve tempo, conquistarono i mercati, restando

saldamente attestati su posizioni di privilegio, in funzione di quelle proprietà alle quali ci si avvicina sempre più variando, opportunamente, sia il tipo di matrice, e sia il tipo di componente impiegato quale rinforzo delle strutture, con il fine di andare a costituire comunque un sistema unico, monofasico, dotato di un effetto sinergico tale, da esaltare le proprietà dei componenti singolarmente presi.

Tra le numerose proprietà altamente qualificanti di questi nuovi prodotti compositi si ricordano la leggerezza, la resistenza agli urti, la tenacità, la durezza, che hanno ad essi consentito un prepotente ingresso nei settori della aeronautica, ma soprattutto aeronautica spaziale.

Il relativo impiego si è poi esteso anche in altri settori a partire dall'industria elettrica ed automobilistica fino a quella motonautica, senza voler tacere, anche senza l'assoluta prevalenza, del settore dell'edilizia.

Anche se la spinta per la ricerca di prodotti sostitutivi dell'asbesto era stata di tale intensità da consentire l'utilizzazione immediata dei compositi di seconda generazione, la richiesta di proprietà fisico - chimiche sempre più vicine ed appropriate al tipo di impiego, con l'affiorare di qualche problema legato sia al potere isolante, che a quello insonorizzante, come anche al basso punto di fusione (in dipendenza soprattutto del componente organico usato come matrice), hanno orientato sempre più gli studi, sia nel campo fisico che in quello chimico, verso quel tipo di matrice organica e quel tipo di fibra inorganica che avessero risposto in modo più valido alle caratteristiche invocate.

La soluzione di questi problemi che si opponevano all'impiego dei compositi in alcuni specifici campi non si è fatta attendere a lungo anche se nel campo della sostituzione dei pannelli isolanti sia termici che acustici delle carrozze ferroviarie, resta qualche perplessità per lo scarso valore sia dei coefficienti di insonorizzazione che di quelli di resistenza alle temperature superiori ai 120° C.

È questo uno dei motivi per cui il nostro paese risulta alquanto in ritardo nella bonifica di questo settore che coincide sia con la fase di scoibentazione delle vetture che, con quella di inertizzazione delle vecchie e pericolose strutture interne, ove l'asbesto è presente in prevalente percentuale, facilmente "liberabile".

In una precedente pubblicazione sull'argomento comparsa nella rivi-

sta "L'edilizia" nel numero del marzo - aprile 1996, in collaborazione con altri colleghi sia dell'Università di Napoli che dell'Università della Basilicata, è stato presentato, con tutte le convalide tecniche ed analitiche, un tipo di composito particolarmente idoneo per le sue caratteristiche all'impiego nel settore dell'industria dei vagoni ferroviari.

È possibile affermare che, mentre dal punto di vista della maggior parte delle proprietà sia fisiche che chimiche, il prodotto rispondeva in maniera positiva, qualche perplessità, peraltro modificabile, aveva destato il suo grado di infiammabilità, anche se questo valore superava i 180° C, dosando, in maniera opportuna, l'inerte inorganico impiegato. (Tav. 7,8).

L'incoraggiante risultato fino ad allora ottenuto riusciva a creare un'energica spinta, per cui le successive ricerche sono state indirizzate verso quel tipo di matrice organica dotata di un meccanismo di polimerizzazione più elevato e, quindi più resistente.

Sulla scorta degli studi soprattutto di natura chimica, sviluppatosi nell'ultimo decennio, l'attenzione è di conseguenza caduta su un particolare tipo di monomero dotato di una fortissima capacità di polimerizzazione, tanto forte, da fornire ed assicurare una accentuata regolarità locale, il che equivale ad ottenere una forte capacità di cristallizzazione e reticolazione, più idonea ad inglobare in maniera perfetta quel tipo di inerte già individuato in precedenza ed impiegato con successo, in quanto capace di assicurare, unitamente ai suoi alti valori riflettenti, l'isolamento sia acustico che termico, la forte resistenza chimica sia agli acidi che alle basi forti, la durezza notevole, e, soprattutto, la caratteristica di possedere un punto di fusione molto superiore ai 500° C.

