

Geologia dell'Ambiente

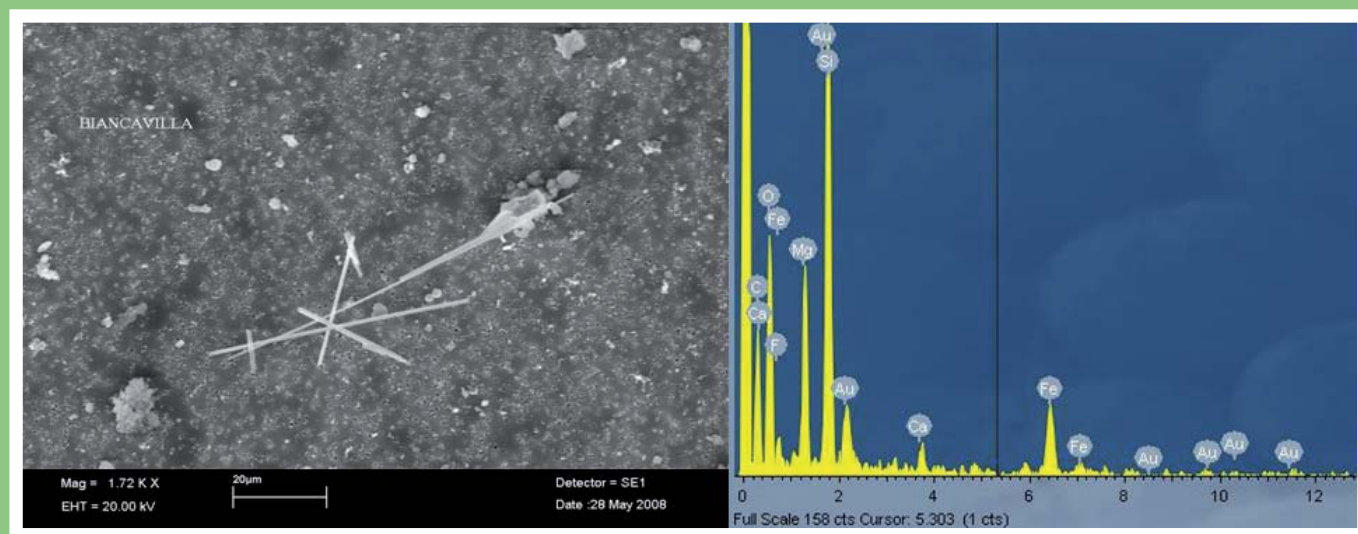
Periodico trimestrale della SIGEA
Società Italiana di Geologia Ambientale



Supplemento al n. 4/2017

ISSN 1591-5352

Rischio amianto in Italia: da minerale pregiato a minaccia per la salute e per l'ambiente



A cura di DANIELE BALDI

Responsabile scientifico MARCO GIANGRASSO



• **Gestione rifiuti speciali**

• **Bonifiche e demolizioni**

• **Consulenza ed ingegneria**

Attiva da oltre venti anni, INTERECO SERVIZI S.r.l. è oggi un operatore leader a livello nazionale nei servizi ambientali e rappresenta un partner globale per le Imprese e per gli Enti Pubblici.

Scegliere la nostra organizzazione vuol dire:

- **Competitività di prezzo**, grazie all'annullamento della catena di subfornitura;
- **Certezza nei tempi di intervento**, grazie alle capacità operative dirette, che vanno dall'intervento in campo, ai trasporti, allo smaltimento finale;
- Ottimale gestione dei temi della **sicurezza sul lavoro** e della **tutela ambientale**, grazie alla scelta di un unico fornitore specializzato.

BONIFICA AMIANTO COMPATTO

INTERECO SERVIZI realizza interventi di bonifica dei manufatti contenenti amianto in matrice compatta, tipicamente coperture industriali e civili, canne fumarie, serbatoi e tubazioni.

La bonifica, su richiesta del Cliente, può essere accompagnata dai necessari rifacimenti.

BONIFICA AMIANTO FRIABILE

Anche in questo ambito molto specializzato, INTERECO SERVIZI ha accumulato esperienze uniche sia per dimensioni (ad esempio interventi su interi complessi immobiliari), che per complessità operative (ad esempio interventi in locali sotterranei o in ambienti angusti come quelli di una nave).

Vai su www.progettobonificaamianto.it e visualizza alcuni dei nostri lavori di bonifica amianto più importanti.

INTERECO SERVIZI SRL

Via Trieste, 12 - 00071 Pomezia (RM)

e-mail info@interecoservizi.it

tel. 06/94443880 - fax 0774/374112

www.interecoservizi.it

Geologia dell'Ambiente

Periodico trimestrale della SIGEA
Società Italiana di Geologia Ambientale

Associazione di protezione ambientale a carattere nazionale riconosciuta dal Ministero dell'ambiente, della tutela del territorio e del mare, con D.M. 24 maggio 2007, G.U. n. 127 del 4.6.2007

Supplemento al n. 4/2017
Anno XXV - ottobre-dicembre 2017

Iscritto al Registro Nazionale della Stampa n. 06352
Autorizzazione del Tribunale di Roma n. 229
del 31 maggio 1994

Comitato scientifico

Mario Bentivenga, Aldino Bondesan,
Giancarlo Bortolami, Giovanni Bruno,
Giuseppe Gisotti, Giancarlo Guado,
Giacchino Lena, Giacomo Prosser,
Giuseppe Spilotro

Consiglio Direttivo nazionale 2016-2019

Daniilo Belli, Lorenzo Cadrobbi, Franco D'Anastasio
(*Segretario*), Daria Duranti (*Vicepresidente*),
Antonello Fiore (*Presidente*), Sara Frumento,
Fabio Garbin, Enrico Gennari, Giuseppe Gisotti
(*Presidente onorario*), Giacchino Lena
(*Vicepresidente*), Luciano Masciocco, Michele
Orifici, Vincent Ottaviani (*Tesoriere*), Angelo Sanzò,
Livia Soliani

Comitato di redazione

Fatima Alagna, Federico Boccalaro,
Giorgio Cardinali, Francesco Cancellieri,
Valeria De Gennaro, Fabio Garbin, Giacchino Lena,
Maurizio Scardella, Andrea Vitturi

Direttore responsabile

Giuseppe Gisotti

Procedura per l'accettazione degli articoli

I lavori sottomessi alla rivista dell'Associazione, dopo che sia stata verificata la loro pertinenza con i temi di interesse della Rivista, saranno sottoposti ad un giudizio di uno o più Referees.

Redazione

SIGEA: tel./fax 06 5943344
Casella Postale 2449 U.P. Roma 158
info@sigeaweb.it
www.sigeaweb.it

Progetto grafico e impaginazione

Fralerighe
tel. 0774 554497
info@fralerighe.it
www.fralerighe.it

Pubblicità

SIGEA

Stampa

Tipolitografia Acropoli, Alatri - FR

La quota di iscrizione alla SIGEA per il 2017 è di € 30 e da diritto a ricevere la rivista "Geologia dell'Ambiente". Per ulteriori informazioni consulta il sito web all'indirizzo <http://www.sigeaweb.it>

Sommario

Presentazione del volume	3
Premessa ANTONIO DECARO	3
La problematica amianto: aggiornamenti, considerazioni e proposte operative MARCO GIANGRASSO	4
Dalla legge 257/1992 al disegno di legge per il riordino della normativa in materia di amianto in un testo unico (29/11/2016) FULVIO AURORA	9
Amianti (asbesti): caratteristiche mineralogiche e tecniche di indagine ELENA BELLUSO	12
Epidemiologia del mesotelioma DOMENICA CAVONE, LUIGI VIMERCATI	19
I rifiuti contenenti amianto: da problema a risorsa ANTONIO PAGLIONICO	29
La gestione del "problema amianto" e il Piano Regionale Amianto della Puglia VITO FELICE URICCHIO	34
Il contributo della ricerca nella mappatura dell'amianto: le coperture in cemento-amianto, l'amianto a bordo delle navi LORENZA FIUMI, DARIO GALLO, CARLO MEONI	39
Il ruolo del responsabile del rischio amianto nella gestione dei patrimoni edilizi: compiti, competenze e responsabilità nella gestione dei MCA ALESSIO IACOBINI	46

In copertina: Analisi al SEM e EDS di fibre di Fluoro-edenite di Biancavilla (INAIL-DIT, 2016)

Lo smaltimento innovativo dell'amianto. Stato dell'arte degli impianti di inertizzazione SERGIO CLARELLI	49
Amianto nelle acque: inquadramento normativo e proposte operative GIANLUCA PIRANI	53
Procedure tecnico-operative di sicurezza per lavori di scavo e movimentazione terre nel Sito da bonificare di Interesse Nazionale di Biancavilla Etna FEDERICA PAGLIETTI, BEATRICE CONESTABILE DELLA STAFFA, SERGIO MALINCONICO, SERGIO BELLAGAMBA, PAOLO DE SIMONE, GIUSEPPE GLORIOSO, PLACIDO MANCARI	63
Il progetto definitivo degli interventi di messa in sicurezza permanente presso il sito contaminato da amianto ex Fibronit di Bari VINCENZO CAMPANARO, MAURIZIO BERETTA	73
La progettazione e la direzione lavori della bonifica da amianto del sito industriale ex Fibronit di Broni MAURIZIO BERETTA	79
Il sito della ex Eternit all'interno del SIN di Bagnoli-Coroglio: un caso di studio EDOARDO ROBORTELLA STACUL, DANIELE BENOTTI	86

Presentazione del volume

Il volume vuole affrontare in una chiave integrata e attuale i vari aspetti tecnico-normativi associati all'uso e al riciclo dei materiali contenenti amianto in Italia ed i relativi rischi ambientali e sanitari. Dall'inquadramento generale sul piano normativo e sanitario, alla gestione, riutilizzo e smaltimento dei rifiuti MCA, alle tecniche avanzate per la mappatura fino ai grandi interventi di bonifica nei Siti di Interesse Nazionale da quello che un tempo era considerato un minerale pregiato dalle caratteristiche utili al benessere della civiltà.

Per il volume si sono voluti coinvolgere gli enti di ricerca, le istituzioni e i consulenti maggiormente impegnati nella materia in oggetto:

- ASSOAMIANTO
- Associazione Italiana Esposti Amianto
- CNR - INSEAN
- Comune di Bari
- Earthwork Professionisti Associati
- INAIL
- Invitalia Spa
- ISPRA
- ST&A Srl

- Università degli Studi di Bari Aldo Moro, UOC Medicina del Lavoro Universitaria
- Università degli Studi di Torino

Curatore del volume

DANIELE BALDI

E-mail: bsi@sigeweb.it

Responsabile scientifico

MARCO GIAGRASSO

E-mail: marco.giagrasso@isprambiente.it

Premessa

Il problema dell'amianto è molto complesso perché riguarda aspetti sanitari, ambientali, economici e previdenziali. La complessità deriva anche dal fatto che in Italia l'amianto è stato considerato per circa 60 anni, almeno fino agli anni '90, un materiale nobilissimo e innocuo, e quindi utilizzato nei settori dell'industria, dell'edilizia e civile in maniera molto diffusa. Il primo impiego del cemento amianto nel nostro Paese si è avuto all'indomani del disastroso terremoto di Reggio e Messina del 1908. Il materiale, allora innovativo, fu molto utilizzato per le ricostruzioni degli immobili distrutti.

Le situazioni di rischio per la salute, che richiedono interventi di bonifica e di gestione del rischio, interessano molti centri abitati e aree industriali dismesse e ancora oggi, se mal gestite, possono risultare pericolose a causa della potenziale esposizione della popolazione alle fibre di amianto.

Ai ben noti rischi derivanti dall'inalazione delle fibre di amianto si aggiungono quelli legati all'ingestione involontaria dovuta, ad esempio, al rilascio delle fibre stesse dalle tubature degli acquedotti o alla contaminazione indiretta di pesci o vegetali. E nonostante siano passati oltre vent'anni dall'entrata in vigore della Legge n. 257, del 27 marzo 1992, che ha previsto la cessazione dell'impiego dell'amianto, su tutto il territorio nazionale sono ancora presenti ingenti quantità di manufatti contenenti amianto.

Fino agli anni '90 l'Italia è stata, infatti, tra i maggiori produttori mondiali di amianto. Dal dopoguerra sono state prodotte circa 3.800.000 tonnellate e importate circa 1.900.000 tonnellate di amianto grezzo (fonte, INAIL "Rifiuti contenenti amianto" ed. 2013). Beni e manufatti che, di conseguenza, si sono trasformati e si stanno trasformando in rifiuti. Per avere un'idea dei volumi in questione, i rifiuti contenenti amianto prodotti in Italia, solo

nel 2015, ammontano a 369mila tonnellate, delle quali circa il 93,9% è rappresentata dai rifiuti da materiali da costruzione contenenti amianto (fonte, Ispra "Rapporto rifiuti speciali" ed. 2017).

Il 21 marzo 2013 il Governo italiano ha approvato il Piano Nazionale Amianto, elaborato dai Ministeri della Salute, dell'Ambiente e del Lavoro. Il Piano stabilisce che, ai fini della messa in opera di idonei interventi di bonifica e di gestione del rischio, è indispensabile progettare e attuare specifici interventi da parte dei privati e degli enti pubblici. Nel Piano si dà atto che la Legge n. 93, del 23 marzo 2001, recante "Disposizioni in campo ambientale", ha disciplinato il finanziamento per la mappatura della presenza di amianto al fine di superare gli scarsi risultati ottenuti con i censimenti regionali previsti dall'art. 10 della citata Legge 257/92. Infatti, le informazioni fornite dalle Regioni non risultano omogenee e sono in larga misura carenti di dati sulle industrie, sulle scuole e sugli ospedali. Inoltre, la partecipazione della popolazione spesso non ha corrisposto alle attese e alle richieste di informazioni da parte dell'ente pubblico.

Per queste ragioni è necessario continuare a promuovere iniziative di studio e ricerca di nuovi metodi che, nel rispetto dei vincoli di equilibrio tra costi e benefici, consentano di restituire una fotografia veritiera della situazione attuale, favorendo interventi più mirati ed efficaci in relazione all'effettiva valutazione delle criticità.

Tali azioni e gli obiettivi per giungere, nel breve e medio termine, all'eliminazione delle situazioni più ad alto rischio, potranno quindi essere individuati sulla base dell'esperienza operativa, acquisita dal sistema dei Comuni e delle ARPA/ASL coordinato dal MATTM, e delle risorse finanziarie stanziare.

Guardiamo con particolare attenzione alla ricerca degli ultimi anni che ha portato

alla messa a punto di una serie di brevetti italiani ed europei testati anche a livello semi-industriale che, nell'ambito dell'economia circolare, permetterebbero di trasformare i rifiuti contenenti amianto (RCA) in risorsa, utilizzando fondi UE.

Da sindaco di Bari, la città che da oltre dieci anni è impegnata nella bonifica dell'area che ospitava la Fibronit, la fabbrica di manufatti in cemento amianto costata la vita a più di quattrocento baresi, tra operai e residenti della zona, e da presidente ANCI, conosco la gravità del fenomeno e la difficoltà di attuare quel risanamento che solo può aiutarci a scrivere la parola fine sulla storia, le innumerevoli storie di emergenza ambientale legate all'amianto che hanno segnato il nostro Paese.

Per poterlo fare è fondamentale mantenere alta l'attenzione, promuovere maggiore conoscenza e consapevolezza e offrire agli amministratori e ai tecnici tutto il supporto possibile affinché la lotta contro l'inquinamento da amianto sia condotta in maniera efficace e capillare sull'intero territorio nazionale, a tutela della salute e del benessere di tutti i cittadini.

Pertanto, ringrazio la Società Italiana di Geologia Ambientale per questa pubblicazione gratuita, che ha il merito di coinvolgere specialisti delle varie materie afferenti ai rischi legati all'uso dell'amianto e alle operazioni di bonifica e risanamento degli spazi urbani e delle aree industriali dismesse. Questa attività di divulgazione e sensibilizzazione, cui si accompagneranno una serie di eventi in diverse città d'Italia, testimonia il grande patrimonio di conoscenze e competenze su cui i sindaci e gli amministratori pubblici possono contare.

Antonio Decaro
Presidente ANCI

La problematica amianto: aggiornamenti, considerazioni e proposte operative

MARCO GIAGRASSO
ISPRA
E-mail: marco.giagrasso@isprambiente.it

Asbestos problems: upgrades, considerations and operational proposals

Parole chiave (*key words*): amianto (*asbestos*), regolamento (*regulation*), smaltimento dei rifiuti (*waste disposal*), bonifica (*remediation*)

1. FATTI SALIENTI DEL RECENTE PASSATO

Il Ministero della Salute promosse la pubblicazione, nel giugno 2012, del Quaderno del Ministero della Salute n. 15 "Stato dell'arte e prospettive in materia di contrasto alle patologie asbesto-correlate", al fine di delineare lo stato delle conoscenze e formulare proposte di intervento in merito alle tematiche sanitarie, ambientali e previdenziali nonché legislative.

Successivamente lo stesso Ministero della Salute promosse a Venezia, nel novembre 2012, la Conferenza Governativa sulla tematica amianto che permise di focalizzare le tematiche sopra riportate e acquisire indicazioni da tutte le parti sociali coinvolte. In tale conferenza fu decisa la redazione del Piano Nazionale Amianto (PNA) da parte dei Ministeri della Salute, dell'Ambiente e del Lavoro, poi redatto e "adottato" il 21 marzo 2013 dal Governo Monti.

Il Piano fu poi sottoposto alla Conferenza Unificata nella seduta del 10 aprile 2013.

In tale sede il Piano Nazionale Amianto si è arenato sostanzialmente per le osservazioni di carattere finanziario avanzate dal MEF.

A livello comunitario, nello stesso periodo, si evidenzia la *Risoluzione del Parlamento Europeo del 14 marzo 2013* sulle "Minacce per la salute sul luogo di lavoro legate all'amianto e le prospettive di eliminazione di tutto l'amianto esistente". In tale Risoluzione il Parlamento Europeo, tra l'altro, "invita gli Stati membri a portare avanti la progressiva eliminazione dell'amianto nel minor tempo possibile, "invita la Commissione a includere una strategia coordinata in materia di amianto nella prossima strategia dell'UE 2014-2020 per la salute e la sicurezza..." e formula altresì una nutrita serie di raccomandazioni in materia sanitaria, ambientale e previdenziale, tra cui maggiori indagini *sull'amianto eventualmente ingerito tramite acqua potabile*.

Sotto tale profilo va ricordato che lo IARC, in una recente pubblicazione apparsa sui media all'inizio del 2015, ha affermato che l'amianto ingerito risulterebbe cancerogeno evidenziando la problematica, ancora non chiara, delle *tubazioni* in cemento amianto convoglianti acqua potabile e non. Nessuno

sa con esattezza quante migliaia di Km di tubazioni in amianto sono presenti sul territorio nazionale... ma risultano decine di migliaia di km.

È bene segnalare, inoltre, che recenti notizie sui media hanno fatto emergere come negli ultimi anni l'India avrebbe esportato asbesto in Italia. Le importazioni sarebbero state confermate dall'Agenzia delle Dogane e risulterebbero riportate da un documento ufficiale del governo indiano, lo "Indian Minerals Yearbook" del 2012, dove si riportano i dati relativi al biennio 2011/12. L'agenzia delle Dogane avrebbe riferito che le importazioni sono proseguite anche nel 2014. Il condizionale è d'obbligo e accertamenti risulterebbero in corso.

Recentemente (vedasi il progetto di legge 1645 (amianto e lavoro) di Casson *et al.*), sono stati presentati una serie di Ddl finalizzati principalmente al riconoscimento agli esposti degli indennizzi previsti dall'ordinamento.

Da ultimo, con il Disegno di legge n.2602 i senatori Fabbri e al. in data 29 novembre 2016 hanno presentato il cd. T.U. in materia di amianto recante "Disposizioni per il riordino della normativa in materia di amianto". Su tale aspetto si commenterà nel seguito.

La lettura coordinata della documentazione citata fa emergere una sostanziale unità di intenti, strategia ed obiettivi tra quelli individuati in sede nazionale, e in particolare nel PNA, e quelli delineati in sede UE, confermando la *assoluta centralità del tema e l'impellenza di agire* con particolare riferimento alle attività di messa in sicurezza e successiva bonifica a partire dalle situazioni di interesse pubblico.

2. SINTESI DEI PRINCIPALI DATI DISPONIBILI QUANTITÀ

Le vecchie stime (CNR e simili) non si ritengono più attendibili in quanto risalenti a oltre un decennio fa. In realtà nessuno sa quanto amianto è presente sul territorio nazionale.

L'ISPRA calcola che nel 2009 si sono smaltite regolarmente circa 380.000 tonnellate di cui solo 60.000 in Italia e il resto in Germania.

Le motivazioni sono intuibili e dipendono dal sistema dei prezzi non esistendo un prezzario ufficiale di smaltimento – magari calmierato – e dalla carenza dei sistemi di smaltimento definitivo.

Non si conta il cemento amianto smaltito ai bordi delle strade e in altre maniere abusive.

Probabilmente l'amianto con cui avremo a che fare non è significativamente diminuito, nonostante le bonifiche eseguite, in quanto ci sono "new entry" che ora vanno computate: Migliaia e migliaia di km di tubazioni in m.c.a. nonchè l'amianto importato...

SITI DA BONIFICARE DI INTERESSE NAZIONALE

Il Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) è attualmente impegnato, quale amministrazione procedente, sulle attività di messa in sicurezza di emergenza, caratterizzazione e bonifica relativamente ai c.d. "siti da bonificare di interesse nazionale" (SIN).

In particolare, con la Legge 426/98 "Nuovi interventi in campo ambientale", con il D.M. n. 468/01, Regolamento recante "Programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale" e loro successive integrazioni, sono stati individuati numerosi siti da bonificare di interesse nazionale in cui, tra l'altro, è presente amianto sia come fonte di contaminazione principale che come fonte secondaria.

La normativa ha permesso di assicurare una prima copertura finanziaria, per alcune decine di milioni di euro, agli interventi di messa in sicurezza d'emergenza, caratterizzazione e bonifica necessari per le situazioni di inquinamento ritenute più pericolose ed acute tra cui Broni – Fibronit (MI), Casale Monferrato – Eternit, Balangero – Cava Monte S. Vittore (TO), Bari – Fibronit, Biancavilla – Cave Monte Calvario (CT), Emarese – Cave di Pietra (AO).

Successivamente l'art. 36 bis "Razionalizzazione dei criteri di individuazione dei siti di interesse nazionale", comma 1, della Legge 7/8/2012 n. 134 "Misure urgenti per la crescita del Paese", ha integrato i principi ed i criteri direttivi per l'individuazione dei siti di

bonifica di interesse nazionale fissati dall'art. 252, comma 2, del Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152. Norme in materia ambientale ed ha stabilito che, con decreto del MATTM, devono essere individuati i siti contaminati attualmente classificati di interesse nazionale che non soddisfano tutti i requisiti di cui al citato art. 252, così come modificato dall'art. 36bis...". Tenendo conto che il comma 2 bis del citato art. 36 bis prevedeva che "Sono in ogni caso individuati quali siti di interesse nazionale, ai fini della bonifica, i siti interessati da attività produttive ed estrattive di amianto", sulla G.U. n.60 del 12.03.2013 è stato pubblicato il Decreto del MATTM del 11.01.2013 recante "Approvazione dell'elenco dei siti che non soddisfano i requisiti di cui ai commi 2 e 2 – bis dell'art. 252 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e che non sono più ricompresi tra i siti di bonifica di interesse nazionale", mantenendo tra i SIN quelli sopra menzionati.

La situazione dei finanziamenti assegnati a tali bonifiche risente pesantemente del quadro attuale della finanza pubblica.

MAPPATURA DELL'AMIANTO SUL TERRITORIO NAZIONALE

Attraverso la Legge 93/2001 ed il relativo D.M. 101/2003, è stata posta in capo al MATTM (lo scrivente è stato responsabile dell'implementazione di tale fattispecie) la realizzazione, di concerto con le Regioni, della *Mappatura completa della presenza di amianto sul territorio nazionale*.

Le modalità di esecuzione di detta mappatura sono state concordate e definite a livello nazionale con le stesse regioni, coadiuvate da INAIL, che hanno creato un apposito Gruppo Interregionale Sanità ed Ambiente.

Attualmente risulterebbero censiti (vedi sito Ministero dell'Ambiente) oltre 50.000 siti contaminati da amianto.

Sin dall'anno 2012 da tale mappatura era però già emersa la presenza di numerose situazioni di interesse pubblico quali presenza di amianto in scuole, ospedali e case di cura, caserme, biblioteche e, in generale, uffici aperti al pubblico.

Era stato quindi possibile individuare circa 380 casi di siti in classe di priorità 1 e cioè a maggior rischio. Ci sono poi circa 6000 casi di priorità 2 e così via fino a priorità decrescenti.

Nella Tab. 1 sono riportati, tra i circa 380 siti prioritari finora individuati, quelli che risultavano presenti.

SITI DI SMALTIMENTO

È nota la drammatica carenza di siti di smaltimento. INAIL ha verificato che al giugno 2012 risultano attive sul territorio nazionale 22 impianti di smaltimento (solo uno per rifiuti pericolosi) per una capacità totale teorica di circa 3.4 milioni di mc. Il 74% circa di tale volumetria è però concentrata in Toscana, Lombardia e Liguria. Solo poco più del 50% della volumetria totale è destinata al codice 17.06.05 (materiali da costruzione contenenti amianto).

Risultano in fase di autorizzazione, con esiti incerti, solo circa altri 1.9 milioni di mc.

Non può sfuggire la necessità impellente di disporre di ulteriori siti di smaltimento diffusi sul territorio nazionale. Nella fase attuale le discariche per amianto sono necessarie e utili alla stregua, ad esempio, degli impianti fognari, degli impianti di depurazione e degli impianti di illuminazione.

Tutto ciò in attesa che possano trovare applicazione i "Trattamenti che modificano completamente la struttura cristallo-chimica dell'amianto" e che quindi ne annullano la pericolosità, di cui al D.M. 29 luglio 2004, n.248. Allo stato non esistono sul territorio nazionale impianti operativi di tale tipologia. (vedi allegati per ulteriori informazioni).

3. PRIME CONCLUSIONI E PRIME PROPOSTE OPERATIVE

Alla luce di quanto sopra esposto risulta pressoché unanime giudizio su quanto segue:

1. Vorrei citare il Commissario Vasco Errani in una dichiarazione del 24 febbraio u.s. sui tempi della ricostruzione dopo il sisma: "...Non possiamo aspettare di avere il fabbisogno complessivo per gli insediamenti abitativi, dobbiamo realizzarlo a mano a mano che lo determiniamo".

È così anche per noi. Non è percorribile la via di attendere la conclusione delle attività di mappatura su tutto il territorio nazionale e quindi stimare le risorse finanziarie globalmente necessarie per attivare le iniziative di bonifica sul territorio. Appare quindi incongruo leggere sul sito del Ministero Ambiente quanto segue: "...Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio

e del Mare, pertanto, sta verificando e aggiornando i dati contenuti nella Banca Dati Amianto al fine di garantire la congruenza dei dati censiti con le informazioni ad oggi disponibili, quali quelle derivanti da rilevazioni aereofotogrammetriche effettuate per l'identificazione delle coperture in cemento amianto in alcune regioni. All'esito della verifica dei dati, sarà possibile identificare i siti a maggiore rischio e assicurare una programmazione dei necessari interventi...", quando, tra l'altro, a ben oltre un decennio dall'avvio delle attività, regioni come la Calabria e la Sicilia hanno appena fornito i primi scarni dati iniziali!

Centinaia di siti a rischio altissimo per presenza di amianto friabile li conosciamo già!! Sappiamo bene come bonificare! Intanto... partiamo!

Pertanto non è più rinviabile l'avvio, ancorché graduale, delle attività concrete di messa in sicurezza e/o bonifica a partire dalle situazioni a maggior rischio tra quelle già individuate e, segnatamente, quelle di interesse pubblico (scuole di ogni ordine e grado, ospedali, case di cura, collegi, case di riposo, istituti di ricerca, Uffici della P.A., impianti sportivi e biblioteche);

2. Vanno realizzati nuovi siti di smaltimento anche se è chiaro che le discariche non rappresentano la soluzione a regime. Risorse vanno previste per finalizzare la ricerca applicata, ormai in fase avanzata, di metodi di smaltimento sicuri (inertizzazione) che consentano il riutilizzo del materiale reso assolutamente inerte.
3. Tutte le attività di bonifica – non solo da amianto – possono costituire un volano certo per il rilancio del sistema produttivo delle Imprese. In tale ambito è bene ricordare che le imprese italiane del settore costituiscono una eccellenza mondiale, con particolare riferimento alle tecnologie di bonifica.
4. Il reperimento delle risorse finanziarie può essere coadiuvato da interventi di defiscalizzazione delle attività di bonifica oltretutto adottando, ad esempio, il sistema incentivante per la sostituzione delle coperture con pannelli fotovoltaici che ha già dato ottimi risultati in quelle regioni che lo hanno praticato. Non sarebbe inoltre scandaloso pensare, in questo caso, ad una "tassa di scopo" o "contributo di solidarietà" che, a parere di chi scrive, potrebbero ancora una volta essere prova tangibile dello spirito di solidarietà che contraddistingue il popolo italiano. Per le attività di bonifica va poi resa certa la deroga al "Patto di Stabilità" interno, come già proposto dallo scrivente nel Piano Nazionale Amianto.

Tabella 1 – Mappatura completa della presenza di amianto sul territorio nazionale (2012-2013)

Ospedali, case di cura, collegi, case di riposo	37
Scuole di ogni ordine e grado, istituti di ricerca	116
Uffici della P.A.	86
Impianti sportivi	27
Biblioteche	8

4. IL PIANO NAZIONALE AMIANTO – MACROAREA TUTELA AMBIENTALE - OBIETTIVI GENERALI E SUB-OBIETTIVI

Sulla base degli elementi sopra forniti e disponibili lo scrivente per conto del Mattm ha provveduto alla prima stesura della Sezione Ambientale del Piano Nazionale Amianto (PNA), così come poi “adottato” dal Governo Monti, individuando gli obiettivi principali. In estrema sintesi è emerso quanto segue.

OBIETTIVO GENERALE

L'obiettivo generale del PNA, così come delineato durante la Conferenza Governativa sull'Amianto dello scorso novembre 2012 è:

“Migliorare la tutela della salute e la qualità degli ambienti di vita e di lavoro in relazione al rischio rappresentato dall'esposizione ad amianto”.

SUB- OBIETTIVI E RELATIVE ATTIVITÀ. MACROAREA TUTELA AMBIENTALE

Per raggiungere il citato obiettivo generale sono stati individuati alcuni sub-obiettivi e le relative azioni necessarie per raggiungere nel breve-medio termine risultati significativi nella lotta all'amianto. È importante notare che le azioni relative ai sub-obiettivi nel seguito enunciati possono essere adottate in maniera contestuale al fine di conseguire i risultati attesi *in un arco temporale stimato variabile tra tre e cinque anni dall'adozione concreta del PNA.*

- **Sub-Obiettivo 1:** Miglioramento della resa delle azioni già messe in campo.
- **Sub-Obiettivo 2:** Accelerazione dell'apertura dei cantieri di bonifica.
- **Sub-Obiettivo 3:** Individuazione dei siti di smaltimento.
- **Sub-Obiettivo 4:** Ricerca di base ed applicata.
- **Sub-Obiettivo 5:** Razionalizzazione della normativa di settore
- **Sub-Obiettivo 6:** Formazione ed Informazione.

Dal punto di vista operativo si può senz'altro desolatamente affermare che dei Sub-obiettivi sopra menzionati gli unici che hanno ricevuto un certo impulso sono stati quelli n. 5 – Razionalizzazione della normativa di settore, con la presentazione della bozza di T.U. e n.6 – Formazione ed informazione, con molti Comuni che hanno implementato i c.d. “Sportelli Amianto”, contribuendo alla diffusione della conoscenza della materia e dei pericoli insiti nel “fai da te”.

5. ULTERIORI CONCLUSIONI E ULTERIORI PROPOSTE OPERATIVE

Alla luce di tutto quanto sopra esposto, al fine del concreto avvio delle attività di eliminazione del cancerogeno amianto e con riferimento particolare alle immediate

necessità di intervento negli *edifici pubblici* come sopra individuati dalla mappatura (tra cui oltre un centinaio di scuole e oltre un centinaio tra ospedali e uffici della P.A.) e per poi gradualmente estendere l'apertura di cantieri di bonifica per i circa quattrocento siti con classe di rischio prioritaria e per quelli in via di classificazione *risulta in prima istanza congruo un finanziamento dell'ordine di quaranta-cinquanta milioni di euro all'anno per i primi tre anni.*

N.B. si tratta prevalentemente di interventi di messa in sicurezza d'urgenza, veloci, efficaci, efficienti ed economici per mettere in condizione di non nuocere l'amianto friabile e guadagnare il tempo per la individuazione e realizzazione dell'intervento definitivo!!

Si ritiene altresì congruo prevedere finanziamenti nella misura di un ulteriore 30% delle cifre sopra esposte per quanto segue:

- A) All'esito dei procedimenti di autorizzazione di nuovi siti di smaltimento sarà valutata la necessità di realizzare ulteriori siti sulla base dei costi sopra riportati. È chiaro che le discariche non sono la soluzione a regime anche se al momento non esistono soluzioni alternative. In ogni caso, per le situazioni urgenti presenti in varie parti del Paese si può affermare che una discarica ben progettata, ben costruita e ben gestita non pone alcun problema all'ambiente (anche perché scevra dal problema percolato) e numerosi esempi positivi possono essere portati anche nel senso di costituire un introito di risorse per l'Ente locale/gestore.
- B) Vanno ulteriormente finanziate le attività regionali sulla mappatura.
- C) Le risorse previste serviranno a finalizzare la ricerca applicata, ormai in fase avanzata, di metodi di smaltimento sicuri che consentano il riutilizzo del materiale reso assolutamente inerte.

Come si può notare si tratta di cifre relativamente modeste che, però, consentirebbero di risolvere situazioni ad alto rischio in ambito pubblico (si pensi alle scuole e agli ospedali) su cui il Paese viola quotidianamente le normative vigenti con evidenti implicazioni di ordine sociale, morale, di sanità pubblica (non necessariamente in quest'ordine) nonché passibili di pesanti censure da parte degli organi comunitari.

Ad oggi la situazione effettiva in campo risulta tutt'altro che incoraggiante!

Ogni anno, peraltro, in occasione della legge di stabilità vengono stanziati risorse dello stesso ordine di grandezza di quelle sopra riportate per iniziative che oserei definire con un eufemismo “non essenziali”, quali il rilancio del golf, svariate sagre paesane e simili.

Ogni ulteriore commento è superfluo!

6. RAZIONALIZZAZIONE DELLA NORMATIVA DI SETTORE – TESTO UNICO IN MATERIA DI AMIANTO E ISTITUZIONE DELLA AGENZIA NAZIONALE AMIANTO

Non si può non riservare un paragrafo alla recentissima proposta di T.U. in materia di amianto.

