UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI **INGEGNERIA**

Corso di Laurea triennale **Tecniche della Costruzione e Gestione del Territorio**

Rischi dell'Amianto e Strategie di Gestione: Un Approfondimento Sulle Migliori Pratiche

Asbestos Risks and Management Strategies: An Insight on the Best Practices

Relatore:

Prof. **Donnini Jacopo**

Tesi di Laurea di:

Toscano Felice

A.A. **2022 / 2023**

INDICE

CAPITOLO 1: ANALISI DELLE PROPRIETÀ MULTIFUNZIONALI DELL'AMIANTO..... 1

1.1 Cos'è l'Amianto? 1

1.2 Storia dell'amianto: Casale Monferrato 3

1.3 Proprietà dell'amianto 6

1.4 Patologie correlate all'amianto 8

CAPITOLO 2: L'IMPIEGO DELL'AMIANTO..... 11

2.1 Utilizzi dell'asbesto 11

2.2 L'Eternit 13

2.3 Classificazione dei Materiali Contenenti Amianto 15

2.4 Lastre ondulate in cemento-amianto..... 17

CAPITOLO 3: QUADRO TECNICO SULLA QUESTIONE AMIANTO..... 19

3.1 Evoluzione della Normativa 19

3.2 Tutela dei lavoratori..... 22

3.3 Situazione amianto nelle Marche..... 23

3.4 Trattamento e smaltimento dei rifiuti contenti amianto 25

CAPITOLO 4: TECNICHE DI BONIFICA DELL'AMIANTO 28

4.1 L'amianto in cantiere – procedure e obblighi..... 28

4.2 Bonifica dell'amianto 31

4.3 Metodi di bonifica – La rimozione 33

4.4 Metodi di bonifica – L'incapsulamento 34

4.5 Metodi di bonifica – Il confinamento..... 36

4.6 Tecnica della Glove-Bag 39

CAPITOLO 5: MATERIALI SOSTITUTIVI..... 40

5.1 I sostituti dell'amianto 40

5.2 Il fibrocemento ecologico 42

CONCLUSIONI..... 44

BIBLIOGRAFIA..... 48

SITOGRAFIA 49

CAPITOLO 1: ANALISI DELLE PROPRIETÀ MULTIFUNZIONALI DELL'AMIANTO

1.1 Cos'è l'Amianto?

L'amianto, chiamato anche col nome asbesto, è un minerale a struttura fibrosa esistito fin dall'antichità. Il termine 'amianto' deriva dal vocabolario greco *amiantos* e significa immacolato e incorruttibile, equivalente è anche il significato della parola 'asbesto', che sempre dal greco si traduce in perpetuo e inestinguibile.

L'amianto, appartenente alla classe chimica dei silicati, è un minerale naturale a struttura microcristallina e di aspetto fibroso; le fibre che lo costituiscono sono estremamente sottili e allo stesso tempo molto addensate e ciò garantisce ottime prestazioni meccaniche al materiale.

Fig. 1: ***struttura mineraria dell'amianto***

Sotto il nome dell'amianto sono raggruppati numerosi silicati idrati di varia struttura microcristallina e composizione chimica. Le principali tipologie di amianto, 6 in tutto, appartengono a due serie mineralogiche:

- ***Serpentini***: una varietà di minerali di antigorite e lizardite con una struttura fibrosa che si distingue da una morbidezza, lucentezza e un'arricciatura evidente, di cui fa parte: Il *crisotilo*, conosciuto meglio col nome di ***amianto bianco***.
- ***Anfiboli***: composti principalmente da magnesio e silicati di calcio, di cui ne fanno parte:
  1. La *crocidolite*, meglio conosciuta come ***l'amianto blu***;
  2. L'*amosite*, chiamato anche ***amianto bruno***;
  3. L'*antofillite*, di colore giallo-bianco;
  4. L'*actinolite*, di colore verdastro;
  5. La *tremolite* di colore grigio-bianco.

Minerale	Definizione commerciale	Formula chimica
Crisotilo	Crisotilo	$Mg_3[Si_2O_5](OH)_4$
Grunerite	Amosite	$(Mg,Fe^{2+})_7[Si_8O_{22}](OH)_2$
Actinolite	Actinolite	$Ca_2(Mg,Fe^{2+})_5[Si_8O_{22}](OH,F)_2$
Antofillite	Antofillite	$(Mg,Fe^{2+})_7[Si_8O_{22}](OH,F)_2$
Riebeckite	Crocidolite	$Na_2Fe^{2+}{}_3Fe^{3+}{}_2[Si_8O_{22}](OH)_2$
Tremolite	Tremolite	$Ca_2Mg_5[Si_8O_{22}](OH)_2$

Fig. 2: ***tabella delle diverse tipologie di amianto****.*

L'amianto si trova in natura in svariate parti del mondo, generalmente all'interno di miniere a cielo aperto, in rocce con un basso tenore di silicio. I più grandi produttori mondiali di amianto sono stati: Canada, Africa del Sud, Russia e ovviamente l'Italia principalmente con la *cava di Balangero* in provincia di Torino.

La fibra pura di questo minerale si ricava mediante una serie di frantumazioni e macinazioni della roccia madre, dove le fibre vengono estratte. La struttura fibrosa conferisce al materiale una notevole resistenza meccanica, resistenza agli agenti chimici e biologici, un'alta flessibilità ed elevata resistenza termica, queste caratteristiche hanno fatto in modo di diffondere in maniera molto rapida, per tutto il mondo, il materiale stesso.

Per anni l'amianto è stato considerato un materiale estremamente versatile e a basso costo, con estese e svariate applicazioni nel campo industriale ma soprattutto nell'ambito edilizio sotto forma di innumerevoli prodotti e manufatti. Ad esempio, per le ottime qualità di isolamento termico e acustico è stato utilizzato per la produzione di materiali fonoassorbenti e per le coperture di edifici industriali oppure per quanto riguarda gli impianti di distribuzione delle acque, l'amianto è stato utilizzato per tubazioni, serbatoi, cassoni e guarnizioni.

Il grande paradosso che accompagna la storia di questo materiale è che, mentre è considerato vantaggioso per le sue proprietà meccaniche, chimiche e termiche, è altamente pericoloso per la salute dell'uomo. Infatti, qualsiasi tipo di amianto risulta essere cancerogeno per l'uomo; a causa della sua tossicità le leggi nazionali ne hanno impedito l'estrazione, produzione e qualsiasi tipo di utilizzo a partire dal 1992.

La composizione fibrosa delle particelle d'amianto che si liberano nell'aria durante la lavorazione e l'utilizzo del materiale è così sottile che rimane nell'aria per un lungo periodo di tempo, queste fibre rilasciate non presentano alcun odore e non emettono radiazioni; quindi, vengono inalate inconsapevolmente dagli esseri umani, il che le rende estremamente pericolose.

È stata l'Inghilterra nel 1900 a riconoscere la prima malattia derivante dalle fibre di amianto sospese nell'aria, ovvero l'**asbestosi**, bisognerà invece aspettare fino al 1934 per l'identificazione del **mesotelioma**, un carcinoma della pleura che si sviluppa a causa di alterazioni genetiche nelle cellule del mesotelio che provocano una crescita incontrollabile delle cellule danneggiate, causata principalmente dall'esposizione all'amianto. La grande differenza tra queste due malattie, entrambe fatali per l'uomo, sta nel fatto che, mentre l'asbestosi è una malattia causata principalmente dall'esposizione lavorativa alle fibre cancerogene, i mesoteliomi si sono diffusi nel tempo anche tra le persone che non erano professionalmente esposte ma che vivevano in aree vicine ad insediamenti industriali che trattavano per appunto il materiale di amianto.

Non sempre però l'amianto è pericoloso. È sicuramente vero quando le sue fibre si disperdono nell'ambiente per sollecitazione meccanica, o per il dilavamento dell'acqua piovana e per la semplice azione del vento. Per questo più il materiale d'amianto è friabile più è considerato pericoloso, poiché può essere scomposto con molta più facilità rispetto all'amianto a matrice compatta, e disperdere quindi maggiormente le fibre nocive.

1.2 Storia dell'amianto: Casale Monferrato

L'amianto è un minerale esistito fin dall'antichità con una storia complicata e per certi versi affascinante. La prima testimonianza di questo materiale risale alle antiche scritture dei Persiani e dei Romani: queste popolazioni facevano uso dell'asbesto per rituali e scopi "magici". In particolare, utilizzavano manufatti di amianto per avvolgere i cadaveri prima di cremarli così da ottenere ceneri più chiare e conseguentemente più pure. Già dall'utilizzo che se ne faceva nell'antichità e dalle assonanze pensate tra il minerale e la sua purezza, è possibile prefigurare l'impiego dell'amianto negli anni successivi fino al XX secolo.

L'uso dell'amianto nei preparati medici risale al 1600 quando il medico Boezio lo cita in un suo scritto affermando l'utilità del minerale per curare le ulcere e usandolo come rimedio per la scabbia. In realtà, fino al 1960 l'amianto è stato utilizzato come farmaco, in particolare veniva impiegato per produrre una pasta per le otturazioni dei denti.

Si attende fino al 1800 per vedere l'impiego dell'amianto nelle industrie. Gli Stati Uniti furono i primi ad usare il minerale in diverse produzioni, ma è sicuramente nei primi del 900' che l'impiego dell'amianto assiste ad un grande impulso.

In Italia la storia dell'asbesto inizia più o meno negli stessi anni: nel 1901 l'austriaco *Ludwing Hatschek* ebbe l'idea di mescolare le fibre di amianto con il cemento, brevettando così il **cemento-amianto**, a cui dà il nome **eternit** facendo riferimento al concetto di eternità del materiale stesso dovuto alle proprietà intrinseche. In Italia nel 1907 sotto la guida dell'ingegnere Adolfo Mazza viene fondato il primo stabilimento "**Eternit di Casale Monferrato"**, in provincia di Alessandria dove sono già presenti altri cementifici: questo diventerà il sito produttivo di manufatti in cemento-amianto più grande d'Europa.

Inizialmente, lo stabilimento di Casale Monferrato produce tegole e lastre di copertura di diverse dimensioni, che portano una rapida popolarità all'eternit. Anni dopo comincia anche la produzione di tubazioni che sarebbero poi stati utilizzate per costruire la rete idrica del paese. Importante è stata anche la fabbricazione delle lastre ondulate in cemento-amianto che nel giro di poco tempo diventarono un elemento imprescindibile nella costruzione di capannoni e tetti di ogni tipo.

Col dopoguerra l'eternit è diventato ancora più popolare grazie al suo bassissimo costo, al punto che l'Italia ne diventerà il secondo paese produttore a livello mondiale. Negli anni 40' e 50' questo materiale trova posto anche in oggetti di vita quotidiana e di design, come ad esempio in poltrone da giardino. Dopo Casale Monferrato in tutta Italia si aprono diversi stabilimenti eternit e la produzione raggiunge il suo picco negli anni 70'.

Un problema significativo negli stessi anni è stato il numero crescente di casi di malattie polmonari tra i dipendenti di "Eternit". Di fatto le condizioni dei lavoratori non erano le migliori: le fibre di amianto impiegate a Casale Monferrato provenivano dalla **miniera di Balangero**, il sito di estrazione più grande d'Europa: qui le rocce contenenti amianto venivano estratte e macinate per separarne le fibre, le quali venivano scaricate a mano dai

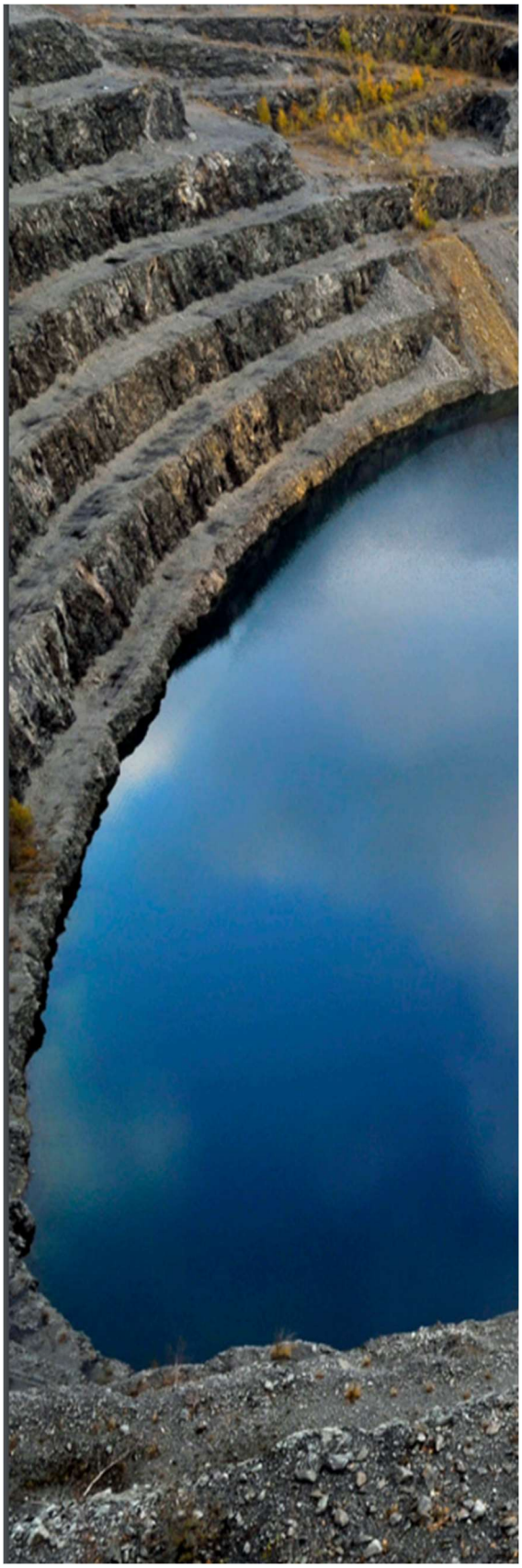


Fig. 3: ***cava di Balangero****, situata in provincia di Torino.*

convogli che arrivavano alla stazione di Casale Monferrato e trasferite su mezzi di trasporto scoperti destinati a diversi reparti. A questo punto l'amianto grezzo veniva accumulato in alti silos per poi subire riduzione volumetrica e successivo mescolamento con il cemento.

Questo procedimento per la creazione di manufatti in eternit ci fa desumere che gli operai lavoravano in ambienti estremamente polverosi, immersi in una nube perenne che offuscava i reparti. Ogni giorno i lavoratori respiravano le fibre contenenti amianto per poi ammalarsi; attaccate alle loro tute di lavoro, tali fibre, venivano poi trasportate anche nelle loro case estendendo il rischio di esposizione anche ai familiari.