Le tecnologie sperimentate in laboratorio, convalidate dalla ricerca applicata all'industria, autorizzano la previsione di un notevole successo di questo composito, in grado di essere prodotto in stabilimenti della Campania, le cui attrezzature, modificate per la specifica produzione, nel mentre da un lato nulla hanno da individuare ad altre simili "dell'altra Italia", possono altresì rappresentare una notevole risorsa per il problema lavoro.

La speranza di porre questa nostra Regione all'avanguardia delle sperimentazioni industriali e, quindi, della produzione di un tipo di composito particolarmente idoneo alla risoluzione del problema sostituzione dell'asbesto in tutti i suoi derivati, alimenta sempre più il desiderio di essere tra i primi non solo per quanto concerne il processo evolutivo dell'intelletto (del

quale il meridione non difetta certo), ma anche quello evolutivo dell'industria che è anche risolutivo dei problemi occupazionali.

Nella tabella seguente si ritiene opportuno riportare la scheda relativa alle proprietà tecniche del composito sperimentale in questione, con i valori riferiti ad un tipo, in cui i componenti si attestano su percentuali ottimali,

Peso Specifico	carico di rottura Kg/cm <sup>2</sup>	durezza sc.Rockwell	resistenza all'urto Kg/cm <sup>2</sup>	punto di fusione	resistività Ω cm	costante dielettrica 10 <sup>6</sup> Hz	conduttività termica (20°C) W/(m°C)
1.20-1.70	450-600	120	1-4	>500°C	10 <sup>0</sup>	4	0.149

mentre nelle foto riportate alle Tav. 9, 10, ottenute con l'impiego della microscopia elettronica, vengono evidenziate le strutture risultanti, in funzione dei seguenti parametri opportunamente calcolati: percentuale dei componenti, temperatura, pressione e tempo di esecuzione.

## 5. Considerazioni finali.

Sulla scorta di quanto esposto non penso sia possibile immaginare di poter differire ad altra stagione l'impatto con il problema asbesto, per cui divenuta quanto mai indifferibile l'attribuzione delle responsabilità, occorre solo porsi al lavoro per poter ricercare ed individuare, con l'apporto di tutte le componenti, (del resto già indicate dalle leggi relative), quella strada che possa essere più idonea da percorrere, per giungere all'eliminazione del rischio ambientale, essendo ormai accertata, senza alcun dubbio, la tossicità di tutti i prodotti che, comunque, contengono asbesto sotto qualsiasi forma cristallina o fibrosa.

D'altronde la legge che classifica i tipi di rifiuti, annovera tra quelli pericolosi tali materiali ivi compresi i residui della lavorazione, quantificando il rapporto del contenuto di sostanza cancerogena nel valore > 0.1 %.

Un tale valore già previsto in precedenza dalla direttiva C.E.E. 91/689 trova oggi la più perfetta applicazione nel decreto Ronchi (D.L. n° 22 del 5.II.97 - Supp. G.U. n° 38 del 15.II.97), che, intanto, consente di registrare

(cosa veramente nuova nel processo evolutivo della mentalità italiana!), una formidabile inversione di tendenza circa il rapporto Stato/azienda in tema di impatto ambientale.

Infatti quando si parla di ambiente poiché la vecchia regola del "chi sbaglia, paga" non è più sufficiente a garantire un mondo con un minor grado di inquinamento: piuttosto che punire chi non osserva le regole, la recente normativa tende a premiare chi privilegia le operazioni di prevenzione e di riduzione della produzione e della pericolosità dei rifiuti, con la relativa riduzione dei quantitativi da inviare allo smaltimento finale, che costituisce la fase residuale della gestione rifiuti.

Aumentando la complessità della normativa ambientale, le possibilità di gestire razionalmente la conformità normativa, consente da un lato di risparmiare risorse, dall'altro di ridurre i rischi di sanzioni penali ed amministrative.