Più di venti anni di cospicua produzione normativa, non sempre emanata dal medesimo Ministero, ha comportato intrecci e contraddizioni tra norme di non sempre facile interpretazione, soprattutto da parte dell'utenza. È quindi giusto ed opportuno intraprendere un percorso di armonizzazione, semplificazione ed aggiornamento per il superamento delle criticità, anche ricorrendo alla formulazione di un testo unico per il centinaio circa di corpi normativi esistenti.

Detti corpi normativi hanno dato e continuano a dare luogo a comportamenti differenti e non coerenti a livello locale così come confermato dalle informazioni che i Carabinieri dei NAS hanno fornito durante la scorsa Conferenza Governativa sull'Amianto del novembre 2012 a Venezia. È emersa infatti una significativa disomogeneità nell'applicazione della normativa intra ed inter-regionale.

Una analisi di dettaglio è reperibile al cap.5 del Quaderno del Ministero della Salute n. 15 del 2102 dove erano già state proposte due linee di azione, la prima di tipo “soft” (manutenzione della norma) e una seconda di radicale riordino complessivo della materia.

Tale seconda strada sembra quella intrapresa dal recente Disegno di Legge n. 2602 recante Testo Unico in materia di amianto e Istituzione della Agenzia Nazionale Amianto che *non sembra però aver tratto spunto* dalle citate attività condotte nell'anno 2012, di cui si riportano testualmente i punti salienti che mostrano la scelta di una diversa impostazione. Infatti nel Quaderno del Ministero della Salute n.15 e durante la Conferenza Governativa di Venezia era emersa unanime la linea strategica consistente in:

- 1) *emanare una Legge-quadro che si limiti a stabilire il sistema assiale*, fissando i principi (obiettivi e finalità) o le norme generali regolatrici della materia e definendo i settori all'interno dei quali le disposizioni specifiche devono essere declinate (sistema dei rinvii e criteri di collegamento che consentano di reperire agevolmente le norme sull'amianto nei diversi contesti);
- 2) *istituire sezioni apposite nei testi unici già esistenti*; in particolare: inglobare nel TULS tutte le norme che concernono la sicurezza sul lavoro e la tutela della salute delle categorie professionali (rischio professionale); inglobare nel Codice dell'Ambiente, all'interno di una sezione specifica che dia pari dignità agli aspetti ambientali e sanitari (tutela dell'individuo po-potenzialmente

esposto, non solamente lavoratore), tutte le disposizioni che concernono la salvaguardia degli ambienti di vita;

3) per il resto completare il quadro normativo con *norme snelle, minime e senza sovraccarichi*, utilizzando un linguaggio semplice e privo di tecnicismi superflui; in più procedere all'emanazione delle nuove norme solo dopo un'accurata analisi dell'impatto regolativo (AIR);

4) disporre le misure per *regolare la produzione normativa successiva*, soprattutto quella applicativa di natura regolamentare, in modo da assicurare coerenza logico-sistemica a tutte le disposizioni ed eliminare incongruenze e antinomie; valutare periodicamente l'impatto regolativo (VIR); verificare la possibilità di intervenire con fonti di produzione normativa atipiche per delegificare la materia (tra le molte: regolare i rapporti con le Regioni con Accordi-quadro; definire disciplinari tecnici, best practices, modelli organizzativi, etc.

In disparte la linea strategica si è provveduto ad una prima analisi di dettaglio della proposta di T.U. Non essendo possibile la trattazione di tutte le singole problematiche rilevate si ritiene, in via generale, che il testo di detto T.U. risulti di difficoltosa applicazione nella stesura attuale in quanto in dissintonia, in più punti, con quanto previsto tra i diversi articoli del medesimo T.U. e dalle principali norme in vigore (es. D.M. 6/9/94, legge 93/01 e D.M. 101/03 e D.lgs 152/06 (con particolare riferimento alla classificazione gestione di RCA) e D.lgs 81/08 (sia per la figura del Responsabile Amianto sia per la questione dei Piani di Lavoro Amianto) che non risultano abrogate o che risultano abrogate solo formalmente nel testo in discussione. Infatti si fa riferimento ad atti sostitutivi da emanarsi da parte della Agenzia nazionale Amianto. E allora la domanda è: cosa succede nel "transitorio"?

Inoltre, sempre in via generale, si osserva che gli Allegati tecnici riprendono contenuti del D.M. 6.9.94 su metodiche analitiche che attualmente non riscuotono più il necessario credito mentre alcune disposizioni (tecniche di confinamento, collaudi) appaiono superate di fatto da "buone pratiche" tecnico-applicative.

In via particolare, invece, si fornisce di seguito, in via sintetica e non esaustiva, un elenco di argomenti e problematiche da ritenersi, nell'articolato del T.U., bisognosi di una intensa e necessaria attività di approfondimento in riferimento alle più consolidate e aggiornate regole di buona tecnica e previsioni normative, anche di derivazione comunitaria:

1. Classificazione dei RCA e relative indagini sugli edifici (solo "rivestimenti"?) (artt.16 e 20);
2. Filtri "assoluti/alta efficienza" (artt.18 e 22);
3. Tubazioni solo "rivestite"? (art.26);

4. Non confinabilità di coperture in cemento-amianto? (art.28);
5. Collaudo del cantiere (fialeto fumogene) (art.30);
6. Area di decontaminazione (art.31);
7. Misure di sicurezza per gli interventi sulle coperture (art.36);
8. Valori limite in aria (OMS) (artt.39 e 54);
9. Coinvolgimento degli Organi di controllo (ASL) e formazione del campione (no Diluizione) (art. 42);
10. Censimento vs mappatura (art.43);
11. Notifica avvio lavori vs Piano di Lavoro (artt.50 e 57);
12. Operazioni particolari e Informazioni ai lavoratori (artt.55 e 58).

Per quanto riguarda la *Agenzia Nazionale Amianto (ANA)* appare non esagerato parlare di ennesima superfetazione normativa. Si rilevano subito compiti sovrapponibili a quelli già demandati al neonato Sistema Nazionale di Protezione dell'Ambiente costituito dal sistema Ispra – Arpa/Appa e in parte al recentemente istituito Ispettorato Nazionale del Lavoro. Tra l'altro, il Sistema Ispra-Arpa/Appa non viene considerato in sede di costituzione degli Organi dell'Agenzia.

7. ULTERIORI PROPOSTE OPERATIVE.

Alla luce di quanto esposto al precedente punto 6 appare utile ribadire la proposta, già formulata dallo scrivente nella Conferenza Governativa di Venezia ed inclusa nella sezione ambientale del PNA, di rinnovo della soppressa Commissione Nazionale Amianto di cui alla Legge 257/92 o Cabina di Regia o Organo similare, sulla scorta di quanto già intrapreso positivamente a livello regionale (regione Piemonte), oltretutto per quanto sopra enunciato anche per l'esame e la risoluzione di diverse problematiche pregnanti e significative su cui è già disponibile una significativa mole di dati e attività e i cui risultati devono essere solo finalizzati. Si citano, non in via esaustiva, i seguenti aspetti, che risultano costituire gli argomenti "di punta" oggi riconosciuti dalla comunità tecnico-scientifica facendo presente la necessità che la proposta di T.U. affronti in maniera compiuta quanto segue:

1. stabilire specifiche procedure di campionamento ed *analisi dell'amianto nei suoli* nell'ambito della revisione normativa in corso sulle "Terre e rocce da scavo". Attualmente è stabilito dalla normativa vigente (e anche nella proposta di T.U.) il limite di 0,1% di amianto nei suoli, non rilevabile dalle strumentazioni analitiche comunemente disponibili in commercio. Analoga attività va condotta sulla tematica "*amianto nelle acque*";
2. stabilire idonee Linee Guida per le attività di controllo sui *NOA (Naturally Occurring Asbestos)*;

3. stabilire una procedura unica per la *definizione dello stato di degrado delle coperture in cemento-amianto*. Attualmente infatti vi sono Indici di valutazione dello stato di degrado differenti tra una Regione ed l'altra;
4. stabilire un *Prezziario Ufficiale* "calmierato" delle opere di bonifica anche al fine di ottemperare ad un criterio di uniformità su tutto il territorio nazionale. A tal riguardo si segnalano iniziative già avviate da parte di INAIL;
5. formulare proposte normative da sottoporre al legislatore in tema di:
 - obbligo da parte delle Regioni di realizzare entro il 2020, con compartecipazione pubblico-privata, almeno una discarica monomateriale sul proprio territorio per Rifiuti Contenenti Amianto con codice 17.06.05* - "Materiali da costruzione contenenti amianto";
 - obbligo da parte delle Regioni di individuare almeno un sito nelle Regioni del Nord, del Centro e del Sud ove realizzare, entro il 2020, con compartecipazione pubblico-privata, almeno una discarica monomateriale per rifiuti pericolosi dedicata esclusivamente ai Rifiuti Contenenti Amianto (tutti gli altri rifiuti contenenti amianto, ad esclusione del 17.06.05*);
 - individuazione di almeno un centro di eccellenza in materia di assistenza sanitaria da malattie asbesto-correlate al Nord, al Centro ed al Sud;
 - obbligo, similmente alla normativa francese, nel caso di passaggi di proprietà di immobili, manufatti, aree industriali, etc., di una perizia a carico della parte venditrice sulla presenza/assenza di amianto (in analogia alle perizie sulla classe energetica e da registrare nel c.d. "Fascicolo del fabbricato");
 - obbligo di sanzioni per le Regioni che non effettuano la Mappatura dell'amianto e che non consegnano l'annuale report aggiornato, ai sensi della Legge 93/01 e relativo D.M. applicativo 18/3/2003;
 - incentivazioni per l'attivazione a livello nazionale della cosiddetta "Micro Raccolta", già adottata in numerosi Comuni e Provincie attraverso le Aziende Municipalizzate (Comunali o consortili) per la raccolta dei Rifiuti Solidi Urbani, al fine di sopperire alle necessità di privati cittadini per lo smaltimento di limitate quantità di materiali contenenti amianto e limitare al massimo il diffuso fenomeno degli abbandoni incontrollati;
 - avvio concreto, ai sensi del D.M. 14.5.1996, n.178, di un apposito Programma Ufficiale Statale di Controllo Qualità per i laboratori pubblici e privati che si occupano di analisi amianto, al fine della qualificazione dei medesimi laboratori.

In chiusura vorrei evidenziare che molte recenti sentenze giurisprudenziali hanno affermato che una volta riscontrato un fenomeno di potenziale contaminazione di un sito, gli interventi di caratterizzazione, messa in sicurezza, bonifica e ripristino ambientale possono essere imposti dalla Pubblica Amministrazione solamente ai soggetti responsabili dell'inquinamento e cioè ai soggetti che abbiano in tutto o in parte generato la contaminazione tramite un proprio comportamento commissivo od omissivo, legato all'inquinamento da un preciso nesso di causalità, non essendo configurabile una responsabilità di mera posizione del proprietario del sito inquinato. Tale soggetto è tenuto ad attuare, qualora rilevi il superamento o il pericolo concreto e attuale del superamento della concentrazione soglia di contaminazione,

solo misure di prevenzione secondo la procedura di cui all'articolo 242 del T.U. ambiente.

Molti dubbi, intanto, sussistono sulla esatta interpretazione della definizione delle predette misure di prevenzione.

Nel caso dell'amianto sia le norme nazionali che quelle regionali individuano, invece, nel proprietario del sito o del manufatto il titolare delle azioni di verifica/caratterizzazione e conseguentemente, se del caso, delle azioni di messa in sicurezza e/o bonifica.

Sorge spontanea la questione: che differenza c'è tra il cancerogeno amianto e i cancerogeni diossine, cloruro di vinile monomero, benzene, etc. Occorrerebbe dirimere la questione. O meglio: a parere dello scrivente il proprietario di un sito/manufatto inquinato specie se da contaminanti cancerogeni non

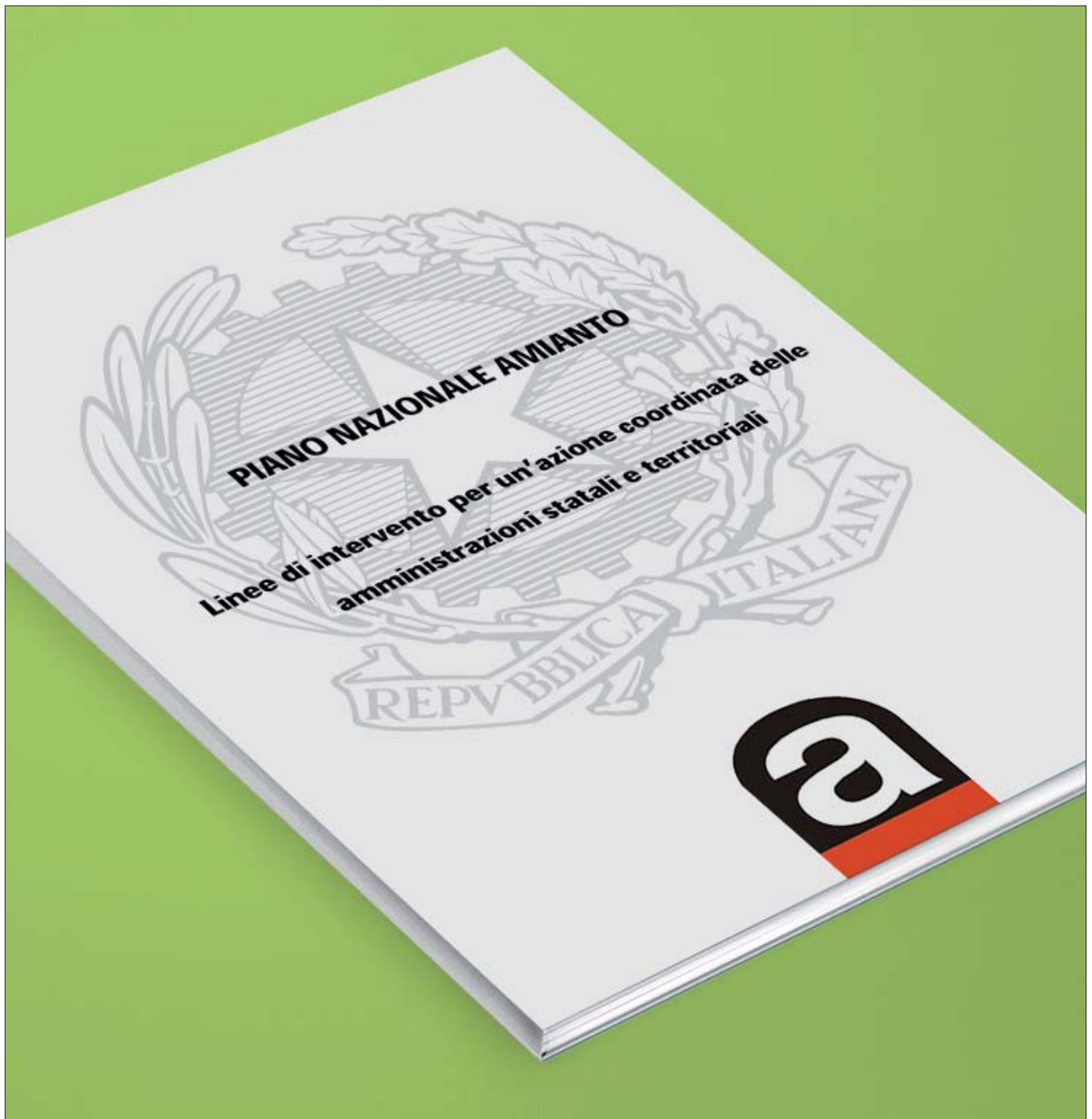
può esimersi, se non altro sulla base del criterio del buon senso, dall'adottare tutte quelle misure che possono evitare alla collettività seri vulnus ai profili della salvaguardia della salute umana e dell'ambiente.

La normativa di settore per l'amianto ha scelto questa strada. La recente proposta di T.U. sull'Amianto l'ha confermata. Il T.U. dell'Ambiente dovrebbe conformarsi.

RIFERIMENTI UTILI

INAIL (2013), *Mappatura delle discariche che accettano in Italia rifiuti contenenti amianto e loro capacità di smaltimento passate, presenti e future*.
INAIL (2014), *Classificazione e gestione dei rifiuti contenenti amianto*.

F. PAGLIETTI, B. CONESTABILE DELLA STAFFA (2015), *Discariche italiane che accettano rifiuti contenenti amianto: analisi dei prezzi di smaltimento*.



Dalla legge 257/1992 al disegno di legge per il riordino della normativa in materia di amianto in un testo unico (29/11/2016)

FULVIO AURORA
Segretario Associazione Italiana Esposti Amianto
E-mail: fulvio.aurora@virgilio.it

9

A law to remove asbestos and to safeguard the health of the exposed and to compensate the victims

Parole chiave (*key words*): amianto (*asbestos*), sorveglianza sanitaria (*health surveillance*), benefici previdenziali (*social security benefits*), bonifiche (*reclamations*), giustizia (*Justice*)

PREMESSA

Si è tenuto in una Sala del Senato il 22 gennaio 2017 un convegno promosso dai Senatori Felice Casson e Giovanni Barozzino su proposta della associazione italiana esposti amianto (AIEA) e di Medicina Democratica (MD), al fine di esaminare il ddl di cui al titolo, per brevità Testo Unico sull'Amianto (TUA).

Vi è stata una notevole partecipazione di associazioni, sindacati, esperti. Sono state fatte diverse comunicazioni ed è stata intavolata una discussione. Gli intervenuti nella quasi totalità sono stati molto critici nel merito tanto che in base a quanto è emerso si può giungere alla seguente conclusione:

- il TUA non risponde alle esigenze che sono state poste particolarmente dalle associazioni e da molti esperti nella materia negli anni precedenti,
- ha bisogno di essere rivisto e riscritto,
- Se ciò non avverrà, una volta che verrà posto all'attenzione e alla discussione delle commissioni parlamentari competenti ci si preoccuperà di presentare, tramite i parlamentari disponibili, emendamenti abrogativi di sue parti e rifacimenti di articoli, come dall'analisi e dalle critiche che seguono.

Allo stato attuale il testo è stato trasmesso alle commissioni Lavoro e Giustizia del Senato, ma la discussione non è ancora iniziata. Sono stati forniti solo dei pareri.

L'Associazione Italiana Esposti Amianto, nata nel 1989 a Casale Monferrato con il nome di Associazione Esposti Amianto, con sede a Milano in Via dei Carracci, si è da subito mobilitata per la messa al bando dell'amianto.

In relazione con Medicina Democratica, il cui fondatore, Giulio Maccacaro, fu quello che per primo portò l'epidemiologia in Italia: MD interloquendo con gli epidemiologi dell'Istituto dei Tumori di Milano, conobbe come l'esposizione all'amianto portasse in tempi diversi medi e lunghi, colpire con malattie

anche gravi coloro che erano ad esso esposti. Una vicenda nota da anni, ma che gli interessi dei produttori aveva nascosto in mille modi. A partire dagli anni '60 soprattutto dopo il convegno internazionale di New York del 1964, iniziò a partire un movimento che progressivamente si manifestò con iniziative culturali e di lotta allo scopo di chiedere all'Istituzione statuale di mettere al bando l'amianto. Ciò non fu semplice. L'Italia solo nel 1992 con la legge 257 arrivò a stabilire che l'amianto non poteva essere più prodotto e quindi il suo uso doveva cessare.

L'AEA si impegnò, già nel 1990, in interlocuzione con alcuni parlamentari, a predisporre una proposta di legge che venne presentata dall'onorevole Bianca Guidetti Serra, già avvocato penalista di Torino, fra i primi ad aver portato il problema anche in Tribunale (a Casale Monferrato).

Varie furono le proposte che unificate portarono al testo approvato – con fatica – nel 1992.

La sua applicazione non fu facile, si scoprì che la diffusione dell'amianto era immane, che i colpiti numerosi, che ci sarebbero voluti anni, forse decenni, per togliere l'amianto dal territorio e che altrettanti e più anni sarebbero stati necessari per fare cessare l'epidemia di malattie asbesto correlate. Ad ancora oggi il problema non è stato risolto; passi avanti

nella coscienza collettiva sono stati fatti, meno in quella politica tanto che si deve ancora continuare a lottare per trovare una soluzione ai molteplici problemi posti dalla presenza di amianto in termini di salute, di ambiente, di previdenza sociale e di giustizia.

L'AEA diffusasi a macchia di leopardo in tutto il territorio nazionale continuò a lottare e a porre problemi.

Una seconda tappa fu lo svolgimento della Prima Conferenza nazionale sull'Amianto indetta a Roma, con ritardo, dal governo (Ministero della Sanità) nel 1999 da cui derivò un documento propositivo attuativo della legge. L'AEA fu invitata e partecipò. Negli anni successivi il problema venne trasmesso anche alle regioni che avevano non poche competenze in merito. Per iniziativa ancora dell'AEA venne approvata la prima legge regionale in Friuli Venezia Giulia (grandemente colpita da malattie da amianto a Monfalcone e Trieste) nel 2002 e in seguito vennero approvate altre leggi e predisposti piani regionali amianto anche se non in tutte le regioni.

Altre associazioni e movimenti contro l'amianto nacquero e, nel silenzio dello Stato, venne organizzata fra associazioni e sindacati la prima conferenza nazionale non governativa nel 2004 a Monfalcone, cui seguì quella europea a Bruxelles nel 2005, senza dimenticare che nel 1993 era nata la Rete Ban



Asbestos a San Paolo del Brasile. Il problema dell'amianto era ed è un problema mondiale. Si prese coscienza che la regia della produzione dell'amianto era avvenuta ad opera della multinazionale svizzera ETERNIT retta dalla famiglia Schmidheiny.

Molti furono gli incontri, i convegni, le manifestazioni nazionali ed internazionali in tema di amianto. Nel 2011 le associazioni unitamente a molti esperti nella materia sanitaria, ambientale e previdenziale fondarono la rete nazionale CNA (Coordinamento Nazionale Amianto) che sollecitò il governo ad organizzare una nuova conferenza nazionale. La richiesta venne accolta e la Conferenza venne celebrata a Venezia nell'anno successivo. Vennero prese importanti decisioni che stentaron ed essere praticate dietro il principale motivo della mancanza di finanziamenti.

Nel frattempo furono implementati numerosi processi contro i responsabili delle malattie e della morte di centinaia, a volte migliaia, di lavoratori e cittadini ex esposti. Il principale fu quello contro il già citato responsabile di ETERNIT non ancora completato nel suo difficilissimo iter anche se il primo e più importante processo contro Schmidheiny andò prescritto e il suddetto, uno degli uomini più ricchi del mondo, continuò a viaggiare liberamente.

E veniamo ora al TUA, quale disegno di legge, presentato in senato il 29.11.2016 ad opera della Commissione parlamentare sugli infortuni e malattie professionali. Nel convegno del 22 febbraio scorso cui hanno partecipato molti esperti e molte associazioni si esplicitò una prima critica: nonostante tutto il lavoro, l'iniziativa e lotte fatte contro l'amianto, i principali protagonisti, cioè le associazioni e i sindacati, vennero tagliati fuori. Nel corso del convegno – comprendendo anche i documenti spediti da chi non aveva potuto partecipare –, le critiche non più di metodo, ma di merito furono e sono tanto pertinenti quanto pesanti.

1. PERCHÉ UN TESTO UNICO?

Poniamoci il problema dall'inizio. Sono già alcuni anni che se ne parla. L'esigenza di mettere insieme tutte le norme valide dalla legge 257 ad oggi, è un'esigenza evidente; ma è altrettanto evidente che si sarebbero dovuto risolvere anche alcuni problemi nodali che sono rimasti aperti, per questo le associazioni e i comitati impegnati nella lotta per la definitiva eliminazione dell'amianto, nonché per tutti i temi (ambientali, sanitari, previdenziali e giuridici) connessi, avrebbero dovuto essere informate e coinvolte fin dall'inizio.

2. UN TESTO MOLTO LUNGO

Nonostante la lunghezza del testo (144 pagine), alcuni di questi nodi essenziali di cui

abbiamo parlato, riportati anche in altre proposte di legge (nella fattispecie quella sulla quale siamo stati impegnati, la n. 1645 del 2012), non sono emersi, né affrontati. Perché tante pagine: le leggi dovrebbero essere lette e comprese da tutti, non solo dai giuristi, quindi devono essere scritte semplicemente, come la nostra Costituzione del 1948. Ci permettiamo di dire che oggi non è così: la gran parte delle leggi sono lunghe, complesse, barbose, confondenti, a volte, come nel caso di cui parliamo, non rispondono alle domande più pregnanti.

Potremmo dire che si tratta di un problema politico legato ad accontentare o a non scontentare "i padroni del vapore". Queste le domande principali senza le dovute risposte del TUA:

- a) Il rischio zero (per l'amianto e per tutti i cancerogeni). L'idea che per l'amianto una volta fissato il valore limite secondo i diversi tipi di impiego è sufficiente, per le imprese responsabili, restarne al di sotto, per evitare problemi. Il Valore Limite non garantisce la salute degli esposti. Esso va inteso come segnalazione della pericolosità dell'amianto: il datore di lavoro non esaurisce la sua responsabilità se lo rispetta e, se lo supera, la sua responsabilità è aggravata. Il lavoratore può essere comunque contaminato. Non sono accettabili i discorsi che fa INAIL quando lega il riconoscimento delle malattie professionali o dei benefici previdenziali ai lavoratori esposti a meno di 100 f/l per 8 ore al giorno.
- b) L'INAIL come ente che riconosce ed ente che stabilisce il diritto ad accedere alla rendita o al beneficio si trova in conflitto di interessi, quindi deve essere sollevata da tale compito che invece, come già aveva stabilito la legge di riforma sanitaria del 1978 deve essere posto in capo ai servizi di prevenzione nei luoghi di lavoro delle USL (ora ASL).
- c) Occorre stabilire il superamento dei termini di prescrizione: per l'amianto e più in generale per i reati che riguardano la tutela della salute nei luoghi di lavoro la prescrizione deve essere sospesa dopo il primo grado di giudizio e deve iniziare da quando si ha avuto notizia del reato.
- d) I benefici previdenziali di cui alla legge 257/92 (articolo 13 comma 8) sono stati fonte di grande speranza di giustizia per i lavoratori ex esposti all'amianto, ma la loro applicazione è stata confusa e discriminante. Non si è voluto capire quale era la ragione di questa norma fondata nella dimostrata minore speranza di vita dei lavoratori ex esposti all'amianto. Per questo l'ex esposto poteva avere abbreviato il tempo di lavoro, ed andare in pensione in anticipo. Una sorta di risarcimento –

anche tardivo – per l'esposizione indebita cui era stato sottoposto. IL TUA avrebbe dovuto rispondere a questa domanda e sanare una situazione ingiusta tramite la riapertura dei termini per presentare la domanda, per dare la possibilità di riconoscere gli ex esposti andati in pensione prima del 1992, per allargare il diritto a tutti gli esposti di superare il minimo dei 10 anni di esposizione; tutto quanto, in altri termini previsto dal ddl 1645 del 2014 (Casson e altri).

- e) Lo smaltimento dell'amianto è uno dei problemi maggiori che ci si trova ad affrontare. Non sono chiare le direttive che promanano: si deve definire con intervento del Ministero dell'ambiente tutti i possibili luoghi di smaltimento in sicurezza; finalmente si devono definire le modalità di sperimentazione e implementazione di forme alternative di smaltimento, in primis le diverse forme di inertizzazione. Non viene spiegato la grande possibilità che deriva dal sostituire i tetti in eternit con pannelli fotovoltaici.

3. L'ISTITUZIONE DELL'AGENZIA NAZIONALE AMIANTO

La novità del ddl è l'istituzione dell'Agenzia Nazionale Amianto che diventa il riferimento generale di tutti i temi che riguardano l'amianto.

Questa nuova struttura viene istituita senza oneri per lo Stato. Si servirà del personale delle strutture già presenti e operanti in tema di amianto, e quindi le sguarnirà con il risultato che potrebbero non funzionare né l'una, né le altre.

Non si sentiva il bisogno di una ennesima agenzia.

Attualmente le competenze sono suddivise fra ISS, ASL, ARPA, INAIL (ex ISPESL), Regioni, Province, INPS, Ministro dell'ambiente e Ministro della Sanità.

Non si comprende poi come possa esserci la istituzione di una Agenzia dentro un testo unico: se si vuole riordinare l'attuale legislazione (opera degna, vista la frammentazione di mille legge e leggine sull'argomento) occorre "solo" predisporre un testo di legge – più semplice e più corto possibile (con eventuali richiami e allegati tecnici) – che comprenda tutte le norme essenziali.

Invece il TUA deve:

1. Stabilire nuovi limiti sia per l'ambiente di vita che di lavoro, se ne ha voglia (il testo proposto non specifica che sia un obbligo, elenca i limiti e aggiunge: L'Agenzia dispone eventuali aggiornamenti o modifiche dei limiti di cui agli articoli 5,6 e 7...), ma questa competenza è attualmente del legislatore. Nessuna Agenzia potrà mai dare disposizioni che cambino

quelle di una legge (i limiti attualmente sono disposti per legge).

2. Predisporre l'aggiornamento e formazione degli ispettori. Il compito è della Regione e del coordinamento nazionale delle Regioni, che si devono servire delle ASL e dell'ARPA. Sono insieme competenze amministrative e tecniche che sono giustamente divise.
3. Omologare materiali sostitutivi dell'amianto. Ovvero essere certi che sia privo di effetti negativi sulla salute.
4. Coordinare la vigilanza in tema di ambiente, previdenza e tutela dei lavoratori. Dare direttive agli enti competenti su quali debbano essere i loro interventi e in che modo devono interagire.
5. Indicare le modalità per predisporre piani di intervento atti a rendere effettivo il diritto alla salute dei lavoratori e più in generale degli esposti ed arrivare alla eliminazione effettiva dell'amianto in tempi certi.

4. L'INFORMAZIONE E TUTELA DELLA SALUTE

L'informazione e tutela della salute dei cittadini e in particolare degli ex esposti. Per i lavoratori valgono le norme del D.Lgs 81/2008. Giustamente l'informazione deve passare dai comuni che con la partecipazione dei cittadini organizzati – se sono presenti, dalle associazioni – devono istituire Sportelli Amianto quale luogo di riferimento per un'azione attiva e passiva di informazione e di indicazione ai cittadini ex lavoratori esposti o cittadini degli enti cui rivolgersi.

Ci soffermiamo sulla sorveglianza sanitaria degli ex esposti con necessità di considerare anche i loro famigliari e, se del caso, altri lavoratori e cittadini prossimi alla fonte di inquinamento. La sorveglianza sanitaria va intesa a partire dalla compilazione del registro degli esposti che non può essere compilato solo su domanda degli ex esposti, vi deve essere una ricerca attiva. E il punto di partenza per la costruzione del Registro e successivamente delle visite ed esami cui sottoporre gli ex esposti deve essere il counseling.

È corretto che sia il Ministero della Salute a dare le indicazioni sul tipo di sorveglianza sanitaria: vi è un'abbondante letteratura in merito, basata sull'esperienza e sull'epidemiologia, occorre metterla assieme verificandone le conclusioni: ci deve un consenso comune. Certo non si deve affidare il compito alle società scientifiche, piuttosto deve essere fatto riferimento alle indicazioni contenute nei documenti di Helsinki. Ed ancora il Ministero della Salute deve rendere trasparenti i finanziamenti per la ricerca essenziale per trovare rimedi efficaci alle malattie asbesto correlate allo stato inguaribili e da subito indicare quali siano i centri di riferimento per chi è da queste colpito.

Importante sottolineare positivamente quanto afferma il comma 5 dell'articolo 64 del TUA, cioè di ripristinare il libretto sanitario e di rischio, Aggiungeremmo, anche in merito alla proposta di legge 1645 che sarebbe opportuno ripristinare quanto la legge di Riforma Sanitaria aveva sancito in tema di riconoscimento di infortuni e malattie professionali, ovvero la necessità di rimetterli in capo al SSN, o quanto meno aprire anche questa opportunità a fianco dell'INAIL (che dalla nostra esperienza, operi più che per riconoscere, per riconoscere il meno possibile).

5. GIUSTIZIA PER LE VITTIME DELL'AMIANTO

Interessante e corrispondente alle nostre richieste quanto viene detto nel TUA a favore delle vittime e dei loro famigliari in ordine al patrocinio gratuito in per costituirsi come parti lese in tribunale di giustizia (che comprende anche il risarcimento dei danni). Come già abbiamo sottolineato inizialmente la nostra esperienza (e non solo la nostra) ci dice che un nodo fondamentale cui è necessario por mano è quello della prescrizione dei reati, in questo caso dei reati da amianto, ma sarebbe opportuno estendere il discorso a tutti i reati che riguardano la sicurezza sul lavoro e quelli relativi ai disastri ambientali. I tempi lunghi dei processi con il concorso di abili e ben pagati avvocati, in molti casi, rendono inutili anni di lavoro processuale da parte delle vittime (e i loro avvocati e consulenti), e, non di meno, da parte di molti PM, nonché giudici e loro consulenti. L'esempio del processo ETERNIT è alquanto illuminante. Non si può arrivare, dopo anni di lavoro e di impegno, dopo un'infinità di udienze e di pronunciamenti nei gradi precedenti di giudizio, a dire "annullato senza rinvio per prescrizione". Si ribadisce che occorre stabilire per i reati di cui parliamo l'annullamento della prescrizione oppure almeno la sua sospensione definitiva dopo il pronunciamento di primo grado.

Esistono strumenti giuridici che possono essere utilizzati a favore delle vittime dell'amianto e di tutti gli altri casi di esposizione a sostanze cancerogene e geno-tossiche. In altri termini anche nella situazione attuale è possibile arrivare ad una applicazione diversa del sistema prescrizionale collegandoci ad eccezioni già previste. Eccezioni alla prescrizione sono i delitti imprescrittibili. Per i morti da amianto si potrebbe si potrebbe fare decorrere la prescrizione dalla acquisizione della notizia di reato e di determinare la cessazione della decorrenza della sentenza di primo grado.

Crediamo poi indispensabile, restando in tema di giustizia chiarire, come per altro già fatto nel corso della seconda conferenza nazionale sull'amianto di Venezia che: a) la conoscenza dei danni da amianto è nota da

almeno un secolo, in particolare da decenni per quello che riguarda i mesoteliomi (1964); b) che esiste un rapporto dose-risposta e una relazione dose-latenza e che non si possono inventare nuove teorie "frutto d'artificio" (come afferma la Cassazione) tipo quella della cd "trigger dose" o simili, c) che il cd assioma "al di là di ogni ragionevole dubbio" non implica di conoscere con certezza il momento in cui ha avuto inizio il processo di cancerogenicità. Per ciò stesso si devono eliminare i conflitti di interesse di chi si presenta in Tribunale come esperto a sostenere queste tesi.

6. QUALE RELAZIONE FRA TUA, FONDO VITTIME AMIANTO (FVA) E PIANO NAZIONALE AMIANTO (PNA)

È necessario un coordinamento fra le istituzioni, altrimenti gli atti si intersecano e non si comprende quali siano le priorità e come si deve agire. Il TUA rischia di essere confondente rispetto alla emanazione del Piano Nazionale Amianto. Ci chiediamo se non sarebbe stato più corretto attuare quanto già stabilito nel PNA. Il PNA ha un linguaggio più chiaro e più convincente nelle sue due prime macro aree (Sanità e Ambiente). Tralasciamo invece la parte previdenziale frutto dell'intervento del precedente ministro del lavoro Elsa Fornero il cui intento è stato quello di ridurre i diritti dei lavoratori, piuttosto che di salvaguardare le loro condizioni di lavoro e di vita.