Nel 1981 iniziò un'importante causa civile contro "Eternit" e Inail, in cui si accertò la presenza di condizioni di rischio per la salute nello stabilimento e si riconobbero i danni provocati dal minerale, finché nel 1986 tutti gli stabilimenti "Eternit" in Italia furono chiusi definitivamente.

Dal 1992 con la Legge n° 257, sia la produzione che l'uso di eternit sono stati vietati ma purtroppo ci sono ancora oggi strutture nel nostro paese che hanno come materiale principale l'amianto. La storia dell'asbesto nel mondo del lavoro riporta ancora oggi più di 3000 decessi l'anno solo in Italia.

1.3 Proprietà dell'amianto

L'amianto è stato storicamente apprezzato per una serie di proprietà fisiche e chimiche che lo hanno reso un componente versatile in numerose applicazioni industriali e costruttive. Essendo fondamentalmente un materiale inerte, infatti, resiste al fuoco e al calore, all'azione di agenti chimici e biologici, all'abrasione e all'usura (termica e meccanica), è dotato di proprietà fonoassorbenti e termoisolanti e si lega facilmente con materiali da costruzione come calce, gesso e cemento.

I materiali contenenti amianto sono stati utilizzati massicciamente in edilizia e possono essere suddivisi in due tipologie:

- A **matrice compatta**: le fibre di amianto sono strettamente legate a matrici stabili come ad esempio il cemento-amianto. Se questi materiali subiscono danneggiamenti (naturali o antropici) o se mostrano uno stato di deterioramento evidente, allora le fibre vengono liberate nell'ambiente. Di per sé, la presenza di materiali contenenti amianto a matrice compatta in un edificio non costituisce un pericolo per la salute poiché il rilascio di fibre è limitato se il materiale è in buone condizioni e non viene manomesso.
- A **matrice friabile**: le fibre di amianto sono libere e i materiali possono essere facilmente sbriciolati o ridotti in polvere anche manualmente, come ad esempio i materiali isolanti. Con le sue fibre facilmente rilasciate, l'amianto friabile è considerato molto più pericoloso rispetto all'amianto a matrice compatta.

Tra le caratteristiche più distintive di questo materiale si considera la sua straordinaria **resistenza al calore** che lo rende un elemento chiave in molteplici settori, dall'industria all'edilizia. Le fibre, grazie alla loro lunghezza e disposizione, consentono di intrappolare efficacemente l'aria all'interno delle strutture in cui sono presenti, creando uno strato isolante che minimizza la conduzione termica. Grazie a questo comportamento, se miscelato ad altre sostanze, è in grado di resistere a temperature molto elevate (fino ai 500°C), dimostrando di mantenere invariate le caratteristiche strutturali e termiche. Questa proprietà coibentante ha reso l'amianto uno dei materiali preferiti per la produzione di isolanti termici utilizzati in una vasta gamma di settori, come quello dell'edilizia.

I prodotti come lastre di cemento-amianto, pannelli isolanti e rivestimenti termici sono stati impiegati per proteggere edifici, impianti e attrezzature industriali dalla dispersione del calore.

Benché, in passato, l'amianto sia stato principalmente riconosciuto per le sue qualità termoisolanti, è importante notare che la sua **capacità di assorbire e attenuare le onde sonore** ha contribuito significativamente al suo utilizzo in diverse applicazioni specifiche, come ad esempio nell'insonorizzazione di teatri o studi di registrazione.
L'amianto, composto da fibre lunghe e flessibili, mostra una struttura che favorisce la dispersione dell'energia sonora. Questa particolare conformazione rende le fibre in grado di intercettare le onde sonore e, mediante il movimento oscillatorio delle fibre stesse, la maggior parte dell'energia acustica viene dispersa. L'effetto risultante è una notevole attenuazione del suono, contribuendo così alla creazione di ambienti più silenziosi e confortevoli.

L'amianto, con la sua struttura unica, presenta una **resistività elettrica** che lo rende un materiale isolante efficiente. La lunghezza e la disposizione delle sue fibre contribuiscono a intrappolare e ritardare il movimento degli elettroni, impedendo la conduzione di corrente attraverso il materiale. In particolare, le proprietà elettriche dell'amianto sono state impiegate per la produzione di materiali isolanti utilizzati in ambienti e attrezzature soggetti a tensioni elettriche elevate. Guarnizioni, isolatori e rivestimenti di componenti elettrici sono alcuni esempi in cui l'amianto è stato utilizzato per garantire una resistenza elettrica adeguata e prevenire dispersioni indesiderate di corrente.

Oltre alle proprietà meccaniche e fisiche, l'amianto ha una forte **resistenza chimica** che lo rende quasi inattaccabile da una varietà di agenti corrosivi. La sua inerzia chimica deriva dalla stabilità dei legami chimici presenti nella sua struttura che conferiscono al materiale un'eccezionale capacità di mantenere la sua integrità anche quando si trova in presenza di sostanze aggressive. La resistenza all'azione degli acidi e altre sostanze corrosive ha reso l'amianto un materiale importante in diverse applicazioni come serbatoi di stoccaggio e tubazioni.

Le proprietà uniche dell'amianto lo hanno reso un importante componente della storia dei materiali industriali, tanto da essere usato in diverse applicazioni soprattutto a causa delle

caratteristiche termiche e fonoassorbenti, rendendolo indispensabile in settori importanti come ad esempio quello dell'edilizia.

1.4 Patologie correlate all'amianto

La peculiarità dell'amianto, l'essere costituito da filamenti microscopici ed altamente friabili, diventa anche il primo pericolo per la salute dell'uomo. Infatti, la struttura dell'asbesto è caratterizzata dalla capacità delle fibre che lo compongono di sapersi suddividere sempre più finemente, in modo tale che, ogni manipolazione del materiale, come una sollecitazione meccanica, eolica o da stress termico, generi la dispersione di fibre nocive nell'ambiente. Dunque, la pericolosità di un oggetto contenente amianto dipende dalla friabilità dei materiali e dalla possibile esposizione.

Le fibre di amianto, quando disturbate, possono diventare particelle sottili sospese nell'aria facilmente inalabili o ingeribili: la maggior parte di esse vengono filtrate dal naso ma alcune possono raggiungere i polmoni, nello specifico gli alveoli polmonari il cui ruolo è quello di arricchire il sangue di ossigeno e ripulirlo dall'anidride carbonica. Qui le fibre di amianto vengono intercettate dai macrofagi, cioè speciali globuli bianchi che inglobano particelle estranee per difendere il nostro organismo: queste cellule possono rimanere infilzate dalle fibre più lunghe, rendendo questo sistema di difesa inefficace. Gli "aghi" di amianto possono poi infilzare le cellule della pleura, causando diverse malattie, tra cui, purtroppo, anche tumori.

Di conseguenza, è importante tenere presente che le varietà di amianto non sono identiche, infatti cambia il cosiddetto periodo di ***biopersistenza***, ovvero il tempo in cui le fibre rimangono nel nostro corpo. Ad esempio, la *crocidolite* è considerata una delle varietà di amianto più pericolose con un periodo di biopersistenza di diversi anni, al contrario del *crisotilo* con un periodo di circa 10 mesi.

Detto ciò, possiamo dire che uno dei problemi principali delle malattie correlate all'amianto è che si manifestano lentamente, anche a distanza di anni, ed è quindi difficile accorgersene in tempo. In generale si può dedurre che le persone colpite maggiormente sono gli operai che hanno lavorato a stretto contatto con i materiali d'amianto, ma spesso anche la famiglia ne è soggetta per colpa delle fibre impigliate nelle tute di lavoro degli operai stessi. Il

pericolo per la salute è quindi direttamente proporzionale alla quantità ed al tipo di fibre inalate e ad una predisposizione personale a sviluppare la malattia.

Le fibre di amianto, raggiungendo le parti più profonde dell'apparato respiratorio, possono provocare malattie di tipo reversibile o irreversibile e la maggior parte di queste colpisce i polmoni o le pleure. Come abbiamo accennato in precedenza, l'esposizione all'amianto non determina mai una tossicità a breve tempo dall'inalazione delle polveri, ma comporta una insorgenza ritardata della patologia. Le malattie causate dalle fibre sono principalmente tre: l'asbestosi, il carcinoma polmonare e il mesotelioma pleurico.

L'asbestosi è una cicatrizzazione diffusa del tessuto polmonare causata da una lunga esposizione delle polveri di amianto. La malattia insorge dopo un periodo di latenza di molti anni ed inizia in modo graduale solo dopo che vaste aree del polmone diventano cicatriziali, causando l'irrigidimento dei polmoni stessi. I primi sintomi sono una lieve dispnea (respiro affannoso), una ridotta tolleranza allo sforzo, un'alterazione delle funzionalità polmonari e nei casi più gravi anche un'invalidità respiratoria. Tale malattia ha la tendenza ad evolversi anche dopo la cessione dell'esposizione alle fibre di amianto e infatti le persone che ne soffrono hanno una maggior predisposizione ad ammalarsi di carcinoma polmonare.

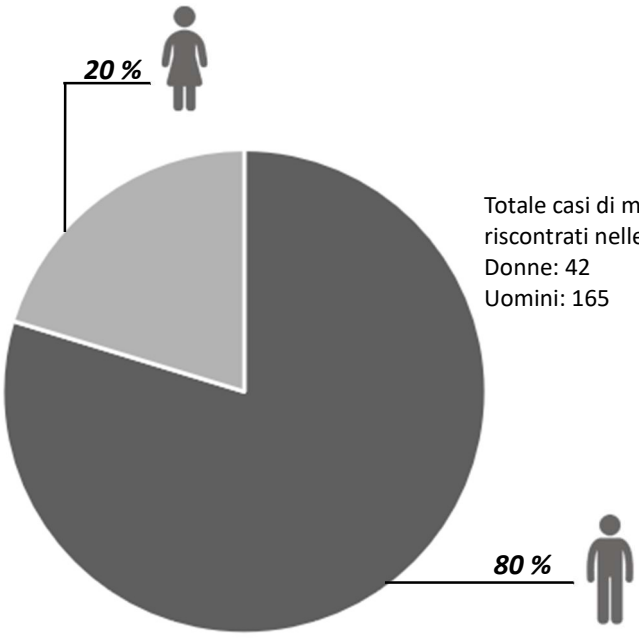
Come abbiamo accennato le polveri di amianto possono essere anche causa del **carcinoma polmonare**, ovvero il cancro del polmone. Questo tipo di tumore è uno dei più comuni nella popolazione e i casi relativi all'esposizione all'amianto sono del tutto indistinguibili da quelli attribuiti ad altre cause. Maggiore è tale esposizione e più elevato risulta essere il rischio di ammalarsi ma non vi sono studi conclusivi che dimostrano la maggior pericolosità di un tipo di asbesto rispetto ad un altro. Il tempo di latenza della malattia corrisponde a circa 15-20 anni ed è in funzione dell'intensità e della durata dell'esposizione.

Il **mesotelioma pleurico** è la forma di tumore più conosciuta quando si parla di amianto: si tratta di un carcinoma maligno che colpisce il mesotelio della pleura, ovvero il rivestimento dei polmoni e della parete interna del torace. Questo tipo di malattia è quasi inesistente tra le persone non direttamente esposte alle fibre di amianto e ha un tempo di latenza molto elevato, all'incirca tra i 15 e i 40 anni. I sintomi del mesotelioma sono riferiti all'organo colpito, ma in generale, essi, sono respiratori associati all'accumulo di liquido nella cavità

pleurica, quali fiato corto e tosse, talvolta anche dolore nella parte bassa della schiena o dolore toracico e muscolare. Ad oggi non risultano terapie efficaci per la guarigione di questa malattia.

In definitiva, possiamo affermare che non esiste una soglia di rischio al di sotto della quale la concentrazione di fibre di amianto nell'aria non sia considerata pericolosa: un'esposizione prolungata nel tempo o a elevate quantità aumenta significativamente le probabilità di contrarre le patologie associate. L'Italia è uno dei paesi mondiali maggiormente colpiti dall'epidemia di malattie asbesto-correlate: ciò è il risultato delle enormi quantità di amianto prodotte e importate a livello nazionale nel periodo compreso tra il 1945 ed il 1992.

Fig. 4: ***Numero di casi di mesoteliomi segnalati.*** *Periodo di osservazione: 1993 - 2012 Fonte: Marinaccio A, Binazzi A, Bonafedi M et all. II° Registro Nazionale dei Mesoteliomi, V Rapporto Inail, Roma 2015, pag. 32.*



Totale casi di mesotelioma maligno riscontrati nelle Marche: 207
Donne: 42
Uomini: 165

Fig. 5: ***Numero di casi di mesoteliomi segnalati nelle Marche.*** *Periodo di osservazione: 2009 - 2012 Fonte: Marinaccio A, Binazzi A, Bonafedi M et all. II° Registro Nazionale dei Mesoteliomi, V Rapporto Inail, Roma 2015, pag. 179.*

CAPITOLO 2: L'IMPIEGO DELL'AMIANTO

2.1 Utilizzi dell'asbesto

La grande adattabilità dell'amianto dettata dalla sua fibrosità lo ha reso, per questo motivo, ampiamente utilizzabile in diversi settori come quello dell'edilizia, dell'industria e anche dei trasporti. A tutte le sue eccellenti caratteristiche chimico-fisiche si è accostato anche il costo molto basso del materiale e ciò ha aumentato notevolmente la sua popolarità in particolare durante le crisi finanziarie dei primi del 900'.

Le fibre che compongono l'amianto hanno la capacità di legarsi facilmente con alcuni materiali da costruzione, come ad esempio il cemento, la calce ed il gesso, e anche con polimeri come la gomma ed il PVC. Ciò consente di creare un composto compatto in cui le fibre sono stabilmente legate all'interno di una matrice solida: in questo caso si parla di amianto compatto. Un'altra casistica è quella dell'amianto friabile: qui le fibre che compongono il materiale risultano essere libere oppure debolmente legate le une alle altre. Quest'ultima tipologia viene comunemente considerata come la più pericolosa a causa della sua predisposizione a liberare facilmente nell'aria le fibre di cui è composto e quindi inquinare l'atmosfera e arrecare danno alla popolazione.

Come anticipato in precedenza, questo materiale nocivo è stato ampiamente utilizzato in diversi contesti come nel settore dei trasporti, in quello industriale e ovviamente nel campo edile grazie alla miscelazione col cemento dando origine all'eternit.