Se si aggiunge poi che, nell'assegnazione dei finanziamenti previsti per legge, c'è sempre maggiore attenzione al rischio di interventi ambientali legati ai diversi siti, con il tingersi sempre più in verde dei mercati, con la tendenza al miglioramento dell'immagine dell'impresa, per il contributo nei confronti di una buona gestione ambientale, diviene quanto mai opportuno e produttivo (almeno è questo l'augurio), l'esame delle proposte avanzate in questa sede e, questo, sia nei confronti dell'inertizzazione dell'asbesto, come in quella della sostituibilità con prodotti dotati di proprietà analoghe ed assolutamente escludenti le temute proprietà cancerogene, che, giustamente, diffondono nella pubblica opinione un vero e proprio panico, alimentato dai titoli (peraltro più che giustificati), che compaiono, con una certa frequenza, sugli organi di informazione quotidiana e che volutamente si omettono, con la convinzione che il dibattito, alimentato dalla sola polemica, diviene sterile ed allontana sempre più quel progetto di convergenza di intenti, idonei alla risoluzione di una problematica riflettente il risanamento ambientale che investe tutti e non solo il singolo.

Se è vero che per ogni azione che l'uomo intraprende con convinzione e caparbietà, spunta puntualmente la verifica della verità, non posso e non vorrò certamente sottrarmi io, essendo profondamente convinto sia delle mie affermazioni come anche delle sperimentazioni, eseguite con l'aiuto di valorosi colleghi, in affettuosa collaborazione.

Se le mie parole che, ritengo sincere e vicine alla realtà, avranno avuto il pregio di indirizzare la vostra opinione di pubblico scelto verso la



giusta direzione, nel chiedervi di essermi vicini nella ricerca della soluzione di questa indifferibile problematica sociale, nell'invitarvi ad interrogare le vostre coscienze di cittadini modello e di perfetti Soci Lions, vi esorto a mettere in movimento le vostre amicizie per la ricerca del giusto cammino da intraprendere.

Se sarò riuscito quindi soltanto a suscitare il vostro consenso, questa sera potrò anche considerarmi un uomo felice!

RENATO SINNO

Professore a. r. di Mineralogia  
nell'Università di Napoli Federico II

### **Ringraziamenti**

*Sento il dovere di ringraziare, unitamente agli intervenuti, il Governatore, il Presidente della Circonscrizione, il Presidente del L. C. Napoli Mergellina e quanti si sono interessati alla realizzazione della presente pubblicazione.*

*Un ringraziamento particolare all'amico prof. Augusto Biondi, ai dottori Giosafat Frascino ed Antonio Canzanella che, con le rispettive competenze, hanno affettuosamente collaborato per la realizzazione delle sperimentazioni e della messa a punto delle relative applicazioni.*

## 6. Leggi italiane e direttive CEE sul "problema amianto"

(ordine cronologico)

D.P.R. n° 303 del 19.III.56 G.U. n° 105 del 30.IV.56	Protezione contro le polveri ed allontanamento dei rifiuti nocivi dai luoghi di lavoro.
Legge n° 615 del 13.VII.66 G.U. n° 201 del 13.VIII.66	Circ. Ministero Sanità n° 45 Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico (fiumi - polveri - gas).
Art. 216 T.U. Leggi Sanitarie D.M. del 12.II.71 G.U. n° 64 del 12.III.71	Tra le industrie insalubri è nominata quella dell'amianto.
D.M. del 18.IV.73 G.U. n° 203 del 7.VIII.73	Malattie professionali con obbligo di denuncia all'Isp. del Lavoro: asbestosi, tubercolosi, cancro del polmone.
G.U. n° L. 194/4 del 25.VII.75 Dir. CEE 75/442 del 15.VII.75	Relativa ai rifiuti tossici e nocivi (compresi i derivati amianto).
G.U. n° L. 262/201 del 27.IX.76 Dir. CEE 76/769 del 27.VII.76	Riavvicinamento delle disposizioni legislative per gli stati membri dell'U.E. in merito alla restrizione di immissione sul mercato di sostanze e prodotti pericolosi.
G.U. n° L. 84/35 del 31.III.78 Dir. CEE 78/319 del 20.III.78	Rifiuti tossici e nocivi (comprende anche l'amianto).
D.P.R. 915 del 10.IX.82 G.U. n° 203 del 15.XII.82	Attuazione direttiva CEE sui rifiuti in generale e sui rifiuti tossici e nocivi.
G.U. n° L. 263/25 del 24.IX.83 Dir. CEE 83/477 del 19.IX.83	Protezione dei lavoratori in seguito all'esposizione alle polveri di amianto.