Applicare il PNA avrebbe dovuto essere una priorità, almeno, per quello che è stato definito: la sorveglianza sanitaria, la sorveglianza epidemiologica, i luoghi delle cure, la ricerca delle malattie asbesto correlate allo stato inguaribili; e per la parte ambientale l'accelerazione delle bonifiche dei siti individuati come prioritari e di interesse nazionale, con i relativi finanziamenti e un programma operativo. L'indicazione precisa delle modalità di smaltimento e dei luoghi di smaltimento; e, come dicevamo all'inizio, la definizione delle modalità di inertizzazione prima in via sperimentale e poi in via industriale.

D'altro lato vi è il FVA che è rimasto a metà, nel senso che è stata definita una cifra aggiuntiva per i beneficiari della rendita INAIL, ed una cifra irrisoria per i colpiti da mesotelioma per esposizione extra lavorativa, tagliando già fuori coloro che non sono compresi nell'INAIL e soprattutto coloro che sono stati colpiti da malattie da amianto (tutte le malattie e non solo i mesoteliomi) al di fuori dell'INAIL, per ragioni di esposizioni casalinghe e ambientali.

In conclusione la soluzione del problema amianto potrebbe avvenire attuando il Piano Nazionale Amianto e il Fondo Vittime Amianto (come sopra specificato) e comprendendo nel TUA il disegno di legge 1645/2014 che risolverebbe anche i temi legati alla previdenza e alla giustizia.

Amianti (asbesti): caratteristiche mineralogiche e tecniche di indagine

Asbestos: mineralogical characteristics and investigation techniques

Parole chiave (*key words*): amianti (*asbestos*), minerali asbestiformi (*asbestos minerals*), caratteristiche mineralogiche (*mineralogical characteristics*), tecniche di indagine regolamentate (*regulatory investigation techniques*), avanzate (*advanced*), complementari (*complementary*)

I termini amianto e asbesto sono entrambi di derivazione greca ed entrambi riferiti alla più nota e utilizzata tra le loro proprietà: ininfiammabilità e resistenza alle alte temperature. Già oltre 3000 anni fa, fibre minerali dotate di notevole flessibilità venivano estratte dalle rocce e filate per farne per esempio dei veli per usi funerari. In molti testi antichi si trovano informazioni circa i vari utilizzi di queste fibre minerali, non ancora distinte dal punto di vista mineralogico né terminologico e chiamate per esempio "lino incombustibile" o "lana della salamandra" o "pietra del diavolo".

Attualmente il termine "amianto" è principalmente utilizzato nel sud dell'Europa (e infatti questo è il nome utilizzato nella legislazione italiana) e nell'America del sud. In tutto il resto del mondo è invece usato il nome "asbesto".

Con il nome "amianti" (o "asbesti") si indicano sei specifici minerali naturali, appartenenti alla classe mineralogica-composizionale dei silicati, aventi abito allungato, molto sottili e rispondenti a 3 specifici parametri dimensionali di seguito indicati: lunghezza superiore a 5 micrometri (1 micrometro è uguale a 1 millesimo di millimetro e a 1 milionesimo di metro), larghezza (denominata anche diametro) inferiore a 3 micrometri, rapporto tra lunghezza e larghezza superiore a 3:1.

Il nome indica quindi determinate specie minerali aventi specifiche caratteristiche morfologiche e dimensionali.

Le suddette caratteristiche morfologico-dimensionali rendono queste particolari fibre minerali in grado di arrivare fino alle profonde vie respiratorie (anche agli alveoli polmonari) e per queste sono definite "fibre respirabili" (WHO, 1997).

I nomi dei sei amianti che dal 2006 devono essere specificatamente utilizzati in Italia sono i seguenti: tremolite d'amianto, actinolite d'amianto, grunerite d'amianto (per questo è possibile utilizzare anche il termine amosite), antofillite d'amianto, crocidolite, crisotilo. Rispetto a quanto indicato nell'Art. 23 del Decreto Legislativo n. 277 del 15/08/1991, i nomi dei primi quattro amianti sono stati modificati con

il Decreto Legislativo n. 257 del 25/07/2006, per recepimento di una direttiva della comunità europea del 2003, aggiungendo la specifica "d'amianto". Il termine è stato aggiunto per indicare che sono classificati amianti, e sono quindi regolamentati, specifici minerali che dal punto di vista di forma e dimensioni sono definibili "respirabili". La specifica permette così di distinguere tra il minerale avente dimensioni "respirabili" e l'analogo che per dimensioni non può giungere fino alle profonde vie respiratorie ed è anche definito "non asbestiforme". In Fig. 1 è riportato l'esempio di un cristallo di tremolite di lunghezza pluricentimetrica ("non asbestiforme") e di fasci costituiti da migliaia di cristalli (molto lunghi e sottili) di tremolite aventi ciascuno

dimensioni "respirabili" e quindi, questi ultimi, denominati fibre di tremolite d'amianto.

Per i due amianti crisotilo e crocidolite il nome è invece rimasto invariato poiché in entrambi i casi è già riferito a specie minerali con forma e dimensioni rispondenti al termine di "fibre respirabili". In particolare, il termine crocidolite è riferito alla varietà fibrosa del minerale riebeckite.

Per quanto riguarda la composizione chimica specifica, oltre agli elementi Si e O presenti in tutti i sei amianti, comunemente presente è il magnesio, che per alcuni è un costituente fondamentale. Invece il sodio, come costituente principale, è contenuto unicamente nella crocidolite.

La composizione chimica di ciascun amianto è di seguito riportata come formula cristallografica teorica:

- tremolite d'amianto $\text{Ca}_2\text{Mg}_5[\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2]$;
- actinolite d'amianto $\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_5[\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2]$;
- grunerite d'amianto (amosite) $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg})_7[\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2]$;
- antofillite d'amianto $(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_7[\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2]$;
- crocidolite $\text{Na}_2\text{Fe}^{3+}_2(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg})_3[\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2]$;
- crisotilo $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$.

I sei amianti, in quanto composti chimici, sono anche presenti nella banca dati internazionale CAS (Chemical Abstract Service) con specifici numeri di registrazione (Tab. 1).

Per quattro di essi, come specificato in Tab. 1, esiste il corrispondente minerale non asbestiforme.

Il crisotilo esiste solamente come specie asbestiforme. Il termine amosite è riferito alla specie asbestiforme della grunerite (secondo la normativa corrente), ma dovrebbe invece comprendere tutti i minerali della serie isomorfa grunerite-cumingtonite.

Come per tutti i minerali naturali, anche per gli amianti la composizione chimica reale può scostarsi, benché limitatamente, dalle formule chimiche indicate poiché in essi possono essere contenute ridotte quantità di altri elementi chimici.



Figura 1. Cristallo prismatico allungato di tremolite (sopra) e fasci di fibre di tremolite d'amianto (sotto). La scala di riferimento è centimetrica.

ELENA BELLUSO

Dipartimento di Scienze della Terra e Centro Interdipartimentale per lo studio degli amianti e di altri particolati nocivi "Giovanni Scansetti", Università degli Studi di Torino
Istituto di Geoscienze e Georisorse, CNR, sezione di Torino
E-mail: elena.belluso@unito.it

Tabella 1 – Elenco dei minerali classificati amianto secondo la normativa italiana (D.Lgs. n. 81, 9 aprile 2008, art. 247); nomi delle specie minerali corrispondenti, ma non asbestiformi, formula cristallografica ideale, numero di Chemical Abstract Service (CAS: D.Lgs. n. 81, 9 aprile 2008, art. 247)

Nomi dei minerali classificati "amianto" (D.Lgs. n.81, 9 aprile 2008, art. 247)	Nomi delle specie minerali "non asbestiformi" corrispondenti	Formula cristallografica (mindat.org)	N. di CAS (D.Lgs. n.81, 9 aprile 2008, art. 247)
crocidolite	riebeckite e magnesio-riebeckite	$\text{Na}_2\text{Fe}^{3+}_2(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg})_3[\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2]$	12001-28-4
antofillite d'amianto	antofillite e ferro-antofillite	$(\text{Mg}, \text{Fe})_7[\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2]$	77536-67-5
grunerite d'amianto (amosite)	grunerite-cumingtonite ‡	$(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg})_7[\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2]$	12172-73-5
tremolite d'amianto	tremolite	$\text{Ca}_2\text{Mg}_5[\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2]$	77536-68-6
actinolite d'amianto	actinolite	$\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_5[\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2]$	77536-66-4
crisotilo	§	$\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	12001-29-5

‡ non c'è esatta corrispondenza tra amosite e grunerite; il termine "amosite" è infatti da riferirsi ai vari termini della serie isomorfa grunerite-cumingtonite

§ non esiste una specie minerale non asbestiforme corrispondente al crisotilo

Il crisotilo per esempio contiene comunemente piccole quantità di ferro e alluminio e pertanto in questi casi la sua formula cristallografica reale è differente da quella ideale, come riportato di seguito, relativamente a un campione prelevato in rocce serpentinitiche delle Alpi Occidentali (Rinaudo *et al.*; 2003): $(\text{Mg}_{2.92}\text{Fe}^{2+}_{0.05}\text{Al}_{0.02})_{\Sigma 3.00}\text{Si}_{2.00}\text{O}_5(\text{OH})_4$.

Come si rileva dalle formule cristallografiche (Tab. 1), le principali differenze composizionali sono tra il crisotilo e gli altri cinque amianti. Infatti questi ultimi appartengono al gruppo mineralogico degli anfiboli (famiglia degli inosilicati a catena silicatica doppia), invece il crisotilo è uno dei più principali minerali del gruppo del serpentino (famiglia dei fillosilicati). I differenti rapporti stechiometrici tra gli atomi dei diversi elementi chimici sono infatti dovuti a differenze sostanziali nella struttura cristallina dei due gruppi.

CARATTERISTICHE MINERALOGICHE

AMIANTI DI ANFIBOLO

La struttura degli anfiboli si basa su una catena doppia di gruppi Si_4O_{11} che si sviluppa parallelamente all'asse cristallografico Z.

Le catene doppie sono abbinata in coppia con gli ossigeni apicali dei gruppi Si_4O_{11} di ciascuna doppia catena rivolti gli uni verso gli altri

e legati a cationi metallici di elementi differenti, essenzialmente in relazione al tipo di anfibolo. L'insieme della coppia di catene e dei cationi in esse compresi è anche chiamato "nastro" o "trave a I" e la sua sezione trasversale è simile a quella di una clessidra stilizzata (Fig. 2).

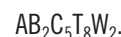
Questo assetto è chiaramente osservabile in Fig. 2 in cui la struttura è rappresentata nel piano perpendicolare alla direzione di sviluppo delle catene. Secondo questa direzione di osservazione è anche visibile la disposizione a scacchiera sfalsata dei nastri.

Dalla parte opposta agli ossigeni apicali di ogni coppia di catene abbinata, sul lato degli ossigeni basali e, lateralmente, in corrispondenza dei gruppi Si-O esterni, sono posizionati cationi metallici legati agli ossigeni apicali delle coppie di catene adiacenti. Al centro dello spazio tra i suddetti cationi (sito A), in alcuni tipi di anfiboli sono presenti cationi di metalli alcalini o alcalino-terrosi. Le specie che rientrano nel gruppo degli amianti non hanno cationi in questa posizione.

L'impalcatura degli anfiboli si regge sullo sviluppo di catene tetraedriche e pertanto l'abito dei cristalli è tipicamente prismatico allungato. Le varietà asbestiformi presentano uno sviluppo particolarmente accentuato lungo la direzione di allungamento delle catene (asse cristallografico Z).

In relazione alla distribuzione a scacchiera sfalsata dei nastri, gli anfiboli presentano due piani sfaldatura tra loro inclinati di 124° e 56° (Fig. 2)

La più recente formula di base degli anfiboli, indicata da Hawthorne *et al.* nel 2012, è di seguito riportata:



In essa le diverse lettere corrispondono a specifici siti della struttura in cui possono collocarsi atomi di differenti elementi, come di seguito elencato:

A = □, Na, K, Ca, Pb, Li;
 B = Na, Ca, Mn²⁺, Fe²⁺, Mg, Li;
 C = Mg, Fe²⁺, Mn²⁺, Al, Fe³⁺, Mn³⁺, Cr³⁺, Ti⁴⁺, Li;
 T = Si, Al, Ti⁴⁺, Be;
 W = (OH), F, Cl, O²⁻.

Il simbolo rettangolare riportato per il sito A indica che questo può anche essere vuoto.

AMIANTO DI SERPENTINO

Dal punto di vista mineralogico, il crisotilo appartiene al gruppo dei minerali del serpentino i quali, a loro volta, sono compresi nella famiglia dei fillosilicati.

Il gruppo è molto complesso, suddiviso in quattro sottogruppi e comprendente poco meno di 20 minerali. I minerali più diffusi del gruppo e definiti come principali sono crisotilo, lizardite e antigorite.

In anni recenti sono stati caratterizzati e inclusi nel gruppo il serpentino poligonale (Baronnet *et al.*, 2004) e il serpentino poliedrico (Cressey *et al.*, 2008).

La formula generale adottata per tutti è la seguente: $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$.

La composizione chimica di antigorite e lizardite si discosta però anche discretamente. Nella prima specie le quantità di Mg e OH sono più basse. Nella lizardite sono presenti Al e Fe³⁺ oltre a Mg e Si.

Per tutti la struttura si basa sulla coesione di due diversi tipi di fogli: un foglio (chiamato foglio triottaedrico o brucitico O)

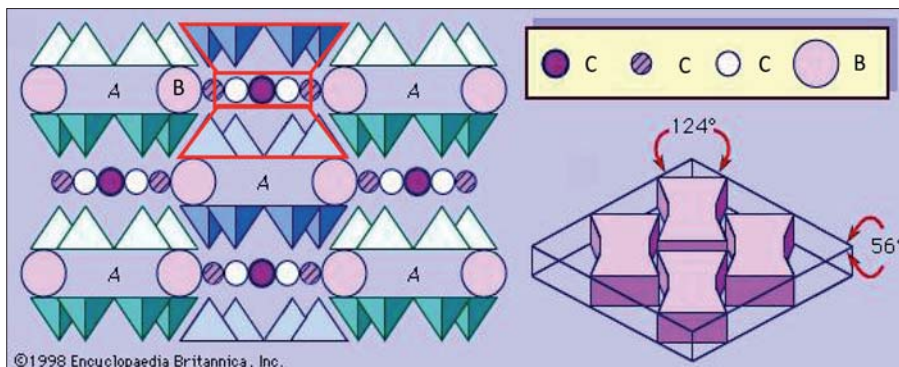


Figura 2 – Rappresentazione schematica della struttura degli anfiboli vista lungo l'asse di sviluppo delle catene tetraedriche (asse cristallografico Z).

A sinistra sono riportate alcune sezioni trasversali delle coppie di doppie catene (nastri) e dei cationi in esse inclusi il cui profilo (bordato in rosso) ricorda la sezione di una clessidra stilizzata.

A destra in alto sono indicati, con diversi colori e lettere, i differenti siti strutturali dei diversi tipi di cationi.

Con A sono indicati i siti strutturali in cui si posizionano cationi grandi: negli amianti di anfibolo questi siti sono vuoti.

Nella figura in basso a destra sono tracciati i piani di sfaldatura determinati dalla disposizione a scacchiera sfalsata dei nastri con sezione tipo clessidra (modificato da Simmons, 2016).

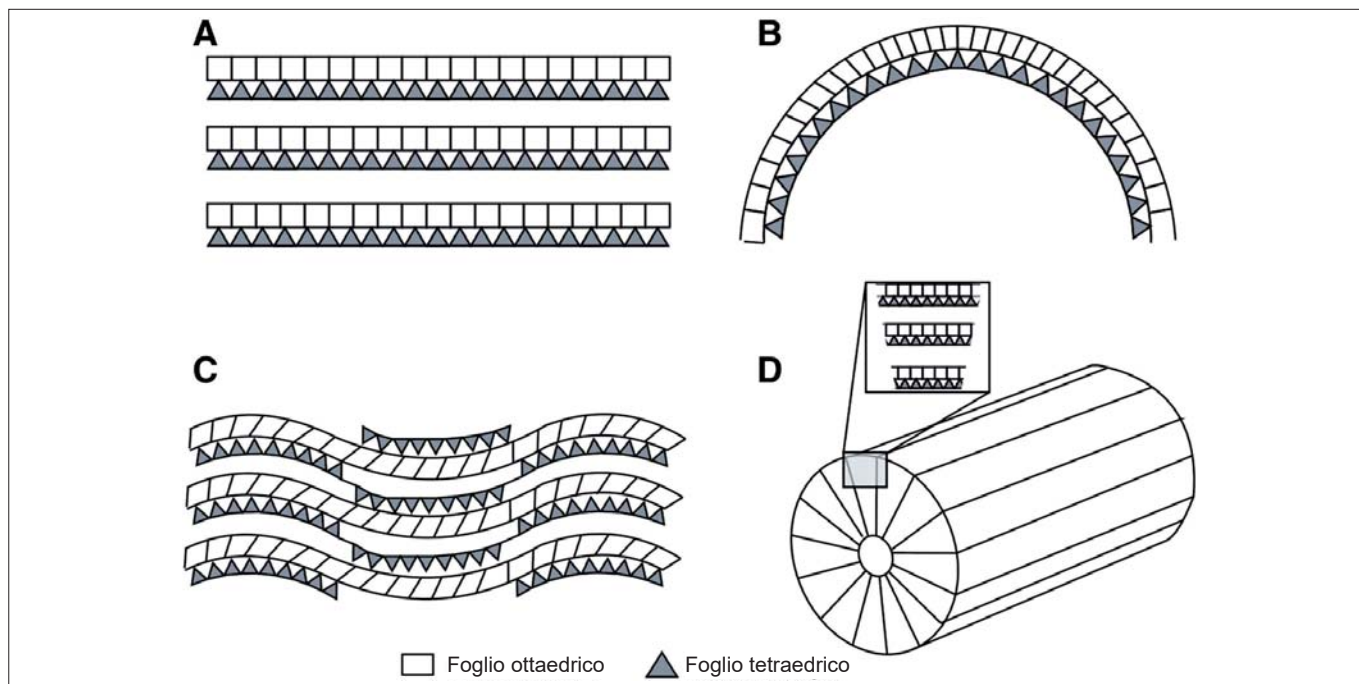


Figura 3 – Rappresentazione schematica della struttura dei 3 principali minerali del gruppo del serpentino (da Lacinska et al., 2016).

A: strati planari della lizardite.

B: incurvamento degli strati nel crisotilo; lo sviluppo delle fibre si realizza lungo l'asse perpendicolare al piano del disegno.

C: struttura ondulata dell'antigorite.

D: fibra di serpentino poligonale nella cui sezione trasversale sono visibili 15 settori radiali e una parte centrale circolare; nel riquadro è rappresentato lo sviluppo a strati planari, tipo lizardite, di un settore

costituito da gruppi $Mg(OH)_2$ in cui ogni atomo di Mg è circondato da 6 ossidrili e ognuno di questi è legato a 3 atomi di Mg; un foglio (denominato foglio tetraedrico T) costituito da gruppi SiO_4 connessi in modo da formare anelli a 6 membri

La coesione tra il foglio tetraedrico e quello triottaedrico avviene grazie agli ossigeni non coinvolti nella costituzione degli anelli del foglio tetraedrico e che sostituiscono 2/3 degli ossidrili alla base del foglio triottaedrico. Gli strati formati dai due tipi di fogli (OT) si impilano in una sequenza infinita, ma con uno strato vuoto (detto spazio interstrato) alternato ad uno strato OT.

I fogli O e T non hanno la stessa estensione (essenzialmente a causa dei diversi raggi ionici di Si e Mg) e per compensare, almeno in parte, lo sfasamento areale intervengono vari meccanismi, tra cui variazioni nell'assetto strutturale e variazioni composizionali.

Nella lizardite prevale il meccanismo chimico con presenza di Al e Fe^{3+} che in varie posizioni della struttura si collocano al posto di alcuni cationi Mg e con presenza di Al al posto di alcuni cationi Si. E pertanto con questo assetto i due fogli tendono ad avere dimensione areale simile.

In questo modo la struttura si sviluppa in piani (Fig. 3) e i cristalli presentano morfologia appiattita, talvolta quasi lamellare.

Nel crisotilo invece come meccanismo si realizza l'incurvamento degli strati, con il foglio O (arealmente più esteso) posizionato all'esterno e il foglio T (arealmente più ridotto) all'interno della curvatura (Fig. 3). Il singolo

cristallo è quindi costituito da strati OT curvi che si richiudono su sé stessi a formare dei cilindri oppure si sviluppano a spirale. Si formano così dei cristalli "tubulari" che crescono in lunghezza più che in larghezza. Infatti il meccanismo della curvatura compensa esattamente lo sfasamento solo per un preciso valore del raggio di curvatura, pari a circa 88 Å, per cui l'accrescimento in larghezza rallenta fino a bloccarsi via via che la misura del raggio si allontana dal valore ideale.

La struttura dell'antigorite è ancora più complessa e consiste in una ondulazione degli strati in cui il foglio O è ondulato con continuità mentre il foglio T segue l'ondulazione ma capovolge periodicamente la polarità dei gruppi SiO_4 che pertanto sono rivolti alternativamente verso il foglio O sovrastante e verso quello sottostante (Fig. 3).

Questo particolare meccanismo permette la crescita di cristalli con morfologia quasi appiattita e larghezza variabile, da notevole (cristalli lamellari) a ridotta (cristalli prismatici tabulari) a molto limitata. In questo caso e in relazione a particolari condizioni di crescita si formano cristalli asbestiformi (Fitz Gerald et al., 2010).

La somiglianza delle caratteristiche macroscopiche (Figg. 4 e 5), microscopiche e chimiche tra l'antigorite asbestiforme e il crisotilo sono causa di errori di identificazione. Solamente l'indagine mediante microscopio elettronico in trasmissione con annesso microanalizzatore chimico in spettrometria di dispersione di energia (TEM-EDS), utilizzando dati strutturali, ne permette l'identificazione univoca (per esempio: Belluso et al., 2017).

Poiché la scoperta della varietà asbestiforme dell'antigorite è recente, è ragionevole supporre che molte identificazioni di crisotilo fatte nel passato siano errate.

Anche il serpentino poligonale cresce in cristalli allungati e confondibili con il crisotilo. I cristalli sono composti da prismi poligonali a 15 o 30 settori radiali, comunemente con un nucleo cilindrico (Fig. 6). In ogni settore gli strati T e O sono piatti, come nella lizardite, ma ogni settore forma un angolo con quello adiacente a causa di specifici disallineamenti strutturali.

I cristalli crescono in fibre allungate con diametro decisamente maggiore di quelle del crisotilo (qualche migliaio di Å invece di poche centinaia), come si può osservare in Fig. 6.

La poligonizzazione sembra essere dovuta alla impossibilità di crescita a strati curvati per raggi di curvatura molto più grandi di quello ideale. Data l'analogia composizionale e morfologica con il crisotilo, con il quale è sovente intercresciuto (Fig. 6), la sua identificazione può essere fatta solamente tramite TEM-EDS (Belluso et al., 2017).

TECNICHE DI INDAGINE

La conoscenza su presenza, tipologia e quantità di amianto presente nelle strutture edilizie e negli ambienti di vita e di lavoro è un parametro necessario ai fini della valutazione dei rischi correlati agli amianti, delle modalità di prevenzione dell'esposizione e di una corretta programmazione ed esecuzione degli interventi di restauro o di bonifica nonché, in caso di materiali contenenti amianto che rimangono in opera, ai fini di un monitoraggio



Figura 4 – Fasci di crisotilo prelevati da rocce della Valle d'Aosta (la scala di riferimento è centimetrica)



Figura 5 – Fasci di antigorite asbestiforme prelevati da rocce dell'Australia (la scala di riferimento è centimetrica)

nel tempo del possibile rilascio e successiva aerodispersione di fibre.

Per la valutazione della presenza e della quantità di amianto presente in campioni massivi e nell'aria di ambienti confinati, nel 1994, con il Decreto del Ministero della Sanità (DMS) del 6 settembre (Allegati 1, 2, 3), vengono indicate le tecniche di indagine nonché i criteri di raccolta dei campioni e della loro preparazione per le analisi, di acquisizione e rielaborazione dei dati. Le tecniche presentate derivano da indagini scientifiche condotte negli anni precedenti da gruppi di ricerca appartenenti a vari enti, tra cui l'Istituto Superiore di Sanità.

La quasi totalità delle procedure descritte per le analisi è da ritenersi indicativa. Infatti il Decreto recita quanto di seguito riportato.

“In allegato al documento sono riportate alcune tecniche analitiche di riferimento per la determinazione della concentrazione ponderale di amianto in campioni massivi e per la

determinazione della concentrazione di fibre di amianto aerodisperse in ambienti di vita (ambienti indoor).

Tali allegati vanno intesi come indicativi ed eventuali altre tecniche in grado di fornire prestazioni equivalenti in termini di rivelabilità ed accuratezza possono essere utilizzate a meno che nel testo del documento non sia esplicitamente prescritta l'adozione di una specifica metodica.”

In pratica solamente in un caso è “prescritto” l'obbligo di utilizzo di una specifica tecnica e precisamente per la restituibilità di ambienti confinati bonificati.

Le procedure indicate nel decreto riguardano:

- la determinazione quantitativa dell'amianto in campioni in massa (Allegato 1 del DMS);
- la determinazione quantitativa delle concentrazioni di fibre di amianto aerodisperse in ambienti indoor (Allegato 2 del DMS);
- l'identificazione qualitativa delle fibre di amianto mediante la tecnica della dispersione cromatica in microscopia ottica (Allegato 3 del DMS).

Tralasciando le indicazioni sulle procedure di raccolta dei campioni e della loro preparazione (che sono funzione della tecnica di analisi successivamente utilizzata), dettagliatamente specificate nei vari Allegati, si riporterà di seguito una elencazione riassuntiva delle tecniche indicate nel DMS, dei tipi di campioni interessati e dei settori coinvolti.

Saranno inoltre riportate tecniche altrettanto utili o addirittura maggiormente risolutive che neppure oggi, a distanza di oltre 20 anni dalla pubblicazione del suddetto DMS, sono indicate dalla normativa italiana e che invece, almeno in due casi, sono regolamentate al di fuori dello stato Italiano.

Per la descrizione delle varie tecniche analitiche e della interpretazione dei dati, si

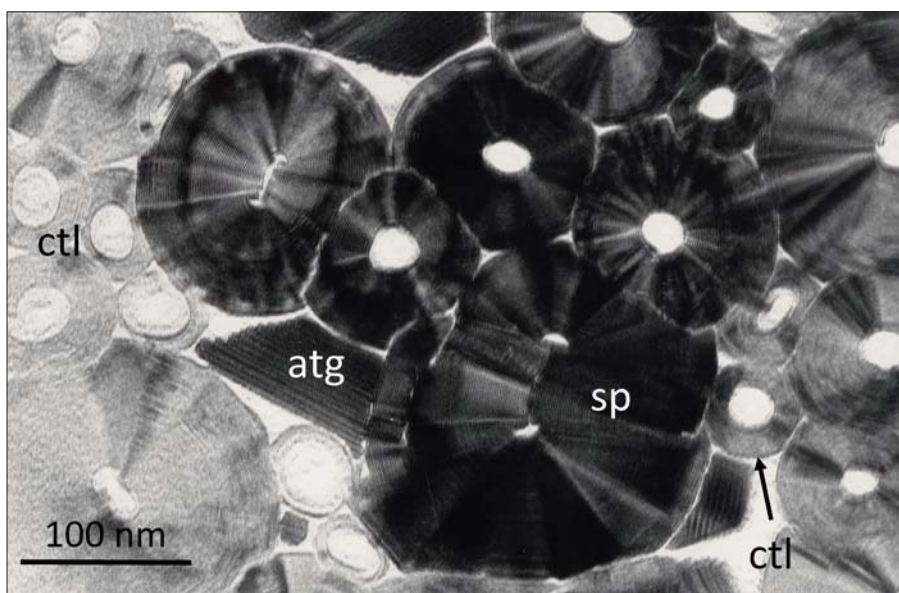


Figura 6 – Immagine al microscopio elettronico in trasmissione (TEM), ad alti ingrandimenti, della sezione trasversale (perpendicolare all'allungamento delle fibre) di un fascio di fibre di crisotilo (ctl), serpentino poligonale asbestiforme (sp) e antigorite asbestiforme (atg). Campione prelevato da rocce del Piemonte.

rimanda a testi di mineralogia l.s. (per esempio Klein, 2004), a testi specifici trattanti ogni singola tecnica e anche ad un testo tecnico che fa riferimento alle indicazioni del DMS 06/09/1994 (De Stefano *et al.*, 2004).

In Tab. 2 sono elencati i metodi analitici indicati dal D.M 06/09/1994 per analisi di fibre di amianto presenti in differenti campioni e relativamente a diversi ambiti.

Per quanto riguarda i campioni in massa (massivi) o pulverulenti, sulla base di una indagine preliminare si deve stabilire se sono visibili fibre (per esempio tramite osservazione allo stereomicroscopio) e, in caso di loro presenza (benché la loro natura a questo stadio delle analisi sia ancora incognita), se

i notevoli vantaggi dovuti a rapidità di analisi, costi contenuti, facilità di trasporto dello strumento, ha i grandi limiti di un potere risolutivo basso, non adatto alla rilevazione di fibre piccole e dell'impossibilità di identificare univocamente la natura delle fibre. È pertanto da utilizzarsi nei casi in cui si abbiano informazioni preliminari circa la natura delle fibre inorganiche che possono essere presenti nell'aria dell'ambiente in esame.

E pertanto, in ambiente esterno (outdoor), dove possono essere aerodisperse fibre inorganiche di qualunque tipo in quanto potenzialmente disperse da sorgenti sia antropiche sia naturali, è necessario utilizzare la tecnica SEM-EDS. Quest'ultima, dato il suo

Differenti tecniche di microscopia ottica vengono anche utilizzate per valutare la presenza di amianti in campioni solidi.

Un tipo di procedura prevede la polverizzazione di una frazione di interesse per l'analisi, la sospensione, la filtrazione su membrana, la dissoluzione di quest'ultima tramite metodi chimici ed infine l'indagine mediante MOCF, così come condotta per campioni di aria.

Alcuni laboratori effettuano mediante MOCF l'osservazione diretta di frammenti di materiali sospetti di contenere amianto, ma questo approccio (non previsto nella normativa né suggerito da studi scientifici) è da ritenersi estremamente fallace poiché si ha interferenza tra tutti i componenti (comprese le fibre eventualmente presenti) che non vengono separati attraverso una adeguata preparazione

La microscopia ottica in luce polarizzata (MOLP), abbinata all'utilizzo dell'immersione in liquidi ad indici di rifrazione noti (nell'intervallo tra 1,50 e 1,80), è utilizzata da alcuni laboratori per l'analisi di materiali sospetti di contenere amianto.

Nel 1993 l'Agenzia di Protezione Ambientale degli Stati Uniti (U.S. EPA) ha pubblicato una specifica procedura, basata sulle due suddette tecniche usate in abbinamento, definita in grado di consentire la rilevazione di quantità molto basse di amianto in materiali manufatti (quelli che la regolamentazione italiana definisce "materiali contenenti amianto" o MCA), quali per esempio le piastrelle dei pavimenti.

La procedura è utilizzata attualmente in laboratori sia italiani sia europei ed extra-europei (per esempio: Hwang e Park, 2016; Silvestri *et al.*, 2016).

La tecnica MOLP è anche utilizzata per valutare la presenza di fibre di amianto in rocce e suoli. Data la complessità di questi campioni, decisamente superiore a quella dei MCA, per una valutazione attendibile dei dati la tecnica viene generalmente integrata da indagini SEM-EDS o DRX oppure da entrambe (per esempio: Bloise *et al.*, 2016).

Talvolta la difficoltà delle analisi delle fibre minerali presenti nelle rocce viene ulteriormente accresciuta dalla numerosità dei componenti minerali e dalle interferenze prodotte da specie minerali, anche non fibrose, con caratteristiche strutturali simili. In questi casi si rende necessaria l'integrazione con ulteriori altre tecniche, quali le analisi termiche (termogravimetriche e differenziali) e le analisi mediante microscopia elettronica in trasmissione e annesso microanalizzatore chimico in spettrometria di dispersione di energia (TEM-EDS: per esempio: Bloise *et al.*, 2017).

Per quanto riguarda l'esame dei suoli, un recente lavoro (Wroble *et al.*, 2017) evidenzia come la tecnica MOLP comunemente usata

Tabella 2 – Metodi analitici indicati dal D.M 06/09/1994 per analisi di fibre di amianto presenti in differenti campioni e relativi a diversi ambiti

Metodica analitica	Ambito di applicazione (D.M. 06/09/94)
Diffrazione a raggi X su polveri (DRX o XRPD)	Campioni massivi con concentrazione di amianto in peso $\geq 1\%$
Spettroscopia infrarossa con trasformata di Fourier (FT IR)	Campioni massivi con concentrazione di amianto in peso $\geq 1\%$
Microscopia ottica in luce polarizzata (MOLP)	Riconoscimento delle fibre di amianto mediante l'utilizzo di liquidi a dispersione cromatica (campioni massivi)
Microscopia elettronica in scansione con microanalizzatore chimico in spettrometria di dispersione di energia (SEM-EDS)	Fibre aerodisperse nei luoghi di lavoro e in ambiente esterno Campioni massivi con concentrazione di amianto in peso $< 1\%$
Microscopia ottica in contrasto di fase (MOCF)	Fibre aerodisperse in ambienti indoor e luoghi di lavoro

la quantità rilevata è maggiore, uguale o inferiore all'1 % in peso del campione.

Per valori $\geq 1\%$, è indicato l'utilizzo della tecnica della diffrazione a raggi X su polveri (DRX o XRPD), con il metodo del filtro di argento e con il diffrattometro a geometria Bragg-Brentano (detto anche $\theta/2\theta$).

Nel caso invece le fibre non siano visibili, ma si suppone, sulla base di varie indicazioni, che possano essere presenti oppure se sono in quantità ridotta e comunque fino all'1 %, è indicato l'uso della microscopia elettronica in scansione con microanalizzatore chimico in spettrometria di dispersione di energia (SEM-EDS).

I limiti riportati sono da ritenersi comunque indicativi e correlati al limite di rivelabilità delle due tecniche.

Nel caso si debba valutare la presenza di fibre di amianto disperse in aria si possono utilizzare sia la microscopia ottica in contrasto di fase (MOCF), sia la tecnica SEM-EDS. La possibilità di scelta tra le due tecniche si ha solamente per le analisi di aria in ambienti confinati (indoor) e non relativamente alla valutazione della possibile restituibilità di locali dopo l'effettuazione della bonifica. Infatti la tecnica MOCF, anche integrata da analisi in dispersione cromatica, nonostante

maggiore potere risolutivo e la possibilità di determinare con discreta certezza la natura delle fibre inorganiche, è la tecnica prescritta per la valutazione della presenza di fibre di amianto in un ambiente dopo l'esecuzione di bonifiche, al fine della emissione del certificato di restituibilità.