Come già specificato sopra, la facilità di lavorazione dell'amianto gli ha permesso di essere utilizzato in molti modi, tra cui anche nell'industria automobilistica e dei trasporti in generale: infatti, le proprietà ignifughe e di malleabilità dell'amianto gli hanno concesso di insediarsi anche nelle pastiglie degli impianti frenanti e nelle frizioni delle auto stesse. Anche navi e sottomarini hanno sfruttato le proprietà isolanti dell'asbesto per proteggere le strutture dall'azione corrosiva dell'acqua e per mantenere condizioni termiche ottimali all'interno delle imbarcazioni. Altri veicoli industriali come treni e autobus hanno spesso impiegato l'amianto in guarnizioni per proteggere i motori dalla corrosione termica.

Nell'edilizia, l'amianto è stato utilizzato per la realizzazione delle coperture sotto forma di pannelli o lastre, tegole, mattonelle per la pavimentazione, tubazioni, serbatoi o canne fumarie. In questi ultimi casi il minerale risulta inglobato nel cemento in modo tale da formare il composto cemento-amianto, più conosciuto col nome di Eternit. L'asbesto, in particolare, è stato utilizzato per creare materiali fonoassorbenti come lastre e pannelli progettate proprio con lo scopo di ridurre la trasmissione del suono, migliorando l'isolamento acustico degli edifici e garantendo ambienti più silenziosi. L'incombustibilità dell'amianto lo ha reso un'ottima scelta naturale per rivestimenti e intonaci antincendio, molto in voga in America dove la maggior parte delle case era in legno.
Il seguente schema mostra i principali tipi di materiali utilizzati in edilizia che contengono amianto ed il loro potenziale rilascio di fibre nell'aria:

Tipo di materiale	Info	Friabilità
Ricoprimenti a spruzzo e rivestimenti isolanti.	Fino all'85% di amianto spruzzato su strutture portanti in acciaio o su altre superfici come isolante termo-acustico	Elevata
Ricoprimenti isolanti di tubazioni o caldaie	Per rivestimenti di tubazioni di tutti i tipi di amianto, talvolta in miscela al 6-10%. In feltri, tele ed imbottiture in genere al 100%	Elevato potenziale di rilascio di fibre se i rivestimenti non sono adeguatamente ricoperti con uno strato sigillante
Funi, corde, tessuti	In passato sono stati usati tutti i tipi di amianto; solo i tipi crisotilo al 100%	Possibilità di rilascio di fibre quando grandi quantità di materiali vengono immagazzinati
Prodotti in cemento-amianto	10-15% di amianto di genere crisotilo	Possono rilasciare fibre se abrasi, segati, perforati o spazzolati, oppure se deteriorati
Prodotti bituminosi, mattonelle e pavimenti vinilici, PVC e plastiche rinforzate ricoprenti e vernici, sigillanti e stucchi	Dallo 0,5 al 2% per mastici, sigillanti e adesivi, al 10-25% per mattonelle e pavimenti vinilici	Improbabile rilascio di fibre durante l'uso normale. Possibilità di rilascio di fibre se tagliati, abrasi o perforati

Nonostante i danni alla salute causati dall'amianto siano ben noti, in alcuni Paesi questo materiale viene ancora oggi utilizzato: parliamo ad esempio di Russia, Cina, India, Kazakhstan, Brasile e Zimbabwe. Per fortuna, dalla seconda metà del Novecento, l'estrazione, la produzione e la vendita sono state vietate dalla maggior parte delle nazioni. In Italia, ad esempio, l'amianto è vietato dalla Legge n° 257 del 1992.

2.2 L'Eternit

Eternit è il nome della più nota azienda produttrice di cemento-amianto di proprietà della famiglia Schmidheiny. Il nome dell'azienda divenne così noto e commercialmente di successo da diventare sinonimo di prodotti in cemento-amianto, realizzati con un impasto di malta e fibre di amianto. Il nome Eternit proviene dalla parola latina "*aeternitas"* che significa eternità, facendo riferimento alle particolari proprietà dell'amianto e della sua notevole indistruttibilità. Il cemento-amianto, o fibrocemento, unisce in un solo materiale la versatilità del cemento e la durata nel tempo dell'amianto: queste caratteristiche, unite alla sua economicità, sono state la base del suo enorme successo commerciale.

L'Eternit nasce nel 1900 quando venne brevettato da *Ludwing Hatschek*, ma solo un anno dopo *Alois Steinmann* acquistò la licenza per la sua produzione e nel 1903 aprì il primo impianto industriale in Svizzera, la *Schweizerische Eternitwerke AG*. In brevissimo tempo le lastre in cemento-amianto acquistarono molta popolarità, aumentando poi il successo con i tubi in fibrocemento per la costruzione degli acquedotti, utilizzati in tutta Europa fino agli anni 70' e purtroppo ancora presenti in Italia. Il prodotto che divenne più famoso dell'azienda furono le lastre ondulate usate come copertura di tetti e capannoni che furono fabbricate negli anni 30'. Dagli anni 40' fino ai 60' la popolarità di Eternit divenne sempre maggiore, tanto che venne prodotto in varie colorazioni e addirittura usato per la costruzione di oggetti in cui le sue caratteristiche principali di indistruttibilità non erano poi così indispensabili, come l'esempio delle sedie da spiaggia.

Le fibre di amianto, nell'eternit, hanno una enorme resistenza alla trazione e al calore, con temperature di decomposizione molto alte. Il basso costo era dovuto dall'alta reperibilità in natura del minerale, così le lastre e i tubi in cemento-amianto prodotti dalla multinazionale potevano vantare, oltre a leggerezza e resistenza, anche di economicità.

L’Eternit fu utilizzato in numerosissime applicazioni nei settori dell’industria e dell’edilizia. Di seguito alcuni esempi:

Nell'industria
Materia prima nella produzione di manufatti e oggetti di design
Isolante termico nelle centrali termiche e termoelettriche
Industria ceramica e dei laterizi
Isolante termico in impianti refrigeratori e condizionamento
Barriera antifiamma e isolante termico in impianti elettrici
Produzione di manufatti ignifughi
Condotte e tubi coibentati

Nell'Edilizia
Soffitti per rivestimenti di tubazioni che trasportano fluidi caldi dalle caldaie
Serbatoi e condotte per il trasporto di acqua potabile, rifiuti e fluidi industriali
Pareti divisorie o pannelli di edifici prefabbricati
Canne fumarie, camini e ciminiere
Coperture sotto forma di lastre piane o ondulate
Posa in opera di intonaci con impasti spruzzati
Pannelli per controsoffittature
Materiale spruzzato per il rivestimento di strutture metalliche o travature
Rivestimenti di condotti di aerazione
Materiale fonoassorbente al fine di determinare l'isolamento acustico

In Italia sono presenti ancora più di un milione di siti e materiali contenenti amianto, tra cui anche l’Eternit. Una percentuale molto significativa è rappresentata principalmente da siti industriali, seguita da edifici privati e pubblici come ad esempio scuole ed ospedali.

2.3 Classificazione dei Materiali Contenenti Amianto

Sebbene siano stati rimossi alcuni milioni di m^2 di materiali d'amianto, il problema rimane molto sentito ed è destinato ad avere effetti ancora per molti anni, sia dal punto di vista sanitario-epidemiologico che dal punto di vista ambientale.

I materiali contenente amianto nell'edilizia, identificati generalmente con la sigla ***MCA***, possono essere suddivisi in tre grandi categorie, ai sensi del *D.M. 6 settembre del 1994*:

- Materiali che rivestono superfici applicati a spruzzo o a cazzuola;
- Rivestimenti isolanti di tubi e caldaie;
- Una miscela di altri materiali comprendente pannelli ad alta densità, come il cemento-amianto, o pannelli a bassa densità, ad esempio cartoni o prodotti tessili.

I materiali in cemento-amianto, soprattutto sotto forma di lastre di copertura, anche note con il nome di "onduline", sono quelli maggiormente diffusi: la loro pericolosità è particolarmente elevata poiché sono costantemente esposti agli agenti atmosferici, il che ne accelera il deterioramento, liberando nell'ambiente le fibre dannose che li compongono.

La tossicità di questi materiali dipende infatti dalla loro propensione a rilasciare fibre di amianto nell'aria. Ciò accade per lo più quando i materiali contenenti amianto si trovano allo stato friabile e cioè quando possono essere sbriciolati facilmente anche solo tramite una pressione manuale, diventando quindi semplice polverino (*Bullian, 2008*).

Di conseguenza, è fondamentale prestare particolare attenzione al grado di friabilità in cui si trovano i materiali contenenti amianto: in questo senso, come abbiamo detto in precedenza, ci sono due categorie:

- Materiali friabili che possono essere ridotti in polvere senza l'uso di mezzi meccanici;
- Materiali compatti che richiedono attrezzature meccaniche per essere sbriciolati.

Generalmente i friabili sono quei materiali utilizzati a spruzzo su pareti, soffitti, strutture metalliche ed altri componenti strutturali per migliorarne l'isolamento termo-acustico; invece, i rivestimenti delle tubazioni ed i materiali composti in cemento-amianto, sono materiali compatti.

Nel momento in cui vengono individuati edifici che potrebbero contenere amianto è necessario condurre un'ispezione che comprende un'analisi approfondita del sito in modo da poterne ricavare una mappatura delle zone dove sono presenti i materiali contaminati. In seguito, è necessario classificare l'amianto trovato in modo tale da comprendere il grado di pericolosità che rappresenta e di conseguenza le tempistiche necessarie per intervenire.

La valutazione del rischio per gli individui che si trovano all'interno dell'edificio inizia con un esame approfondito da parte di personale qualificato sulle condizioni di installazione dei materiali contenente amianto. Successivamente, viene effettuato un monitoraggio ambientale che rileva la concentrazione di fibre di amianto aerodisperse. Sarà poi possibile creare una strategia di intervento in base allo stato dei materiali *(figura 6).*

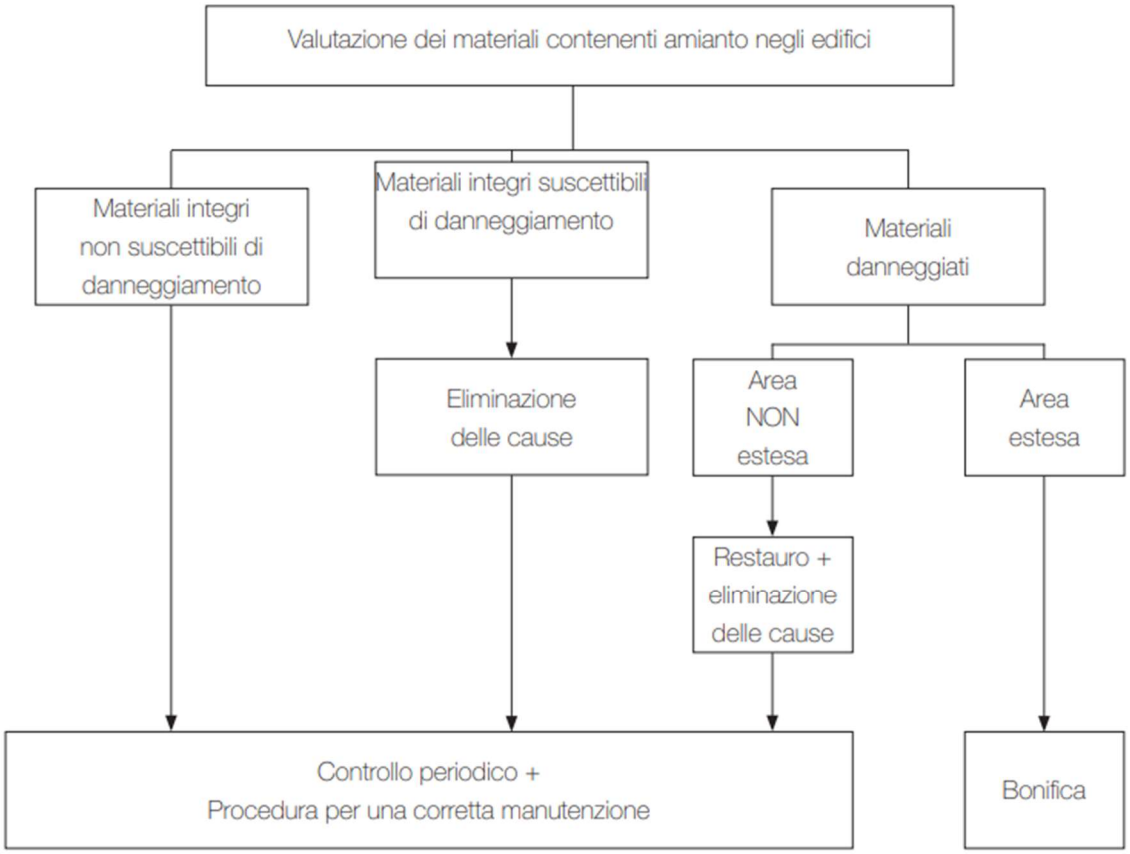


Fig. 6: ***Valutazione dei materiali contenente amianto e strategie operative da adottare.***
Fonte: A. Amico G. Bellomia, Amianto, normativa e metodologia per la bonifica, Dario Flaccovio Editore, Palermo, 2003, pag. 35.

2.4 Lastre ondulate in cemento-amianto

Un esempio molto significativo dell'uso di materiali contenenti amianto nell'edilizia sono state le lastre ondulate di copertura in eternit. Nel corso del tempo tale manufatto ha svolto un ruolo centrale nel settore edile come copertura di vari fabbricati, rappresentando una soluzione affidabile, resistente e anche economica.

Fig. 7: ***Lastre ondulate in eternit***

Le lastre ondulate venivano fabbricate in diversi profili e dimensioni a seconda dell'impiego. Il loro peso per unità di superficie era di circa 14 kg/m^2 e quando erano messe in opera venivano sovrapposte lateralmente o di testa. Il tenore di amianto nell'Eternit generalmente variava dal 10 al 15% in peso ed il tipo d'amianto presente era il crisotilo, talvolta assieme alla crocidolite e all'amosite. Di base le lastre avevano una colorazione grigio-chiara ma ne sono state prodotte anche di colorate. Sono state fabbricate anche lastre piane e tegole in cemento-amianto di tipo "*marsigliese*", sagomate sul perimetro in modo da permettere il loro incastro ed evitare le infiltrazioni della pioggia.

Le lastre ondulate erano rinomate per la loro robustezza e durabilità: queste caratteristiche le hanno rese ideali per l'impiego di coperture di capannoni industriali e magazzini, dove la resistenza agli agenti atmosferici e alle sollecitazioni meccaniche è cruciale.