G.U. n° L. 375/1 del 31.XII.85  
Dir. CEE 85/610 del 20.XII.85

Specifico riferimento alla proprietà cancerogena dell'amianto (Mod. Dir. CEE 76/769).

Ord. Ministero Sanità del  
26.VI.86  
G.U. n° 157 del 9.VII.86

Restrizione dell'immissione sul mercato ed all'uso della Crocidolite e dei prodotti che la contengono.

Circ. Ministero Sanità n° 45  
del 10.VIII.86  
G.U. n° 169 del 23.VII.86

Rischio connesso all'impiego di materiali contenenti amianto in edifici scolastici ed ospedali.

Affidamento alle Regioni dell'attivazione dei criteri per la ricognizione degli ambienti a rischio con relativo smaltimento dei rifiuti tossici e nocivi.

G.U. n° L. 85/40 del 28.III.87  
Dir. CEE 87/217 del 19.III.87

Prevenzione e riduzione dell'inquinamento dell'ambiente causato da amianto.

Leg. n° 257 del 28.III.92  
G.U. n° 87 Sup. Ord. del 13.IV.92

Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto.

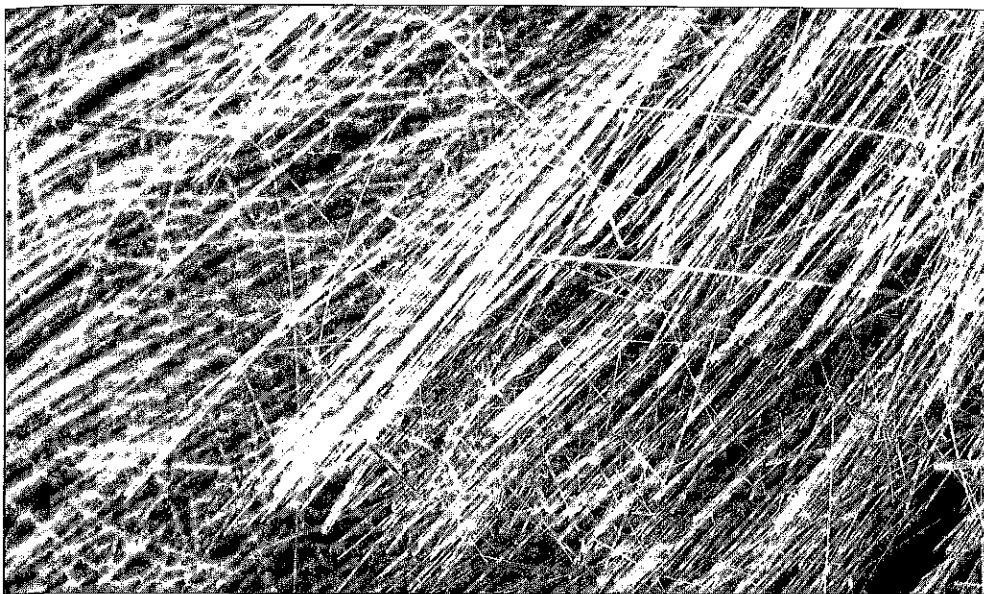
D.P.R. 8.VIII.94  
D.M. n° 202 del 28.III.95

Ancora sulle norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto.

D.L. n° 22 del 5.II.97  
G.U. n° 38 del 15.II.97  
Sos. del D.P.R. 915 del  
10.IX.82

Prevenzione e riduzione della produzione e pericolosità dei rifiuti.

Riduzione dei quantitativi da inviare allo smaltimento finale.