La determinazione di presenza e quantità di fibre di amianto è anche possibile attraverso la tecnica della spettroscopia a infrarosso con trasformata di Fourier (FTIR). Il D.M. 06/09/1994 ne indica l'uso in caso di campioni con quantità percentuali di amianto non inferiori all'1 % in peso. Diversamente però dalle altre tecniche, per questa il DMS non dettaglia le fasi di preparazione dei campioni e di raccolta dei dati. Tuttavia dall'emanazione del decreto ad oggi molti lavori scientifici hanno specificato come effettuare tali operazioni e come ottenere validi risultati quantitativi.

Dato il progredire delle conoscenze scientifiche e il miglioramento delle prestazioni strumentali, vengono continuamente elaborati approcci migliorativi o addirittura nuovi per i vari metodi di analisi degli amianti. Ne sono esempio gli studi di miglioramento nell'uso della MOCF e anche l'utilizzo dello FTIR per esaminare la presenza di amianto in campioni di aria (per esempio: Azari *et al.*, 2014).

per i suoli (U. S. EPA, 1993), anche nel caso di campioni preparati in maniera specifica (ASTM, 2013; CARB, 2017), non permette di valutare la quantità di fibre minerali potenzialmente disperdibili in aria le quali costituiscono il reale fattore di rischio di esposizione. Lo studio mostra come per la corretta valutazione sia necessario l'abbinamento di una tecnica di elutriazione con analisi di dettaglio al TEM-EDS (o altre tecniche microscopiche appropriate).

Data la difficoltà di esaminare materiali che hanno dimensioni estremamente ridotte (micrometriche e sub-micrometriche), quali sono le fibre, e la complessità dei campioni in cui sono contenuti, vengono continuamente tentati nuovi approcci per una più corretta identificazione e quantificazione in relazione ai vari tipi di campioni in cui sono presenti.

Indagini sempre più dettagliate e l'utilizzo di tecniche più performanti hanno messo in luce che in determinati campioni (tipicamente rocce e suoli) sono presenti più specie minerali fibrose (per esempio, Belluso *et al.*, 1995), alcune delle quali non classificate amianto dalla normativa vigente, ma tuttavia confondibili con alcuni tipi di amianto anche alla scala delle analisi tramite SEM-EDS (per esempio, Belluso *et al.*, 2017).

Per i diversi motivi sopra indicati e anche perché l'identificazione (e talvolta anche la rilevazione) di fibre minerali estremamente fini e corte non può essere risolta con le tecniche MOLP, MOCF, FTIR, DRX, SEM-EDS, in alcuni stati e per specifici tipi di campioni si ricorre all'uso della tecnica TEM-EDS.

Il TEM ha un potere di risoluzione decisamente maggiore rispetto alla microscopia ottica, dell'ordine di 0,004 μm . Il sistema EDS annesso permette di determinare la composizione chimica semiquantitativa. Inoltre la capacità degli elettroni di produrre effetti di diffrazione, permette, nel caso di sostanze cristalline e quindi degli amianti e di altri minerali fibrosi, di fornire informazioni cristallografiche tramite effetti di diffrazione elettronica specifici di ogni specie minerale, in quanto basati sulla regolare e specifica disposizione di atomi nelle sostanze cristalline. In pratica, il notevole potere risolutivo del TEM abbinato alla capacità di fornire dati chimici e cristallografici permette di identificare univocamente ogni singola fibra minerale e pertanto di distinguere tra fibre di amianto e fibre asbestiformi non classificate amianto (per esempio: Egerton, 2005; Belluso *et al.*, 2017).

Per le analisi di campioni di aria in ambienti di particolare complessità, quali gli ambienti esterni, o laddove si possa avere esposizione continuativa a fibre sottili, non rilevabili dalle altre tecniche, l'uso della tecnica TEM-EDS diventa irrinunciabile. In Francia, per esempio, dal 1 luglio 2012 il Mi-

nistero del Lavoro ha dato obbligo di utilizzare la tecnica TEM-EDS per rilevazione, identificazione e quantificazione di fibre di amianto in campioni di aria negli ambienti lavorativi. Negli Stati Uniti la tecnica deve essere utilizzata in specifici ambiti, per esempio nelle scuole, su indicazione dell'Agenzia di Protezione dell'Ambiente (EPA, 1987), e durante lavori di abbattimento di particolari edifici (per esempio le case di riposo). Tutte le fasi, dalla raccolta del campione all'acquisizione dei dati mediante TEM-EDS e alla loro elaborazione, sono standardizzate ed utilizzate da circa venti anni (per esempio: NIOSH, 1994; AHERA, 1987).

Sovente, all'estero, la tecnica TEM-EDS è utilizzata come integrazione alle analisi mediante MOCF di campioni di aria. Infatti la tecnica MOCF ha alcune limitazioni tra cui l'impossibilità di rilevare la presenza di fibre troppo sottili per la rilevazione con questa microscopia, anche se di lunghezza superiore a 5 μm (NIOSH, 2011), e di distinguere tra varie specie minerali fibrose (come per esempio crisotilo e antigorite asbestiforme). E infatti l'EPA (2017) sconsiglia l'utilizzo della MOCF nella valutazione di esposizioni ambientali.

La tecnica TEM-EDS è pertanto utilizzata per risolvere casi di ambiguità tra amianti e minerali non classificati amianto e anche per valutare se sono presenti fibre molto sottili (per esempio: EPA, 1990; Yamate *et al.*, 1984). Inoltre è utilizzata nei casi in cui i dati ottenuti mostrano il superamento del livello di concentrazione ammesso in aria, per verificare se il superamento è dovuto a presenza elevata di fibre di amianto oppure di altre tipologie di fibre. Infatti quando si usa la tecnica MOCF si assume in pratica che tutte le particelle che soddisfano i criteri dimensionali di conteggio siano fibre di amianto, ma questa ipotesi è appropriata solamente nelle situazioni in cui è ragionevole pensare che la maggioranza delle particelle fibrose rilevate appartenga al gruppo dei minerali classificati amianto.

Le indagini tramite TEM-EDS sono anche particolarmente utili, in quanto univocamente identificative, per il riconoscimento di fibre minerali prelevate da campioni biologici (quali per esempio tessuti polmonari) o da colture cellulari rispettivamente per scopi diagnostici o medico-legali e per studi finalizzati alla comprensione dei meccanismi di tossicità, (per esempio: Belluso *et al.*, 2017). Tuttavia per la determinazione quantitativa del carico di fibre presenti nei tessuti o nei fluidi biologici, data la piccola quantità di campione analizzabile, le valutazioni di concentrazione calcolate con i dati ottenuti tramite SEM-EDS risultano ancora le più attendibili (per esempio: Belluso *et al.*, 2006).

Data l'elevata risoluzione dei recenti SEM a emissione di campo (FESEM), simile

a quella del TEM, in ambiti specifici e per i quali si abbiano informazioni complementari, le analisi (FE)SEM-EDS risultano adatte ai fini del monitoraggio e della valutazione dei rischi da esposizione. Tuttavia, solamente in pochi stati la tecnica è utilizzata di routine (per esempio in Austria, Germania, Olanda, Svizzera).

Nel caso di analisi sulla presenza di fibre in particolari campioni massivi, specificatamente in rocce potenzialmente contenenti amianto, studi scientifici hanno mostrato che tipi di analisi utili, discriminanti e poco dispendiose sono quelle termiche (differenziali e gravimetriche) accoppiate con l'analisi del gas emesso (Viti, 2010). Al momento la tecnica risulta adeguatamente applicabile alle rocce serpentinitiche per rilevare la presenza di crisotilo distinguendolo da altri tre minerali del gruppo del serpentino con i quali è comunemente intercresciuto (antigorite, lizardite, serpentino poligonale). Dal 2004 il Ministero Giapponese della Salute, del Lavoro e del Welfare ha stabilito che le analisi termogravimetriche e differenziali (DTG) sono efficaci ed utilizzabili per la rilevazione di crisotilo in rocce serpentinitiche.

Quando tuttavia i campioni massivi sono particolarmente complessi, le indagini sugli amianti presenti necessitano di analisi mediante molteplici tecniche e i dati ottenuti devono essere usati in maniera complementare. Per esempio, per la determinazione della concentrazione di crisotilo in sterili di miniera è stato evidenziato che solo l'utilizzo complementare di cinque diverse tecniche (DRX, FTIR, SEM-EDS, MOCF e analisi termiche differenziali) permette, per queste tipologie di campioni, una quantificazione precisa, confermata mediante il confronto con campioni di riferimento a contenuto noto (Gualtieri *et al.*, 2014).

La spettroscopia Raman, utilizzata da circa 90 anni nel campo della chimica per il riconoscimento di molecole, negli ultimi 15 anni è stata applicata con successo per identificare fasi minerali. A partire dagli anni 2000 molti lavori scientifici hanno dimostrato che questa tecnica è adatta per discriminare tra fibre non classificate amianto e amianti (per esempio: Rinaudo *et al.*, 2004; Belluso *et al.*, 2007), anche contenuti in materiali cementizi (Rinaudo *et al.*, 2003a), e per differenziare fasi aventi composizione chimica simile e analogie strutturali quali i principali minerali del gruppo del serpentino (per esempio: Rinaudo *et al.*, 2003b). Questa tecnica, che comprende una preparazione minima e rapida del campione, si può prestare ad indagini preliminari di materiali in opera mediante la variante portatile dello strumento.

Sicuramente è utilizzabile per indagini qualitative di amianti dispersi in matrici di

varia natura, quali per esempio rocce (Grosso *et al.*, 2006). Tuttavia al momento la difficoltà di discriminare tra crisotilo e serpentino poligonale asbestiforme e tra antigorite lamellare e asbestiforme necessita ancora dell'uso complementare della tecnica TEM-EDS.

La tecnica Raman risulta anche efficace per la rilevazione di fibre di amianto e di fibre minerali non classificate amianto presenti in campioni di tessuti biologici, a fini diagnostici e legali (per esempio: Croce *et al.*, 2013).

Indipendentemente dal tipo di campione da esaminare (aria, roccia, suolo, materiale antropico massivo o pulverulento etc), come riportato nei testi che trattano l'argomento delle analisi degli amianti e anche nella stessa normativa italiana, l'utilizzo dei vari metodi di analisi e soprattutto di quelli basati sulla microscopia ottica per la rilevazione della presenza di fibre, l'identificazione della loro natura e quindi il riconoscimento di fibre di amianto, è fortemente dipendente da quattro fattori, di seguito elencati:

- dall'operatore e in particolare dalla sua preparazione specifica (tra cui le conoscenze sulle proprietà ottiche dei minerali), capacità ed esperienza;
- dalle caratteristiche del microscopio;
- dalle caratteristiche del campione e, specificatamente, dalle dimensioni di fibre e fasci fibrosi, da colore, compattezza e granulometria della matrice in cui sono contenute;
- dalla modalità di preparazione del campione.

Dagli stessi fattori dipende anche la correttezza della quantificazione della presenza degli amianti nel campione in esame (per esempio, NIST, 2006).

BIBLIOGRAFIA

ASTM, American Society of Testing and Materials (2013) Standard D7521-13-Standard Test Method for Determination of Asbestos in Soil. www.astm.org.

AZARI M. R., YAZDIAN A., ZENDEHDEL R., SOURI H., KHODAKARIM S., PEIROVI H., PANAHI D., KAZEMPOUR M. (2014), *Improved Method for Analysis of Airborne Asbestos Fibers Using Phase Contrast Microscopy and FTIR Spectrometry*. Tanaffos, 13, 38-45.

BARONNET A., MELLINI M., DEVOUARD B. (1994), *Sectors in polygonal serpentine - a model based on dislocations*. Physics and Chemistry of Minerals, 21, 330-343.

BELLUSO E., CAVALLO A., HALTERMAN D. (2017), *Crystal habit of mineral fibres*. In: *Mineral Fibres: Crystal Chemistry, Chemical-Physical Properties, Biological Interaction and Toxicity*, EMU Notes in Mineralogy, 18, cap 3, 65-109.

BELLUSO E., COMPAGNONI R., FERRARIS G. (1995), *Occurrence of asbestiform minerals in the serpentinites of the Piemonte Zone, Western Alps*. In: *Giornata di studio in ricordo del prof. Stefano Zucchetti*, Politecnico di Torino, 57-64. Ed. Politecnico di Torino, 1995.

BELLUSO E., BELLIS D., FORNERO E., CAPELLA S., FERRARIS G., COVERLIZZA S. (2006), *Assessment of inorganic fibres burden in biological samples by SEM-EDS*. Microchimica Acta, 155, 95-100.

BELLUSO E., FORNERO E., CAIRO S., ALBERTAZZI G., RINAUDO C. (2007), *The application of micro-Raman spectroscopy to distinguish carlosturanite from serpentine-group minerals*. Canadian Mineralogist, 45, 1495-1500.

BLOISE A., CATALANO M., CRITELLI T., APOLLARO C., MIRIELLO D. (2017), *Naturally occurring asbestos: potential for human exposure, San Severino Lucano (Basilicata, Southern Italy)*. Environmental Earth Sciences, 76, 648 DOI 10.1007/s12665-017-6995-9.

BLOISE A., PUNTURO R., CATALANO M., MIRIELLO D., CIRINCIONE R. (2016), *Naturally occurring asbestos (NOA) in rock and soil and relation with human activities: the monitoring example of selected sites in Calabria (southern Italy)*. Italian Journal of Geosciences, 135, 268-279.

CARB, CALIFORNIA ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, AIR RESOURCES BOARD (2017), *Implementation guidance document, field sampling and laboratory practices, test method 435 determination of asbestos content of serpentine aggregate*. Sacramento (CA); 2017 Apr. <https://www.arb.ca.gov/toxics/asbestos/tm435/guidancedocument.pdf>.

CRESSEY G., CRESSEY B.A., WICKS F.J. (2008), *Polyhedral serpentine: a spherical analogue of polygonal serpentine?* Mineralogical Magazine, 72, 1229-1242.

CROCE A., MUSA M., ALLEGRIANI M., RINAUDO C., BARIS YI., DOGAN AU., POWERS A., RIVERA Z., BERTINO P., YANG H., GAUDINO G., CARBONE M. (2013), *Micro-Raman spectroscopy identifies crocidolite and erionite fibers in tissue sections*. Journal of Raman Spectroscopy, 44, 1440-1445.

DE STEFANO L., PALUMBO M., CIOFFI R. (2004), *L'amianto: campionamento ed analisi: metodiche tecniche per il monitoraggio qualitativo e quantitativo della presenza di amianto nei materiali e delle fibre aerodisperse nell'ambiente*. Franco Angeli Editore, Milano

EGERTON R. (2005), *Physical principles of electron microscopy: An introduction to TEM, SEM, and AEM*. Springer 2005.

EPA (1987), Code of Federal Regulations: Chapter 40, Part 763 -- Asbestos - EPA.

EPA (1990), Environmental Asbestos Assessment Manual, Superfund Method for the Determination of Asbestos in Ambient Air, Part 1: Method, EPA/540/2-90/005a, May 1990, and Part 2: Technical Background Document, EPA/540/2-90/005b, May 1990.

EPA (2017), Asbestos at Superfund Sites: Technical Resources. <https://www.epa.gov/superfund/asbestos-superfund-sites-technical-resources>

FITZ GERALD J.D., EGGLETON R.A., KEELING J.L. (2010), *Antigorite from Rowland Flat, South Australia: asbestiform character*. European Journal of Mineralogy, 22, 525-533.

GROPPO C., RINAUDO C., CAIRO S., GASTALDI D., COMPAGNONI R. (2006), *Micro-Raman spectroscopy for a quick and reliable identification of serpentine minerals from ultramafics*. European Journal of Mineralogy, 18, 319-329.

GUALTIERI A. F., POLLASTRI S., BURSI GANDOLFI N., RONCHETTI F., ALBONICO C., CAVALLO A., ZANETTI G., MARINI P., SALA O. (2014), *Determination of the concentration of asbestos minerals in highly contaminated mine*

tailings: An example from abandoned mine waste of Crêtaz and Èmarese (Valle d'Aosta, Italy). American Mineralogist, 99, 1233-1247.

HAWTHORNE F.C., OBERTI R., HARLOW G.E., MARESCH W.V., MARTIN R.F., SCHUMACHER J.C., WELCH M.D. (2012), *Nomenclature of the amphibole supergroup*. American Mineralogist, 97, 2031-2048.

HWANG S.H., PARK W.M. (2016), *Evaluation of asbestos-containing products and released fibers in home appliances*, Journal of the Air & Waste Management Association, 66, 922-929.

KLEIN C. (2004), *Mineralogia*. Ed. Zanichelli.

LACINSKA A.M., STYLES M.T., BATEMAN K., WAGNER D., MATTHEW R.H., GOWING C., BROWN P. D. (2016), *Acid-dissolution of antigorite, chrysotile and lizardite for ex situ carbon capture and storage by mineralisation*. Chemical Geology, 437, 153-169

MINDAT.org database: <https://www.mindat.org/>

NIOSH, NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (1994), *Asbestos by TEM, method 7402*. In: NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), 4th ed., P.C. Schlecht and P.F. O'Connor (eds.). Cincinnati, Ohio: NIOSH, 1994.

NIOSH, NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (2011), *Asbestos Fibers and Other Elongate Mineral Particles: State of the Science and Roadmap for Research*. Current Intelligence Bulletin, 62.

NIST (2006), HANDBOOK 150-3 Edition: National Voluntary Laboratory Accreditation Program Bulk Asbestos Analysis. Hazel M. Richmond.

RINAUDO C., BELLUSO E., GASTALDI D. (2004), *Assessment of the use of Raman spectroscopy for the determination of amphibole asbestos*. Mineralogical Magazine, 68, 443-453

RINAUDO C., GASTALDI D., BELLUSO E. (2003a), *La spettroscopia Raman: tecnica di identificazione rapida di fibre di asbesto*. Siti Contaminati, 2, 116-120.

RINAUDO C., GASTALDI D., BELLUSO E. (2003b), *Characterization of chrysotile, antigorite and lizardite by FT-Raman Spectroscopy*. Canadian Mineralogist, 41, 883-890.

SILVESTRI S., DI BENEDETTO F., RAFFAELLI C., VERALDI A. (2016), *Asbestos in toys: an exemplary case*. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health, 80-85.

SIMMONS W.B. (2016), *Amphibole*. Encyclopædia Britannica, inc, <https://www.britannica.com/science/amphibole>.

U.S. EPA, ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (1987), Asbestos Hazard Emergency Response Act. 40 CFR Part 763, Subpart E -- Asbestos Containing Materials in Schools. Washington, DC:U.S. Environmental Protection Agency.

U.S. EPA, ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (1993), Method for the Determination of Asbestos in Bulk Building Materials (EPA/600/R-93/116). R. L. Perkins and B. W. Harvey.

VITI C. (2010), *Serpentine minerals discrimination by thermal analysis*. American Mineralogist, 95, 631-638.

WHO (1997), *Determination of airborne fibre number concentrations; a recommended method, by phase contrast optical microscopy (membrane filter method)*. World Health Organization, Geneva, Switzerland

YAMATE G., AGARWAL S.C., GIBBONS R.D. (1984), *Methodology for the Measurement of Airborne Asbestos by Electron Microscopy*, Report 698-02-3266, Environmental Protection Agency, Washington, DC, 1984.

Epidemiologia del mesotelioma

Mesothelioma epidemiology

DOMENICA CAVONE

Responsabile Vicario Renam Cor Puglia, Università degli Studi Aldo Moro Scuola di Medicina Dipartimento Interdisciplinare di Medicina Sezione Medicina del Lavoro Ramazzini Policlinico Bari. E-mail: domenica.cavone@uniba.it

LUIGI VIMERCATI

Direttore UOC Medicina del Lavoro Universitaria Azienda Ospedaliero-Universitaria Policlinico Consorziale Bari, Università degli Studi Aldo Moro Scuola di Medicina Dipartimento Interdisciplinare di Medicina Sezione Medicina del Lavoro Ramazzini Policlinico Bari E-mail: luigi.vimercati@uniba.it

Parole chiave (*key words*): amianto (*asbestos*), mesotelioma (*mesothelioma*), incidenza (*incidence*), mortalità (*mortality*), sistemi di sorveglianza (*surveillance systems*), ReNam – Registro Nazionale Mesoteliomi (*Mesothelioma Registry*), sanità pubblica (*public health*)

1. AMIANTO: CONSUMI ESPOSIZIONI BANDO

L'amianto o asbesto è un minerale naturale, presente anche in Italia, che in tutte le sue varietà mineralogiche ha morfologia fibrosa (actinolite, amosite, anthophyllite, crisotilo, crocidolite e tremolite). Di uso dell'amianto si parla fin dall'epoca degli antichi persiani, greci e romani. È caratterizzato dall'alta resistenza al calore, nonché agli agenti chimici e biologici, all'abrasione e all'usura. L'amianto è un cancerogeno ambientale, le fibre di amianto, quando disturbate meccanicamente, tendono a suddividersi longitudinalmente, generando fibre ancora più sottili (fibrille) che se inalate possono essere responsabili di processi fibrotici (asbestosi) o neoplastici (mesotelioma, carcinoma polmonare).

I due studi epidemiologici storici che stabilirono con certezza il ruolo causale dell'amianto nell'insorgenza del carcinoma polmonare e del mesotelioma pleurico furono, rispettivamente, quello di Doll del 1955 e quello di Wagner e collaboratori del 1960.

Nel 1964 si svolse la conferenza mondiale sugli effetti biologici dell'amianto organizzata dalla New York Academy of Sciences i cui atti furono pubblicati nel 1965, anno in cui la comunità scientifica raggiunse unanime consenso sull'azione cancerogena di questo materiale (3)

Dal 1973 la International Agency for Research on Cancer (IARC) ha classificato l'amianto (tutti i tipi): actinolite, amosite, antofillite, crocidolite, tremolite e crisotilo, tra gli agenti cancerogeni certi per l'uomo.

Nella monografia IARC del 2012 si conferma l'amianto come unico fattore di rischio certo per il mesotelioma in una serie di organi bersaglio comprendenti la pleura, il peritoneo, il pericardio e la tunica vaginale del testicolo.

La monografia conferma l'amianto come agente cancerogeno certo per il cancro del polmone, e per la prima volta definisce l'amianto come cancerogeno certo per il cancro della laringe e dell'ovaio, valuta come limitata l'evidenza scientifica dell'associazione per i tumori di faringe, stomaco e colon retto.

Stante la stretta correlazione tra consumi di amianto e mortalità per patologie asbesto correlate l'analisi della distribuzione nel tem-

po e nello spazio dei consumi di amianto è di grande rilevanza per l'analisi epidemiologica. Marinaccio *et al.* 2005, hanno analizzato i consumi pro-capite di amianto in diversi paesi del mondo dimostrando come la curva della mortalità per mesotelioma ripercorra significativamente l'andamento dei consumi dopo un lungo periodo di latenza.

L'incremento nei livelli di produzione mondiale è costante dal secondo dopoguerra alla metà degli anni Settanta, periodo in cui

a svuotare i sacchi a mano senza sistemi di aerazione e senza protezioni.

I maggiori produttori, al 2013, sono la Russia (con 700.000 tonnellate), la Cina (con 450.000 tonnellate), il Canada (con 335.000 tonnellate, di cui il 98 per cento esportato), il Kazakistan (con 180.000 tonnellate), il Brasile (con 170.000 tonnellate), lo Zimbabwe (con 130.000 tonnellate) e poi la Grecia (con 35.000 tonnellate), gli Stati Uniti (con 7.000 tonnellate) e la Bulgaria (7.000 tonnellate) (Fig. 1).

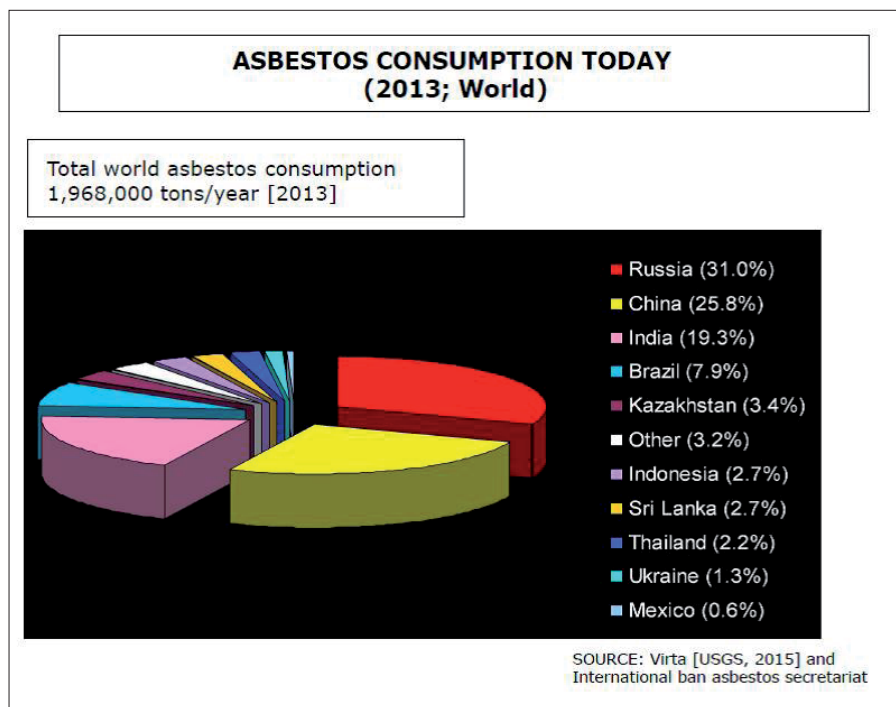


Figura 1 – Consumi di amianto nel mondo (2013)

raggiunge il culmine con più di 4,5 milioni di tonnellate/anno prodotte. La produzione mondiale complessiva di amianto nel secolo scorso ha raggiunto i 173 milioni di tonnellate, di cui più dell'80% dopo il 1960, con una produzione annua (nel 2000) di 2.130.000 tonnellate.

L'industria dell'amianto ha continuato ad estrarre (2013) circa 2 milioni di tonnellate l'anno realizzando produzioni "pulite" e controllate in Europa, "sporche" negli altri Paesi. Il problema è stato spostato dall'Europa in Ucraina, in Russia, in India, in Egitto, in Thailandia, in Cina, in Brasile, dove si continuano

Negli Stati Uniti, circa 340 tonnellate di amianto sono state importate nel 2016 (10).

L'Italia ha il primato di aver avuto sul suo territorio la prima miniera aperta "per scopi commerciali" nel 1870 e quindi è l'unico Paese dell'Unione Europea, insieme alla Grecia, nel quale sono state attive miniere di amianto quindi è un paese sia importatore che produttore. L'Italia è stata fino alla fine degli anni Ottanta il secondo maggiore produttore europeo di amianto in fibra dopo l'Unione Sovietica e il maggiore della Comunità Europea. La produzione italiana proviene in maniera quasi esclusiva (se si eccettuano quantità modeste

dai giacimenti della Val Malenco) dalla miniera di crisotilo di Balangero (20 km a nord di Torino), il più importante giacimento come dimensioni e come impianti dell'Europa Occidentale. In Italia dal dopoguerra (1946) al bando del 1992 sono state prodotte 3.748.550 tonnellate di amianto grezzo (più di 160.000 tonnellate/anno nel periodo 1976-1980) e 1.900.885 tonnellate di amianto grezzo sono state importate da Australia, Canada e Sud Africa. Le importazioni di amianto grezzo si mantengono superiori alle 50.000 tonnellate/anno fino al 1991. L'uso di amianto in Italia nel secolo scorso è cresciuto fino alla quota di circa 220-240.000 tonnellate/anno, raggiunta nella seconda metà degli anni '70. Negli anni '80 l'uso è andato gradualmente calan-

tonnellate di amianto friabile in numerosi siti contaminati, sia di tipo industriale che non, pubblici e privati, su tutto il territorio italiano.

In Italia l'amianto grezzo prodotto o importato, sfruttando le notevoli proprietà di isolante e coibente del materiale ed il basso costo, è stato utilizzato in un ampio spettro di attività industriali: nei settori della produzione industriale di manufatti in cemento-amianto, di manufatti tessili contenenti amianto, della cantieristica navale, della riparazione e demolizione di rotabili ferroviari, dell'edilizia e in numerosi altri comparti di attività economica. Per queste ragioni, in Italia il numero di lavoratori esposti è molto rilevante (13).

Oltre all'esposizione occupazionale, il rischio di mesotelioma è ormai certamente

vita coinvolti nell'esposizione ad amianto sia assai esteso e non sia possibile limitarlo ai soli settori industriali con uso diretto del materiale come materia prima.

Circa l'entità attuale del problema i dati forniti dal CNR, che valutano in circa 32 milioni di tonnellate il cemento-amianto ancora da bonificare e l'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), nel capitolo sui rifiuti speciali dell'Annuario 2011, riporta che i rifiuti contenenti amianto prodotti in Italia nell'anno 2009, nel loro complesso, ammontano a circa 380.000 tonnellate. Se le stime si riveleranno esatte in base all'amianto ancora presente sul territorio nazionale (32 milioni di tonnellate) e al quantitativo annuale rimosso (380.000 tonnellate), a questo ritmo di rimozione annuale il processo di dismissione potrebbe durare ancora per altri 85 anni (8).

In Italia dal bando del 1992 la distanza temporale dal termine delle esposizioni lavorative per i soggetti esposti in passato è ormai dell'ordine di 25 anni. Dal bando la legislazione di protezione dei lavoratori sta garantendo a chi lavora oggi alla decoibentazione ed alla rimozione di materiali contenenti amianto un'adeguata informazione e formazione per operare in condizioni protette. Il mesotelioma (qualunque sede) e il tumore polmonare insorti per esposizioni lavorative ad amianto sono inclusi nella lista italiana delle malattie professionali dal 1994.

2. MESOTELIOMA MALIGNO (MM)

Il mesotelioma maligno è un tumore raro, tumori rari sono quelli con incidenza < 6/100.000 per anno (RARECARE) (17), che origina dallo strato di rivestimento interno delle cavità sierose dell'organismo (pleura, peritoneo, pericardio e tunica vaginale del testicolo), a prognosi infausta, caratterizzato da una breve sopravvivenza (circa 12 mesi) (18-19). È considerato un "evento sentinella" di esposizioni passate ad amianto in tutte quelle aree dove si possono escludere esposizioni ad altri fattori di rischio per il mesotelioma maligno (20). Potenziali cofattori per lo sviluppo del MM oltre all'amianto sono altre particelle minerali allungate (EMP) come materiali sintetici (ceramica, nanoparticelle), radiazioni ionizzanti e infezioni da virus SV-40 (21-22). Anche fattori genetici possono svolgere un ruolo nell'insorgenza del MM sono stati infatti descritti cluster familiari in consanguinei (23-26).

Queste patologie sono caratterizzate da un lungo intervallo di latenza tra l'inizio dell'esposizione e la comparsa della malattia, intervallo che è in genere di decenni (dai 20 ai 40 anni e oltre) (27) e prognosi infausta. I tassi medi di sopravvivenza globale (overall survival (OS)) variano dai 4 ai 13 mesi per i

RAW ASBESTOS ITALIAN IMPORT AND PRODUCTION (100 tons; years 1946-1992)

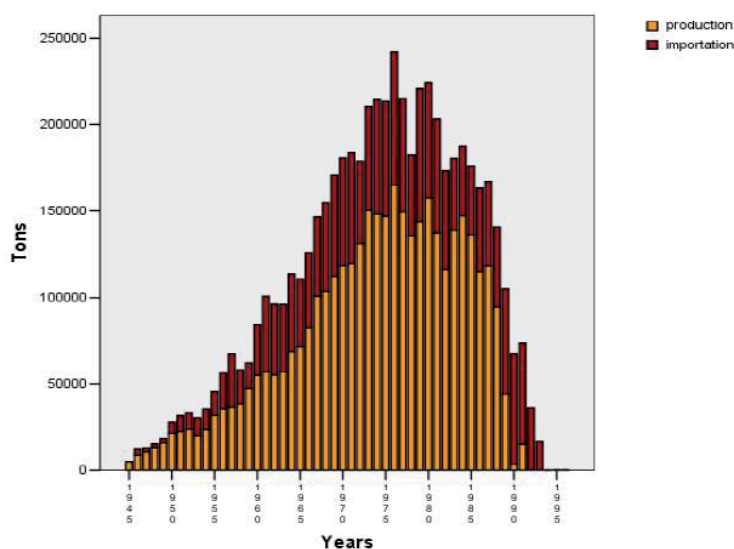


Figura 2 – Italia 1946-1992 produzione ed importazione di amianto

Fonte: Marinaccio A. et al. Il Registro Nazionale dei Mesoteliomi. Secondo rapporto. Monografia Ispesl, Roma 2006

do, anche se tardivamente e più lentamente che in altri paesi Europei, fino al bando nel 1992 (Fig. 2).

L'amianto è ancora utilizzato nei Paesi in via di sviluppo e perfino in alcuni dei venticinque Paesi dell'Unione Europea, nonostante la direttiva 2003/18/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 27 marzo 2003, preveda l'obbligo per tutti i Paesi comunitari di cessarne totalmente l'utilizzo entro il 15 aprile 2006.

La Legge n. 257 del 27 marzo 1992 ha decretato la "cessazione dell'impiego dell'amianto", e in particolare il divieto di estrazione, importazione, esportazione, commercializzazione e produzione di prodotti di amianto e di prodotti contenenti amianto. La Legge non ha però vietato l'utilizzazione indiretta e pertanto sono ancora presenti sul territorio nazionale diversi milioni di tonnellate di materiali compatti contenenti amianto e molte

legato a un'esposizione ad amianto di tipo ambientale, sia essa di origine antropica (per esempio residenza nei pressi d'industrie o di siti inquinati) o di origine naturale (in aree dove sono presenti affioramenti naturali di minerali asbestiformi di amianto e non). In Italia sono inoltre presenti fibre asbestosimili, quali la fluoro-edenite, una fibra asbestiforme di origine naturale presente nell'area Etna e capace di indurre anch'essa il mesotelioma, e la balangeroite, una fibra asbestiforme che è stata individuata in talune rocce presenti nella miniera di Balangero (TO). Recentemente, nell'ambito del progetto SENTIERI-ReNaM, sono stati evidenziati casi di mesotelioma non solo nei siti dove l'amianto è esplicitamente citato come fonte di contaminazione, ma anche in numerosi territori definiti di interesse nazionale per altri motivi di inquinamento, confermando come lo spettro delle attività economiche e degli ambienti di lavoro e di

pazienti non trattati e dai 6 ai 18 mesi per i pazienti sottoposti a trattamento, solo il 7% dei pazienti è ancora in vita a cinque anni dalla diagnosi (8, 19).

Una sopravvivenza migliore è stata riportata con la terapia multimodale a base chirurgica. Il database SEER è stato esplorato dal 1973 al 2009 per identificare tutti i 14.228 casi con certezza diagnostica. Nell'analisi multivariata, il sesso femminile, l'età minore, la fase iniziale e il trattamento con l'intervento chirurgico erano predittori indipendenti di più lunga sopravvivenza.

Nonostante gli sviluppi delle tecniche chirurgiche e delle radiazioni, la prognosi per i pazienti con MM non è migliorata negli ultimi 4 decenni (28).è

Dopo la cessazione delle lavorazioni il pericolo per la salute pubblica è la presenza sia di grandi quantità di materiali contenenti amianto in matrice friabile, negli edifici civili e industriali, negli impianti e nei mezzi di trasporto (es. navali), sia di rilevanti quantità di materiali contenenti amianto in matrice compatta il cui progressivo deterioramento può essere causa di rilascio di fibre e di conseguente rischio per la salute.