La forma ondulata conferiva alle lastre flessibilità e versatilità, semplificando il processo di installazione. La loro capacità di adattarsi a diverse geometrie di copertura risultava essere una scelta pratica per una vasta gamma di strutture industriali. Grazie alla composizione robusta le lastre in eternit resistevano efficacemente agli agenti atmosferici, inclusi pioggia, vento e neve.

Tuttavia, è importante considerare che nel corso del tempo, le onduline in eternit possono subire danneggiamenti importanti, determinati soprattutto dall'esposizione continua agli agenti atmosferici, unita a sollecitazioni meccaniche e invecchiamento naturale del materiale. Ciò può portare rotture, crepe o deformazioni, determinando il rilascio di fibre nocive nell'ambiente. L'amianto che si distacca è presente sia in "fibre libere" che in "particelle miste", nelle quali le fibre sono ancora parzialmente inglobate nel cemento. Le fibre che si sono distaccate finiscono, principalmente, nei canali di gronda in quanto gran parte dei distacchi avviene nel corso delle precipitazioni atmosferiche, a causa dell'azione meccanica delle gocce di pioggia. Ciò si può verificare facilmente durante le ispezioni su tetti di Eternit constatando la presenza di depositi di materiale contenente amianto nelle gronde, sia di "stalattiti filamentose" in corrispondenza dei punti di gocciolamento delle lastre ondulate.

Fig. 8: ***Esempio di 'stalattiti filamentose' nei punti di gocciolamento delle lastre ondulate***

A causa della grande diffusione sul territorio di questa tipologia di copertura è necessario stabilire un ordine di priorità degli interventi manutentivi o di bonifica. Di solito i problemi che derivano dal degrado delle coperture in cemento-amianto sono di due tipi:

- La copertura non assolve più le funzioni di protezione dell'edificio dagli agenti atmosferici;
- Le fibre di amianto affiorano alla superficie del manufatto e possono distaccarsi disperdendosi nell'aria.

Nel caso dei tetti in eternit le due problematiche sono strettamente connesse: ad esempio le infiltrazione di acqua sono in grado di asportare meccanicamente le fibre che possono essere disperse anche in zone lontane dal tetto.

In considerazione dei potenziali rischi per la salute associati all'amianto presente nelle lastre ondulate in eternit, la bonifica è un passo cruciale; infatti, la rimozione sicura e corretta di queste lastre d'asbesto è essenziale per mitigare i rischi di esposizione e proteggere la salute delle persone e dell'ambiente.

CAPITOLO 3: QUADRO TECNICO SULLA QUESTIONE AMIANTO

3.1 Evoluzione della Normativa

In Italia nel 1974 si parla per la prima volta di tutela degli individui dalle sostanze pericolose, tra cui anche l'amianto. La legge n° 256 del 29 maggio, norma infatti la classificazione, l'imballaggio e l'etichettatura delle sostanze e dei preparati pericolosi. Purtroppo, però, nonostante la nocività dell'amianto, non si ha ancora la sua totale eliminazione dal mercato nazionale. Nel **1982 l'art. 2 del Decreto del Presidente della Repubblica del 10 settembre n° 915** ha stabilito che i rifiuti di amianto devono essere classificati tra i rifiuti speciali e pertanto necessitano di un trattamento specifico per evitare che inquinino ulteriormente l'ambiente mettendo anche a rischio la vita umana.

Un primo divieto d'impiego del materiale in Italia si ha nel 1986 con il recepimento della **Direttiva Europea 83/478** mediante l'ordinanza del Ministero della Sanità del 26 giugno che limitava l'immissione e l'utilizzo nel mercato della crocidolite lasciando però libera la lavorazione e la commercializzazione delle altre tipologie di amianto: per quest'ultime si dovrà aspettare il **DPR n° 215 del 1998** dove si amplia ulteriormente il campo delle restrizioni, estendendolo a tutti i tipi di asbesto quando siano impiegati in alcune tipologie di prodotti, quali giocattoli, articoli per fumatori, pitture e vernici. La stessa norma vieta l'applicazione a spruzzo e definisce le disposizioni, tuttora vigenti, per l'etichettatura dei prodotti contenenti amianto.

Con il **Decreto Legislativo del 31 agosto 1987 n° 361**, entrato in vigore il 29 ottobre dello stesso anno, vengono stabiliti i requisiti specifici che le aziende che si occupano di bonifiche di amianto devono avere per essere inserite all'interno dell'albo predisposto.

Riconosciuta la pericolosità dell'amianto e in attuazione di specifiche direttive comunitarie, nel **1992 con la legge n° 257** sono state dettate le norme per la cessazione dell'impiego dell'amianto vietando: l'estrazione, l'importazione, la commercializzazione e la produzione di amianto e di prodotti contenenti amianto, secondo un programma di dismissione il cui termine ultimo è stato fissato al 28 aprile del 1994. Infatti, nel **1994 con il D.M. del 6 settembre** (il quale fa seguito alla legge del 27 marzo del 1992) si delineano "*le normative e metodologie tecniche per la valutazione del rischio amianto, il controllo, la manutenzione e*

la bonifica di materiali contenenti amianto presenti nelle strutture edilizie". Successivamente, la **legge n° 426 del 9 dicembre 1998** ha introdotto una deroga per i divieti sopra citati inerenti alla L. n° 257/1992, consentendo la produzione e l'impiego di quantitativi limitati di guarnizioni d'amianto destinati agli impianti cloro-soda, per i quali non erano ancora disponibili materiali alternativi. Con l'unica eccezione della deroga appena menzionata, di fatto dall'aprile del 1994 è vietata l'immissione di qualsiasi nuovo prodotto contenente amianto. In attuazione di tale legge sono stati poi emanati numerosi provvedimenti volti a definire le modalità di predisposizione dei "*piani regionali amianto*" (previsti *dall'art. 10* della legge n° 257), di valutazione del rischio amianto, di gestione dei manufatti contenenti amianto, nonché le tipologie di interventi per la bonifica. Si sono vietate così certe attività per ridurre l'esposizione dei lavoratori ai minerali di asbesto e alle lavorazioni che ne richiedono l'utilizzo. La norma, quindi, non si limita a imporre la fine dell'impiego dell'amianto ma cerca di prendere in esame la tematica nella sua interezza, mettendo in evidenza alcuni problemi considerati rilevanti per la tutela della salute pubblica, connessi alla presenza nell'ambiente di prodotti di amianto liberamente commercializzati ed installati in precedenza. Inoltre, grazie a questa norma sono state favorite le attività che prevedono la rimozione dei materiali in amianto, predisponendo disposizioni appropriate per salvaguardare l'incolumità di chi le svolge; in particolare *l'art. 8* della medesima legge specifica le procedure di classificazione, imballaggio ed etichettatura dell'amianto e dei prodotti che lo contengono. È stata poi istituita una Commissione per le procedure della valutazione dei problemi ambientali e dei rischi sanitari associati all'uso dell'amianto. La stessa legge prevede *nell'art. 9* i sistemi di controllo sulle dispersioni di fibre d'amianto causate dai processi di lavorazione e le operazioni di smaltimento e bonifica.

Nel frattempo, nel 1999 l'Unione Europea bandisce a tutti gli stati membri l'utilizzo dell'amianto; ciò ha portato un netto ribassamento dell'uso del materiale che si riflette in contemporanea sull'ampia scala mondiale. Nonostante ciò, purtroppo, non si raggiungono i risultati previsti, poiché il consumo di amianto continua ad essere di circa 2 milioni di tonnellate l'anno, numero cinque volte più grande rispetto al consumo fatto al termine della Seconda guerra mondiale.

Per consentire la realizzazione di interventi di bonifica urgenti, la **Legge n° 93/2001** ha previsto un rifinanziamento della mappatura e del censimento della presenza di amianto sul

territorio nazionale. Poi, con il **D.M. n° 101/2003**, è stata posta in campo la realizzazione da parte del ***Ministero della Transazione Ecologica*** (*MITE*), insieme alle Regioni, della mappatura completa della presenza sul territorio nazionale, il cosiddetto ***Piano Nazionale Amianto***. Il Piano effettua un'analisi che si muove in tre direzioni principali:

- Tutela della salute;
- Tutela dell'ambiente;
- Aspetti previdenziali e di sicurezza sul lavoro.

Dal punto di vista ambientale il Piano, nel definire gli obiettivi e le azioni contro l'amianto da intraprendere a tutti i livelli, sia nazionale che locale, individua tra le priorità la mappatura dei materiali contenenti amianto, l'accelerazione dei processi di bonifica e l'individuazione dei siti di smaltimento.

In materia di legislazione amianto occorre affrontare anche le politiche pubbliche per la prevenzione e il controllo di esso, ovvero il confronto tra Paesi e *best practices*. A livello europeo è importante la **Dir. 2009/148/CE**, provvedimento diretto alla protezione dei lavoratori dell'Unione Europea contro i rischi connessi all'esposizione durante il lavoro.

Successivamente, con l'approvazione della **Risoluzione del Parlamento europeo del 20 ottobre 2021**, il Parlamento ha raccomandato alla Commissione europea di avviare una serie di azioni per proteggere i lavoratori dall'esposizione all'amianto. Nel documento, inoltre, il Parlamento invita la Commissione a presentare una strategia europea per la rimozione dell'amianto (*European Strategy for the Removal of all Asbestos*). In questo modo si vuole realizzare un quadro europeo per le strategie nazionali di rimozione sicura negli Stati membri e prevenire una nuova ondata di vittime nelle attività di ristrutturazione.

La situazione, nonostante siano state emanate leggi ad hoc, non sembra essere di gran lunga migliorata: il materiale è presente a livello nazionale in quantità ancora elevata. Il grande passo è stato quello di bandirne l'utilizzo, ora si rende necessario intervenire con dei piani nazionali per regolamentare le attività di bonifica in modo tale che sia il pubblico che il privato sappiano come comportarsi in situazioni di così alto rischio.

3.2 Tutela dei lavoratori

Per quanto riguarda invece le normative mirate all'individuo, un primo atto destinato alla tutela dei lavoratori sul posto di lavoro è il **DPR 27/4/55 n° 547**, il quale tratta obblighi e doveri che i datori di lavoro e gli operai devono osservare, con le relative sanzioni nel caso in cui questi non vengano rispettati. Nell'atto sono elencate non solo le attività che sono soggette alla normativa, ma anche i soggetti lavoratori esclusi che richiedono leggi specifiche e mirate, ai quali verranno applicate norme appropriate. Il decreto in questione è stato successivamente integrato con una serie di altri decreti specifici che trattano della sicurezza sul lavoro in ambito di costruzioni, della prevenzione degli infortuni sul posto di lavoro e delle normative da seguire per garantire l'igiene sui luoghi di lavoro.

Il 21 gennaio 1987, il Ministero del lavoro ha emanato un decreto che norma il comportamento riguardo l'obbligo di visite periodiche che i lavoratori esposti alle fibre di amianto erano tenuti a sostenere. L'aggiornamento del **D.lgs. n° 242/1996** fa riferimento alle precedenti normative emanate dalla **CEE** *(comunità economica europea)* e definisce un miglioramento delle condizioni di salute e sicurezza dei lavoratori sul posto di lavoro, prevedendo *all'art. 89* le contravvenzioni e le sanzioni alle quali i datori di lavoro sono soggetti nel caso in cui non rispettino le norme di sicurezza.

Con il **D.lgs. n° 257 del 25 luglio 2006** la nostra Nazione ha adottato la direttiva 2003/18/CE inerente alla protezione dai rischi derivanti dall'esposizione alle fibre di amianto per i lavoratori durante lo svolgimento dell'attività.

Una serie di normative riguardanti le spese assistenziali e ai benefici previdenziali destinati ai lavoratori esposti all'amianto sono state previste ed aggiornate nel tempo.

La protezione dei lavoratori è oggi affidata al ***Testo Unico sulla Sicurezza del Lavoro***, ovvero il **D.lgs. 9 aprile 2008 n° 81**. Al *Capo III* "protezione dai rischi connessi all'esposizione all'amianto" del *Titolo IX* "Sostanze pericolose", vengono disciplinati gli obblighi del datore di lavoro in occasione dello svolgimento di attività lavorative che possano comportare un'esposizione all'amianto, quali "*manutenzione, rimozione dell'amianto o dei materiali contenenti amianto, smaltimento e trattamento dei relativi rifiuti, nonché bonifica delle aree interessate*" contenuti *nell'art. 246*. Qualora il datore di lavoro non adempia agli obblighi sopracitati, dovrà rispondere di una sanzione specifica per ogni attività lavorativa. Il Decreto

riguarda tutti i silicati fibrosi esistenti e fissa un valore limite di esposizione, senza alcuna distinzione, a 0,1 fibre per centimetro cubo d'aria. Questo valore limite è una novità rispetto alle precedenti legislazioni poiché elimina tutte le differenze fra i diversi tipi di amianto, in particolare fra la crocidolite e il crisotilo, che in precedenza aveva limiti di esposizione più elevati. Ciò rispecchia le attuali conoscenze sulla pericolosità delle fibre, ritenute generalmente tutte ugualmente pericolose; in alcuni Paesi, ad esempio la Russia, si ritiene ancora che il crisotilo sia molto meno pericoloso e purtroppo ne viene autorizzata l'estrazione e la lavorazione tutt'oggi.

A favore dei lavoratori esposti all'amianto l'ordinamento prevede misure di sostegno previdenziali e norme dirette ad estendere i soggetti beneficiari, nonché a riconoscere facilitazioni agli ex lavoratori affetti da patologia asbesto-correlata. Tale beneficio consiste nell'applicazione ai periodi di contribuzione obbligatoria relativi all'esposizione all'amianto di un coefficiente di moltiplicazione ai fini del conseguimento delle prestazioni pensionistiche, con conseguente rivalutazione dell'importo della pensione erogata dall'INPS.

Sotto il profilo della **tutela sanitaria**, il Ministero della salute, nello specifico la Direzione generale della prevenzione sanitaria, si è occupato di coordinare il nucleo tecnico preposto al monitoraggio e all'aggiornamento del Piano Nazionale Amianto che si occupa dei diversi aspetti relativi alla prevenzione, alla cura e alla riabilitazione sia per i profili clinici, sia per quelli della sanità pubblica.

3.3 Situazione amianto nelle Marche

Un passo fondamentale che la Regione ha messo in atto è stato quello di avviare, nel 2002, un censimento per individuare tutti i siti contenenti amianto, siano stati essi pubblici, aziendali o privati. La procedura è consistita nell'invio di oltre 200 mila questionari ad aziende che nel tempo hanno avuto a che fare con l'amianto. Le risposte arrivate sono state poco più di 50 mila e ben un terzo di esse ha segnalato la presenza di questo minerale.