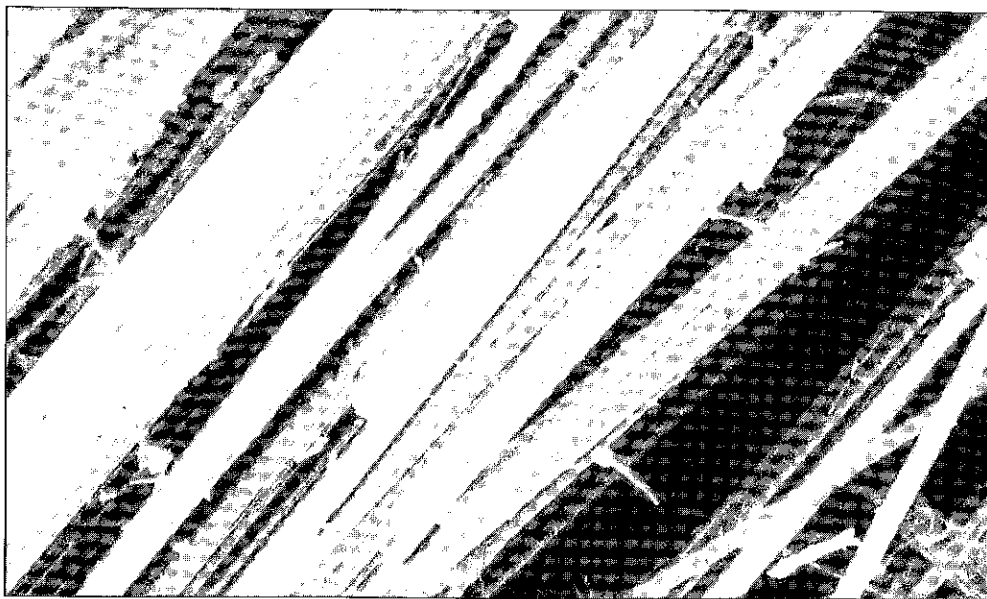
TAV. 1: MICROSCOPIO ELETTRONICO INGRANDIMENTO X 100.

Struttura fibrosa dell'asbesto di serpentino (amianto). Museo di Mineralogia dell'Università di Napoli Federico II. Campione n. 2809 - Collezione generale. (Per gentile concessione della direttrice: prof.essa Maria Rosaria Ghiara).



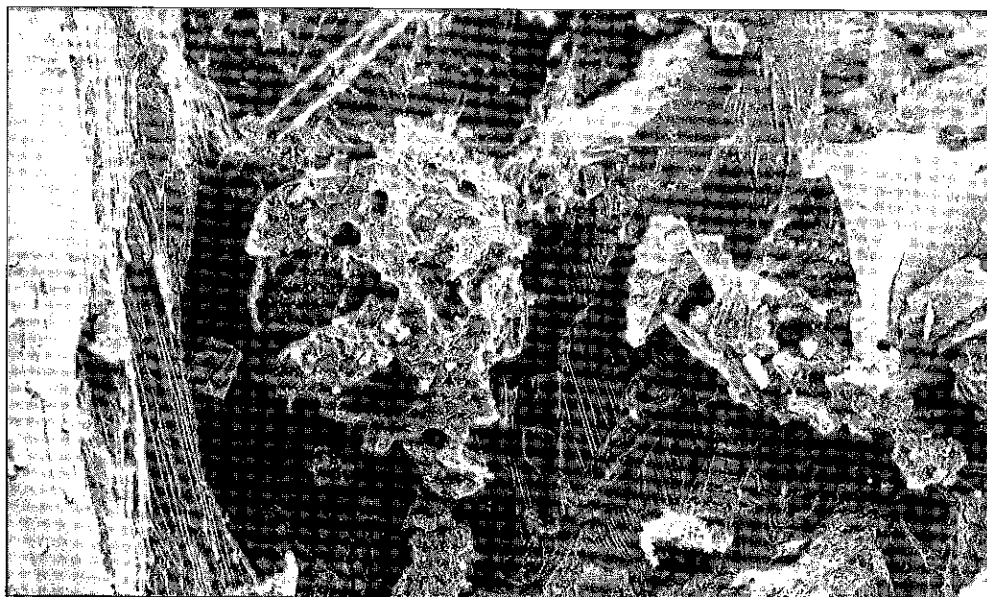
TAV. 2: MICROSCOPIO ELETTRONICO INGRANDIMENTO X 100.