La presenza estremamente diffusa e generalmente nascosta dell'amianto negli ambienti di vita, in particolare nell'edilizia, ma anche in oggetti di uso comune (coperture assi da stiro, sipari, cartoni, ecc.) e per esempio nei giocattoli (das) (29), rende ragione della esposizione ad amianto dei familiari dei lavoratori ex-esposti (contatto con gli indumenti dei lavoratori), della popolazione generale e dei residenti nelle località ove sorgevano cave o impianti di trasformazione dell'amianto, nonché dei lavoratori oggi ed in futuro esposti nel settore delle bonifiche e dello smaltimento.

L'analisi dei dati forniti dagli studi epidemiologici ha evidenziato che il rischio di mesotelioma aumenta con l'aumento dell'esposizione a fibre di amianto, non sussistono dubbi relativamente alla relazione proporzionale tra dose cumulativa e frequenza di mesotelioma (30-32). Si concorda inoltre sul fatto che le esposizioni più recenti hanno un peso inferiore, non un peso nullo (33). Come per tutti gli agenti cancerogeni, tuttavia, non esiste una "soglia" di sicurezza al di sotto della quale il rischio sia nullo (32).

L'incidenza è in crescente aumento a livello mondiale e si prevede che essa raggiunga il suo picco nei prossimi anni, in particolar modo nei Paesi in via di sviluppo, in cui l'amianto è tuttora utilizzato e spesso senza adeguate misure di controllo (34). Stante il lungo periodo di latenza della malattia, si prevede il picco dei decessi tra il 2015 e il 2025, e, secondo alcuni esperti, persino nel 2040 (8,34-40).

3. IL DATO INTERNAZIONALE

Le ondate epidemiche. La prima ondata, iniziata negli anni '20 fino agli anni '80, è stata quella dell'estrazione e della manifattura di materiali con amianto. Il secondo periodo è stato dominato dall'impiego industriale di materiali che lo contenevano: la coibentazione nella cantieristica navale e nei rotabili ferroviari, la produzione di manufatti tessili, l'uso nell'industria metalmeccanica e nelle attività manifatturiere per isolamento termico e acustico. La terza ondata, che persiste anche dopo la messa al bando nei vari paesi, è quella della esposizione lavorativa alle fibre di amianto nei siti dove era già installato, per lavori di manutenzione, ristrutturazione e demolizione. Oggi è possibile individuare una quarta fase: quella relativa ai chi opera nella bonifica e nello smaltimento e a chi lavora o vive in edifici con presenza di materiali contenenti amianto (MCA) (41-45) (Fig. 3).

più popolosi al mondo, quali Cina, India e Russia, determinando un impatto sanitario importante ancorché presumibilmente sotto-stimato (43).

A livello globale, permane il problema dell'esportazione dell'amianto dai Paesi produttori (in particolare Russia, Cina, Kazakistan e Brasile) verso i Paesi a medio-basso reddito di Asia, Africa e America Latina (45-46).

Quindi nonostante la riduzione del consumo globale di amianto e della produzione a causa del divieto o della limitazione degli usi di amianto in più di 50 paesi a partire dagli anni '70, l'amianto viene ancora utilizzato, importato ed esportato in diversi paesi e il numero di decessi del mesotelioma potrebbe aumentare nei prossimi decenni in questi paesi (47-48)

In Ucraina lavorano a pieno ritmo dieci fabbriche, che importano da Kazakistan e

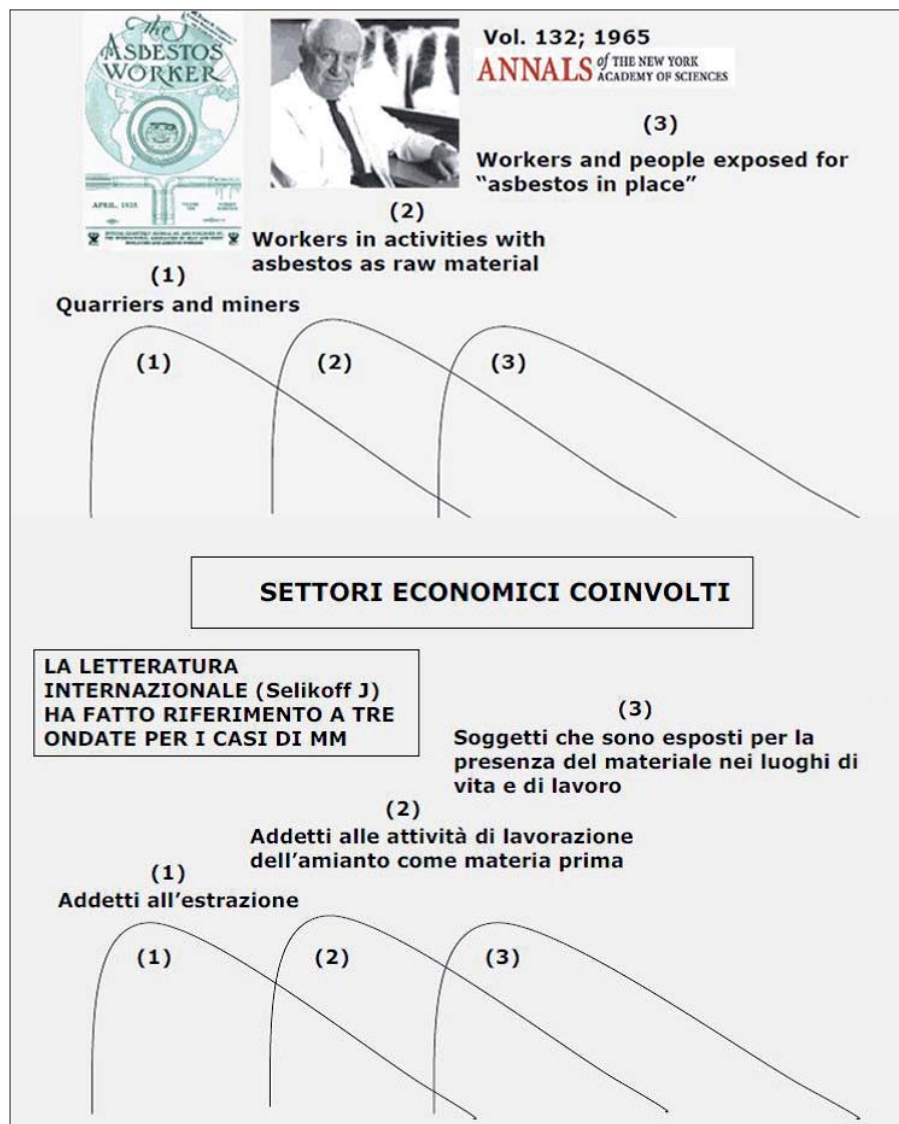


Figura 3 – Le ondate epidemiche secondo Selikoff, 1964. I settori economici coinvolti

Anche se 54 Paesi hanno adottato norme di totale o parziale proibizione dell'uso dell'amianto, l'utilizzo di questo agente cancerogeno è consentito in alcuni fra i Paesi

Russia quasi mezzo milione di tonnellate di materia prima per trasformarla in lastre, tubi e caminetti, in Grecia (sesto produttore al mondo) non c'è, a tutt'oggi, una tutela sani-

taria adeguata, mentre in Turchia desta grande preoccupazione la quantità di giacimenti all'aria aperta, in Cappadocia si usa ancora l'amianto per costruire e isolare le case (49).

Si calcola che ad oggi circa 125 milioni di persone nel mondo siano esposte professionalmente al rischio amianto nei luoghi di lavoro (43).

La vera magnitudine delle epidemie del mesotelioma a livello mondiale è ancora sconosciuta, soprattutto a causa della mancanza di dati provenienti dai paesi in via di industrializzazione (11) e le stime recenti affermano che l'epidemia non è scomparsa (51-52).

3.1 MORTALITÀ

Ogni anno nel mondo, secondo le stime dell'Oms, più di 100.000 decessi sono dovuti alle conseguenze della esposizione occupazionale ad amianto (mesotelioma, tumore del polmone ed asbestosi). Nell'Europa occidentale le proiezioni relative alla mortalità da amianto prevedono 500.000 decessi nei primi trent'anni del 2000 (43,50,52). Il livello di fondo del tasso di mortalità per mesotelioma è circa 1-2 per milione/anno (53-54). Le stime del numero annuo globale di casi di MM basate su dati di mortalità riportano circa 14.000 casi in 89 Paesi secondo Park (2011) (che considera comunque questa una sottostima), circa 59.000 per Prüss-Ustün (2011)(11,55).

Nello studio ecologico Park (2011) (11), supponendo che la mortalità rifletta l'incidenza di questa forma fatale di cancro, ha ipotizzato che la frequenza a livello nazionale del mesotelioma sia una conseguenza dell'utilizzo cumulativo storico dell'amianto. Lo studio ha riguardato 89 paesi che avevano a disposizione informazioni sulla frequenza del mesotelioma e/o sull'utilizzo dell'amianto a livello nazionale. Questi paesi rappresentavano l'82,6% della popolazione mondiale nel 2000. Di questi paesi, 56 avevano dati sia per la frequenza del mesotelioma sia per l'uso dell'amianto e 33 non avevano dati di frequenza dei mesoteliomi, ma avevano dati per l'uso dell'amianto. L'utilizzo di amianto totale nel periodo 1920-1970 era di 51,2 milioni di tonnellate nei 56 paesi aventi dati sulla frequenza dei mesoteliomi e sull'uso di amianto e 14,2 milioni di tonnellate nei 33 paesi che avevano dati solo sull'uso dell'amianto, per un totale di 65,4 milioni di tonnellate in tutti e 89 i paesi analizzati. Tra i 56 paesi con dati su decessi per mesotelioma e uso di amianto, il numero cumulativo di morti in 15 anni era di circa 174.300. C'era una relazione lineare e significativa tra decessi per MM e l'uso di amianto. I dati estrapolati al gruppo di 33 paesi che non riportavano dati sui mesoteliomi stimano circa 38.900 decessi per mesotelio-

ma nel periodo di 15 anni (1994-2008). La stima conservativa basata sull'utilizzo dell'amianto fino al 1970, a livello globale, indica che un caso di mesotelioma è sottostimato per ogni quattro o cinque casi segnalati. Il totale stimato di casi di MM era 213.200 (mortalità cumulata di 15 anni nel corso del 1994-2008). Ciò equivale a una media annua di circa 14.200 casi.

Nessuna informazione sulla mortalità del mesotelioma è stata segnalata all'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) da parte della Russia, della Cina e dell'India (11,50). Il tasso di mortalità è aumentato in Giappone ma si stima in diminuzione in Europa e negli Stati Uniti (56-59). I dati di mortalità per MM registrati nel Database OMS per il periodo dal 1994 al 2008, riportavano 92.253 morti in 83 paesi. I tassi di mortalità grezzi e aggiustati per età erano 6,2 e 4,9 per milione di abitanti,

In Spagna è previsto un aumento della mortalità per MM pleurico fino al 2020, basato su un modello di età-periodo-coorte (64). In Francia è stimato un picco di mortalità con 1300 casi nel 2040 (65). In Gran Bretagna è previsto un picco di mortalità con circa 2100 morti nel 2017 tra maschi nelle coorti fino al 1966 e sotto i 90 anni di età (66-67). Sulla base della relazione consumi di amianto, patologie amianto correlate, sono stati sviluppati modelli di previsione del trend e del numero di casi di mesotelioma prevedibili in Italia nei prossimi anni. Le proiezioni, basate su differenti modelli che utilizzano i consumi di amianto quali stime dell'effettiva esposizione, hanno previsto un picco di MM pleurico tra gli uomini di circa 800-1.000 decessi all'anno tra il 2010 e il 2020 o tra il 2012 e il 2025, seguito da un declino relativamente rapido (43,68-70) (Fig. 4).

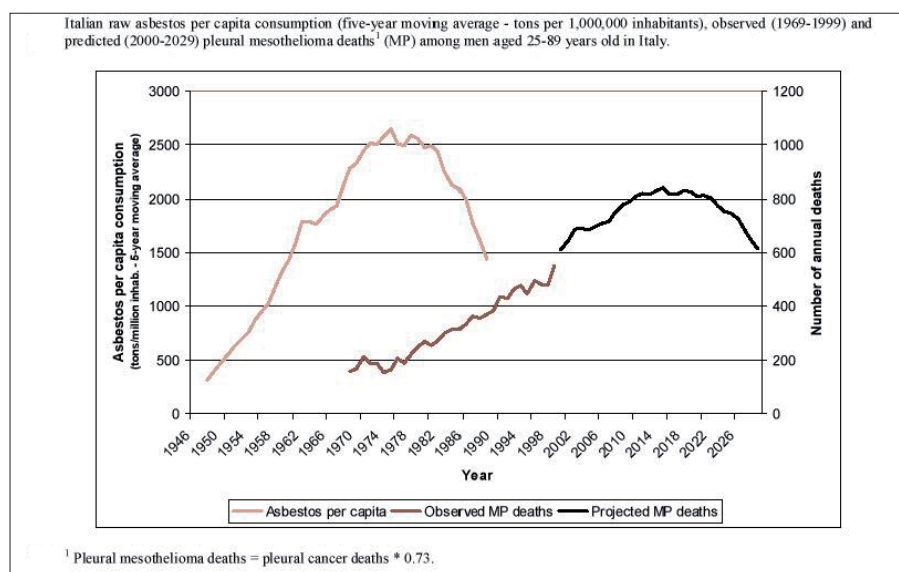


Figura 4 – Consumi di amianto e scenari per i casi di mesotelioma (Italia, 2005)

Fonte: Marinaccio A. et al. Predictions of mortality from pleural mesothelioma in Italy: a model based on asbestos consumption figures supports results from age-period-cohort models. *Int J Cancer* (2005) 155:142-147

rispettivamente per maschi e femmine, l'età media alla morte era di 70 anni. La mortalità specifica per sesso ed età riportava un tasso di 9,0 per milione per i maschi rispetto a 1,9 per milione per le femmine. Il rapporto maschio-femmina era 3,6: 1. Per quanto riguarda il sito anatomico, la sede pleurica rappresentava il 41,3% di tutti i mesoteliomi (58).

In Brasile e Colombia, Paesi tuttora produttori e utilizzatori di amianto, i decessi per MM in un quinquennio risultano essere, rispettivamente, 340 e 255, e anche queste vanno considerate come sottostime, in particolare in relazione alla complessità della diagnosi (60-62). Per il Brasile Algranti (2015) riporta il trend dal 2000 al 2012 e stima un aumento della mortalità fino al 2030 con picco raggiunto tra il 2021 ed il 2026. Il ritardo rispetto ai paesi industrializzati riflette l'aumento dei consumi nel paese (63).

Negli Stati Uniti muoiono per MM 3 mila persone ogni anno e si stimano più di 100 mila morti nei prossimi 40 anni (65,71). Per meglio comprendere le più recenti tendenze del mesotelioma negli Stati Uniti, sono stati analizzati tutti i decessi del mesotelioma riportati dai centri di controllo e prevenzione delle malattie (CDC) nel periodo 1999-2015. Durante il periodo 1999-2015, sono stati riportati un totale di 45.221 morti per mesotelioma maligno. I tassi di mortalità aggiustati per età sono diminuiti da 13,96 per milione nel 1999 a 10,93 nel 2015. La coorte di nascita degli anni '20 è prevalente mentre la percentuale di coorti più giovani è costantemente diminuita nel tempo, a conferma di un calo dell'esposizione professionale in queste coorti. Il rapporto M/F è sceso nel tempo, suggerendo una maggiore percentuale di casi ambientali (72-75).

In Corea Kim (2016) ha previsto la mortalità da malattie legate all'amianto per anno,

dal 2014 al 2036, in funzione della quantità di amianto utilizzata, i morti stimati sono tra 1942 e 3476 entro il 2036 (76).

3.2 INCIDENZA

I dati di incidenza più recenti disponibili per gli USA, riportati dal programma di sorveglianza, epidemiologia (Surveillance, Epidemiology, and End Results (SEER)) del National Cancer Institute (NCI), sono pubblicati nel SEER Cancer Statistics Review (CSR), 1975/2014, la pubblicazione annuale del programma di ricerca e di sorveglianza della NCI fornisce una relazione con i dati più recenti di incidenza, mortalità, sopravvivenza e prevalenza (Tab. 1). (77)

Paesi in via di sviluppo (80-81), e in Paesi che producono e / o utilizzano amianto, come Cina, India, Russia, Zambia, Colombia e Kazakistan dove si prevede un forte aumento dell'incidenza (82-83). Un aumento dell'incidenza è riportato per le esposizioni non occupazionali (es. casalinghe), nei familiari dei soggetti professionalmente esposti e nei soggetti con esposizione ambientale o residenziale. In Italia i cluster di casi dovuti all'esposizione ambientale sono principalmente legati alla presenza di impianti industriali di amianto (Casale Monferrato, Broni, Bari), alle attività di costruzione e riparazione navale (Monfalcone, Trieste, La Spezia, Genova) e alla contaminazione del suolo (Biancavilla

morti all'anno. La Bulgaria ha totalmente vietato l'importazione, la produzione e l'uso dell'amianto nel 2005, ma ha prodotto e utilizzato prodotti di amianto negli ultimi 3-4 decenni del XX secolo. È stato registrato un aumento dell'incidenza del mesotelioma da 5 a 58 casi per 100.000 dal 1993 al 2013 (87).

In Svezia, dove i consumi di amianto sono diminuiti più precocemente, si assiste già a una diminuzione dei tassi di mortalità e di incidenza (79). Tuttavia, nonostante il bando del 1982 e l'introduzione di severe misure di sicurezza per le occupazioni che includono la manipolazione o l'esposizione ad asbesto nelle attività di rimozione, dopo 35 anni dal bando ed un primo declino dei tassi, tra il 1961 ed il 2009 sono stati registrati un totale di 3,716 mesoteliomi incidenti (21,1% nelle donne). Con un rischio di MM significativamente aumentato in 24 occupazioni come per esempio tra gli idraulici per gli uomini (SIR, 4.99; intervallo di confidenza del 95%, 4.20-5.90) e tra le sarte per le donne. Una delle ragioni di questo recente aumento può essere la lunga latenza del mesotelioma (88).

Negli Stati Uniti nei prossimi 20 anni sono previsti circa 70 mila nuovi casi (65).

In Quebec si stima il totale di MM incidenti per entrambi i sessi di 315 casi all'anno nel periodo 2008-2032 (89). In Australia tra il 1982 e il 2011 sono stati diagnosticati 13.036 nuovi casi di MM. Il tasso di incidenza standardizzato per età è salito negli ultimi 10 anni (2,8 per 100.000 nel 2011). Il picco di incidenza in Australia è previsto nel 2020 (44,90).

4. SISTEMI DI SORVEGLIANZA INTERESSE PER LA SANITÀ PUBBLICA

Sorveglianza Epidemiologica e Sanitaria. Per sorveglianza si intende la raccolta, integrazione e analisi di dati e la tempestiva disseminazione di informazione agli interessati. In sanità, il concetto si applica sia al controllo dello stato di salute di una popolazione o gruppo di esposti ad un agente nocivo (sorveglianza epidemiologica), sia al follow-up di individui esposti a rischio di malattia (sorveglianza sanitaria).

Da un punto di vista di sanità pubblica vi è interesse a prevedere l'evoluzione dell'epidemia di MM in seguito alla progressiva adozione nei Paesi Occidentali di misure di contenimento dell'esposizione ad amianto o di vero e proprio bando e a chiarire i quesiti

Tabella 1 – SEER 1975-2014 tassi di incidenza per sesso

Mesothelioma: Age-adjusted SEER Incidence Rates x 100.000 by Year, Race and Sex			
Year of diagnosis:	Total	Males	Females
1975-2014			
All Races	0.99	1.84	0.39

Fonte: Howlader N, Noone AM, Krapcho M, Miller D, Bishop K, Kosary CL, Yu M, Ruhl J, Tatalovich Z, Mariotto A, Lewis DR, Chen HS, Feuer EJ, Cronin KA (eds). SEER Cancer Statistics Review, 1975-2014, National Cancer Institute. Bethesda, MD, https://seer.cancer.gov/csr/1975_2014/, based on November 2016 SEER data submission, posted to the SEER web site, April 2017

Tabella 2 – SEER 1975-2014 tassi di incidenza per sesso ed età

Mesothelioma SEER Incidence Rates x 100.000 Age-Adjusted and Age-Specific Rates, by Race and Sex			
SEER Incidence Age at Diagnosis Age-Adjusted Rates, 2010-2014 All Races	Total	Males	Females
All ages	0.9	1.7	0.4
Under 65	0.2	0.3	0.1
65 and over	6.0	11.3	2.1

Fonte: Howlader N, Noone AM, Krapcho M, Miller D, Bishop K, Kosary CL, Yu M, Ruhl J, Tatalovich Z, Mariotto A, Lewis DR, Chen HS, Feuer EJ, Cronin KA (eds). SEER Cancer Statistics Review, 1975-2014, National Cancer Institute. Bethesda, MD, https://seer.cancer.gov/csr/1975_2014/, based on November 2016 SEER data submission, posted to the SEER web site, April 2017

In Europa, l'incidenza media è di 20 per milione di abitanti/anno. L'incidenza varia tra 7 per milione in Giappone e 40 per milione in Australia (78-79).

L'incidenza è costantemente aumentata negli ultimi vent'anni in Europa nei paesi industrializzati e si prevede il picco intorno al 2020-2025 (35,56).

Solo in Paesi in cui le misure di controllo dell'amianto sono state prese durante gli anni '70, come la Svezia e il Regno Unito, vi è una tendenza alla diminuzione dei tassi di incidenza. (51). L'epidemia mondiale è al suo inizio dove i consumi sono cresciuti, come nei

in Sicilia) (84-86).

I dati di incidenza più recenti (2000-2007) per l'Europa sono disponibili su RARECARE, che stima la frequenza dei tumori rari in Europa. Il suo obiettivo è quello di fornire una definizione operativa di "cancro raro" e un elenco di tumori che corrispondono a questa definizione, il progetto fornisce dati di incidenza, sopravvivenza, prevalenza e mortalità, basati su dati dei 94 registri tumori di popolazione di 24 paesi europei che aderiscono al progetto RARECAREnet (Tab. 3). (17)

In Bulgaria sono stati registrati 25.000 esposti tra il 1977 ed il 1989, con circa 1.000

Tabella 3 – Rarecare Incidenza MM 2000-2007

Tumour	Crude incidence rate per 100,000	95% confidence interval		Number of cases collected in the RARECAREnet database from 2000-2007
MALIGNANT MESOTHELIOMA	2,14	2,12	2,16	33.552
Mesothelioma of pleura and pericardium	1,83	1,81	1,85	28.676
Mesothelioma of peritoneum and tunica vaginalis	0,13	0,13	0,14	2.065

Fonte: RARECAREnet <http://www.rarecare.eu/>

ancora irrisolti sull'andamento del rischio di mesotelioma dopo la cessazione dell'esposizione lavorativa e sull'entità del rischio per diverse categorie di soggetti esposti per causa occupazionale o ambientale.

La sorveglianza epidemiologica dei casi incidenti di mesotelioma è riconosciuta, a livello nazionale e internazionale, di primaria rilevanza per la comprensione dei danni sanitari dovuti all'esposizione ad amianto, per l'identificazione di circostanze di esposizione ancora presenti sul territorio e per l'evoluzione delle esposizioni "proprie" o "improprie" ad amianto, come per l'attivazione dei meccanismi di tutela dei malati e dei loro familiari. La registrazione dei casi di mesotelioma è uno strumento essenziale per lo sviluppo delle conoscenze epidemiologiche ed un supporto alle attività di ricerca, è uno strumento di controllo e prevenzione dei rischi, un indicatore per orientare le scelte e l'organizzazione dei servizi sanitari in termini di bisogni della popolazione (15,91-92).

Ferrante nel 2016 ha condotto una revisione delle esperienze internazionali di sorveglianza dei mesoteliomi maligni di seguito riassunte nella Tab. 4 (93).

- D.P.C.M. 308/2002 - Modalità attuative del Registro mesoteliomi
- D.Lgs. 81/2008 Art. 244 - Registrazione dei tumori. Conferma e sviluppo del sistema di sorveglianza dei tumori professionali distinto in sezioni: ReNaM, ReNa-TuNS, Monitoraggio Tumori Professionali a bassa frazione eziologica (BFE)
- D.Lgs. 81/2008, art. 8, SINP
- Decreto 183/2016 Istituzione SINP
- Piano Nazionale di Prevenzione 2016-2018.

Compete al Registro Nazionale (DPCM 308/2002):

- stimare l'incidenza dei casi di mesotelioma in Italia
 - raccogliere informazioni sulla pregressa esposizione ad amianto dei casi registrati
 - contribuire alla valutazione degli effetti, dell'avvenuto uso industriale dell'amianto ed al riconoscimento delle fonti di contaminazione ancora ignote
 - promuovere progetti di ricerca per la valutazione dell'associazione tra casi di mesotelioma ed esposizione ad amianto.
- Il registro nazionale dei mesoteliomi copre l'intero territorio nazionale per la rilevazione

amianto (attraverso l'intervista sulla storia occupazionale, residenziale e familiare dei soggetti).

La rilevazione dei casi di MM viene effettuata presso le strutture sanitarie, presenti sul territorio di competenza, che diagnosticano e trattano casi (servizi di medicina del lavoro, anatomia e istologia patologica, reparti di pneumologia, chirurgia toracica, oncologia).

Controlli di esaustività e completezza della casistica raccolta vengono effettuati con l'utilizzo delle schede di dimissione ospedaliera (SDO), delle schede di decesso codificate dall'Istat e dei dati dei registri tumori di popolazione, ove presenti.

La classificazione dei casi secondo il livello di certezza della diagnosi avviene seguendo uno schema di riferimento definito a livello nazionale e pubblicato nelle linee guida del ReNaM. Nelle linee guida sono descritti lo sviluppo territoriale e la copertura della rilevazione, le procedure operative e i criteri di classificazione e codifica della diagnosi e dell'esposizione. I risultati dell'attività del registro nazionale dei mesoteliomi sono pubblicati nei Rapporti periodici e sulle riviste di

Tabella 4 – Esperienze internazionali di sorveglianza epidemiologica del MM

Nazione	Unità di rilevazione	Copertura e modalità di ricerca	Metodi di rilevazione dell'esposizione professionale	Metodi di rilevazione dell'esposizione ambientale
Italia	Casi incidenti	Nazionale	Questionario individuale	Questionario individuale
Australia	Casi incidenti	Nazionale	Questionario individuale	Questionario individuale
Corea del Sud	Casi incidenti	Nazionale	Questionario individuale	Questionario individuale
Francia	Casi incidenti	Parziale (30%)	Questionario individuale	Questionario individuale
Germania	Segnalazione di MP	Nazionale	Documentazione segnalazione	No valutazione esposizione
UK	Decessi	Nazionale	Occupazione certificato decesso	No valutazione esposizione
Olanda	Segnalazione di MP	Nazionale	Documentazione segnalazione	No valutazione esposizione
Paesi Scandinavi	Casi incidenti	Nazionale	Documentazione dati censurati	No valutazione esposizione
USA	Casi incidenti	Parziale (28%)	No valutazione esposizione	No valutazione esposizione

Fonte: Ferrante P, Binazzi A, Branchi C, Marinaccio A. [National epidemiological surveillance systems of mesothelioma cases]. *Epidemiol Prev.* 2016 Sep-Oct;40(5):336-343.

In Italia la sorveglianza epidemiologica dei casi di mesotelioma è affidata dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 308/2002 al Registro Nazionale dei Mesoteliomi (ReNaM) istituito presso l'INAIL, il Regolamento per il modello e le modalità di tenuta del registro è pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 31 del 7 febbraio 2003. ai sensi dell'articolo 36, comma 3 del decreto legislativo n.277 del 1991 (94-95).

La normativa di riferimento è di seguito riportata in ordine cronologico.

- D.Lgs. 277/91 Articolo 36 - Registro dei tumori amianto correlati
- D.Lgs. 626/94 Articolo 71 - Registro dei tumori professionali
- D.Lgs. 66/2000: Sistema di monitoraggio dei rischi in modifica dell'art. 71 del D.Lgs. 626/94

dei casi di mesotelioma a cura di un centro operativo regionale (COR) in ogni Regione, le cui fondamentali attività sono la ricerca attiva dei casi incidenti (attraverso le strutture sanitarie presenti sul territorio di loro competenza, che diagnosticano e trattano casi) e la definizione delle modalità di esposizione ad

divulgazione scientifica italiana e internazionale (96-97).

5. RENAM I DATI: LA DIMENSIONE DEL PROBLEMA IN ITALIA

I dati del Renam sono stati pubblicati fino ad oggi in 5 rapporti:

Tabella 5 – Esperienze internazionali di sorveglianza epidemiologica del MM

Rapporto	Anno	Incidenza al
I https://www.inail.it/cs/internet/docs/i_rapporto_renam.pdf?section=attivita	2001	1996
II https://www.inail.it/cs/internet/docs/ii_rapporto_renam.pdf?section=attivita	2006	2001
III https://www.inail.it/cs/internet/docs/iii_rapporto_renam.pdf?section=attivita	2010	2004
IV https://ricercascientifica.inail.it/renam/Report.asp	2012	2008
V https://www.inail.it/cs/internet/docs/allegato_renam_v_rapporto.pdf	2015	2012
VI in stampa	2017	2015

I DATI DEL V RAPPORTO ReNaM, INAIL, 2015. (97)
RENAM 1993-2012: 21.463 casi

Classificazione diagnostica: 4 classi di livello decrescente di certezza diagnostica (*MM certo, probabile, possibile e da definire*)

Diagnosi: MM certo 17.107 (79,7%) MM probabile 2.166 (10,1%) MM possibile 2.190 (10,2%). **Sede:** 19.955 (93,0%) pleura, 1.392 (6,5%) peritoneo, 51 (0,2%) pericardio, 65 (0,3%) tunica vaginale testicolo.

Tassi di incidenza (MM pleura, Italia, 2011): **M = 3,64 F = 1,32** (casi per 100.000)

Tassi di incidenza (casi per 100.000 residenti) Mesotelioma maligno certo, probabile e possibile

Italia 2011	Pleura	Peritoneo	Pericardio	TVT
Uomini	3,64	0,17	-	0,01
Donne	1,32	0,13	0,003	-

Si conferma la relazione inversa molto accentuata fra certezza diagnostica e età alla diagnosi. La quota dei casi certi supera il 90% fino alla classi di età «< 74 anni» e si riduce al 53,4% nei casi oltre gli 84 anni. La quota di casi certi non differisce significativamente per sede anatomica.

Il rapporto di genere (M/F) M/F = 2,5. Il 71,6% dei 21463 casi archiviati è di sesso maschile.

La percentuale di donne passa dal 27,5% per i mesoteliomi pleurici al 31,4% e 41,3%, rispettivamente, per i casi del pericardio e del peritoneo.

Età media alla diagnosi: 69 anni. L'età media alla diagnosi è di 69,2 anni senza differenze apprezzabili per genere (70,2 anni nelle donne e 68,8 negli uomini). Età mediana: 70 anni, Casi <45 aa, 2%; < 55 aa, 9%; 65-74 aa 36,1%.

Sopravvivenza alla diagnosi: 12,1 mesi. Sopravvivenza mediana (mesi) 9 pleura; 6 peritoneo.

Latenza 46 anni (DS = 12), Latenza: mediana 48 anni.

Classificazione dell'esposizione: professionale (*certa, probabile, possibile*), familiare, ambientale, extralavorativa, improbabile, ignota, da definire e non classificabile

ReNaM, archivio completo 1993-2012
21.463 casi di MM

16.511 (77%) casi di MM con definizione dell'esposizione di cui 4.952 (23%) non presentano esposizione ad amianto.

Le modalità di esposizione sono state approfondite per 16511 casi (77%). Nell'insieme dei casi con esposizione definita, il 69,5% presenta un'esposizione professionale (*certa, probabile, possibile*), per il 20% dei casi l'esposizione è improbabile o ignota. Periodo mediano di esposizione 1957 [1945-1969].

- Esposizione professionale 11.479 (69,5%)
- Esposizione familiare 786 (4,8%)
- Esposizione ambientale 694 (4,2%)
- Esposizione per attività hobby 268 (1,6%)
- Esposizione ignota/improbabile 3.284 (20%)
- Intervista al soggetto 8.595 (52,1%)
- Intervista ai familiari 7.457 (45,2%)
- Documentazione (extra-intervista) 459 (2,8%).

Settori di attività maggiormente coinvolti (periodo 1993-2012, soggetti colpiti dalla malattia per motivo professionale):

- Edilizia (15,2%)
- Industria pesante (metalmeccanica) (8,3%)
- Cantieri navali (6,7%)
- Industria tessile (6,7%)
- Difesa militare (4,1%)
- Attività di fabbricazione di prodotti in metallo (5,7%)
- Metallurgia (3,9%)
- Rotabili ferroviari (3,4%)
- Industria del cemento-amianto (3,1%)

L'insieme di questi settori è responsabile di circa il 60% dei casi registrati negli archivi del ReNaM.

Altri settori coinvolti (esposizione per presenza del materiale nel luogo di lavoro e non per uso diretto):

- Trasporti terrestri (3,9%), marittimi (2,1%) e movimentazione merci nei porti (1,6%)
- Zuccherifici (0,9%) e altre industrie alimentari (2,1%)
- Industria chimica e delle materie plastiche (3,6%)
- Vetro (1,2%), Carta (0,9%), Gomma (1,2%)
- Estrazione e raffinerie di petrolio (1%)
- Produzione di energia elettrica e gas (1,6%)
- Produzione, riparazione e manutenzione degli autoveicoli e motoveicoli (4,1%)

Esposizione inconsapevole (presenza non nota di amianto in luoghi di lavoro spesso aperti al pubblico):

- Pubblica amministrazione (1,1%)
- Sanità (1,9%)
- Banche, poste e assicurazioni (0,5%)
- Istruzione (0,4%)
- Alberghi, bar e ristoranti (0,6%)

Nuovo scenario delle esposizioni. Il V rapporto mostra una riduzione progressiva tra i quadrienni 1993-1996 e 2009-2012 del peso percentuale dei settori dei cantieri navali (dal 12,8% al 5%) e dell'industria di produzione dei manufatti in cemento-amianto (dal 7,1% al 2,5%). Aumento dei casi con esposizione nell'edilizia, che produce oggi il maggior numero di casi e che desta preoccupazioni anche per la possibilità di *esposizioni attuali*. La distribuzione sul territorio dei casi originati da questo settore è diffusa, si tratta di un settore significativo per la prevenzione primaria.

Di particolare interesse per la possibilità di esposizioni ancora attuali è il numero di casi di mesotelioma registrati in categorie cosiddette 'minori' (produzione e manutenzione dei mezzi di trasporto; industria alimentare, del legno, del tabacco; industrie manifatturiere; agricoltura e allevamento; ristorazione; istruzione e servizi del settore amministrativo). L'attività dei registri regionali ha portato alla luce aree di attività professionali e settori economici con esposizione ad amianto inattese, misconosciute. Ad esempio: *fornai* presenza di amianto come isolante dei forni, *ascensoristi* presenza di amianto nell'impianto di frenata, *meccanici di automobili* presenza di amianto nei freni, *commercio di munizioni* presenza di amianto nei locali adibiti alla conservazione (13).