Negli ultimi tempi l'amministrazione regionale ha ripreso in mano il delicato tema dello smaltimento dell'amianto. Il primo ad aver affrontato il problema è stato l'Assessore regionale all'Ambiente *Stefano Aguzzi* che ha portato a termine il regolamento relativo all'applicazione della **Legge regionale 22 aprile 2020 n° 14** "*incentivi per la rimozione e lo*

smaltimento di piccoli quantitativi di rifiuti contenenti amianto". Tale legge ha come fine quello di "*garantire la tutela della salute pubblica e la salvaguardia dell'ambiente, promuovere e sostenere le iniziative specifiche dirette a prevenire e contrastare nel territorio regionale l'inquinamento derivante da fibre di amianto*". Per questi scopi la Regione concede incentivi finanziari a beneficio dei soggetti privati che effettuano interventi di rimozione e smaltimento dell'amianto su immobili ubicati nel territorio regionale, secondo le modalità previste dalla legge stessa. Chi, infatti, farà domanda potrà avere un contributo fino ad un massimo 2000 *euro*, dopo aver eseguito i lavori di rimozione e smaltimento dell'asbesto e su presentazione delle spese sostenute. Per soddisfare tutte le domande sono stati stanziati 200.000 *euro* con un emendamento al Bilancio preventivo che rifinanzia la Legge regionale.

Nelle Marche il dato relativo alla presenza di amianto è allarmante: dai dati rilevati dal sito della Transazione Ecologica, emerge che la regione è tra le maggiormente virtuose nelle azioni di censimento/mappatura dell'amianto. Nella Banca dati amianto, dove risultano 108.000 i siti che presentano il minerale (dati del 2020), il 55% delle informazioni è riconducibile a due sole Regioni: il Piemonte e le Marche. La superficie mappata nella nostra regione risulta essere di circa 7.400.441 mq, a fronte di un dato nazionale di 36.457.019 mq, *(figura 9)*.

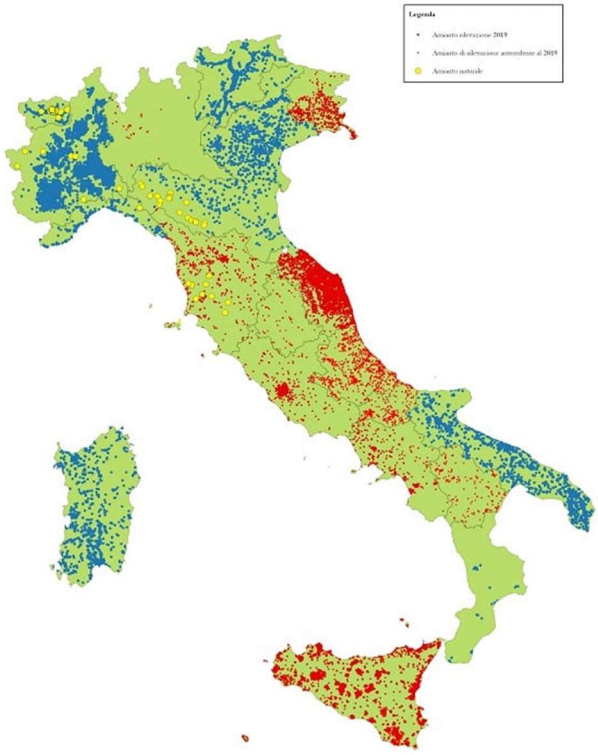


Fig. 9: ***mappatura degli edifici contenenti amianto a livello nazionale.***
Dati aggiornati al 2020.

In blu: i siti d'amianto rilevati nel 2020
In rosso: i siti d'amianto rilevati prima del 2020
In giallo: l'amianto naturale

3.4 Trattamento e smaltimento dei rifiuti contenti amianto

I rifiuti contenenti amianto, denominati anche con la sigla **RCA**, vengono identificati e classificati in base allo stato in cui si trova l'asbesto al loro interno: i materiali da costruzione lo contengono in matrice compatta, mentre quelli destinati all'isolamento lo inglobano in matrice friabile. Alla base di questa suddivisione vi è la capacità rappresentata dai diversi tipi di materiali di rilasciare le fibre contaminate nell'ambiente circostante.

Una prima definizione di questi rifiuti nocivi deriva precisamente dalla Legge n° 257 del 1992 all'art. 2 che cita testualmente: "*materiali di scarto delle attività estrattive di amianto, anche provenienti dalle operazioni di de-coibentazione 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*". I rifiuti in questione sono considerati pericolosi e pertanto necessitano di particolari accorgimenti per il trasporto e per la loro permanenza in apposite discariche. Questa normativa, tuttavia, non ha avuto una vera e propria attuazione se non fino all'emanazione del DPR 8 agosto 1994 il quale stabilisce che "*i rifiuti di amianto classificati sia speciali che tossici e nocivi, ai sensi del DPR 10 settembre 1982, n° 915, devono essere destinati esclusivamente allo smaltimento mediante stoccaggio definitivo in discarica controllata*".

Di amianto tratta anche il **D.lgs. n° 152 del 2006**, noto come **Testo Unico Ambientale**. In particolare, la *Parte IV* è dedicata alla gestione dei rifiuti, compresi quelli speciali come l'asbesto. Infatti, la gestione di questo materiale presuppone anche importanti applicazioni per la sicurezza dei lavoratori che si occupano del suo smaltimento in qualità di rifiuto. Inoltre, sempre nel Decreto in questione, *nell'allegato D* "*Codice dell'ambiente*", viene riportato l'elenco dei rifiuti istituito dalla *Decisione della Commissione 2000/532/CE* relativa al **Catalogo Europeo dei Rifiuti** (**CER**): i rifiuti per i quali è indicata in modo esplicito la presenza di amianto sono considerati come "*pericolosi*" e contrassegnati con un asterisco, (*figura 10*).

Per il conferimento in discarica dei rifiuti contenenti amianto ci sono state diverse evoluzioni di normativa: allo stato attuale, ai sensi del **D.M. 27 settembre 2010**, i rifiuti contenenti amianto possono essere conferiti esclusivamente nelle seguenti tipologie di discariche:

- Discarica per rifiuti pericolosi, dedicata o dotata di cella dedicata;

- Discarica per rifiuti non pericolosi, dedicata o dotata di cella monodedicata per i rifiuti individuati dal codice europeo dei rifiuti *17 06 05 (materiali da costruzione contenenti amianto).* Qui possono essere alloggiate anche le altre tipologie di rifiuti contenenti amianto, purché sottoposti a processi di trattamento, finalizzati al contenimento del potenziale inquinante.

Oggi lo smaltimento dell'amianto è sottoposto a regolamenti molto severi che consentono un processo efficiente e ad una rimozione sicura del materiale fino al suo stoccaggio in luoghi appropriati. Un problema importante è che in Italia ci sono solo una ventina di discariche attrezzate per un corretto smaltimento di questo materiale (*figura 11*). Pertanto, le discariche attualmente in grado di accogliere gli RCA non sono sufficienti a gestire la quantità di questi materiali che vengono rimossi ogni anno. Infatti, per poter accogliere l'amianto in modo corretto, le discariche devono soddisfare una serie di criteri fondamentali per un adeguato smaltimento dello stesso, come ad esempio:

- Il deposito deve avvenire direttamente all'interno della discarica in celle appositamente ed esclusivamente dedicate;
- Deve essere effettuato in modo tale da evitare la dispersione di fibre nocive;
- La zona di deposito deve essere coperta con materiale appropriato sia quotidianamente che prima di ogni operazione di compattazione;
- Deve essere predisposta e conservata una mappa che indica la collocazione dei RCA all'interno della discarica;
- Nella copertura finale dovrà essere operato il recupero a verde dell'area di discarica, che non dovrà essere interessata da opere di escavazione.

Quindi, essendo una procedura molto lunga e complicata, l'amianto che non riesce ad essere smaltito in discariche italiane, viene trasportato e trattato in Germania.

Il trattamento degli RCA si ha mediante un processo di "*vetrificazione*". Questo procedimento consiste nel sottoporre i rifiuti contenenti amianto a temperature maggiori di 900°C mediante delle torce al plasma: il materiale ottenuto verrà poi riciclato normalmente come materiale inerte.

Categoria e/o attività generatrice di rifiuti	R.C.A. (Rifiuti contenenti amianto)	Codice CER
Materiali da costruzione	Materiali edili contenti amianto legato in matrici cementizie o resinoidi	17 06 05*
Attrezzature e mezzi di protezione individuale	Dispositivi di protezione individuali e attrezzature utilizzate per bonifica di amianto contaminati da amianto	15 02 02*
Freni	Materiali d´attrito	16 01 11*
Materiali isolanti	Pannelli contenenti amianto, Coppelle contenenti amianto, Carte e cartoni, Tessili in amianto, Materiali spruzzati, Stucchi, smalti, bitumi, colle, Guarnizioni, Altri materiali isolanti contenenti Amianto	17 06 01*
Contenitori a pressione	Contenitori a pressione contenenti amianto	15 01 11*
Apparecchiature fuoriuso contenenti amianto	Apparecchiature fuori uso contenenti amianto	16 02 12*
Rifiuti da fabbricazione di amianto cemento	Materiali incoerenti contenenti amianto da bonifiche anche di impianti produttivi dimessi: Polverini, Fanghi, Spazzatura, Stridi, Spezzoni	10 13 09*
Rifiuti da processi chimici da alogeni	Rifiuti da processi elettrolitici contenenti amianto	06 07 01*
Rifiuti di processi chimici inorganici	Rifiuti dalla lavorazione dell´amianto	06 13 04*
Materiali ottenuti da trattamenti	Materiali ottenuti da trattamenti di R.C.A stabilizzati con indice di rilascio inferiore a 0.6	19 03 06*
Materiali ottenuti da trattamenti	Materiali ottenuti da trattamenti di R.C.A stabilizzati con indice di rilascio maggiore/uguale a 0.6	19 03 04*

Fig. 10: ***tabella dei codici CER che identificano i rifiuti, tutti pericolosi, contenenti amianto.***

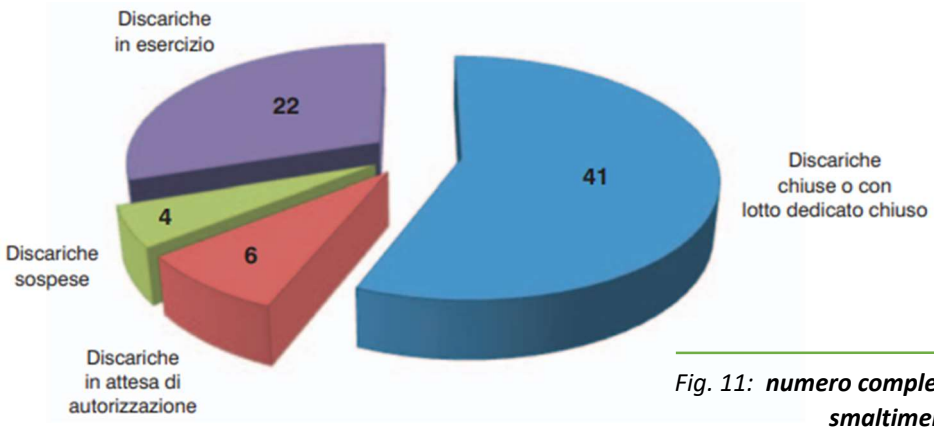


Fig. 11: ***numero complessivo di impianti di smaltimento di RCA in Italia.***
Fonte: INAIL – dipartimento installazioni di produzione ed insediamenti antropici.
Federica Paglietti
Dati riferiti al 2012.

CAPITOLO 4: TECNICHE DI BONIFICA DELL'AMIANTO

4.1 L'amianto in cantiere – procedure e obblighi

L'amianto è stato ampiamente utilizzato fino al 1992, ovvero fino al recepimento *della L. n° 257* che, riassumendo, vieta sia la produzione sia la commercializzazione di materiali contenenti amianto. Tuttora, però, esistono ancora delle tracce in numerosi edifici e infrastrutture mai bonificate nonché materiali smaltiti illegalmente. Questi rappresentano non solo un problema di sicurezza sul lavoro, ma anche di emergenza ambientale.

Per questo, ai fini della tutela del lavoratore e dell'ambiente, vanno eseguiti campionamenti del terreno. È importante che gli accessi ai siti in cui è sospetta la presenza di amianto vengano eseguiti sempre indossando i dispositivi di protezione adeguati, a completa protezione del corpo, soprattutto per le vie aeree.

Una volta individuate delle strutture edilizie su cui intervenire, sarà opportuno, prima di procedere al campionamento dei materiali, articolare un programma di ispezione:

1. Ricerca e verifica della documentazione tecnica disponibile sull'edificio, per accertarsi dei vari tipi di materiali usati nella sua costruzione e per rintracciare, se possibile, l'impresa appaltatrice;
2. Ispezione diretta dei materiali per identificare quelli friabili e potenzialmente contenenti fibre di amianto;
3. Verifica dello stato di conservazione dei materiali friabili, per fornire una prima valutazione approssimativa sul potenziale rilascio di fibre nell'ambiente;
4. Campionamento dei materiali friabili sospetti e invio presso un centro attrezzato e specializzato per la conferma analitica della presenza d'amianto;
5. Mappatura delle zone in cui sono presenti materiali contenenti amianto;
6. Registrazione di tutte le informazioni raccolte in apposite schede da conservare come documentazione e da rilasciare anche ai responsabili dell'edificio.

I materiali contenenti amianto, dal punto di vista operativo, vengono distinti in due principali tipologie: compatti e friabili. Entrambe devono essere gestite correttamente, non solo per la tutela dell'ambiente ma anche per la sicurezza degli operatori qualificati che si occupano di manipolarli.

Il **Testo Unico in materia di Sicurezza e Salute nei luoghi di lavoro**, ovvero il *D.lgs. 81/08*, *all'art. 249*, riporta gli obblighi del datore di lavoro per garantire la sicurezza dei propri dipendenti. In particolare, questo articolo fa riferimento all'obbligo di valutazione del rischio. Infatti, il datore considera ai fini della valutazione, i rischi dovuti alla polvere di amianto per stabilire la natura, il grado di esposizione e le misure preventive e protettive da attuare. Prima di iniziare i lavori, il datore di lavoro presenta all'ente competente una notifica che va resa disponibile anche per gli operai addetti del cantiere e per i loro rappresentanti, ai fini informativi, ai sensi *dell'art. 250*. I lavoratori esposti sono tenuti, inoltre, a ricevere dal datore un'adeguata formazione ed eventualmente un addestramento in materia di prevenzione e sicurezza.