Struttura presente nel prodotto di trasformazione dell'asbesto ottenuto in seguito al trattamento di inertizzazione proposto. Sostituzione della struttura fibrosa con quella di tipo lamellare compatta.



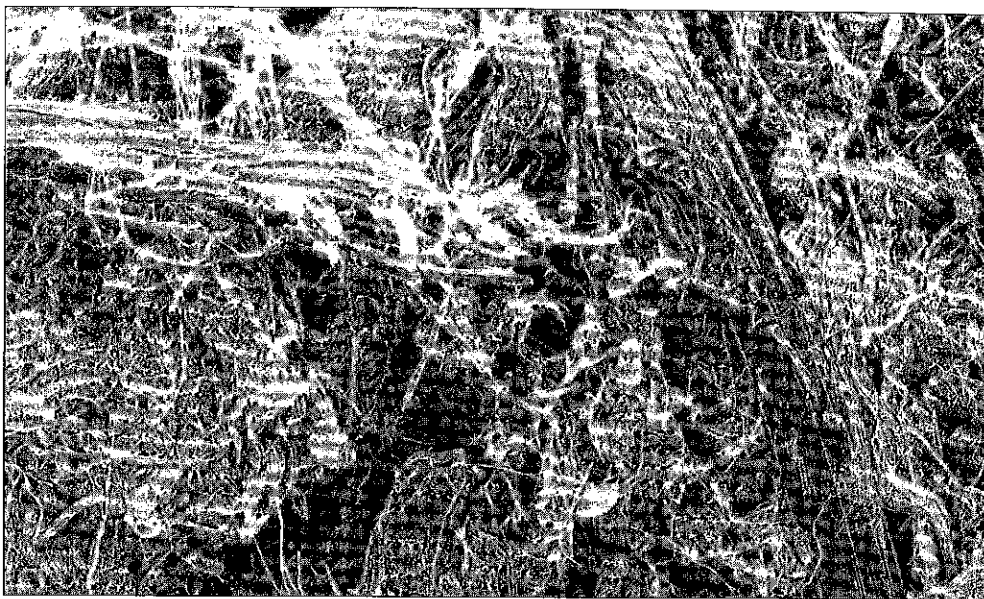
TAV. 3: MICROSCOPIO ELETTRONICO INGRANDIMENTO X 1000.

Struttura fibrosa dell'asbesto di serpentino, sulla quale si evidenziano piccoli aghetti di crocidolite.



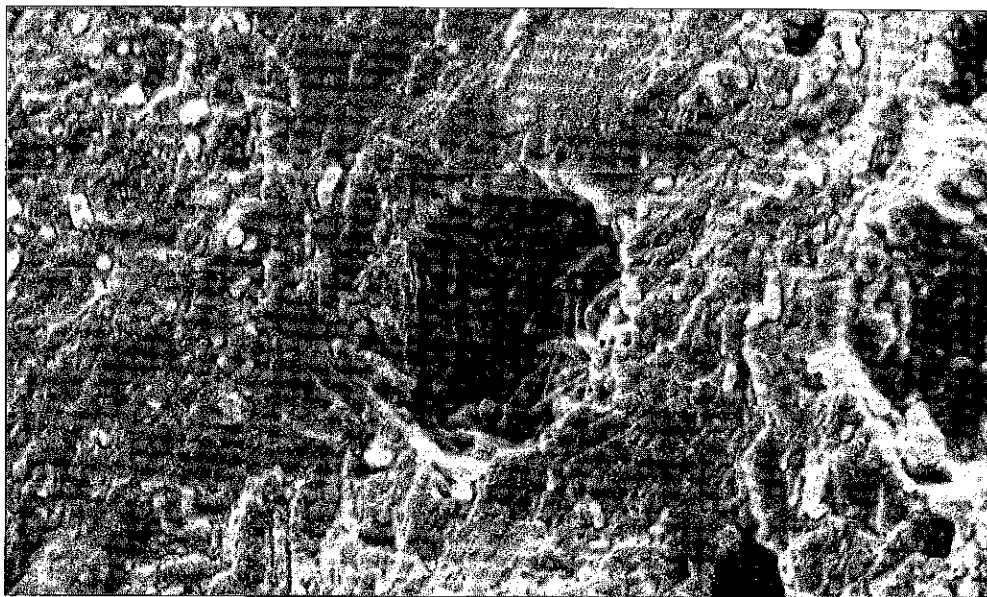
TAV. 4: MICROSCOPIO ELETTRONICO INGRANDIMENTO X 1000.