Il VI rapporto ReNaM è in corso di pubblicazione. Nel data set ReNaM 2012/2015 il totale nuovi casi è di 6.045 (Tab. 5).

L'esame della distribuzione geografica dei casi di mesotelioma ha consentito di individuare cluster nei comuni con i più elevati valori dei tassi di incidenza, in particolare Casale Monferrato, Broni, Genova, La Spezia, Grugliasco-Collegno, Monfalcone, Trieste, Castellamare di Stabia, Bari, Taranto, Biancavilla e Augusta. In questi comuni vi erano aziende che hanno utilizzato amianto in periodi temporali ben definiti e sino alla messa al bando (cantieristica navale, produzione del materiale rotabile coibentato) e che hanno inquinato le aree circostanti (produzione del cemento amianto). Alcuni di questi comuni (Casale Monferrato, Broni, Trieste, Bari, Taranto, Biancavilla e Augusta) sono stati riconosciuti Siti di Interesse Nazionale (SIN) per le bonifiche (60, 98).

A Casale Monferrato (fabbrica Eternit), Broni e Bari (fabbrica di Fibronit), è stata re-

Tabella 6 – ReNaM casi di MM per anno di incidenza e sede anatomica

Sede anatomica di insorgenza	Anno di incidenza					Totale	%
	2012	2013	2014	2015			
Pleura	1.506	1.680	1.449	1.039	5.674	93,9	
Peritoneo	89	102	98	59	348	5,8	
Pericardio	2	1	-	3	6	0,1	
Tunica vaginale del testicolo	4	6	4	3	17	0,3	
Totale	1.601	1.789	1.551	1.104	6.045	100,0	

Casi di Mesotelioma maligno certo, probabile e possibile segnalati al ReNaM per sede anatomica di insorgenza e anno (Italia, 2012-2015 - N=6.045)

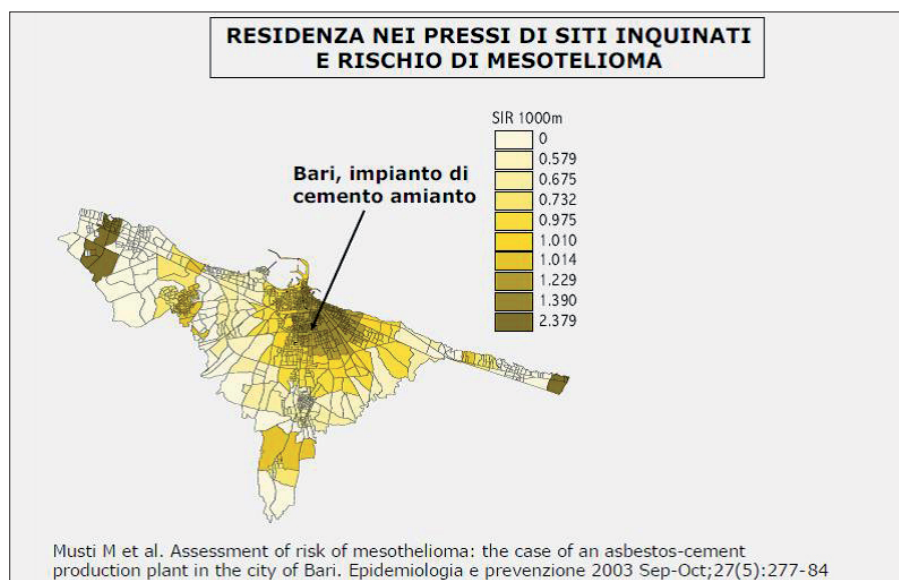


Figura 5 – Esposizione ambientale nella città di Bari

gistrata un'epidemia di mesotelioma tra gli abitanti. Per 25% e il 33% dei casi, rispettivamente, è stato riconosciuto un unico fattore di rischio, risiedere in prossimità di una fabbrica di cemento amianto, configurando una esposizione ambientale/residenziale involontaria e sconosciuta. Il rischio relativo calcolato era molto elevato (rispettivamente 10,5 e 5,25) per coloro che vivevano a meno di 500 m dalla fabbrica ed il carico di fibre nei polmoni dei casi deceduti era 10 volte più alto che in quelli di altre aree (99-100).

Dai dati riportati dal Renam risulta che in Italia l'incidenza di MM nelle donne è elevata, sia per l'esposizione non occupazionale (ambientale e domestica) che occupazionale. Il 10,2% dei casi MM deriva dall'esposizione non professionale all'amianto. I casi di MM familiari (in consanguinei) sono meno del 2,5% (32, 101). L'onere economico associato ad un caso di MM è stato stimato in 250.000 euro per caso (102).

I dati del ReNaM evidenziano che un problema emergente di salute pubblica è l'esposizione ambientale della popolazione. (8,69). Circa il 10% dei casi di MM, per i quali sono state ricostruite le modalità pregresse di esposizione, è risultato esposto per motivi ambientali (la residenza) o per motivi familiari (la convivenza con familiari professionalmente esposti) (103). L'attività del Registro ha mostrato la distribuzione territoriale dei casi e le modalità di esposizione (residenza

nei pressi di aziende di cemento amianto, convivenza con soggetti esposti) (104). È stato studiato il rischio di mesotelioma in conseguenza dell'esposizione ambientale sia antropica (per la residenza nei pressi di siti con importanti sorgenti di esposizione), sia di origine naturale per la presenza sul territorio di affioramenti di rocce con presenza di amianto o di minerali asbestiformi. Nelle donne la percentuale di casi con esposizione non occupazionale supera il 20%. Nella Conferenza Governativa (novembre 2012) di Venezia (15) e nel Piano Nazionale Amianto (2013) (105) è stato indicato il tema dei casi di MM di origine ambientale come una priorità di ricerca, con un mandato specifico per il ReNaM e i COR. «Le regioni dovranno, incaricando i COR regionali o altre strutture competenti, indagare l'entità del rischio di mesotelioma connesso all'esposizione non professionale (ambientale o paraoccupazionale)».

Trattandosi di esposizioni ambientali e tenendo conto dell'interesse dei cittadini per la tutela della salute pubblica, è essenziale, nel processo di gestione del rischio, l'elaborazione di specifici interventi di comunicazione. Particolarmente importanti sono gli interventi di supporto psicologico nelle comunità colpite dal mesotelioma (106).

Riepilogando per le esposizioni non occupazionali ad amianto le azioni da intraprendere, su cui concorda la comunità scientifica internazionale, sono:

Esposizioni non occupazionali ad amianto

Tipo di esposizione	Azioni
Esposizione ambientale per residenza nei pressi di siti inquinati	Bonifiche Risanamento Sorveglianza
Esposizione per la convivenza con familiari professionalmente esposti	Tutela
Esposizione per l'utilizzo di MCA (materiali contenenti amianto) in ambiente domestico o nel tempo libero	Informazione
Esposizione per la presenza di affioramenti naturali	Ricerca Sorveglianza

In conclusione, come già richiamava la risoluzione della Conferenza Europea sull'amianto tenuta a Bruxelles nel 2005, sarebbe necessario arrivare a stabilire il divieto di utilizzo di amianto nei Paesi che lo producono e che lo esportano in particolare nei Paesi in via di sviluppo (Oriente, Africa, Sud America). Quindi si ribadisce che a livello mondiale è necessario introdurre e sancire il divieto di estrazione, lavorazione e commercializzazione dell'amianto e dei prodotti contenenti amianto. Il bando globale dell'amianto negli ultimi decenni è fortemente sostenuto da molti scienziati (40, 107-109).

In Italia è stata predisposta una proposta di Testo Unico sulla normativa in materia di protezione della popolazione dai rischi dell'amianto in attesa di approvazione legislativa: Atto Senato n. 2602 XVII Legislatura presentato in data 21 novembre 2016; annunciato nella seduta pom. n. 728 del 22 novembre 2016, assegnato alle commissioni riunite 11^a (Lavoro, previdenza sociale) e 13^a (Territorio, ambiente, beni ambientali) in sede referente il 23 marzo 2017. Annuncio nella seduta ant. n. 791 del 23 marzo 2017 (110).

BIBLIOGRAFIA

- DOLL R., *Mortality from lung cancer in asbestos workers*. Br J Ind Med 1955; 12:81-6.
- WAGNER J.C., SLEGGES C.A., MARCHAND P., *Diffuse pleural mesothelioma and asbestos exposure in the North Western Cape Province*. Br J Ind Med 1960;17:260-271.
- Proceeding of the Congress on Biological Effects of Asbestos*. New York 1964. Ann NY Acad Sci 1965, 132.
- IARC 1973, *Some inorganic and organometallic compounds*. IARC Monogr Eval Carcinog Risk Chem Man, Vol. 2.
- IARC 2012, *Asbestos. Actinolite, amosite, anthophyllite, chrysotile, crocidolite, tremolite*. IARC Monogr Evaluation Carcinog Risk Chem Man, Vol. 100C. IARC (International Agency for Research on Cancer). Arsenic, metals, fibres, and dusts. Volume 100C, A Review on human carcinogens. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. 2012; vol 100C. Lyon, IARC, 2012. 2012;100C:219-309.
- LIN R.T., TAKAHASHI K., KARIJALAINEN A. et al., *Ecological association between asbestos-related diseases and historical asbestos consumption: An international analysis*. Lancet 2007;369:844-9.
- MARINACCIO A., MONTANARO F., MASTRANTONIO M. et al., *Predictions of mortality from pleural mesothelioma in Italy: a model based on asbestos consumption figures supports results from age-period-cohort models*. International Journal of Cancer 2005; 115(1):142-7.
- Stato dell'arte e prospettive in materia di contrasto alle patologie asbesto-correlate*. Quaderni del Ministero della salute 2012;15. ISSM 2038-5293. Disponibile all'indirizzo: <http://www.quadernidellasalute.it/download/download/15-maggio-giugno-2012-quaderno.pdf>.
- Virta [USGS, 2015] and International ban asbestos secretariat.

10. MAZUREK J.M., SYAMLAL G., WOOD J.M. *et al.*, *Malignant Mesothelioma Mortality – United States, 1999-2015*. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2017;66:214-218.
11. PARK E.K., *et al.*, *Global magnitude of reported and unreported mesothelioma*. Environmental Health Perspectives 2011, 119(4):514-8.
12. INAIL, *Il Rapporto ReNaM, 2008, Marinaccio A. et al., Il Registro Nazionale dei Mesoteliomi. Secondo rapporto*. Monografia Ispesl, Roma 2006.
13. MARINACCIO A., BINAZZI A., MARZO D. *et al.*, *Pleural malignant mesothelioma epidemic. Incidence, modalities of asbestos exposure and occupations involved from the Italian national register*. International Journal of Cancer. 2012 May 1;130(9):2146-54.
14. PASETTO R., FAZZO L., ZONA A. *et al.*, *SENTIERI-ReNaM: Burden of disease from mesothelioma in national priority contaminated sites in Italy*. Epidemiol Prev. 2016 Sep-Oct;40(5Suppl1):99-104.
15. AA.VV., *Atti della II Conferenza governativa sull'amianto e le patologie asbesto-correlate*, Venezia, Fondazione Cini, 22-24 novembre 2012. Roma, Ministero della salute, 2012. http://www.inail.it/internet_web/wcm/idc/groups/salastampa/documents/cartellastampaallegato/ucm_portstg_103089.pdf.
16. DONELLI G., MARSILI D., COMBA P., *Le problematiche scientifico-sanitarie correlate all'amianto: l'attività dell'Istituto Superiore di Sanità negli anni 1980-2012*. I beni storico-scientifici dell'Istituto Superiore di Sanità 2012; Quaderno n. 9.
17. RARECARENET <http://www.rarecare.eu/>
18. ANONYMOUS, *Asbestos, asbestosis, and cancer: the Helsinki criteria for diagnosis and attribution*. Scand J Work Environ Health 1997;23:311-6.
19. MARSHALL A.D.¹, BAYES H.K., BARDGETT J. *et al.*, *Survival from malignant mesothelioma: where are we now?*, J.R. Coll Physicians Edinb. 2015;45(2):123-6.
20. RUTSTEIN D.D., MULLAN R.J., FRAZIER T.M., *et al.*, *Sentinel Health Events (occupational): a basis for physician recognition and public health surveillance*. Am J Public Health. 1983 Sep;73(9):1054-62.
21. KANBAY A., OZER SIMSEK Z., TUTAR N., *et al.*, *Non-asbestos-related malignant pleural mesothelioma*. InternMed. 2014;53:1977-9.
22. NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. Current intelligence bulletin 62. Asbestos fibers and other elongate mineral particles: state of the science and roadmap for research. Cincinnati, Ohio: US Department of Health and Human Services, CDC, National Institute for Occupational Safety and Health; 2011. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2011-159/pdfs/2011-159.pdf>
23. DOGAN A.U., BARIS Y.I., DOGAN M., *et al.*, *Genetic predisposition to fiber carcinogenesis causes a mesothelioma epidemic in Turkey*. Cancer Res. 2006;66:5063-8.
24. ROUSHDY-HAMMADY I., SIEGEL J., EMRI S., *et al.*, *Genetic-susceptibility factor and malignant mesothelioma in the Cappadocian region of Turkey*. Lancet. 2001;357:444-5.
25. ASCOLI V., CAVONE D., MERLER E., *et al.*, *Mesothelioma in blood related subjects: report of 11 clusters among 1954 Italy cases and review of the literature*. Am J Ind Med. 2007 May;50(5):357-69.
26. MUSTI M., CAVONE D., AALTO Y., *et al.*, *A cluster of familial malignant mesothelioma with del(9p) as the sole chromosomal anomaly*. Cancer Genet Cytogenet. 2002 Oct 1;138(1):73-6.
27. BERRY G., REID A., ABOAGYE-SARFO P., *et al.*, *Malignant mesotheliomas in former miners and millers of crocidolite at Wittenoom (Western Australia) after more than 50 years follow-up*. Br J Cancer 2012;106:1016-1020.
28. EMANUELA TAIOLI, *Determinants of Survival in Malignant Pleural Mesothelioma: A Surveillance, Epidemiology, and End Results (SEER) Study of 14,228 Patients*. PLOS ONE | DOI:10.1371/journal.pone.0145039 December 14, 2015
29. BARBIERI P.G., SOMIGLIANA A., GIRELLI R., *et al.*, *Pleural mesothelioma in a school teacher: asbestos exposure due to DAS paste*. Med Lav. 2016 Mar 24;107(2):141-7.
30. PINTO C., NOVELLO S., TORRI V., *et al.*, *Second Italian consensus conference on malignant pleural mesothelioma: state of the art and recommendations*. 2013, Cancer Treat Rev 39, 328-39.
31. MAGNANI C., FUBINI B., MIRABELLI D., *et al.*, *Pleural mesothelioma: epidemiological and public health issues*. Report from the Second Italian Consensus Conference on Pleural Mesothelioma. 2013, Med Lav 104, 191-202.
32. MAGNANI C., BIANCHI C., CHELLINI E., *et al.*, *III Italian Consensus Conference on Malignant Mesothelioma of the Pleura*. Epidemiology, Public Health and Occupational Medicine related issues. 2015, Med Lav 106, 325-32.
33. COLLEGIUM RAMAZZINI, *Industrial Health 2016*, 54, 92-93.
34. KAZAN-ALLEN L. *et al.*, *Asbestos and mesothelioma: worldwide trends*, 2005, Lung Cancer, 49 Suppl 1, pp. 3-8;
35. WORLD HEALTH ORGANIZATION (2006), *Elimination of Asbestos-related Diseases*. http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_OEH_06_03_eng.pdf
36. WORLD HEALTH ORGANIZATION (2014), *Chrysotile Asbestos*. http://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/chrysotile_asbestos_summary.pdf.
37. PRÜSS-USTÜN A., VICKERS C., HAEFLIGER P., BERTOLLINI R., *Knowns and unknowns on burden of disease due to chemicals: a systematic review*. 2011, Environ Health 10, 9.
38. GBD (2013) (2015), *Mortality and Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national age-sex specific all-cause and cause-specific mortality for 240 causes of death, 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study*. Lancet 385, 117-71.
39. BOFFETTA P., *Malignant mesothelioma: Epidemiology*. In: S. ANTILA AND P. BOFFETTA (eds), *Occupational Cancers*, Springer Verlag, London 2014, pp. 253-264.
40. KAMEDA T. *et al.*, *Asbestos: use, bans and disease burden in Europe*. Bull World Health Organ. 2014 Nov 1;92(11):790-7.
41. SELIKOFF *et al.*, *Asbestos exposure and neoplasia*, 1964, JAMA, April 6, 142-146.
42. ISPESL, World Asbestos Conference, 2009.
43. WORLD HEALTH ORGANIZATION, Fact sheet n° 343, Luglio 2010.
44. ARMSTRONG B.¹, DRISCOLL T.², *Mesothelioma in Australia: cresting the third wave*. Public Health Res Pract. 2016 Apr 15;26(2). pii: 2621614.
45. COLLEGIUM RAMAZZINI, *The global health dimensions of asbestos and asbestos-related diseases*. Eighteenth Collegium Ramazzini Statement. 24 June 2015. <http://www.collegiumramazzini.org/news1.asp?id=130>
46. CASTLEMAN B., *The export of hazardous industries in 2015*. Environ Health 2016;15(1):8.
47. RØE O.D., STELLA G.M., *Malignant pleural mesothelioma: history, controversy and future of a manmade epidemic*. Eur Respir Rev. 2015 Mar;24(135):115-31.
48. ANDUJAR P., LACOURT A., BROCHARD P. *et al.*, *Five years update on relationships between malignant pleural mesothelioma and exposure to asbestos and other elongated mineral particles*. J Toxicol Environ Health B Crit Rev. 2016;19(5-6):151-172.
49. VANGELOVA K., DIMITROVA I., *Asbestos exposure and mesothelioma incidence and mortality in Bulgaria*. Rev Environ Health. 2016 Jun 1;31(2):203-9.
50. V. DELGERMAA, K. TAKAHASHI, E.K. PARK, *et al.*, *Global mesothelioma deaths reported to the World Health Organization between 1994 and 2008*. Bull. World Health Org. 89 (2011) 24A-24C 716-24.
51. C. BIANCHI, T. BIANCHI, *Global mesothelioma epidemic: trends and features*, Indian J. Occup. Environ. Med. 18 (2014) 82-88.
52. WHO http://www.who.int/healthinfo/statistics/mortality_rawdata/en/
53. ROBINSON B.W., MUSK A.W., LAKE R.A., *Malignant mesothelioma*. Lancet 2005;366:397-408.
54. HILLERDAL G., *Mesothelioma: cases associated with non-occupational and low dose exposures*. Occup Environ Med 1999;56:505-13.
55. PRÜSS-USTÜN A., VICKERS C., HAEFLIGER P., *et al.*, *Knowns and unknowns on burden of disease due to chemicals: a systematic review*. Environ Health 2011;10:9.
56. PETO J., DECARLI A., LA VECCHIA C., *et al.*, *The European mesothelioma epidemic*. Br J Cancer 1999;79:666-72.
57. MURAYAMA T., TAKAHASHI K., NATORI Y., *et al.*, *Estimation of future mortality from pleural malignant mesothelioma in Japan based on an age-cohort model*. Am J Ind Med 2006;49:1-7.
58. *Health statistics and health information systems: World Health Organization mortality database [Internet]*. Geneva: World Health Organization; 2010. Available from: <http://www.who.int/healthinfo/morttables/en/index.html>.
59. MONTANARO F., BRAY F., GENNARO V., *et al.*, *Pleural mesothelioma incidence in Europe: evidence of some deceleration in the increasing trends*. Cancer Causes Control 2003;14:791-803.
60. MARSILI D., TERRACINI B., SANTANA V.S., *et al.*, *Prevention of Asbestos-Related Disease in Countries Currently Using Asbestos*. Int J Environ Res Public Health 2016;13(5). pii: E494.
61. PASETTO R., TERRACINI B., MARSILI D., *et al.*, *Occupational burden of asbestos-related cancer in Argentina, Brazil, Colombia, and Mexico*. Ann Glob Health 2014;80(4):263-38.
62. MARSILI D., COMBA P., PASETTO R., *et al.*, *International scientific cooperation on asbestos-related disease prevention in Latin America*. Ann Glob Health 2014;80(4):247-50.
63. ALGRANTI E., SAITO C.A., CARNEIRO A.P. *et al.*, *The next mesothelioma wave: mortality trends and forecast to 2030 in Brazil*. Cancer Epidemiol. 2015 Oct;39(5):687-92.
64. LOPEZ-ABENTE G., GARCIA-GOMEZ M., MENENDEZ-NAVARRA A., *et al.*, *Pleural cancer mortality in Spain: time-trends and updating of predictions up to 2020*. BMC Cancer 13 (2013) 528.
65. LEMEN R.A., *Mesothelioma from asbestos exposures: Epidemiologic patterns and impact in the United States*. J Toxicol Environ Health B Crit

- Rev. 2016;19(5-6):250-265.
66. MARTINEZ-MIRANDA M.D., NIELSEN B., NIELSEN J.P., *Simple benchmark for mesothelioma projection for Great Britain*. *Occup Environ Med*. 2016 Aug;73(8):561-3.
 67. HODGSON J.T., McELVENNY D.M., DARNTON A.J., *et al.*, *The expected burden of mesothelioma mortality in Great Britain from 2002 to 2050*, *Br. J. Cancer* 92 (2005) 587–593.
 68. PIERPAOLO FERRANTE, MARINA MASTRANTONIO, RAFFAELLA UCCELLI, *et al.*, *Pleural mesothelioma mortality in Italy: time series reconstruction (1970–2009) and comparison with incidence (2003–2008)*, *Epidemiol Prev* 2016; 40 (3-4): 205–214.
 69. FAZZO L., MINELLI G., DE SANTIS M., *et al.*, *Pleural mesothelioma mortality and asbestos exposure mapping in Italy*, *Am. J. Ind. Med.* 55 (2012) 11–24.
 70. FAZZO L., MINELLI G., DE SANTIS M., *et al.*, *Mesothelioma mortality surveillance and asbestos exposure tracking in Italy*, *Ann. I Super Sanita* 48 (2012) 300–310.
 71. BAUMANN F., CARBONE M., *Environmental risk of mesothelioma in the United States: An emerging concern-epidemiological issues*. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev*. 2016;19(5-6):231–249.
 72. MAZUREK J.M., SYAMLAL G., WOOD J.M., *et al.*, *Malignant Mesothelioma Mortality - United States, 1999–2015*. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2017 Mar 3;66(8):214–218.
 73. NICHOLSON W.J., PERKEL G., SELKOFF I.J., *Occupational exposure to asbestos: population at risk and projected mortality—1980–2030*. *Am J Ind Med* 1982;3:259–311.
 74. CARLIN D.J., LARSON T.C., PFAU J.C., *et al.*, *Current research and opportunities to address environmental asbestos exposures*. *Environ Health Perspect* 2015;123:A194–7.
 75. GORDON R.E., FITZGERALD S., MILLETTE J., *Asbestos in commercial cosmetic talcum powder as a cause of mesothelioma in women*. *Int J Occup Environ Health* 2014;20:318–32.
 76. KIM S.Y., KIM Y.C., KIM Y., *et al.*, *Predicting the mortality from asbestos-related diseases based on the amount of asbestos used and the effects of slate buildings in Korea*. *Sci Total Environ*. 2016 Jan 15;542(Pt A):1–11.
 77. HOWLADER N., NOONE A.M., KRAPCHO M., *et al.*, *SEER Cancer Statistics Review, 1975–2014*, National Cancer Institute. Bethesda, MD, https://seer.cancer.gov/csr/1975_2014/, based on November 2016 SEER data submission, posted to the SEER web site, April 2017.
 78. CHRISTIAN GELTNER, PETER ERRLHALT, BERNHARD BAUMGARTNER *et al.*, *Management of malignant pleural mesothelioma – part 1: epidemiology, diagnosis, and staging Consensus of the Austrian Mesothelioma Interest Group (AMIG)*, *Wien Klin Wochenschr* (2016) 128:611–617.
 79. JÄRVHOLM B., BURDORF A., *Emerging evidence that the ban on asbestos use is reducing the occurrence of pleural mesothelioma in Sweden*. *Scand J Public Health*. 2015 Dec;43(8):875–81.
 80. GAFAAR R.M., EL DIN N.H., *Epidemic of mesothelioma in Egypt*. *Lung Cancer* 2005; 49: Suppl. 1, S17–S20.
 81. TAKAHASHI K., KARJALAINEN A., *A cross-country comparative overview of the asbestos situation in ten Asian countries*. *Int J Occup Environ Health* 2003; 9: 244–248.
 82. LUO S., LIU X., MU S., *et al.*, *Asbestos related diseases from environmental exposure to crocidolite in Da-yao, China*. I. Review of exposure and epidemiological data. *Occup Environ Med* 2003; 60: 35–41.
 83. JOSHI T.K., BHUVA U.B., KATOCH P., *Asbestos ban in India: challenges ahead*. *Ann NY Acad Sci* 2006; 1076: 292–308.
 84. BOURDES V., BOFFETTA P., PISANI P., *Environmental exposure to asbestos and risk of pleural mesothelioma: review and meta-analysis*. *Eur JEpidemiol*. 2000;16:411–7.
 85. MAULE M.M., MAGNANI C., DALMASSO P., *et al.*, *Modeling mesothelioma risk associated with environmental asbestos exposure*. *Environ Health Perspect*. 2007;115:1066–71.
 86. MARINACCIO A., BINAZZI A., BONAFEDE M., *et al.*, *Malignant mesothelioma due to non-occupational asbestos exposure from the Italian national surveillance system (ReNaM): epidemiology and public health issues*. *Occup Environ Med*. 2015 Sep;72(9):648–55.
 87. VANGELOVA K., DIMITROVA I., *Asbestos exposure and mesothelioma incidence and mortality in Bulgaria*. *Rev Environ Health*. 2016 Jun 1;31(2):203–9.
 88. Nils Plato, Jan Ivar Martinsen, Pär Sparén, *et al.*, *Occupation and mesothelioma in Sweden: updated incidence in men and women in the 27 years after the asbestos ban*, *Epidemiol Health*. 2016 Sep 20;38:e2016039. eCollection 2016.
 89. KRUPOVES A., CAMUS M., DE GUIRE L., *Incidence of malignant mesothelioma of the pleura in Québec and Canada from 1984 to 2007, and projections from 2008 to 2032*. *Am J Ind Med*. 2015 May;58(5):473–82.
 90. SOEBERG M.J., LEIGH J., VAN ZANDWIJK N., *Malignant mesothelioma in Australia 2015: Current incidence and asbestos exposure trends*. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev*. 2016;19(5-6):173–189.
 91. International Conference on Monitoring and Surveillance of Asbestos-Related Diseases. 11–13 February 2014, Espoo, Finland. http://www.ttl.fi/en/international/conferences/helsinki_asbestos_2014/Pages/default.aspx
 92. MARINACCIO A., SCARSELLI A., MERLER E., *et al.*, *Mesothelioma incidence surveillance systems and claims for workers' compensation*. *Epidemiological evidence and prospects for an integrated framework*. *BMC Public Health*. 2012 Apr 30;12(1):314.
 93. FERRANTE P., BINAZZI A., BRANCHI C., *et al.*, *Marinaccio A. National epidemiological surveillance systems of mesothelioma cases*. *Epidemiol Prev*. 2016 Sep–Oct;40(5):336–343.
 94. Decreto legislativo n. 277 del 15/08/1991. Attuazione delle direttive 80/1107/CEE, 82/605/CEE, 83/477/CEE, 86/188/CEE e 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art.7 della Legge 30/07/1990 n. 212. *Gazzetta Ufficiale* n.200 del 27.08.1991.
 95. Decreto del Presidente del consiglio dei ministri n. 308 del 10 dicembre 2002. Regolamento per la determinazione del modello e delle modalità di tenuta del registro dei casi di mesothelioma asbesto correlati ai sensi dell'art. 36 del Decreto Legislativo n. 277 del 1991. *Gazzetta Ufficiale* n.31 del 07.02.2003.
 96. CHELLINI E., MERLER E., BRUNO C. *et al.*, *Linee guida per la rilevazione e la definizione dei casi di mesothelioma maligno e la trasmissione delle informazioni all'ISPESL da parte dei Centri Operativi Regionali*. Fogli d'Informazione ISPESL 1996;1:19–106.
 97. MARINACCIO A., SCARSELLI A., MASSARI S. *et al.*, *Il Registro Nazionale dei Mesotheliomi (ReNaM) – V Rapporto*. 2015 INAIL. Tipografia INAIL, Milano, 11/2015.ISBN:978-88-7484-470-8. www.inail.it/cs/internet/docs/allegato_renam_v_rapporto.pdf
 98. MARTUZZI M., PASETTO R., MARTIN-OLMEDO P. (Eds.), *Industrially contaminated sites and health*. *J Environ Public Health* 2014. Disponibile all'indirizzo: <http://www.hindawi.com/journals/jepht/si/480565/>
 99. FERRANTE D., BERLOTTI M., TODISCO A., *et al.*, *Cancer mortality and incidence of mesothelioma in a cohort of wives of asbestos workers in Casale Monferrato, Italy*. *Environ Health Perspect* 2007; 115: 1401–1405.
 100. MUSTI M., POLLICE A., CAVONE D., *et al.*, *The relationship between malignant mesothelioma and an asbestos cement plant environmental risk: a spatial case-control study in the city of Bari (Italy)*. *Int Arch Occup Environ Health*. 2009 Mar;82(4):489–97.
 101. NOVELLO S., PINTO C., TORRIG V., *et al.*, *The Third Italian Consensus Conference for Malignant Pleural Mesothelioma: State of the art and recommendations Critical Reviews*. In: *Oncology/Hematology* 104 (2016) 9–20.
 102. IAVICOLI S., BURESTI G., COLONNA F., *et al.*, 2014, *Economic burden of Mesothelioma in Italy*. In: *Communication at International Conference on Monitoring and Surveillance of Asbestos-related Diseases Proceedings Book 2014*, Helsinki, 11–13 February 2014.
 103. MARINACCIO A., BINAZZI A., BONAFEDE M., *et al.*, *Malignant mesothelioma due to non-occupational asbestos exposure from the Italian national surveillance system (ReNaM): epidemiology and public health issues*. *Occup Environ Med*. 2015 Sep;72(9):648–55.
 104. CORFIATI M., SCARSELLI A., BINAZZI A., *et al.*, *Epidemiological patterns of asbestos exposure and spatial clusters of incident cases of malignant mesothelioma from the Italian national registry*. *BMC Cancer*. 2015 Apr 15;15:286.
 105. PIANO NAZIONALE AMIANTO https://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_1945_allegato.pdf
 106. GRANIERI A., *Community exposure to asbestos in Casale Monferrato: from research on psychological impact to a community needs-centered healthcare organization*. *Ann Ist Super Sanita*. 2015;51(4):336–41.
 107. AL-DELAIMY W.K., *The JPC-SE Position Statement on asbestos: A long-overdue appeal by epidemiologists to ban asbestos worldwide and end related global environmental injustice*. *Environ Health Perspect* 2013;121:A144–5.
 108. LaDou J, Castleman B, Frank A, *et al.* *The case for a global ban on asbestos*. *Environ Health Perspect* 2010;118:897–901.
 109. NISHIKAWA K., TAKAHASHI K., KARJALAINEN A., *et al.*, *Recent mortality from pleural mesothelioma, historical patterns of asbestos use, and adoption of bans: a global assessment*. *Environ Health Perspect* 2008;116:1675–80.
 110. <http://www.senato.it/japp/bgt/showdoc/17/DDLPRES/1008362/index.html>

I rifiuti contenenti amianto: da problema a risorsa

Asbestos from waste to resource materials

Parole chiave (*key words*): rifiuti contenenti amianto (*asbestos waste materials*), riciclo di RCA (*asbestos waste reuse*), Economia Circolare (*circular economy*)

L'amianto o asbesto (da questo momento useremo sistematicamente il primo termine per evitare confusioni terminologiche) dopo aver generato lavoro e distribuito ricchezza anche se per pochi, in sessanta anni, ha provocato e provoca, gravi danni alla collettività in termini di vite umane e di contaminazione ambientale. I rifiuti contenenti amianto (da questo momento denominati RCA) sono ancora ampiamente diffusi in Italia, in Europa e in paesi extra-europei sia negli edifici pubblici e privati che nell'impiantistica industriale. Infine, nonostante l'OMS abbia riconosciuto la sua elevatissima pericolosità (effetti cancerogeni

al sistema respiratorio e all'apparato digerente), viene ancora estratto e lavorato in alcuni paesi nord-americani (come il Canada), sud-americani, asiatici e in Australia.

1. CENNI SUI CARATTERI MINERALOGICI E FISICO-MECCANICI DEI MINERALI DI AMIANTO

I minerali di amianto, utilizzati a fini industriali, appartengono a due distinte famiglie di silicati: le olivine e gli anfiboli. L'amianto di serpentino (famiglia delle olivine) è un fillosilicato il crisotilo o "amianto bianco"; gli amianti di anfibolo sono inosilicati la crocidolite o "amianto blu" e l'amosite. Questi minerali, a causa della loro struttura cristallografica,

posseggono una serie di caratteri fisico-mecchanici quali: fibrosità, bassa conducibilità termica, elevata resistenza all'usura, all'abrasione, alla trazione, agli agenti chimici e biologici, fonoassorbente, ed hanno una elevata disponibilità ad essere filati e tessuti. Le caratteristiche riportate, associate alla loro diffusione e al basso costo di estrazione hanno contribuito al loro successo in campo industriale e alla loro diffusione. I diversi tipi di amianto, sono stati largamente impiegati nell'industria di trasformazione sia primaria che secondaria, negli anni compresi tra il 1930 e il 1985 di seguito sono riportate le quantità percentuali dei diversi tipi di manufatti prodotti in Italia (Fig. 1).

In Italia i minerali di amianto furono estratti dal 1930 dalla miniera di Balangero (Piemonte), una delle più grandi d'Europa, raggiunsero il loro massimo impiego nella seconda metà degli anni '70 con la produzione di circa 4000 manufatti nei settori dell'edilizia, della cantieristica navale e ferroviaria e dell'industria manifatturiera (acciaio, elettrica, etc.).