Come specificato *all'art. 254*, i valori limite per l'amianto sono fissati a 0.1 fibre per centimetro cubo d'aria come media ponderata su 8 ore. Le misure di prevenzione e protezione da adottare, per limitare al minimo il rischio e comunque ridurre l'esposizione sotto i valori limite, sono:

- Limitare al minimo possibile il numero di lavoratori esposti;
- Utilizzare sempre i DPI adeguati;
- Sottoporre a regolamentare pulizia e manutenzione i locali e le attrezzature per il trattamento dell'amianto;
- Evitare o ridurre al minimo la produzione di polveri di amianto;
- Stoccare e trasportare in appositi imballaggi chiusi i materiali che rilasciano o contengono amianto.

Per l'eliminazione dell'amianto nel settore edilizio, i lavori devono essere obbligatoriamente eseguiti da imprese specializzate e che soddisfano i requisiti previsti dall'Albo Nazionale Gestori Ambientali, al quale devono essere iscritte.

Prima di ogni attività, il datore di lavoro deve predisporre un **Piano di Lavoro** finalizzato a garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori sul luogo di lavoro e la protezione dell'ambiente esterno, che dovrà poi essere inviato agli organi di vigilanza competenti.

Generalmente chi opera sul campo deve essere munito dei **dispositivi di protezione individuale** (**DPI**), forniti dal datore di lavoro, in modo tale da prevenire la penetrazione delle fibre di amianto all'interno dell'organismo. La protezione dei lavoratori deve pertanto

comprendere sia mascherine protettive per le vie respiratorie, sia indumenti protettivi da indossare esclusivamente durante i lavori in modo che nessuna parte del corpo sia esposta all'area contaminata. Tali dispositivi devono avere il fattore di protezione adeguato alla concentrazione di amianto presente nell'ambiente di lavoro. Ad esempio, durante le attività di bonifica di amianto in matrice compatta, si prevede l'utilizzo di facciali filtranti monouso *FFP3*; invece, nel caso di presenza di amianto friabile si prevede l'utilizzo di maschere facciali filtranti *FFP3* provvisti di elettro respiratore.

Inoltre, è necessario che venga predisposta una zona di decontaminazione antecedente all'area interessata, indispensabile per garantire uno spazio neutro tra i locali contaminati e quelli non. Entro quest'area di decontaminazione il personale adotta le misure necessarie per impedire il trasporto di fibre nocive nelle zone non contaminate.

Dopo l'estrazione tutti i materiali contenenti amianto vengono sigillati all'interno di appositi sacchi in modo tale da ridurre al minimo il pericolo di dispersione delle fibre nell'aria. Questi sacchi contenenti i rifiuti devono essere lavati e insaccati nuovamente per poi essere allontanati dall'area di lavoro ed essere depositati in zone chiuse e inaccessibili prima del trasporto nelle apposite discariche controllate. Durante il corso della rimozione dei materiali inquinati è necessario porre una costante e minuziosa attenzione nei confronti della pulizia dei locali, in modo tale da ridurre il più possibile l'eventuale dispersione di fibre.

Fig. 12: ***esempio di sacco utilizzato per lo smaltimento dell'amianto***

Al termine delle operazioni l'area di intervento deve risultare pulita a vista, e bisognerà accertarne l'agibilità mediante campionamenti dell'aria secondo quanto specificato nel secondo allegato del *D.M. 6 settembre 1994*.

Per identificare ipotetiche e potenziali dispersioni di fibre inquinanti nell'aria vengono fatti quotidianamente dei monitoraggi ambientali per tutta la durata del cantiere, incluse le aree circostanti.

4.2 Bonifica dell'amianto

Da quanto riportato nei capitoli precedenti emerge che la bonifica dei siti contaminati da amianto è una problematica nell'ambito degli interventi di recupero e di risanamento ambientale. In tali situazioni si riscontra la necessità di effettuare le valutazioni del rischio amianto che siano specifiche per ogni sito interessato.

Gestirne il rischio, infatti, prevede il dover considerare e rispettare in primo luogo le norme specifiche di tutela della salute per ciò che appartiene principalmente alle procedure di valutazione del rischio, alla formazione degli operai e alla bonifica; in seconda istanza le norme in materia di tutela dei lavoratori principalmente per il rispetto dei valori limite di esposizione e degli iter autorizzativi; infine le norme in materia di tutela della qualità delle matrici ambientali (*aria, acqua e suolo*), e soprattutto per la corretta gestione dei rifiuti.

Il settore delle bonifiche e ripristino ambientale di siti contaminati, in particolar modo nelle fasi più invasive come la demolizione di strutture, negli ultimi anni ha avuto un notevole sviluppo, incrementando anche la propria attenzione verso la sicurezza, in linea con le disposizioni previste dal *D.lgs. 81/08*, al fine di affrontare i notevoli rischi che queste lavorazioni comportano sia per i lavoratori che per l'ambiente circostante.

Come si può notare, i progetti di bonifica amianto sono per loro natura caratterizzati da una estrema complessità e una forte pluridisciplinarità. In un cantiere di bonifica amianto, infatti, gli interventi di risanamento possono riguardare, anche contemporaneamente, strutture edilizie ed impiantistiche contenenti amianto, suolo, sottosuolo e acque (pozzetti, bacini, vasche di decantazione, serbatoi, etc.) contaminate da tale sostanza.

Un problema predominante è il riconoscere e individuare l'amianto nei fabbricati, specie se utilizzato in forma agglomerata. Possiamo considerare come prima cosa l'anno di costruzione della casa e analizzare i progetti, anche quelli di eventuali ricostruzioni. Se l'immobile è stato costruito o ristrutturato dopo il 1992 non c'è il rischio di presenza di amianto. In molti casi solo le analisi di laboratorio possono fornire la conferma della presenza della sostanza inquinante. La pratica di campionamento è assolutamente sconsigliabile se non ad opera di personale specializzato; infatti, il campione deve essere prelevato esclusivamente da un tecnico abilitato come Responsabile Rischio Amianto e che abbia la competenza e l'esperienza necessaria. Nel caso in cui l'asbesto risulta presente nel fabbricato la norma

D.M. 6 settembre 1994, ci dice che è d'obbligo comunicare alle autorità sanitarie la presenza del manufatto contenente amianto. In caso di omessa comunicazione si è suscettibile ad una sanzione amministrativa.

Per le operazioni di bonifica e smaltimento amianto è necessario rivolgersi a una ditta autorizzata allo smaltimento amianto, ovvero avvalersi di professionisti regolarmente iscritti **all'Albo Gestori Ambientali** nella Categoria *10A* o *10B* secondo quanto regolamentato *dall'art. 212* del *D. lgs. n° 152/2006*. Soltanto queste ditte autorizzate possono svolgere la bonifica amianto in sicurezza affinché il fabbricato e l'ambiente risultino conseguentemente a rischio zero.

La bonifica dei materiali contenenti amianto, con diverse modalità se friabili o compatti, avviene secondo tre metodologie principali:

- **La rimozione** che consiste nell'eliminazione di qualsiasi possibile fonte di esposizione per la popolazione ed anche ogni necessità di attuare specifiche cautele per le attività che si svolgono nell'edificio.
- **L'incapsulamento** che comprende l'utilizzo di prodotti penetranti e/o ricoprenti che tendono ad inglobare le fibre di amianto, a ripristinare l'aderenza al supporto e a costituire una pellicola protettiva sulla superficie esposta.
- **Il confinamento** rappresenta, invece, una tecnica di contenimento delle fibre che si disperdono nell'aria, consiste nell'installazione di una barriera a tenuta che separa l'amianto dalle aree occupate dell'edificio.

Le ultime due tecniche non producono rifiuti tossici e garantiscono un minore inquinamento nei confronti dell'ambiente. Entrambe, però, necessitano di verifiche periodiche e, in caso, di interventi manutentivi poiché l'amianto permane all'interno dell'edificio. Non è sempre detto che la soluzione migliore da adottare sia quella della rimozione dei materiali d'asbesto, ma bisogna basarsi sulla tipologia di amianto riscontrata, compatto o friabile, e sul livello di degrado che presenta.

È bene ricordare che in tutti i casi di interventi di rimozione, e demolizione, anche parziale, di materiali contenenti amianto in qualsiasi forma o dimensione, l'impresa di bonifica deve presentare un piano di lavoro alla ASL competente.

4.3 Metodi di bonifica – La rimozione

Questa tecnica di bonifica prevede la rimozione totale del materiale contenente amianto, eliminando ogni potenziale fonte di esposizione alle fibre inquinanti e la necessità di attuare specifiche cautele per le attività svolte nell'edificio.

Nonostante ciò, ci sono anche degli aspetti negativi da non sottovalutare: infatti, in primo luogo, si produce un'elevata quantità di rifiuti tossici che devono essere smaltiti in modo appropriato, ed inoltre la tecnica rappresenta un elevato grado di rischio per gli operatori che effettuano la bonifica, i quali devono essere muniti con delle corrette protezioni per evitare la contaminazione.

Questa procedura è tra tutte la più costosa ed anche quella che richiede maggior tempo di esecuzione: è infatti indispensabile andare a sostituire il materiale nocivo rimosso precedentemente con un altro materiale non pericoloso, ovviamente senza compromettere la stabilità dell'immobile.

Per queste motivazioni, la rimozione dei materiali contenente amianto avviene solamente quando le condizioni dei manufatti sono di grave ed esteso degrado, ovvero quando esso ha una maggiore predisposizione al rilascio delle fibre inquinanti. Infatti, questo tipo di bonifica si ha soprattutto per le lastre di copertura in cemento-amianto, che per il loro scopo subiscono maggiormente danneggiamenti importanti. Ovviamente più le condizioni del materiale sono precarie maggiormente è il rischio per i lavoratori che attuano la bonifica, il che rende il *Piano di Lavoro Amianto* estremamente importante.

Fig. 13: ***rimozione di lastre di copertura in eternit.***

4.4 Metodi di bonifica – L'incapsulamento

La tecnica di bonifica in questione consiste nel trattamento con dei prodotti penetranti e/o ricoprenti che tendono ad inglobare le fibre di amianto generando una sorta di "film" protettivo sulla superficie del manufatto da bonificare. Questo tipo di attività è prevista solo quando il materiale contenente amianto si trova in uno stato di conservazione tale da non richiedere la rimozione immediata e quindi in una condizione pressoché inalterata delle caratteristiche di consistenza del materiale. In definitiva, l'incapsulamento viene utilizzato unicamente quando il manufatto d'amianto è in matrice poco friabile, come ad esempio l'eternit, e in casi lievi di degradazione.

L'intervento di incapsulamento viene eseguito attraverso l'applicazione di appositi impregnanti che penetrando all'interno del materiale determinano l'aggregazione delle fibre di amianto all'originario supporto cementizio. Prima di iniziare con i lavori di stesura della resina incapsulante bisogna eseguire un'accurata pulizia delle superfici da trattare e quindi di conseguenza:

- Depolverizzare e rimuovere residui vegetali, oli, grassi e detriti vari;
- Controllare gli agganci meccanici e relative guarnizioni;
- Rimuovere le piccole parti distaccate.

Ovviamente, tutti i residui dovranno essere trattati e smaltiti come rifiuti pericolosi e inviati alle apposite discariche controllate, nel rispetto della Normativa Amianto *n° 257/1992* e ai sensi del Testo Unico sulla Sicurezza *D. lgs. n° 81/2008*.

Dopo aver pulito tutta la superficie del manufatto oggetto di bonifica, la tecnica incapsulante la si può suddividere in 3 fasi principali:

1) Nella prima fase, viene steso un **primer penetrante fissativo** con resine sintetiche a base d'acqua. Tali prodotti acquosi hanno un impatto ambientale nettamente minore rispetto ai comuni solventi. La principale funzione di questo primer è quella di penetrare in profondità creando una superficie aggrappante.
2) Si continua poi con l'applicazione di un **primer penetrante consolidante**, sempre a base d'acqua, ma in questo caso penetrando in profondità va a consolidare la matrice cementizia in cui sono inglobate le fibre di amianto.

3) L'ultima fase consiste nella stesura di una **guaina liquida elastomerica impermeabilizzante**, a base di polimeri acrilici, in modo da creare un rivestimento impermeabile.

La posa dell'incapsulante può essere effettuata con l'ausilio di pennelli e rulli oppure a spruzzo: la scelta del metodo viene fatta in base alla geometria e alle dimensioni delle superfici del manufatto da bonificare ed inoltre è importante che i colori dell'incapsulante siano diversi per ogni sua stesura.

I prodotti incapsulanti possono essere: **penetranti** se legano le fibre di amianto con la matrice cementizia, o **ricoprenti** se formano soltanto una pellicola sulla superficie. Alcuni tipi di incapsulanti, invece, possono presentare entrambe le caratteristiche.

Si possono distinguere in definitiva **4 tipologie** di incapsulanti in relazione all'applicazione *esterna*, *interna a vista*, *interna non a vista* e *ausiliaria*:

- ***Incapsulanti di Tipo A***: lo spessore medio del rivestimento incapsulante non dovrà essere inferiore a *300 μm*. Su questo tipo di rivestimenti devono essere eseguite le seguenti prove di laboratorio: aderenza, impermeabilità all'acqua, resistenza al gelo-disgelo, prova di sole-pioggia e resistenza all'invecchiamento accelerato.
- ***Incapsulanti di Tipo B***: lo spessore medio del rivestimento incapsulante non deve essere inferiore a 250 *μm*. Le prove in laboratorio che si eseguono sono la resistenza al lavaggio e l'aderenza dell'incapsulante al manufatto cementizio.
- ***Incapsulanti di Tipo C***: lo spessore medio non deve essere inferiore a 200 *μm*, mentre le prove di laboratorio sono: aderenza, impermeabilità all'acqua e resistenza al gelo-disgelo.
- ***Incapsulanti di Tipo D***: questo è un'incapsulante temporaneo utilizzato solamente per gli interventi di rimozione o dismissione, chiamati più propriamente *interventi d'incapsulamento temporaneo*, appunto facendo riferimento al breve tempo necessario per le operazioni di rimozione e stoccaggio del manufatto contenente amianto.

Questo metodo di bonifica, in conclusione, possiamo dire che richiede tempi meno lunghi rispetto alla rimozione e anche costi inferiori, poiché non c'è il bisogno di applicare un prodotto sostitutivo al manufatto in amianto per il semplice fatto che non viene rimosso e di conseguenza non vengono prodotti rifiuti tossici comportando un minor rischio di

esposizione per i lavoratori e una ridotta dispersione nell'ambiente di fibre nocive. Tuttavia, bisogna considerare il fatto che il materiale tossico permane all'interno dell'edificio e quindi è necessario predisporre e mantenere un programma di controllo e di manutenzione delle superfici trattate; infatti, eventi di origine meccanica, chimica o ambientale potrebbero provocare danni importanti al rivestimento riproponendo una potenziale situazione di rischio e di rifacimento del lavoro effettuato. Un intervento di incapsulamento, seguito da ordinari cicli di manutenzione può garantire in media una durabilità nel tempo di 15-20 anni.