Quel che resta della struttura precedente in seguito al trattamento per inertizzazione proposto.



TAV. 5: MICROSCOPIO ELETTRONICO INGRANDIMENTO X 300.

Prodotti derivati dell'asbesto: cartone-amianto. Struttura fibrosa dell'asbesto mescolato con cartone pressato.



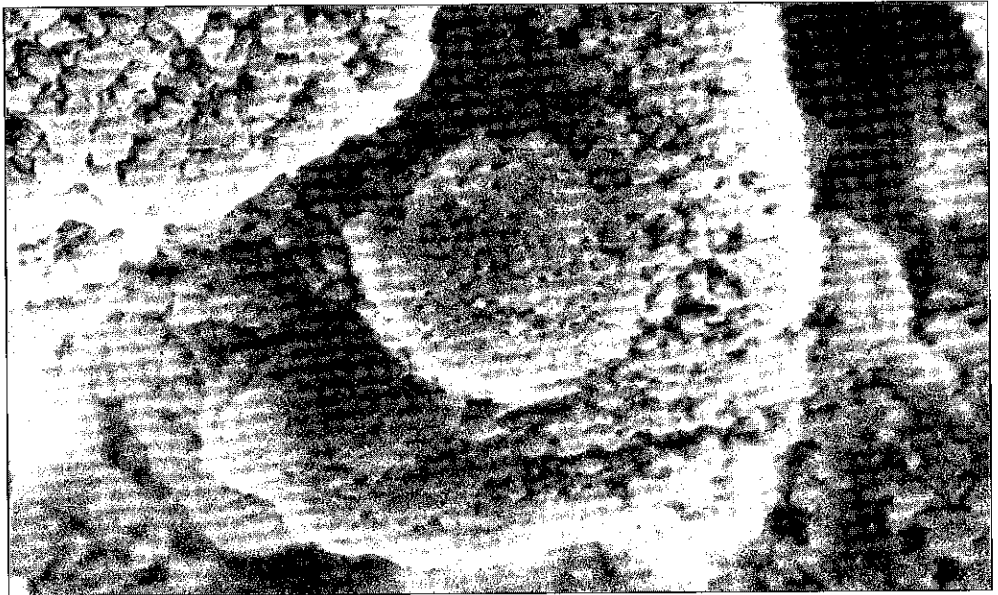
TAV. 6: MICROSCOPIO ELETTRONICO INGRANDIMENTO X 300.

Quello che resta della struttura precedente dopo il trattamento per inertizzazione. I vuoti rappresentano le zone di presenza del cartone pressato.



TAV. 7: MICROSCOPIO ELETTRONICO INGRANDIMENTO X 1200.