2. CENNI SULLA CORRELAZIONE TRA AMIANTO E PATOLOGIE TUMORALI

La correlazione tra esposizione ai manufatti contenenti amianto e gravi malattie polmonari e gastrointestinali viene ipotizzata agli inizi del XX secolo. Il primo studio epidemiologico sistematico fu pubblicato nel 1955 (A.R. Doll) che dimostrò chiaramente, la correlazione esistente tra esposizione all'amianto e malattie polmonari. Alla fine degli anni '90 venne riconosciuto dalla medicina ufficiale che tutti i tipi di amianto utilizzati nell'industria potevano provocare patologie quali: asbestosi, mesotelioma polmonare e tumori gastrointestinali. Inoltre viene acquisito, su base statistica, che tra l'inizio dell'esposizione e la comparsa della patologia (periodo di latenza) trascorrono mediamente 15-20 anni e per alcune malattie anche 40 anni. Si deve aggiungere che, al momento, non è stato ancora possibile stabilire una soglia limite di esposizione alla dispersione di fibre di amianto sia per tempo che per quantità. L'OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità) ha previsto per i decenni a seguire un incremento notevole



Figura 1 – Principali manufatti contenenti amianto

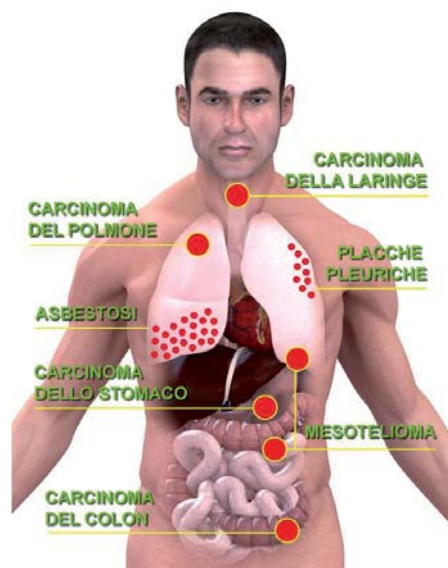


Figura 2 – Principali patologie tumorali generate dall'esposizione all'amianto

delle malattie amianto-correlate. In occasione della Giornata Mondiale delle vittime dall'amianto (25/04/2017) i dati che sono stati esposti sono i seguenti: in Italia le vittime accertate sono 21 mila negli ultimi 7 anni ma, destinate ad aumentare in quanto il nostro paese è ancora contaminato da 300 mila siti di rifiuti da amianto. Si tratta quindi di una vera e propria piaga che produce circa 15 mila vittime all'anno in Europa e circa 100 mila vittime all'anno nel mondo.

3. DIVIETO DELL'UTILIZZO DEI MANUFATTI CONTENENTI AMIANTO

La dimostrazione scientifica, corredata anche da dati statistici, della correlazione esistente tra amianto e patologie tumorali, generò come misura inevitabile il divieto dell'utilizzazione del minerale attraverso i seguenti stadi, decisi in tempi diversi (dalla metà degli anni '80) in Europa rispetto ai paesi extra-europei:

- divieto di coltivazione del minerale;
- dismissione del minerale dai cicli di lavorazione;
- bonifica dei siti di produzione e di lavorazione;
- eliminazione dei manufatti in amianto prodotti e messi in opera, attraverso la loro rimozione, confinamento e/o la scobentazione;
- rottamazione e stoccaggio in discariche dedicate;

La strada della normalizzazione è attualmente ancora in "itinerare", gran parte dei processi di dismissione in Europa sono stati codificati negli anni '80. Interventi legislativi sono riconducibili agli anni '70 in Olanda, al 1986 in Danimarca, al 1987 in Finlandia, mentre in Germania e USA la definitiva messa al bando dell'amianto fu fissata rispettivamente al 1994 e 1997. La situazione in Italia

è la seguente: la Legge 257/92 e le successive integrazioni fissarono al 1994 la dismissione totale della produzione e commercializzazione degli RCA. A livello mondiale invece la situazione è ben diversa nel Canada è ancora permessa l'estrazione e/o la commercializzazione, così come in Brasile e in altri paesi sudamericani e asiatici.

4. L'INQUINAMENTO DERIVANTE DAI RIFIUTI CONTENENTI AMIANTO

Nella Fig. 1 sono riportati i manufatti e i principali comparti industriali in cui è stato massivamente utilizzato questo minerale: dal tipo di manufatto si possono facilmente evincere le difficoltà della sua individuazione a causa dei differenti e molteplici utilizzi e della sua diffusione, anche, capillare.

È possibile razionalizzare il problema dell'inquinamento da amianto facendo riferimento a due principali sorgenti:

- sorgenti di inquinamento da amianto puntuali e localizzate;
- sorgenti di inquinamento da amianto diffuse.

Al primo gruppo possiamo ascrivere:

- A1. le cave di estrazione e di lavorazione di amianto;
- A2. i siti industriali di trasformazione primaria e secondaria del minerale;
- A3. gli opifici e i comparti industriali in cui erano stati massicciamente utilizzati i MCA (manufatti contenenti amianto).

Al secondo gruppo:

- A4. i manufatti capillarmente diffusi e utilizzati nell'edilizia pubblica e privata.

Per i siti di estrazione del minerale, segmento A1, il problema è parzialmente risolto in seguito alla loro chiusura, ma questi siti comprendono anche le aree circostanti le zone di estrazione, ancora da bonificare, a causa della presenza dei materiali di risulta dei processi lavorativi difficilmente individuabili. Al segmento A2 appartengono le situazioni più importanti e pericolose: si tratta dei siti industriali, dismessi, da molti anni, localizzati in aree, successivamente urbanizzate ed economicamente importanti, in quanto potenzialmente sfruttabili a fini edificatori. Questi siti e le aree viciniore, costituiscono o potrebbero costituire ancora oggi, "enormi discariche non controllate" in quanto i cicli produttivi si erano sviluppati in lunghi periodi in assenza di regole sulla destinazione dei materiali di sfrido di lavorazione. I materiali di risulta erano stoccati nelle aree immediatamente circostanti il sito industriale: tutti gli stabilimenti ex-Fibronit, disseminati sul territorio nazionale, presentano queste caratteristiche e tale elevata pericolosità. Il segmento A3 riguarda situazioni nelle quali era ben nota la presenza e la collocazione di manufatti contenenti amianto in comparti o in settori di opifici

e industrie. In questo caso, la tempistica della dismissione è stata lunga, derivante dalla poca disponibilità dell'Ente pubblico o privato, dovuta agli elevati costi economici che l'operazione comportava e "favorita" anche dalla difficoltà dei controlli. Al segmento A4, infine, appartengono le situazioni di più lunga e difficile soluzione: l'utilizzazione capillare di MCA (Materiali da Costruzione Contenenti Amianto) nell'edilizia pubblica e privata (pavimentazioni, pannelli divisorii di interni, pannelli per soffitti e controsoffitti, vasche per raccolta di acque e tubazioni esterne) per le quali non era disponibile, in quanto non prevista, alcun tipo di documentazione.

5. I RIFIUTI CONTENENTI AMIANTO IN ITALIA

Di seguito descriveremo, sinteticamente, l'entità del problema degli RCA in Italia in termini: volumetrici, economici e di contaminazione ambientale.

Una prima idea, anche se molto parziale, della contaminazione da amianto sul territorio nazionale deriva dalla mappatura dei siti di lavorazione dell'amianto inseriti tra i 57 SIN (Siti di Interesse Nazionale: D.Lgs. n. 22/96; D.M. n. 471/99; D.Lgs. n. 152/2006) in parte ancora oggi da bonificare. Si tratta di 12 siti funzionali alla lavorazione e preparazione di materiali contenenti amianto, dismessi in seguito alla Legge n. 257/1992. La Fig. 3 indica la distribuzione di questi opifici sul territorio nazionale ed è corredata da una tabella in cui sono riportati i comuni presenti nelle vicinanze dell'area di lavorazione e la popolazione censita potenzialmente interessata dalla contaminazione.

Prima di descrivere le possibili soluzioni relative al problema degli RCA, effettuiamo una breve ricognizione, sull'attuale normativa che regola il settore, sulle quantità degli RCA, potenziali e di quelli trattati, al fine di meglio valutare la portata del fenomeno. Dati organici sulla diffusione e sulla quantità stimata dei rifiuti contenenti amianto sono riportati in un recentissimo lavoro (XVI Rapporto ISPRA, 2017). Attualmente le quantità totali di RCA nel paese Italia oscillerebbero tra 32 e 40 milioni di ton.; il Report presenta in modo preciso il focus del problema negli ultimi tre anni (2013 -2015) che aggiunto a dati di precedenti lavori (INAIL, 2014) interessa un periodo di tempo di 5 anni durante i quali non risulta ci siano state positive variazioni. Di seguito prenderemo a riferimento i dati censiti (2015) da ISPRA secondo cui il totale degli RCA lavorati in Italia sono pari a 369 mila ton. (il 93% dei quali è costituito da MCA Materiali da Costruzione Contenenti Amianto CER 170605). Del totale degli RCA circa 262.000 ton. sono state gestite in Italia; 145.000 ton. risultano invece esportate, le rimanenti 62.000 ton. sono stoccate ma non lavorate.

5.1 BONIFICA DAI RIFIUTI DI AMIANTO IN ITALIA

Il problema della bonifica dei siti inquinati a causa dei processi di estrazione, di lavorazione e di utilizzazione industriale dell'amianto è stata ed è, ancora oggi, una sfida alla cui soluzione hanno concorso diverse professionalità (ingegneri del territorio e dell'ambiente, chimici e fisici ambientali, geologi ambientali, architetti etc.).

Tralasciamo i dettagli relativi alla messa in sicurezza "temporanea" dall'amianto: come l'uso di spry stabilizzanti che risolve, temporaneamente, il degrado degli RCA favorendo la loro rimozione per la destinazione finale. Importanti, a nostro avviso, sono di contro: a) le tecniche di risanamento definitive delle aree di estrazione e dei siti dedicati alla lavorazione del minerale; b) le soluzioni che prevedono l'inertizzazione degli RCA mediante rimozione e stoccaggio o trasformazione in neo-materiali, innocui, con reinserimento nel mercato. Tratteremo le situazioni che coinvolgono enormi volumi e quantità di RCA stimate in diverse decina di miliardi di ton. (INAIL, 2014; ISPRA, 2017) in costante degrado. Tre erano state le tecniche di risanamento individuate nella prima fase di approccio al problema:

- la rimozione: smantellamento degli RCA, operazione che pur essendo non radicale e non definitiva, è il metodo di bonifica più pericoloso in quanto provoca un potenziale incremento della dispersione di fibre nell'aria;
- l'incapsulamento: trattamento degli RCA con prodotti stabilizzanti allo scopo di consolidare la matrice e/o inertizzarla così da impedire la dispersione di fibre;
- il confinamento: trasporto e stoccaggio degli RCA in una discarica dedicata.

A queste soluzioni va aggiunta la più recente: il riutilizzo dei rifiuti contenenti amianto, opportunamente trattati e/o modificati in materiali secondi, re-inserendoli nel mercato, producendo lavoro e ricchezza, in assenza di danni per la salute e per l'ambiente.

5.2 RECAPITO FINALE DI RCA IN DISCARICHE

L'attuale normativa classifica i rifiuti contenenti amianto in "pericolosi" e "non pericolosi" secondo criteri fissati da una precisa normativa: sono classificati "pericolosi" gli MCA (Materiali da costruzione Contendenti Amianto che costituiscono più del 90% del totale dei rifiuti da amianto CER 170605*) e altre otto tipologie di rifiuti di amianto (parte IV del D.Lgs n. 152/2006 sostituito dal D.Lgs. n. 205/2010). Gli RCA complessivamente sono smaltiti due tipologie di discariche (D.Lgs. n.152 /2006 e successive modifiche D.M. 24 /06/2015) secondo criteri puntuali e specifiche prescrizioni:

- discariche per "rifiuti pericolosi" dedicate o dotate di celle dedicate;
- discariche per "rifiuti non pericolosi" dedicate o dotate di celle mono-dedicate per i rifiuti di amianto.

In Italia al 2015 sono 21 le discariche censite e operative (Fig. 4): 17 possono ospitare rifiuti "non pericolosi", solo 4 i rifiuti "perico-

losi". 6 di tali impianti (3 per rifiuti "pericolosi" e 3 per "rifiuti non pericolosi") smaltiscono oltre agli MCA CER 170605* anche le altre



Figura 3 – Localizzazione dei principali siti inquinati da amianto in Italia (Fonte INAIL, 2014)



Figura 4 – Ubicazione e categorie delle 21 discariche per RCA in Italia

tipologie di rifiuti contenenti amianto. Per quanto riguarda invece la localizzazione e le quantità smaltite in Italia la situazione è la seguente: 9 impianti sono localizzati al sud e smaltiscono 37 mila ton. di rifiuti, 7 impianti al nord smaltiscono 101 mila ton., 5 impianti al centro smaltiscono 55 mila ton.

Un dato importante riguarda gli RCA pericolosi (2015), le quantità smaltite totali sono state pari a 34.210 ton.: 22 mila ton. in Piemonte (63,4%), 12 mila ton. in Toscana (35,6%), 328 ton. in Puglia (1%). L'altro dato al riguardo già riportato è il seguente: in Italia esistono solo 4 discariche autorizzate e funzionanti per rifiuti pericolosi: 2 in Piemonte (Casal Monferrato e Collegno) 1 in Puglia (Taranto) e 1 in Toscana (Pomarance). Questo dato risulta identico a quello riportato da altre fonti (2013) e mette in evidenza che la situazione da allora non è modificata.

In definitiva delle 21 discariche in esercizio al 30 giugno 2015 solo 4 sono autorizzate a smaltire rifiuti pericolosi: inoltre due di esse sono "dedicate" a ricevere solo i rifiuti di amianto provenienti dai SIN (Sito di Interesse Nazionale) di Casal Monferrato e Bagnasco, (Piemonte).

Si deve concludere, senza ombra di dubbio, che in Italia sono presenti solo due discariche in grado di stoccare e di accettare da tutto il territorio nazionale RCA pericolosi. Questo costituisce un problema rilevante, se non tragico, e indica che le discariche per rifiuti "pericolosi" da amianto in Italia sono del tutto insufficienti in termini volumetrici e presentano problematiche economiche rilevanti a causa della loro collocazione geografica.

5.3 PROCESSI PER L'INERTIZZAZIONE E LA TRASFORMAZIONE DEI RCA

Di seguito riporteremo, molto sinteticamente, alcune tecniche messe a punto, brevettate e sperimentate (anche a livello semi-industriale) per inertizzare i rifiuti di amianto che consentono quindi di azzerare la loro nocività. Noi riteniamo infatti che la migliore soluzione per gli RCA non sia il loro stoccaggio in discarica ma l'inertizzazione con conseguente creazione di nuovi prodotti da re-inserire nei mercati. Clarelli, 2013 riporta che 35 brevetti erano registrati presso l'Ufficio Italiano Brevetti e Marchi e di essi ben 13 erano registrati anche presso l'Ufficio Europeo dei Brevetti (European Patent Office).

Di seguito descriveremo, solo alcuni di essi, che a nostro avviso, risultano tra i più significativi, tra i meno onerosi e sui quali sono state effettuate prove semi-industriali.

I principali processi di inertizzazione degli RCA che modificano la struttura cristallografica dell'amianto, annullano la sua nocività e creano nuovi materiali sono:

- vetrificazione
- litificazione
- stabilizzazione /solidificazione di RCA in matrice cementizia
- riciclo di RCA nella produzione di cemento idraulico

Processo ENEL: brevetto italiano ed europeo prevede la vetrificazione di materiali compositi contenenti amianti CMCA (Compound Materials Containing Amiantos). Processo testato a scala semi-industriale che comprende un ciclo di vetrificazione termica in forno elettrico o a metano (T° massime tra 1000 °C e 1300°C) per la distruzione completa di tutti i tipi di amianto presenti nel rifiuto. Nella sperimentazione la percentuale degli RCA può variare tra il 40-60 % del peso della miscela. Il consumo di energia necessario per vetrificare un Kg di MCA è di circa 1,55 Kwh. Il contenuto in ossidi da cui nasce la colorazione del vetro favorisce il ri-utilizzo del prodotto nell'industria del vetro colorato cavo.

Processo ENEA: brevetto italiano ed europeo prevede la inertizzazione degli amianti mediante l'applicazione delle microonde. L'utilizzo delle microonde consente il rapido riscaldamento del materiale e l'inertizzazione dell'amianto "in situ" (in discarica, a parete, a soffitto, nel terreno, etc.) senza bisogno di asportare il materiale. La distruzione termica delle fibre di amianto dà luogo ad un prodotto vetrificato o litificato. Il sistema di trattamento è costituito da: un gruppo emettitore di microonde, un sistema di aspirazione, un quadro elettrico di potenza e consolle di comando, sistemi di movimentazione remota.

Processo e Impianto NIZZOLI: brevetto italiano è un progetto per la realizzazione di un impianto pilota per il trattamento di RCA in matrice compatta. Il processo prevede l'inertizzazione di manufatti in CA, mediante pirolisi, con utilizzo di un forno lineare che raggiunge una temperatura di 1150 °C. Il materiale finale può essere utilizzato: per sottofondi stradali o come additivo per: materiali ceramici, refrattari, adesivi sigillanti e materie plastiche.

Processo UNI.MO.RE. – ZANATTO: brevetto italiano ed europeo prevede la trasformazione termica diretta (senza macinazione) di pacchi sigillati in materiale plastico, contenenti lastre in CA o altro materiale contenente amianto "friabile" utilizzando un forno lineare a "tunnel" (T° massime tra 1200 e 1300 °C). La materia prima secondaria che ne deriva denominata Kry-As è formata da una miscela di silicati di Ca, Mg, Al e Fe di composizione chimica assimilabile ad un clinker. È previsto il riutilizzo in: smalti e pigmenti ceramici, industria della plastica, tegole e mattoni, cementi, leganti cementizi, calcestruzzi.

Processo ITALCEMENTI: il brevetto italiano prevede di utilizzare gli RCA per la produzione di cemento idraulico. Il materiale è immesso nel ciclo produttivo del cemento o come materia prima o come correttivo e additivo del clinker per la preparazione del cemento e tiene conto dell'apporto di MgO aggiuntivo dovuto alla eventuale presenza di crisotilo. Nel cemento idraulico infatti il rapporto Ca/Mg deve mantenere valori fissi. Le prove sperimentali hanno dimostrato che la quantità massima di RCA trattabile per ottenere cementi di caratteristiche tecniche simili a quelli convenzionali non deve superare il 5% in peso.

Processo CNR – ITM (1996, Roma): brevetto italiano ed europeo prevede che gli RCA siano sottoposti a un trattamento termico a temperature comprese tra 600° e 1000° C senza preventiva macinazione. I minerali di amianto industriali si formano in natura in condizioni fisiche per T° comprese tra 500-700° C in presenza di H₂O, di contro, i loro precursori naturali (olivine e anfiboli), innocui per l'uomo, si formano a T° comprese tra 600 e 1000 °C. Il brevetto prevede di invertire il processo e di ri-trasformare i minerali del gruppo dell'amianto, nocivi, presenti negli RCA, in minerali innocui. A seconda delle T° operanti nel processo di riconversione si possono generare ceramiche refrattarie di alta temperatura. Il CORDIAM: prodotto ceramico ottenuto a T° di 650° C circa, a T° comprese tra 850 C° e 950 C° si ottiene un altro prodotto ceramico l'AMGLAS con caratteristiche ancora migliori. Le sperimentazioni sono state effettuate anche a livello semi-industriale dando risultati soddisfacenti.

Processo "Microwaste" (2015, Politecnico di Torino): con un sistema mobile di trattamento termico a microonde si fornisce un servizio *on site* di inertizzazione dell'amianto generando una materia prima-secondaria commerciabile e non nociva: l'ATONIT che presenta proprietà simili al cemento pozzolanico. Gli effetti positivi che ne derivano sono: evitare produzione di CO₂, evitare lo stoccaggio in discarica, evitare la formazione di rifiuti, filiera corta. Si tratta di una start-up realizzata nell'ambito dell'Incubatore Imprese Innovative presso il Politecnico di Torino. È stata già testata a livello industriale dando buoni risultati.

6.1 RIFIUTI CONTENENTI AMIANTO NELL'ECONOMIA CIRCOLARE

È necessaria una breve premessa sull'Economia Circolare, come modello base, che l'Unione Europea ha preso a riferimento negli ultimi anni da utilizzare ai fini dello sviluppo sostenibile e che avendo come riferimento una "crescita verde", permetterebbe di rispettare i limiti di bio-capacità dell'ecosistema in cui



Figura 5 – Valutazione dei processi di stoccaggio e inertizzazione degli RCA nell'Economia Circolare

viviamo. Il passaggio dall'Economia Lineare a quella Circolare era stata teorizzata negli anni '60 e una sua efficace esemplificazione è rappresentata dall'"economia dell'astronave" enunciata da K. Boulding 1966. L'economista immaginò il "sistema terra" come un "sistema chiuso" simile ad una astronave in cui le risorse a disposizione erano "esauribili" e dovevano essere utilizzate con estrema parsimonia e ri-usate il più possibile. Negli anni successivi sull'Economia Circolare si aprì un ampio dibattito e furono elaborate diverse teorie e strategie che portavano alla conclusione che se i processi industriali di tipo lineare si trasformassero in circolari simulando i cicli naturali, i rifiuti e gli scarti non si genererebbero più e i modelli economici sarebbero capaci di rigenerarsi da soli, continuando a crescere in modo sostenibile. Recentemente il concetto di E.C. si è evoluto ed affinato si parla: "... di una economia per sua natura rigenerativa che mira ad assicurare la più elevata utilità e valore nel tempo, nei prodotti, nei componenti e nei materiali, differenziando adeguatamente i cicli tecnologici da quelli naturali" (Ellen MacArthur Foundation, 2010). Un sistema, quindi, in cui nessun componente viene eliminato, i materiali presenti nei prodotti vengono tutti riutilizzati, in un ciclo di trasformazione che utilizzando energie rinnovabili, genera un impatto positivo sull'economia assumendo una forma circolare per assenza di perdite lungo il percorso. Questo sistema, farebbe transitare quindi, come postulato da K. Boulding, l'astronave-terra da un modello di sviluppo economico lineare ad uno circolare. La Commissione Europea cominciò a lavorare in direzione dell'E.C. nel primo decennio del 2000 quando adottò per i rifiuti (RSU) un "pacchetto di interventi" necessari per la revisione della loro regimentazione. Il fine era di stimolare la transizione verso un sistema che coprirebbe l'intero ciclo degli RSU dalla produzione, alla gestione e al mercato delle materie prime secondarie da essi derivanti. Nel 2016 la stessa Commissione pubblicò una revisione del piano di azione e nel 2017 il Comitato economico e sociale europeo ha focalizzato le azioni fondamentali da mettere

in atto e in particolare ha ritenuto di inserire l'E.C. nell'agenda dello sviluppo sostenibile come strategia fondamentale europea.

La strada da seguire sarebbe la seguente: D. Bonito (2017): a) produzione di beni durevoli, ad alto contenuto tecnologico, realizzati attraverso processi di ri-fabbricazione che porterebbero ad un elevato risparmio di materie prime con prodotti progettati, fabbricati e commercializzati anche ai fini di una loro elevata "rinnovabilità". La transizione sarebbe stadiale in modo da: a) ottimizzare i prodotti in vista della separazione dei loro componenti e della loro riciclabilità; b) realizzare prodotti privi di componenti tossici; c) progettarli con l'obiettivo di re-impiegare materia proveniente da riciclo e recupero post-consumo; d) sostituire i materiali che generano "rifiuti" con biomateriali compatibili con l'ambiente. L'Unione Europea prevede, in prima istanza, stanziamenti economici solo relativi a progetti riguardanti gli RSU salvo accorgersi, in brevissimo tempo, della possibilità di utilizzare tale strategia anche per tutti i prodotti generati nei vari settori industriali e addirittura per cambiare stile di vita. La struttura decisionale europea ha creduto in questa "rivoluzione" ha iniziato a discuterla e a intervenire allargando fortemente i campi di d'intervento. Nel caso dei Rifiuti Contendenti Amianto, di cui ci stiamo occupando, la sua utilizzazione rivestirebbe una doppia valenza economica e sanitaria. Infatti oltre al ri-uso di materiali, con creazione di neo-prodotti da reinserire nel mercato, verrebbe eliminata definitivamente la forte nocività dell'"amianto industriale" che ha disseminato lutti e contaminazione ambientale e che ancora oggi mina la salute di migliaia di esseri viventi.

7. CONCLUSIONI

Di seguito le nostre conclusioni:

- gli RCA costituiscono una importante risorsa da poter riutilizzare, dopo trattamento tecnologico, creando prodotti non nocivi per i viventi da reinserire nei mercati;
- lo stoccaggio dei RCA in discariche più o meno dedicate presenta solo aspetti negativi, e tale soluzione anche se "teoricamente possibile" è impedita dall'attuale

assoluta indisponibilità, per motivazioni diverse, di siti nel nostro paese;

- la strada ottimale per eliminare gli RCA è il loro trattamento meccanico- fisico per ottenere un materiale non nocivo e riutilizzabile sul mercato;
- questa soluzione è in armonia con gli obiettivi dell'E.C. che l'Unione Europea ha promosso con risorse economiche importanti su fondi strutturali e/o dedicati (SIE-HORIZON 2020);
- i neo-prodotti che si genererebbero presentano un alto valore aggiunto sono collocabili sui mercati nazionali e internazionali creando ricchezza e lavoro;
- attraverso la rigenerazione degli RCA si portano a soluzione importanti problemi di salvaguardia ambientale e sanitari.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- BOULDING K. E. (1966), *The economics of the coming spaceship earth*. In: H. JARRET (ed.), *Environmental quality in a growing economy*, Baltimore J.H. University Press 3-14.
- BRATTI A. (2017), *La strada giusta per bonifiche e controlli*, Ecoscienza n.4.
- CLARELLI S. (2013), *Il trattamento e lo smaltimento dei rifiuti contenenti amianto: situazione italiana*. Da: The Italian Association of Asbestos Remediation and Disposal Contractors & Consultants.
- DEL CURATOLO I. (2014), *Amianto e patologie correlate, l'iceberg mesotelioma*. ASL Roma B, Regione Lazio.
- DOLL R. (1955), *Mortality from lung cancer in asbestos workers*. British Journal of Industrial Medicine, 12: 81-86.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2013), *Towards the circular economy: an economic and business rationale for an accelerated transition*, p. 24.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2017), *The world's leading forum for exploring the idea of the circular economy*, SUMMIT, 2017.
- IOE ANTONIO, MORETTI MASSIMO; PAGLIONICO ANTONIO, VALLETTA SALVATORE & WALSH NICOLA (1997), *La bonifica dei suoli contaminati da amianto*, "Inquinamento", n° 5/97.
- INAIL (2014), *Classificazione e gestione dei rifiuti contenenti amianto*, volume II, p. 1-256. Coordinamento scientifico di Paglietti F.
- PAGLIETTI F., CONESTABILE DELLA STAFFA B., BELLAGAMBA S. (2013), *Mappatura delle discariche che accettano in Italia i rifiuti contenenti amianto*. INAIL, 1-136.
- LEGGE n. 257/92, *Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto*, G.U. n. 87 del 13/04/1992.
- DECRETO LEGISLATIVO n. 22/97, *Attuazione delle direttive sui rifiuti, sui rifiuti pericolosi e sugli imballaggi*, G.U. n.38 del15/02/1997.
- DECRETO MINISTERIALE n. 471 del 25/10/1999, *Regolamento per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati*.
- DECRETO LEGISLATIVO n.152 del 03/04/2006, *Norme in materia ambientale*, G.U. n.88 del 14/04/2006.
- DECRETO MINISTERIALE del 24/06/2015, *Modifica definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica*, G.U. n.211 dell'11/09/2015.
- XVI RAPPORTO RIFIUTI SPECIALI (ISPRA, 2017), *I rifiuti speciali in Italia*, p. 170. A cura di R. Lاراia, direttore del Centro Nazionale per il Ciclo dei Rifiuti.

La gestione del “problema amianto” e il Piano Regionale Amianto della Puglia

VITO FELICE URICCHIO
Consiglio Nazionale delle Ricerche – Direttore f.f.
dell'Istituto di Ricerca Sulle Acque
E-mail: vitofelice.uricchio@cnr.it

The “asbestos problem” and the Apulia Region Asbestos Management Plan

Parole chiave (*key words*): amianto (*abestos*), piano (*plan*), monitoraggio (*monitoring*)

Nell'era dell'economia circolare numerosi rifiuti e scarti si trasformano in preziose risorse per la produzione di nuovi materiali o di energia: l'amianto nella storia recente, ha subito un percorso inverso, divenendo da risorsa preziosa un rifiuto speciale pericoloso con le conseguenti criticità che esso comporta. Come noto nel passato l'amianto con i suoi numerosi minerali, ha rappresentato un'importante occasione di occupazione e sviluppo che, in un particolare periodo storico, ha offerto condizioni di benessere stabile costituendo una valida alternativa all'emigrazione o al più incerto lavoro nei campi.

I mercati mondiali sono stati letteralmente inondati da manufatti che hanno interessato ogni settore produttivo dall'edilizia ai trasporti, dagli armamenti all'oggettistica domestica, dall'abbigliamento al comparto tabacchi, etc. Tuttavia, tale notevole diffusione in ogni ambito della vita lavorativa e privata, con il tempo ha fatto emergere effetti clinici che successivamente stati ricondotti alla inalazione delle fibre di amianto.

Tali criticità sanitarie hanno portato alla ribalta le questioni riferite alla gestione del problema che, in un particolare momento storico di scarsità di risorse economiche, richiede amministrazioni sempre più efficienti, soprattutto in grado di tradurre idee e proposte in politiche efficaci e durevoli, che vadano oltre le opportunità di finanziamento del momento, semplicemente utilizzando modelli e buone pratiche efficaci che in alcuni territori si sono dimostrate utili alla soluzione dei problemi.

Con tale spirito è stato immaginato e redatto il Piano Regionale Amianto della Puglia (PRAP)¹, ricercando approcci strategici e partecipati con la convinzione che solo obiettivi condivisi potessero trovare efficace attuazione

nella soluzione delle questioni. È stato, quindi, attivato un ampio processo partecipativo che ha puntato sulla condivisione e sul coinvolgimento, che sin dalle prime battute e riflessioni comuni, ha visto un'ampia adesione dei portatori d'interessi, che hanno contribuito con spirito costruttivo e di collaborazione, all'individuazione delle criticità e delle opportunità per affrontare le sfide del risanamento ambientale prevenendo ed evitando ulteriori rischi per la salute. Con tale logica è stata costituita una Commissione tecnico-scientifica interdisciplinare amianto per la redazione e l'attuazione del Piano Regionale Amianto Puglia composta da n. 42 membri che si aggiungono alle n.90 Autorità con Competenze Ambientali coinvolte nel percorso di Valutazione Ambientale Strategica. Ad integrazione della partecipazione strutturata e per favorire un più alto coinvol-

gimento e partecipazione informata della popolazione pugliese, si è attivato un percorso di comunicazione bidirezionale avvalendosi delle metodologie comunicative messe a disposizione dal WEB. Per far questo tutti i contenuti, le informazioni, i verbali degli incontri e le versioni intermedie del PRAP sono state pubblicate sul sito istituzionale della Regione Puglia, favorendo una sempre maggiore interazione con i cittadini, con le associazioni impegnate nel settore, con le Amministrazioni Comunali e Provinciali, etc.

Il coinvolgimento diretto della comunità regionale, ha conferito maggiore forza all'azione d'informazione, rappresentando un utile elemento di contatto diretto e bidirezionale in grado di stimolare una partecipazione informata alle attività di monitoraggio sociale del fenomeno amianto, dall'individuazione sino alla rimozione, smaltimento e/o trattamento.

La più ampia comunicazione dematerializzata è stata particolarmente significativa in un Piano che ha inteso produrre conoscenza ed informazione al fine di poter risolvere il problema amianto guardando alla tutela della salute e dell'ambiente e possibilmente nel minore tempo possibile.

In aggiunta, sono state avviate numerose attività con le scuole che hanno beneficiato



Figura1 – Logo del Piano Regionale Amianto Puglia



¹ Deliberazione della Giunta Regionale 6 maggio 2015, n. 908, “Piano regionale definitivo di protezione dell'ambiente, decontaminazione, smaltimento e bonifica ai fini della difesa dai pericoli derivanti dall'amianto in Puglia (PRA)”, Bollettino ufficiale della Regione Puglia n. 10 del 02/02/2016.

del contributo spesso spontaneo e volontario di giornalisti, rappresentanti delle Associazioni, membri della Commissione tecnico-scientifica interdisciplinare amianto e/o delle Autorità con Competenze Ambientali coinvolte nella Valutazione Ambientale Strategica.

L'effetto sinergico con le attività nelle scuole e nei luoghi di aggregazione ha permesso un confronto diretto con il territorio, attraverso la realizzazione di percorsi educativi e di maturazione in osmosi con le comunità locali.

Lo straordinario contributo delle Associazioni non si è esaurito nella partecipazione alla redazione del piano ed alle attività d'informazione nelle scuole ma ha anche promosso attivamente l'organizzazione di convegni, sia di natura divulgativa che riferiti agli scopi del Piano, nell'ambito dei quali sono stati affrontati aspetti di natura tecnico-scientifica, giuridica, sanitaria, avvalendosi anche dei vari professionisti impegnati nelle attività specifiche, sempre coordinandosi tra loro, fornendo un apporto di natura sinergica e costruttiva alle Istituzioni, finalizzato all'attuazione degli scopi del Piano.

Nell'ambito delle attività di informazione e sensibilizzazione realizzate dalla Regione Puglia sono state promosse azioni sinergiche con soggetti a vario titolo impegnati nella decontaminazione da amianto comprendendo il Ministero della Salute, l'INAIL, le Associazioni specialistiche (come ad esempio la SIGEA), le Associazioni ambientaliste (per citarne alcune, Legambiente e ArrezoCO₂ con la campagna Eternit Free), etc.¹

Le campagne di sensibilizzazione realizzate ai vari livelli e con target diversi hanno puntato alla costruzione dei presupposti di alcuni concetti principali dello sviluppo sostenibile quali la *responsabilità condivisa*, cercando di attrarre l'attenzione e l'interesse dei cittadini attraverso forme di contestualizzazione delle iniziative di informazione ambientale ed evitando il settorialismo, l'occasionalità e la frammentarietà delle stesse, puntando all'organizzazione di percorsi strutturati in termini di contenuti e di approcci metodologici, allo scopo di conseguire livelli di stabilità, di persistenza dei messaggi trasferiti.

Con la consapevolezza che il successo delle politiche di sviluppo sostenibile del territorio, è fortemente condizionato dalla presenza diffusa di conoscenza, comportamenti ed abitudini ambientalmente sostenibili, alimentate da un coerente sistema di azioni d'informazione e sensibilizzazione, si è posta particolare attenzione a tale aspetto. E proprio il consolidamento della consapevolezza e del senso di responsabilità può produrre un cambiamento di cultura profondo e duraturo; per tali motivazioni non è sufficiente organizzare attività di informazione e sensibilizzazione, senza immaginare meccanismi per un più profondo *coinvolgimento emotivo*. Infatti, il binomio ambiente-informazione, può trovare il massimo risultato in un'impostazione sempre più pregnante e dinamica che coaguli attorno alla conoscenza dell'ambiente l'interesse a partecipare attivamente alla risoluzione del problema.

In definitiva gli aspetti che caratterizzano il Piano possono essere schematicamente rappresentati nei seguenti punti:

- coinvolgimento e partecipazione informata;
- prevenzione degli smaltimenti abusivi e riduzione dei costi di smaltimento legali;
- mappatura della presenza di amianto;
- informatizzazione e gestione della conoscenza;
- semplificazione e sbrucratizzazione;
- apertura alle innovazioni.