Fig. 14: ***incapsulamento a spruzzo di lastre di copertura cemento-amianto.***

4.5 Metodi di bonifica – Il confinamento

Il confinamento dell'amianto è una delle tre tecniche di bonifica previste attualmente dalla normativa italiana per ridurre il rischio di esposizione alle fibre di asbesto e di incidenza delle gravi malattie che provocano.

Questo metodo consiste nell'installazione di una barriera solida a tenuta o di una sovra copertura con lastre isolanti, che separano i materiali contenenti amianto dalle aree fruibili di un edificio. Per evitare che le fibre vengano rilasciate all'interno dell'area, il processo di bonifica deve essere accompagnato alla tecnica dell'incapsulamento, definita nel precedente capitolo. In questo modo si impedisce che i materiali contenenti amianto continuino a rilasciare fibre all'interno del confinamento. Questa metodica di bonifica però, è utilizzabile solo se la struttura portante è in grado di sopportare il carico aggiuntivo costituito dal nuovo

involucro: quindi, se il materiale da bonificare è a matrice friabile o ci sono danneggiamenti evidenti che aumentino il rischio di rilascio di fibre, bisogna optare per un trattamento di incapsulamento o rimozione totale del manufatto inquinante. La soluzione del confinamento è indicato maggiormente nel caso di materiali facilmente accessibili, in particolare per bonifiche di aree circoscritte come ad esempio una colonna.

La caratteristica principale della tecnica in questione è la creazione di una "barriera" al di sopra del manufatto contenente amianto, capace di aumentare la resistenza della struttura complessiva e la durabilità del materiale stesso. Oltre a questa proprietà il metodo di bonifica non va a produrre dei rifiuti tossici poiché l'amianto rimane all'interno dell'edificio bonificato. I costi sono più accessibili rispetto agli altri due metodi affinché l'intervento non richieda lo spostamento di impianti, quali elettrico, termoidraulico e di ventilazione.

Poiché, come abbiamo detto poc'anzi, l'amianto permane nell'edificio, occorre sempre un programma di controllo e di manutenzione al fine di conservare l'efficacia e l'integrità del trattamento di confinamento.

Fig. 15: ***confinamento di lastre di copertura eternit.***

Nella seguente tabella sono riportati una sintesi dei vantaggi e degli svantaggi di ogni tecnica di bonifica dei materiali contenenti amianto sopra definiti.

METODO DI BONIFICA	VANTAGGI	SVANTAGGI
RIMOZIONE	- Elimina totalmente l'amianto. - Non occorre un programma di controllo e manutenzione.	- C'è un alto rischio di contaminazione per i lavoratori addetti. - Occorre un materiale sostitutivo. - Produzione di rifiuti tossici. - Tempi di esecuzione lunghi.
INCAPSULAMENTO	- Riduce il rilascio di fibre. Non occorre un materiale sostitutivo. - Non si producono rifiuti tossici. - Costo minore rispetto alla rimozione. - Tempi di esecuzione inferiori.	- L'amianto rimane in sede e può risultare necessario rimuoverlo in futuro. - La rimozione dell'amianto incapsulato è più difficile. - Occorre attuare un piano di controllo e manutenzione. - Scarsa resistenza agli urti. - Le proprietà termiche e antincendio possono essere ridotte.
CONFINAMENTO	- Riduce il rilascio di fibre all'esterno della barriera di confinamento. - Non occorre un materiale sostitutivo. - Discreta resistenza agli urti. - Non si producono rifiuti tossici. - Costo contenuto (senza gli spostamenti degli impianti). - Tempo di esecuzione breve.	- L'amianto rimane in sede e può risultare necessario rimuoverlo in futuro. - Rilascio di fibre a secco durante l'intervento. - Rilascio di fibre continue all'interno del confinamento (se non si associa un trattamento incapsulante). - Occorre un programma di controllo e manutenzione.

4.6 Tecnica della Glove-Bag

Tra le tecniche di rimozione amianto più innovative c'è la *Glove-Bag*, impiegata soprattutto per realizzare un **confinamento statico in forma ridotta**, consentendo l'intervento su brevi tratti di superficie. Questo metodo per la bonifica dell'amianto friabile è utilizzato prevalentemente per rimuovere segmenti ridotti di coibentazione, generalmente su tubazioni con amianto e gesso, valvole, guarnizioni o giunzioni in genere.

La procedura prevede l'inserimento dei materiali pericolosi all'interno di uno specifico sacco, chiamato per l'appunto glove-bag, dove si va a creare una sorta di "cella" per la lavorazione del rifiuto volta a incapsulare le fibre di amianto prima del conferimento in discarica.

I Glove-Bag devono essere posizionati in modo da ricoprire interamente il tubo o la zona da bonificare e tutte le aperture devono essere adeguatamente sigillate con speciali nastri ad alto potere adesivo. La "cella" di polietilene è munita di guanti interni, attraverso i quali i lavoratori addetti possono effettuare la rimozione dell'amianto in totale sicurezza. Una volta preparati gli attrezzi funzionali all'operazione e posata la Glove-Bag sul segmento interessato, si va ad inserire all'interno l'aspiratore e il beccuccio della pompa incapsulante. La procedura di rimozione dell'amianto è quella solita: inibizione del materiale, pulizia delle superfici tramite spazzole, lavaggi e spruzzatura di incapsulanti. A fine lavoro la sacca è messa in depressione mediante l'aspiratore, viene pressata con nastro adesivo tenendo all'interno il materiale rimosso, e una volta svincolata, verrà avviata a smaltimento secondo le procedure per i rifiuti contenenti amianto.

Fig. 16: ***esempio di Glove-Bag su tubazione.***

Il vantaggio rappresentato da questa tecnica risiede nel fatto che le fibre di amianto rimangono in uno spazio circoscritto e che si interviene di volta in volta su tratti contenuti per cui, in caso di problematiche, il rischio di contaminazione dell'ambiente circostante è limitato. La Glove-Bag è utilizzabile, però, per tubazioni orizzontali e verticali con un diametro contenuto, non superiore a 70-100 *cm*, e con temperature inferiori di 60°*C*.

CAPITOLO 5: MATERIALI SOSTITUTIVI

5.1 I sostituti dell'amianto

Per circa un secolo l'amianto è stato utilizzato in diversi settori e svariati modi per le sue caratteristiche di resistenza. Purtroppo, però, con gli anni è stato sempre più evidente a tutti come sia altamente cancerogeno per la salute dell'uomo e inquinante per l'ambiente.

Il divieto di utilizzare tale minerale, avvenuto con la *L. n° 257 del 1992*, ha generato la necessità di ricercare materiali fibrosi sostitutivi da impiegare nei diversi settori industriali e edilizi con simili qualità tecnologiche, bassi costi e che non fossero soprattutto pericolosi.

Le alternative che sono state studiate negli anni sono svariate: una delle categorie di materiali che ha guadagnato notevole attenzione come alternativa all'amianto è rappresentata dalle fibre sintetiche. Fibre di vetro, poliestere, polipropilene e nylon sono alcuni esempi di materiali che, grazie alle loro proprietà meccaniche e termiche, hanno dimostrato di essere valide alternative in molteplici contesti. Le fibre di vetro, ad esempio, sono rinomate per la loro resistenza e durabilità, mentre le fibre sintetiche come il poliestere offrono una buona resistenza chimica e termica.

Un'altra classe di materiali sostitutivi all'amianto comprende i polimeri rinforzati con fibre. Composti come il fibrocemento, rinforzato con fibre di vetro o polimeri, hanno dimostrato di essere efficaci nella produzione di manufatti edilizi. Questi materiali, infatti, uniscono la resistenza strutturale delle fibre con la versatilità dei polimeri, fornendo un'alternativa sicura e durevole per applicazioni come lastre di copertura o pannelli murari.

I materiali ceramici rappresentano un'altra categoria di sostituti all'amianto, noti per la loro resistenza termica ed elevata durabilità. Fibre ceramiche, mattoni refrattari e composti ceramici sono ampiamente utilizzati in applicazioni ad alta temperatura come nell'industria siderurgica e chimica. Questi materiali sono vantaggiosi poiché mantengono le proprietà termiche desiderate senza rischi associati all'amianto.

La ricerca ha anche esplorato alternative naturali all'asbesto, come la fibra di cocco o la fibra di canapa. Tali materiali sono particolarmente interessanti nell'ambito delle applicazioni non strutturali, come isolanti termici e acustici. Anche in materia ambientale sono degli ottimi

materiali poiché risultano biodegradabili e sostenibili. Queste fibre naturali e vegetali hanno il vantaggio di provenire da fonti rinnovabili, con costi inferiori alle fibre polimeriche e con un impatto positivo sull'ambiente essendo riciclabili.

Nel settore delle costruzioni, i pannelli in fibra di legno o di cellulosa rappresentano soluzioni ecocompatibili che possono sostituire materiali contenenti amianto. Questi pannelli offrono prestazioni termiche e acustiche elevate, contribuendo a creare ambienti più sani e sostenibili.

Per le strutture residenziali viene usata, invece, la fibra di cellulosa. Composta da cotone, pasta di legno, lino o carta sminuzzata. Il tutto viene trattato chimicamente per ridurre l'umidità e aumentare la resistenza termica. È un prodotto buono anche per l'ambiente perchè si ottiene per l'85% da materiali riciclati. In questo modo si riducono anche i costi energetici, oltre che quelli di produzione del materiale stesso.

Un altro composto di fibre è la farina di legno che, se opportunamente miscelata con polimeri, resine termoindurenti e termoplastiche, danno vita a materiali innovativi, ecologici e riciclabili. Con questo composto si possono realizzare materiali sigillanti e isolanti, ma anche rivestimenti e materiali per l'arredo e il design.

La schiuma di poliuretano è utilizzata spesso nell'edilizia come isolante termico oppure nelle calzature o nell'industria automobilistica. Il materiale risulta morbido ed elastico, oltre ad avere un'estrema permeabilità all'aria e all'umidità. È impiegata nelle imbottiture in particolare di materassi e guanciali, così come nelle coperture, soprattutto in aree esposte a calore intenso.

È importante sottolineare che la scelta dei materiali sostitutivi dipende dalle esigenze specifiche dell'applicazione e dalla conformità alle normative ambientali e di sicurezza. L'integrazione di alternative all'amianto non solo riduce i rischi per la salute umana e salvaguardia ambientale, ma contribuisce anche a promuovere una transizione verso pratiche costruttive e industriali più sostenibili.

5.2 Il fibrocemento ecologico

L'alternativa all'amianto più utilizzata è certamente il fibrocemento ecologico. Questo materiale è dato dall'aggiunta di fibre, nella maggior parte dei casi polimeriche, al cemento per la produzione di diversi manufatti.

Tra le fibre polimeriche disponibili, le più usate nel processo produttivo del fibrocemento ecologico sono le **fibre in PVA**, polivinilalcool. Queste fibre sono monofilamentose e disponendosi in modo tridimensionale all'interno della matrice cementizia, influiscono sul controllo del ritiro, mentre agendo da armatura secondaria contro le fessurazioni da ritiro, conferiscono, rispetto alle fibre d'amianto, una maggior resistenza alla flessione e alle tensioni indotte dalle escursioni termiche a cui sono sottoposti i manufatti. Un'altra caratteristica importante delle fibre in PVA è la forte coesione con la matrice cementizia, che, in caso di rottura del manufatto, mantiene la fibra coesa al cemento senza essere dispersa nell'ambiente circostante.

Oltre alle fibre in PVA nella produzione del fibrocemento sono impiegate anche delle fibre naturali di origine vegetale. Queste hanno il vantaggio di provenire da fonti rinnovabili, con costi inferiori alle fibre polimeriche, di non avere un impatto negativo sull'ambiente e di essere riciclabili.

Le fibre sostitutive dell'amianto, come abbiamo visto, conferiscono maggiori resistenze ai manufatti e alle opere edili. Per differenziare queste opere da quelle prodotte con amianto, è stato coniato il fibrocemento ecologico. Il termine "ecologico" non fa rifermento soltanto all'assenza di asbesto, ma soprattutto a evidenziare produzioni con un basso impatto energetico e completamente riciclabili.

Rispetto alle lastre in eternit, le quali avevano una vita utile nominale di 20 anni, il fibrocemento ecologico ha una vita media utile dichiarata di 15 anni. Tale durata delle lastre in fibrocemento potrebbe essere superata se i manufatti non siano sottoposti a carichi gravosi o a condizioni di lavoro estremamente difficili.

I manufatti in fibrocemento ecologico ereditano molte proprietà delle fibre di amianto; infatti, sono resistenti alla flessione e agli urti, sono permeabili al vapore acqueo così da ridurre la formazione di condense e drenando l'umidità, resistono bene alle intemperie e

all'aggressione di piogge acide, ed hanno ovviamente hanno anche proprietà di fonoassorbenza e isolamento termico.

Il fibrocemento ecologico è utilizzato anche nella realizzazione di pavimenti industriali in calcestruzzo, così come nella realizzazione di intonaci in cemento fibrorinforzati. Le fibre sono aggiunte dai produttori nei premiscelati e riducono la formazione di cavillature durante la fase di asciugatura dell'intonaco, permettendo un miglior riempimento dei vuoti. Si utilizza principalmente per le lastre sostitutive eternit e per le lastre piane, ma anche per comignoli e canalette di scolo dell'acqua.