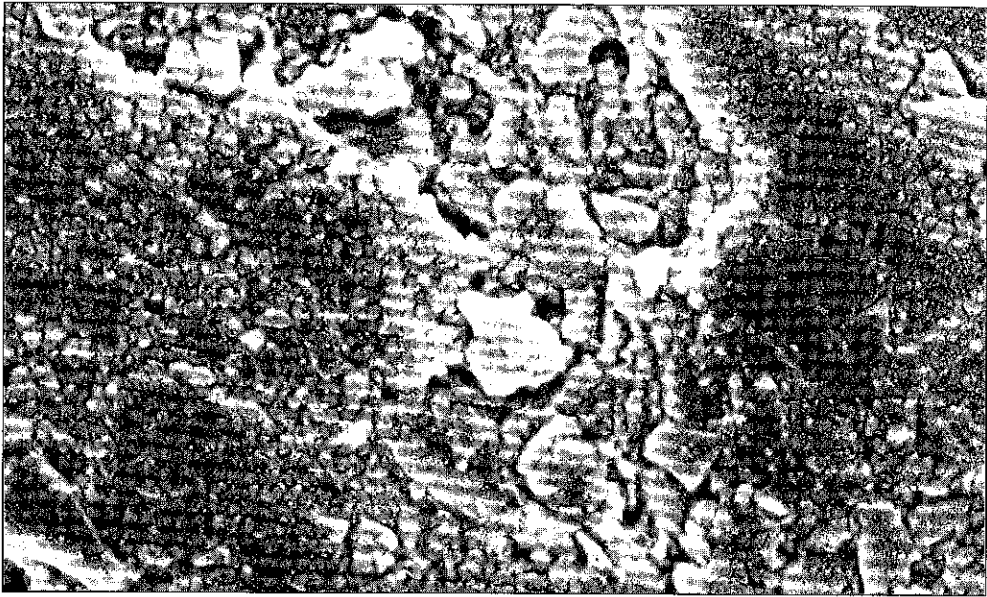
Prodotti di sostituzione dell'amianto: "compositi" del 1° tipo. Componente inorganico + componente organico Cat. M1. Esempio di polimerizzazione inglobante l'inerte inorganico.



TAV. 8: MICROSCOPIO ELETTRONICO INGRANDIMENTO X 3700.

Particolare del precedente.





TAV. 9: MICROSCOPIO ELETTRONICO INGRANDIMENTO X 2000.

Prodotti di sostituzione dell'amianto: compositi del 2° tipo. Componente inorganico + componente organico T.I.



TAV. 10: MICROSCOPIO ELETTRONICO INGRANDIMENTO X 2000.

Inerte fortemente inglobato nella massa polimerizzata.



## Bibliografia (ordine cronologico)

- ILO., (1973)  
Asbestos: heat risks and their prevention.  
Ginevra.
- INRS., (1982)  
Asbestos: protection in the workplace.  
World Symposium on Asbestos. Session II; Montreal.
- U.S. E.P.A. (United States Environmental Protection Agency), (1985)  
Guidance for controlling asbestos containing materials in buildings.  
Federal Regoles Vol. 24.
- Derricot R., (1985)  
The use of asbestos for substitutes in buildings.  
An. Inst. of Chem. Eng.; N.York.
- Mellini M. (1986)  
Crisotile and polygonal serpentine from the Balangero Serpentine.  
Min. Mag. Vol L; London.
- U.S. E.P.A. (1986)  
Asbestos Materials in Building.  
London 2 rd.
- U.S. E.P.A. (1987)  
Asbestos containing materials in Schools final rule.  
Federal register vol. 47.
- W.H.O. (World Health Organization) (1987)  
Airborne fiber levels in buildings.  
A summary of U.K. measurements. Symposium on mineral Fibres.; Lione.
- O.N.U. (Organisation Nation Unites) Environmental program.; (1987)  
Asbestos and her mineral fibres.  
Ginevra.
- Colantonio Venturelli F. (1989)  
La gestione delle risorse ambientali: strategie e metodi.  
Ed. Angeli; Milano.
- Ministero dell'ambiente (1989)  
Relazione sullo stato dell'ambiente.  
Libreria dello Stato; Roma.
- Caravita B. (1990)  
Diritto pubblico dell'ambiente.  
Ed. Il Mulino; Bologna.
- Atti normativi della Comunità Europea (1970-1994)
- Barresi A., Damarco P., Baralisi L. & Chiambretti E. (1994)  
Il giacimento amiantifero del Poggio di S. Vittore.  
(Balangero). Ed. CAI. UGET; Torino.
- Piccarolo S. & Coppolino G. (1996)  
La solidificazione dei polimeri in condizioni non isoterme:  
analisi di un metodo di caratterizzazione non convenzionale.  
Atti Conf. AIMAT. vol. I; Napoli
- Confagua C., Amurdola A. & Giamberini M (1996)  
Termoindurenti a comportamento liquido cristallino.  
Atti Conf. AIMAT. vol. I; Napoli
- Biondi A, Cardinale N., Franco E., Mazza S. & Sinno R. (1996)  
Un composito sostitutivo dei conglomerati di amianto.  
Riv. L'Edilizia; Milano.