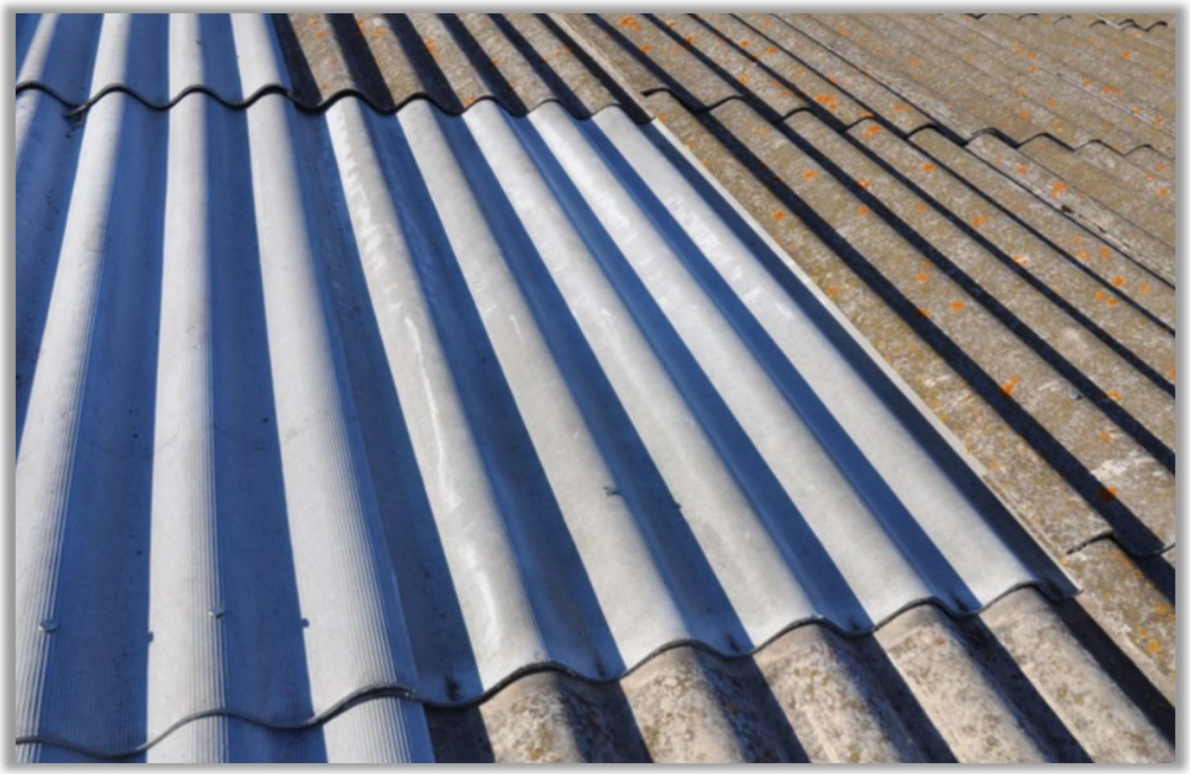


Fig. 17: ***differenza tra pannelli ondulati di copertura in fibrocemento ecologico*** *(a sinistra)* ***e cemento-amianto*** *(a destra)*

CONCLUSIONI

Affrontare l'argomento dell'amianto implica una riflessione approfondita sulla complessa gestione della sostanza potenzialmente pericolosa, la sua presenza nelle costruzioni, negli impianti industriali e in molteplici contesti ha richiamato l'attenzione sulla necessità di adottare approcci mirati e rigorosi per proteggere la salute umana e preservare l'ambiente. La vicenda dell'amianto, infatti, in Italia così come in molti altri paesi nel mondo, ha rappresentato nel secolo scorso, e rappresenta ancora oggi, una complessa problematica di salute pubblica con importanti implicazioni sia di carattere scientifico-sanitario che socio-economico.

La presenza diffusa dell'asbesto in molte strutture rappresenta una sfida molto significativa il che dà la necessità di identificare e mappare accuratamente le fonti di amianto, così da sviluppare piani di bonifica mirati ed efficaci. I censimenti e le mappature sistematiche sono, infatti, strumenti chiave per comprendere l'entità del problema, consentendo alle autorità e agli esperti di pianificare strategie di intervento su una base informata.

L'Italia, che fino agli anni '90 è stata tra i maggiori produttori mondiali di amianto, è stata al tempo stesso una tra le prime nazioni a bandire tale sostanza, mediante la *Legge n° 257 del 1992*, che ne stabilisce il divieto di estrazione, importazione, esportazione, commercializzazione e produzione. Il punto debole della legge, però, è che non impone l'obbligo di dismissione dell'amianto o dei materiali che lo contengono; infatti, sono ancora numerosi i siti contaminati da bonificare e, in particolare, la quantità di Rifiuti Contenenti Amianto da smaltire. Quella dell'avvio allo smaltimento in discarica è una fase particolarmente delicata e, per quanto siano numerose le norme tecniche di settore che riguardano la tutela dei lavoratori esposti ad amianto e in generale la gestione delle attività di bonifica dei siti inquinati da amianto, rimangono ancora numerose lacune in merito alla gestione dei flussi dei rifiuti contenenti asbesto. L'evoluzione della normativa sull'asbesto riflette una consapevolezza crescente dei rischi per la salute associati a questa sostanza: le leggi e i regolamenti si sono evoluti nel tempo per affrontare diverse sfaccettature della presenza dell'amianto, dalla sua gestione nei luoghi di lavoro alla bonifica di edifici e infrastrutture, come per esempio il Testo Unico sulla Sicurezza (*D. lgs. n° 81 del 2008*). La

normativa, infatti, mira non solo a proteggere i lavoratori esposti, ma anche a garantire la sicurezza durante le fasi di rimozione e smaltimento.

Il processo di bonifica dell'amianto, quindi, rappresenta un capitolo fondamentale in questa lotta contro la presenza stessa del minerale. La rimozione di materiali contenenti amianto richiede un approccio scientifico e specializzato, coinvolgendo diverse fasi che vanno dalla valutazione iniziale alla fase di smaltimento. La pianificazione accurata, la formazione specializzata degli operatori e l'uso di tecnologie avanzate sono essenziali per garantire che la rimozione avvenga in modo sicuro ed efficace. Questo processo contribuisce a mitigare i rischi di esposizione e a prevenire la dispersione di fibre di amianto nell'ambiente circostante.

Nonostante ciò, gli ultimi dati raccolti in tema amianto illustrano una situazione drammatica: soltanto in Italia muoiono ogni anno circa 3 mila persone a causa delle malattie asbesto correlate. Il dato fa comprendere la necessità di procedere alla bonifica e allo smaltimento dell'amianto, in modo da eliminare una fonte di preoccupazione per le popolazioni. Nonostante il bando del minerale decretato nel 1992, la bonifica e lo smaltimento dell'amianto continuano a procedere a rilento, soprattutto a causa del peso finanziario che comportano le operazioni. Un peso che, soprattutto in un periodo di crisi economica, spinge molte persone a posticipare la rimozione dei manufatti incriminati, a meno che non sia ormai un intervento obbligatorio ai sensi di legge. Questa constatazione fornisce una spiegazione logica alla presenza di oltre 30 mila siti contaminati lungo il territorio nazionale, destinati a riversare il loro carico di morte ancora per molti decenni.

È facile parlare di bonifica e smaltimento amianto, un po' meno è mettere in atto questi interventi. Le operazioni tese a rimuovere l'asbesto costano e molti privati non possono affrontare le spese a mente leggera. Proprio per questo sarebbe necessario il sostegno dello stato, sotto forma di incentivi diretti o indiretti. Va inoltre messo in rilievo come alcuni enti locali abbiano dal canto loro provveduto a mettere in cantiere misure di sostegno per la bonifica e lo smaltimento dell'amianto, soprattutto in quelle realtà maggiormente colpite ad esempio dalla presenza di fabbriche dove il materiale è stato a lungo trattato.

La questione dei costi legati alla bonifica e allo smaltimento dell'amianto è anche una diretta conseguenza della necessità dettata dalla legge che impone proprio il ricorso a personale in

grado di portare avanti le operazioni senza mettere in pericolo sé stesso e gli altri. Va ricordato che il trattamento dell'asbesto si rende necessario solo quando lo stesso si presenta ormai deteriorato, mentre quando si registra una sua presenza non inquinante diventa obbligatorio soltanto il monitoraggio ambientale.

Oltre al tema economico per la bonifica dell'amianto, in Italia c'è anche la problematica legata allo smaltimento, determinata dall'assenza di discariche apposite per il contenimento dei rifiuti contenenti amianto. L'assenza di queste in alcune regioni italiane, come l'Emilia-Romagna o l'Umbria, non sta di certo a significare che in esse non è presente amianto o che il problema dell'amianto non esiste per nulla. Al contrario, il problema esiste e in alcuni casi è molto più grave che in altre regioni dove sono presenti discariche controllate. Il motivo dell'assenza di centri per il recupero dell'amianto, ma anche della lentezza delle bonifiche, va ricercato in diverse cause, come ad esempio nelle discariche abusive, o in alcuni casi semplicemente si continua a sfruttare questo materiale ignorando i danni che può procurare. In poche parole, l'amianto che non viene smaltito in Italia viene trasportato in Paesi esteri come la Germania, dove viene trattato e smaltito correttamente. Ciò comporta un ovvio aumento dei costi ma anche di pericoli per il rilascio di fibre dovuto al trasporto attraverso il territorio.

Inoltre, è fondamentale considerare l'aspetto della sensibilizzazione e dell'educazione pubblica. Informare la popolazione sui rischi dell'amianto, sulle normative vigenti e sulle pratiche di gestione sicura, ciò è cruciale per prevenire l'esposizione involontaria e promuovere un atteggiamento consapevole verso questa problematica.

In conclusione, l'affrontare la questione dell'amianto richiede un impegno a lungo termine, basato sulla collaborazione tra governi, industrie e società civile. Solo attraverso un approccio olistico e la combinazione di normative solide, pratiche di bonifica avanzate e consapevolezza pubblica, possiamo sperare di mitigare i rischi dell'amianto e costruire un ambiente più sicuro e sostenibile per le generazioni future.

BIBLIOGRAFIA

Rischio di Mesotelioma e Tumore Polmonare. Autori: Francesco Barone-Ades, Dario Mirabelli, Corrado Magnani

Conoscere il Rischio, Area Tematica Amianto. Allegati: Atlante dei Materiali Contenenti Amianto, Classificazione e Uso delle Fibre, Fibre Artificiali Vetrose. Rapporto INAIL, ultimo aggiornamento 22 marzo 2022

La Storia Comparata dell'Uso e delle Conseguenze dell'Amianto, Enrico Bullian, del 2008

Registro Nazionale dei Mesoteliomi, Marinaccio A, Binazzi A, Bonafedi M Secondo Rapporto Inail, Roma 2015

Legge n° 257 del 1992

D.lgs. 9 aprile 2008 n° 81

La Normativa in Materia d'Amianto, a cura della Dott.ssa Gilda Zennaro

Mappatura delle Discariche che accettano in Italia i Rifiuti Contenenti Amianto e loro Capacità di Smaltimento Passate, Presenti e Future. Pubblicazione INAIL, autori: Federica Paglietti, Beatrice Contestabile della Staffa, Sergio Bellagamba. Edizione del 2013

Bonifica da Amianto: Iter Procedurale e Figure Professionali Coinvolte. Pubblicazione INAIL, autori: Federica Paglietti, Sergio Malinconico, Beatrice Conestabile della Staffa, Sergio Bellagamba, Paolo De Simone. Edizione del 2020

Il Libro Bianco delle Morti di Amianto in Italia, Ezio Bonanni, edizione 2022

Amianto e Bonifica, Azienda Sanitaria Locale della Provincia di Mantova, progetto INAIL 21 novembre 2023

APAT. Metodologie, tecniche e procedure per il supporto degli interventi di valorizzazione dei siti inquinati. Roma, 2004

Di Maso F., Amianto. Il più grande cancerogeno del'900, Gangemi, 2011

Divertito S., Amianto. Storia di un serial killer, Edizioni ambiente – Collana Verdenero, Inchieste 2009

SITOGRAFIA

https://www.spagliarisi.it/amianto/

https://www.ecovers.it/cose-lamianto/

https://www.lavoraresicuro.net/inquinamento-edile-come-possiamo-prevenire.php

https://www.assoamianto.it/

https://www.geopop.it/la-storia-di-eternit-a-casale-monferrato-dallinvenzione-del-cemento-amianto-al-disastro-ambientale/

https://www.salute.gov.it/imgs/C_17_opuscoliPoster_283_ulteriorialleg ati_ulteriorealleg ato_9_alleg.pdf

https://home.asdaa.it/prevenzione/amianto-per-saperne-di-piu.asp

https://www.msdmanuals.com/it-it/casa/disturbi-polmonari-e-delle-vie-respiratorie/pneumopatie-ambientali/asbestosi

https://www.humanitas.it/malattie/mesoteliomi/

https://www.infobuildenergia.it/approfondimenti/amianto-asbesto-storia-proprieta-diffusione/#Storia-e-impieghi-dell-amianto

https://www.gruppoasap.com/amianto-i-25-usi-piu-assurdi-il-20-e-impressionante/

https://onaresponsabilitamedica.it/amianto-asbesto-assistenza-tutela/eternit/

https://www.ediltecnico.it/54047/smaltimento-amianto-materiali-e-parti-degli-edifici-che-lo-contengono/

https://www.arpa.vda.it/it/amianto/le-coperture-di-cemento-amianto#:~:text=Il%20tenore%20di%20amianto%20nell,state%20prodotte%20anche%20di%20colorate.

https://www.osservatorioamianto.it/amianto-legislazione/#Amianto_legislazione_per_garantire_la_sicurezza_sul_lavoro

https://temi.camera.it/leg18/post/OCD15_14621/la-normativa-materia-amianto.html

https://www.studioessepi.it/magazine/sicurezza-sul-lavoro/valutazione-rischio-amianto-e-obblighi-datore-di-lavoro#:~:text=L'articolo%20249%20del%20D,dai%20materiali%20che%20lo%20contengono.

https://www.tetto360.it/coperture-per-tetti/smaltimento-amianto-eternit/

https://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/rifiuti/rifiuti-speciali/particolari-categorie-di-rifiuto/rifiuti-contenenti-amianto#:~:text=I%20rifiuti%20di%20amianto%20o,rifiuti%20individuati%20dal%20codice%20CER

https://www.civercoperture.it/smaltimento-amianto-ma-cosa-accade-dopo/

https://www.colomboimmobiliare.it/amianto/bonifica-amianto/#:~:text=Cosa%20significa%20fare%20una%20bonifica,o%20ingerire%20le%20fibre%20killer.

https://www.infobuildenergia.it/approfondimenti/metodi-bonifica-amianto-asbesto/

https://www.caparreghini.it/wp-content/uploads/2017/09/05_INCAPSULAMENTO-DELLAMIANTO.pdf

https://www.venber.it/incapsulanti-per-amianto/

https://ecometalsrl.com/glove-bag/#:~:text=La%20procedura%20di%20rimozione%20dell,modo%20da%20togliere%20ogni%20residuo.

https://www.greenplanner.it/2021/05/22/come-rimuovere-amianto/

https://www.spagliarisi.it/fibrocemento-unalternativa-allamianto/

https://onanotiziarioamianto.it/materiali-sostitutivi-amianto/

https://medium.com/@rimozioneamianto.eu/bonifica-e-smaltimento-amianto-come-risolvere-la-questione-fb32fef79d3a