Ulteriore aspetto prioritario è quella della deterrenza e della prevenzione volta ad evitare i numerosi smaltimenti abusivi di materiali contenenti amianto. Tale aspetto è curato attraverso l'informazione e la sensibilizzazione, il controllo operato sul territorio dalle Forze dell'Ordine impegnate nel settore ambientale tra cui il Comando Tutela Ambiente dei Carabinieri (NOE), Comando Unità per la Tutela Forestale, Ambientale e Agroalimentare (C.U.T.F.A.A.), la Guardia di Finanza ed in particolare il Reparto Operativo Aeronavale (ROAN-GdF). Tuttavia la prevenzione deve necessariamente passare attraverso una mirata sburocratizzazione con la possibilità di smaltimento più semplice e meno oneroso: entrambi aspetti che incidono sensibilmente sui costi di rimozione e smaltimento dei materiali contenenti amianto.

In tale direzione, la realizzazione di discariche di amianto sul territorio regionale è un elemento strategico per ridurre i costi di smaltimento e limitare i trasporti; ma la realizzazione di discariche oltre che essere pienamente

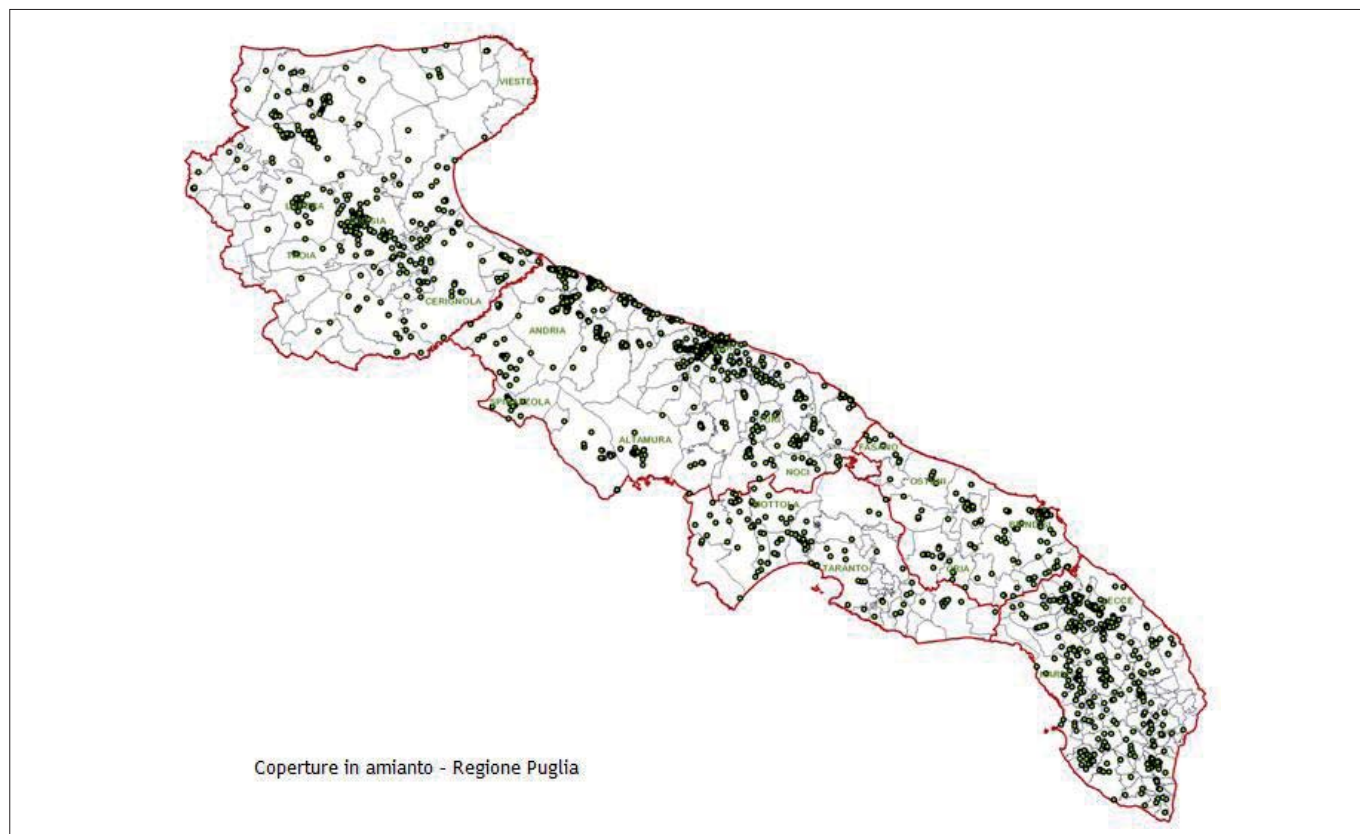


Figura 2 – Distribuzione delle coperture in cemento amianto in Puglia con superficie superiore ai 200 m²

ispirata dalla normativa di riferimento e dalle migliori pratiche sviluppate a livello internazionale, deve essere necessariamente accettata dalle popolazioni residenti stabilendo un rapporto di fiducia e di considerazione.

La gestione delle discariche di amianto da realizzare sul territorio regionale, nella piena osservanza del D.M. 27 settembre 2010 e ss.mm. e ii., è ispirata alle migliori pratiche di livello internazionale, garantendo *trasparenza, accesso alle informazioni di monitoraggio, anche con webcam, massima sicurezza, gestione tecnologica degli spazi e collocazione tracciata ed informatizzata dei big bags, accesso ai luoghi attraverso l'organizzazione di open days con visite degli impianti e la realizzazione di eventi informativi e ludici* (ad es. con la degustazione di prodotti tipici

leva sul fatto che le discariche di amianto non generano cattivi odori, non comportano il rilascio di percolati che possano compromettere la qualità delle acque superficiali o sotterranee e che è possibile garantire la massima trasparenza nella gestione con dati di monitoraggio e controllo pubblicati sul WEB.

Il Programma di monitoraggio e controllo, particolarmente articolato e complesso e volto a garantire la massima sicurezza e trasparenza, oltre a prevedere le misure canoniche utilizzate per il monitoraggio delle discariche, riserverà una particolare considerazione al monitoraggio di eventuali fibre disperse nell'aria, in aggiunta il lavaggio delle ruote dei mezzi (normalmente eseguito in uscita) sarà previsto anche in ingresso convogliando le acque, filtrandole ed analizzando i filtri

Regionale Puglia n. 1360 del 28 settembre 2005 ha effettuato una mappatura dell'intero territorio regionale con il sistema di riprese MIVIS (*Multispectral Infrared & Visible Imaging Spectrometer*) di proprietà del Consiglio Nazionale delle Ricerche, montato su aereo CASA 212/C.

In particolare, le riprese iperspettrali sono state realizzate attraverso un volo con sensore MIVIS effettuato nell'ambito del progetto S.I.T.A.- Sistema Informativo per la Tutela dell'Ambiente, gestito dal Comando Generale Arma dei Carabinieri e finanziato dal PON 2000-2006 Sicurezza per lo Sviluppo del Mezzogiorno d'Italia Misura 1.3, mentre le attività di georeferenziazione ed interpretazione delle immagini telerilevate per la conseguente mappatura delle coperture di

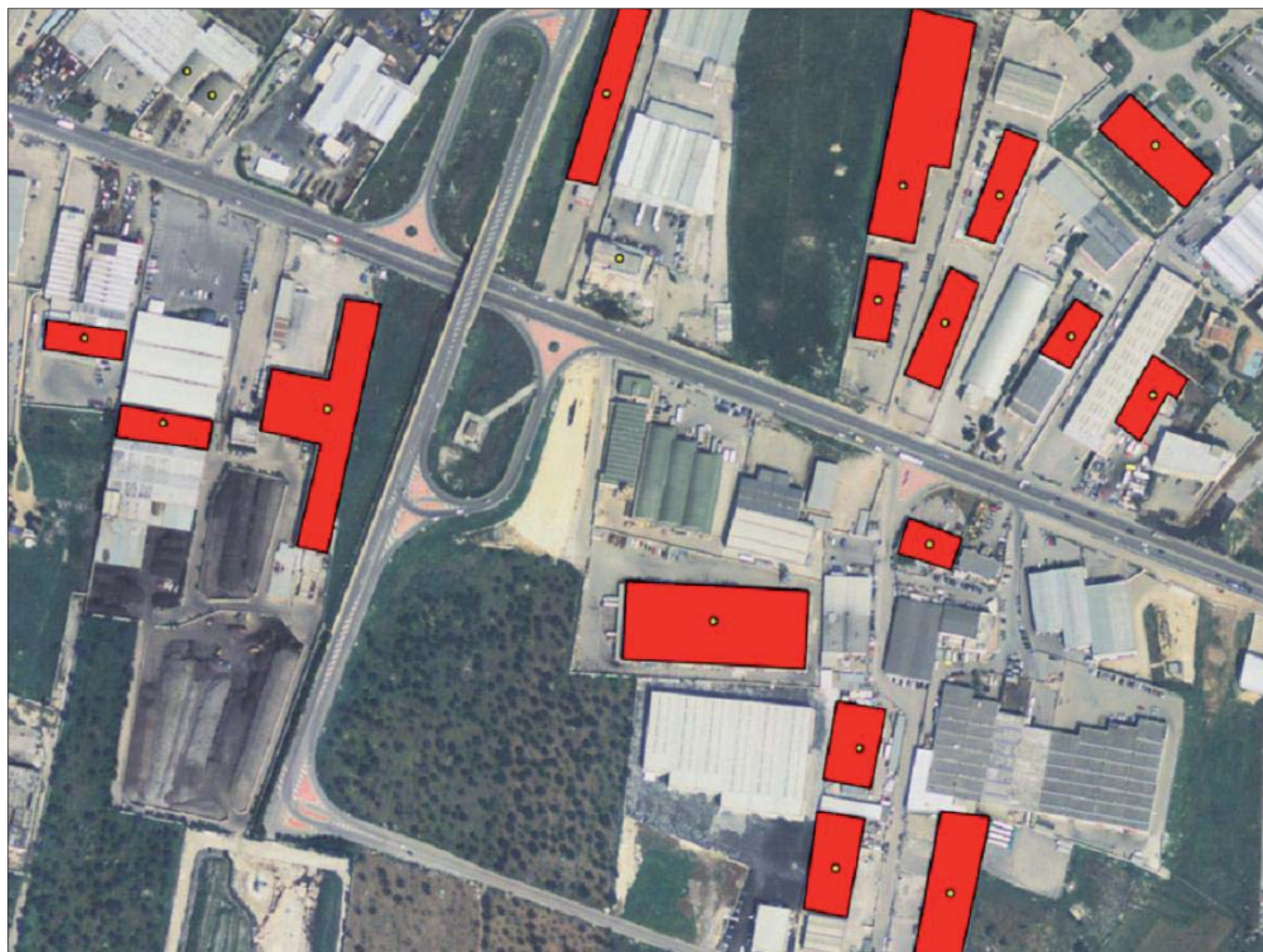


Figura 3 – Esempio di mappatura delle coperture in cemento amianto in Puglia – Zona Industriale di Bari

e con attrazioni e spettacoli, etc.) a cui sarà riservata una percentuale delle entrate.

In particolare la realizzazione di eventi interni all'area della discarica è finalizzata a diffondere il messaggio che è più pericoloso frequentare campagne in cui abbondano cumuli di inerti con amianto o ambiti urbani con amianto degradato che discariche di amianto ben gestite.

Per incrementare l'*accettabilità sociale delle discariche di amianto* è possibile far

Le discariche saranno coltivate ricorrendo a sistemi che prevedono la realizzazione di settori o trincee, spaziate in modo da consentire il passaggio degli automezzi senza causare frantumazione dei rifiuti contenenti amianto abbancati.

La Regione Puglia allo scopo di avviare le attività di censimento disciplinate dal Decreto del Ministro dell'Ambiente n. 101 del 18 marzo 2003, con Deliberazione della Giunta

cemento-amianto, si sono svolte nell'ambito dell'azione di monitoraggio dei siti potenzialmente inquinati finanziata dalla Misura 1.8 del POR Puglia 2000-2006.

Come noto, ogni superficie, a seconda delle proprietà fisiche e chimiche e delle caratteristiche della radiazione incidente e di altri fattori, riemette, assorbe o riflette le radiazioni elettromagnetiche nelle varie lunghezze d'onda. Tale comportamento è così caratteristico

per ciascun materiale o elemento naturale, da rappresentare una vera e propria “firma” spettrale di tale oggetto, consentendone il riconoscimento. Anche le coperture di cemento amianto presentano una caratteristica firma spettrale, che ne consente il riconoscimento attraverso tecniche di telerilevamento.

- adottare idonee misure di prevenzione e protezione al fine di garantire la sicurezza nei luoghi di lavoro e di vita.

Infine, occorre segnalare che la presenza di una copertura di cemento-amianto può essere un utile indicatore per riconoscere il periodo storico di costruzione dell’edificio, orien-

dettagliata rispetto a sensori aviotrasportati o satellitari. In particolare in tale direzione il progetto DroMEP è l’acronimo del progetto *Drones for Monitoring and Environmental Protection* ha consentito la realizzazione di un sistema di monitoraggio intelligente, sostenibile, integrato ed inclusivo per quanto riguarda la gestione delle problematiche ambientali legate alla presenza di rifiuti illecitamente abbandonati soprattutto se contenenti amianto in matrice friabile. L’integrazione tra sciami di droni, con un software di controllo, con app di appoggio e gestione, ha consentito di integrare efficacemente le azioni di monitoraggio strutturate realizzate nel passato, offrendo utili prospettive al monitoraggio dei fenomeni di abbandono di materiali c.a..

Ogni attività di pianificazione ma anche di attuazione dei Piani non può prescindere da solide basi conoscitive che, se opportunamente strutturate, possono restituire dati illuminanti per la definizione di strategie ed approcci risolutivi. Su questi presupposti sono state realizzate a cura del CNR-IRSA le seguenti Banche dati:

a) **Banca dati delle autonotifiche dei cittadini**, articolata attraverso specifiche interrogazioni, in due distinte sezioni:

a.1. **Banca dati dei materiali in matrice compatta** – Il detentore di manufatti in amianto in matrice compatta (pubblico o privato) notifica la detenzione attraverso la compilazione del format in formato digitale approvato, di avvio del censimento amianto, secondo le modalità in essa contenute. La notifica ha lo scopo precipuo di consentire agli organi preposti di eseguire i controlli in ordine allo stato di conservazione e manutenzione dei manufatti e, conseguentemente, scongiurare il superamento dei valori limite di fibre aerodisperse. La mancata auto notifica potrà comportare una sanzione qualora il detentore del manufatto non abbia provveduto alla sua manutenzione secondo le normative vigenti. La detenzione del manufatto contenente amianto in buon stato di conservazione non sottrae, comunque, il soggetto detentore dai controlli a campione che, qualora accertino il superamento dei valori limite di cui all’art. 3 della L. 257/1992, sarà oggetto di sanzione.

a.2 **Banca dati delle autonotifiche dei materiali contenenti amianto in matrice friabile** – L’autonotifica può essere effettuata online accedendo alla sezione specifica del portale della Regione Puglia. Il format di compilazione sarà di agevole utilizzo ed in caso di difficoltà i cittadini potranno essere supportati nella compilazione dagli uffici tecnici dei Comuni in cui ricade la proprietà.

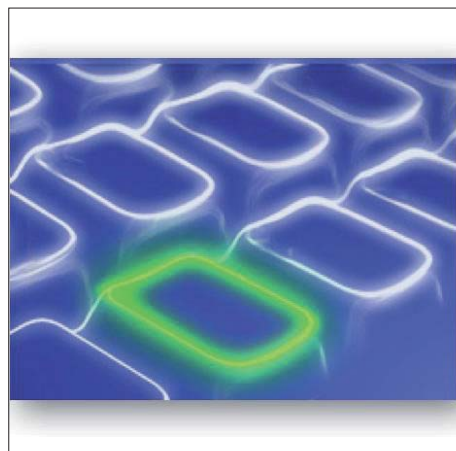


Figura 4 – Le principali banche dati realizzate

- **Autonotifiche**
- **Segnalazioni**
- **Interventi imprese**
- **Notifiche semplificate**
- **Anagrafe aziende**

Il lavoro svolto ha portato all’individuazione e delimitazione di circa n.5.000 tetti di amianto di cui 2.751 con dimensioni superiori a 200 m² e 1.706 superiori a 500 m².

Le strutture con tetti in cemento – amianto si sono rivelate particolarmente frequenti nelle aree industriali storicamente più datate tra cui Bari-Modugno, Foggia, Brindisi e Barletta, come anche si nota una notevole concentrazione di strutture in cemento-amianto nel Salento, scarsamente industrializzato, ma fortemente urbanizzato. Gran parte degli edifici classificati sono ancora in uso e solo alcuni sono stati abbandonati.

Le localizzazioni ottenute consentono di:

- ottenere una corposa base di conoscenza finalizzata a pianificare in maniera più mirata le attività di controllo e di bonifica (infatti oltre il 10% delle strutture classificate sono state opportunamente verificate dalle Forze dell’Ordine e dalle Polizie Municipali, stimolando azioni di messa in sicurezza e di bonifica);
- fornire risposte concrete agli impegni regionali ai sensi della L. 93/2001 e del D.M. 101 del 18/3/2003, finalizzate alla definizione delle priorità di intervento in materia di inquinamento da amianto;
- prevenire smaltimenti abusivi di coperture codificate all’interno di un apposito database e relazionato all’Anagrafe dei siti da bonificare ai sensi dell’art. 251 del D.lgs 152/2006 realizzata nell’ambito del progetto Banca Dati Tossicologica. La mappatura dei tetti di amianto consente altresì di individuare possibili smaltimenti abusivi realizzati dopo l’esecuzione del volo aereo, attraverso l’analisi della documentazione attestante il corretto smaltimento;

tando la ricerca di amianto anche all’interno della stessa struttura (ad es. nelle guaine per la coibentazione di tubazioni, di cavi elettrici vicini a sorgenti di calore come caldaie, forni, ecc., pannelli di fibre grezze compresse impiegati per la coibentazione di tubazioni; filtri costruiti con carta di amianto, o semplicemente con polvere compressa, amianto a spruzzo, utilizzato come isolante termico, barriere antifiama nelle condotte, etc.).

Il PRAP prevede la realizzazione di una mappatura aggiornata delle coperture in c.a. sul territorio regionale, in prosecuzione e aggiornamento rispetto a quanto già ottenuto con la campagna di rilevazione aerea effettuata nel 2005, aumentando la risoluzione media al suolo del pixel rispetto ai 5 X 5m della campagna effettuata, attraverso l’uso di tecnologie che saranno valutate nell’ottica dell’efficienza, economicità, innovazione scientifica e tecnologica e che permettano di rilevare presenze con dimensioni anche inferiori a 200 m². Allo stesso tempo si prevede di effettuare dei controlli degli interventi dichiarati.

L’apertura del Piano alle innovazioni consente ulteriori applicazioni proficuamente sperimentate nell’ambito del Living Labs finanziati dalla Regione Puglia e che prevedono l’impiego di Aeromobili a Pilotaggio Remoto (APR) detti anche *Unmanned aerial vehicle* (UAV) che negli ultimi anni hanno subito un forte sviluppo grazie agli usi militari e ludici o della fotografia, mentre solo da pochi anni iniziano a trovare applicazione per fini scientifici quali raccolta dati e telerilevamento di prossimità. Il vantaggio principale consiste nell’effettuare indagini a bassa quota che restituiscono un’informazione più precisa e

- b) **Banca dati delle segnalazioni** per presunta presenza di materiali contenenti amianto, pervenute a seguito del monitoraggio sociale o da parte di associazioni – alimentata dalle segnalazioni che i cittadini possono effettuare circa la presunta presenza di amianto rinvenuto in aree pubbliche o in altrui proprietà, al fine di garantire la tutela della salute dei cittadini e dell'ambiente. In seguito ad accertamento, da parte degli organi competenti, in merito alla segnalazione giunta (anche in forma anonima), al detentore-proprietario, che avrà omesso di procedere alla auto notifica obbligatoria, sono applicate le sanzioni amministrative pecuniarie, previste dall'art. 15 della L. 27 Marzo 1992, n. 257, nella misura del massimo edittale ed egli sarà, come da normativa vigente, obbligato alla messa in sicurezza o bonifica. Lo scopo di tale attività è quello di promuovere l'autonotifica in modo da consentire un censimento il più possibile esaustivo e completo circa la presenza di amianto sul territorio regionale.
- c) **Banca dati per le imprese che utilizzano o hanno utilizzato amianto nelle attività produttive e di quelle che svolgono attività di smaltimento e bonifica** – Ai sensi degli artt. 9 comma 1 della L. 257/92 e 3 del D.P.R. 8 agosto 1994, il censimento di tali imprese viene effettuato con l'ausilio della relazione annuale, la cui trasmissione è realizzata *on-line* e consente di rendere direttamente fruibili le informazioni circa lo stato di avanzamento del piano regionale. La banca dati è stata suddivisa in ulteriori due ulteriori sezioni, C1 e C2. La prima è da compilarsi a cura delle aziende che hanno utilizzato direttamente o indirettamente amianto nel ciclo produttivo, e mira all'individuazione del tipo di materiale e utilizzo, la seconda a cura delle imprese che svolgono attività di smaltimento e bonifica amianto e che compilano la relazione annuale.
- d) **Banca dati Piani di Lavoro (art. 256 comma 2 D.Lgs. 81/08 e s.m.i.)** – Prima di procedere alle operazioni di bonifica mediante rimozione ed in generale prima di ogni intervento di cui al piano di lavoro l'impresa che effettua la bonifica deve comunicarne l'inizio dell'attività all'ASL-SPeSAL. Ove le attività di bonifica rivestano carattere di routinarietà e adottino procedure e sistemi di rimozione simili per modalità e necessitano di essere espletate in un arco di tempo medio-lungo (un anno), il piano di lavoro potrà essere presentato una sola volta consentendo una burocratizzazione e una riduzione dei costi, fermo restando che l'inizio di ogni singolo intervento dovrà essere preceduto da apposita comunicazione all'organo di vigilanza con il dovuto preavviso.
- e) **Banca dati Notifiche (art. 250 comma 1 D.Lgs. 81/08 e s.m.i.)** – Qualora la bonifica non comporti alcuna operazione di rimozione (es. incapsulamento, sovracopertura, confinamento e raccolta manufatti o parti di essi abbandonati al suolo) è sufficiente presentare allo SPeSAL della ASL territorialmente competente la notifica ai sensi dell'art. 250 del D. Lgs. 81/08 e s.m.i.. Questa banca dati potrà essere utilizzata nell'ipotesi di ESEDI (Esposizioni Sporadiche e di Debole Intensità), prevedendo una procedura semplificata *on-line* per la notifica di inizio lavori comportanti rischio di esposizione all'amianto.
- f) **Banca dati per le comunicazioni dei singoli interventi** – Le imprese avranno cura di notificare *on-line* i singoli interventi al fine di consentire agli organi competenti di eseguire i relativi controlli sui cantieri. Tale banca dati è particolarmente utile per la pianificazione delle verifiche sul territorio anche ai fini della prevenzione e della deterrenza. La banca dati comprende le informazioni essenziali ai fini della valutazione della sicurezza nei luoghi di lavoro, della giusta applicazione delle procedure di risanamento o bonifica e del corretto smaltimento ai sensi della normativa vigente.
- g) **Aggiornamento dell'Anagrafe aziende anche ai fini di attività di controllo dei requisiti ed audit** – La presente banca dati ha la duplice funzione di ottenere utili informazioni su:
- Imprese iscritte alla categoria 10A per la bonifica dei beni contenenti amianto in matrice compatta
 - Imprese iscritte alla categoria 10B per la bonifica dei beni contenenti amianto in matrice friabile, ottenendo informazioni sul numero di addetti, tecnologie utilizzate, corsi di formazione effettuati, interventi realizzati, fatturati, eventuali certificazioni, etc. Un subset di tali informazioni può essere reso pubblico ai fini della scelta delle aziende da parte di soggetti pubblici e privati che richiedono interventi di trattamento, rimozione e smaltimento di materiali contenenti amianto. La banca dati, oltre a contenere sezioni tipicamente anagrafiche, che le aziende potranno richiamare e confermare in ogni momento della compilazione delle predette banche dati, comprenderà un Listino Prezzi delle attività connesse all'incapsulamento, confinamento, rimozione e smaltimento dell'amianto. Un'operazione di trasparenza che, associata alla riduzione dei costi derivanti dal Piano di Lavoro Unico, è per il cittadino un riferimento valido e trasparente per la selezione di aziende più qualificate operanti a costi più competitivi.
- In coerenza con il "Sub-Obiettivo 4 - Ricerca di base ed applicata" della proposta "Piano Nazionale Amianto - Linee di intervento per un'azione coordinata delle amministrazioni statali e territoriali", il PRAP intende promuovere specifiche attività di finalizzate ai temi della ricerca di base ma anche alla ricerca industriale e sviluppo precompetitivo al fine di sviluppare soluzioni tecnologicamente innovative e sostenibili sul piano ambientale ed economico per la gestione del problema amianto: realizzando un *Piano con le porte aperte all'innovazione* che con limita e confina le tecnologie di monitoraggio, incapsulamento, trattamento, trasformazione dell'amianto entro confini prestabiliti e circoscritti, ma al contrario che offre occasioni di sperimentazione.
- L'analisi della posizione competitiva e delle caratteristiche dell'innovazione in Puglia e la centralità delle tematiche ambientali nel settore della ricerca, evidente dalla valutazione dei programmi regionali delle precedenti annualità, suggerisce e configura contesti in grado di generare risposte concrete ed in linea con le finalità del Piano.
- In tale direzione, PRAP promuove la costituzione di filiere organizzative/cognitive solidamente basate sul monitoraggio e sull'innovazione, capaci di migliorare, in termini di sinergia, le relazioni tra attività di ricerca pura, ricerca applicata precompetitiva, trasferimento tecnologico, implementazione industriale ed amministrativa con approccio orientato alla soluzione dei problemi.
- Una delle direttrici strategiche previste dal PRAP, considera il superamento delle politiche di sostegno economico per la realizzazione delle rimozioni e degli interventi di messa in sicurezza per alimentare percorsi virtuosi caratterizzati da bassi costi ed elevata qualità.
- Il Piano Regionale Amianto, in continuità con gli importanti sforzi realizzati nel passato e con pragmatismo e concretezza, punta a sostenere approcci innovativi tesi alla promozione di politiche e interventi che possano offrire risposte efficaci alle molte questioni che il tema della gestione dell'amianto, nella sua complessità, pone alla responsabilità pubblica.
- Infine, il Piano intende rappresentare, quindi, un'ulteriore testimonianza verso forme di semplificazione delle procedure e superamento delle rigidità burocratiche e la condivisione degli strumenti di intervento e degli obiettivi operativi puntando all'integrazione tra gli aspetti gestionali con quelli scientifici ed applicativi, riconoscendo i valori generali dei risultati della ricerca e prospettando i possibili esiti.

Il contributo della ricerca nella mappatura dell'amianto: le coperture in cemento-amianto, l'amianto a bordo delle navi

LORENZA FIUMI
CNR-INSEAN
E-mail: lorenza.fiumi@cnr.it

DARIO GALLO
CNR-INSEAN
E-mail: dario.gallo@cnr.it

CARLO MEONI
CNR-INSEAN
E-mail: carlo.meoni@cnr.it

Research support in mapping asbestos: cement-asbestos roofing, asbestos in ships

Parole chiave (*key words*): coperture in cemento-amianto (*cement-asbestos roofing*), telerilevamento (*remote sensing*), mappatura (*mapping*), amianto nelle navi (*asbestos in ships*)

SINTESI

Il lavoro presenta l'attività svolta dal gruppo di ricerca del CNR-INSEAN, sul tema amianto. Attraverso una descrizione sintetica della storia dell'amianto, le sue caratteristiche e gli aspetti normativi, si introduce il problema delle coperture in cemento-amianto conosciute anche come eternit. Si illustra inoltre, un'importante attività di ricerca svolta sul territorio della Regione Lazio finalizzata alla mappatura delle coperture in cemento-amianto attraverso telerilevamento aereo con dato MIVIS, a seguito delle disposizioni della L. 23/3/2001 n. 93 e del D. M. 18/3/2003 n.101.

Infine, si presentano i primi risultati di un lavoro di ricerca finalizzato alla realizzazione di una banca dati, "AMINAVI", che analizza tramite fonti bibliografiche e archivistiche, gli aspetti legati alla presenza di amianto a bordo delle navi, sia nel passato, che nel presente. L'obiettivo è di superare la frammentarietà, parzialità e complessità di reperimento delle informazioni ad oggi disponibili, che ancora oggi caratterizza la questione amianto nel settore marittimo.

1. L'AMIANTO

Sia che lo si chiami amianto, dal latino "*amiantus*" che significa incorruttibile, sia che lo si chiami asbesto, dal greco "*asbestos*", inestinguibile, gli si conferisce, comunque, un significato di eternità, che costringerà anche alle generazioni future a parlarne e a discuterne. Infatti, le grandi quantità tutt'ora presenti in diversi ambiti di vita e di lavoro sono ancora molto rilevanti in Italia e nel mondo e la sua completa dismissione è ancora molto lontana.

L'amianto è un minerale naturale a struttura microcristallina e di aspetto fibroso appartenente alla classe chimica dei silicati e alle serie mineralogiche del serpentino (cristotilo) e degli anfiboli (crocidolite, amosite, antofillite, actinolite e tremolite). Per ulteriori dettagli cfr. Paglietti *et al.* (2013).

È presente in natura in diverse parti del globo terrestre e si ottiene facilmente dalla roccia madre dopo macinazione e arricchimento, in genere in miniere a cielo aperto. È stato così largamente usato per le sue eccezionali proprietà di resistenza al fuoco, di isolamento termico ed elettrico, per la facilità di lavorazione (struttura fibrosa), di resistenza agli acidi ed alla trazione, è facilmente mescolabile ad altre sostanze (cemento), dotato di capacità fonoassorbenti e per ultimo, ma non trascurabile, l'aspetto che aveva un basso costo.

La prima utilizzazione dell'amianto nell'industria risale alla fine del 1800, nello stesso periodo, in Austria, inizia la produzione di cemento-amianto. Alla fine degli anni '60 si trovavano già in commercio oltre 3.000 prodotti contenenti amianto, per citarne alcuni; guarnizioni di ricambio per motori, tubi per acquedotti e fognature, canne fumarie, serbatoi per l'acqua, freni per auto, guanti di protezione, corde, schermi, lastre per coperture, ecc. (Marabini *et al.*, 2002).

La pericolosità dell'amianto consiste, nella capacità che il materiale ha di rilasciare fibre potenzialmente inalabili dall'uomo. I materiali più pericolosi sono quelli che rilasciano facilmente le fibre in aria e cioè quelli friabili, mentre molto più difficilmente le fibre sono cedute dai materiali compatti. Per ulteriori dettagli cfr: http://www.salute.gov.it/portale/temi/p2_5.jsp?area=Scurezza%20chimica&menu=amianto

La sua pericolosità per la salute non è una scoperta molto recente, i primi studi risalgono ad oltre un secolo fa, e da oltre cinquant'anni si sa che l'amianto è associato a patologie mortali già ampiamente diffuse (Quaderni del Ministero della Salute, 2012), tuttavia le decisioni politiche per contrastarle si sono fatte attendere. In Europa, è cominciata la sua messa al bando nei Paesi Scandinavi nei primi anni '80, poi in Italia nel 1992 con la Legge 257, ma solo nel 2006 in tutti i paesi

membri della comunità europea si sono allineati al divieto, seppure con notevoli resistenze (Cavariani *et al.*, 2012).

Tra i fattori che hanno determinato a non valutare adeguatamente i rischi e di conseguenza i gravi ritardi nella messa al bando, *in primis* sono stati gli enormi interessi economici esercitati da gruppi industriali, a seguire la lunga latenza tra esposizione a fibre di amianto e la mortalità che essa provoca non è facile da ricondurre, dopo decine di anni, ad una causa specifica. Attualmente nell'ultimo rapporto Re.Na.M.¹ (Registro Nazionale Mesoteliomi) del 2015, viene considerata una latenza media di 46 anni tra il periodo dell'esposizione ed insorgenza della malattia (Marinaccio *et al.*, 2012).

2. LE COPERTURE IN CEMENTO-AMIANTO

L'applicazione più diffusa dell'amianto si è avuta nell'industria delle costruzioni in particolare nella realizzazione di manufatti in cemento-amianto, conosciuto anche come *eternit*, si calcola che circa il 70% dell'asbesto prenda questa via, a livello mondiale.

I materiali in cemento-amianto sono costituiti da una matrice di cemento variabile tra 85 e 95% e la restante parte in fibre di amianto. Grazie alle notevoli caratteristiche di resistenza meccanica conferite dalle fibre di amianto e al loro basso costo nella realizzazione, le coperture in cemento-amianto sono state largamente impiegate, sia in edifici industriali che civili, e sono ancora oggi presenti su tutto il territorio nazionale (Figura 1).

Con il passare del tempo, le lastre, sottoposte all'erosione eolica e alle piogge acide, si deteriorano, la matrice cementizia si corrode e tende a rilasciare in atmosfera una notevole

1 Re.Na.M. (Registro Nazionale Mesoteliomi) - Istituito con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 308/2002 presso l'INAIL ha il compito della sorveglianza epidemiologica dei casi di mesotelioma (patologia asbesto-correlate).



Figura 1 – Esempi di diverse tipologie di coperture in cemento-amianto, a volta, a falda e piana

quantità di fibre di amianto, che se respirate diventano potenzialmente dannose per la salute umana (IARC, 1997).

Dal dopoguerra sono state prodotte circa 3.800.000 tonnellate di lastre (Marabini *et al.*, 2002).

Ad oltre vent'anni dall'emanazione della Legge 257 del 1992 che in Italia ha bandito ogni forma di produzione, importazione, esportazione e commercio di materiali contenenti amianto, ancora oggi non esistono stime esatte sulla presenza di questo materiale nel territorio nazionale. Da alcuni dati elaborati da operatori del settore, si stimano la presenza di circa 12 milioni di tonnellate di lastre in cemento-amianto.

È opportuno precisare che conoscere la reale presenza di coperture in cemento-amianto sul territorio è un'importante parametro che permette di definire flussi di materiale che andranno in discarica, consentendo di dare priorità ad investimenti economici per interventi di bonifica e smaltimento del cemento-amianto.

Nell'ambito delle attività di ricerca e di servizio del CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche), il telerilevamento con lo strumento MIVIS (*Multispectral Infrared Visible Imaging Spectrometer*), installato a bordo di un aereo, ha confermato le sue ottime po-

tenzialità per caratterizzare le coperture in cemento-amianto. Nelle diverse aree di studio tra le quali la Magliana (Roma), Tivoli, la Provincia di Napoli, la classificazione dei dati MIVIS acquisiti e le campagne a terra, hanno validato l'utilità del sistema di analisi di immagine noto come *Spectral Angle Mapper (SAM)* (Fiumi *et al.*, 2004; Fiumi *et al.*, 2015) per caratterizzare e quantificare le coperture in cemento-amianto.

A questo proposito, a seguito delle disposizioni della L. 23/3/2001 n.93 e del D. M. 18/03/2003 n.101, la Regione Lazio, tramite il Centro Regionale Amianto, ha avviato il progetto per la realizzazione della mappatura delle coperture in cemento-amianto in collaborazione con il CNR con l'uso di tecnologie di telerilevamento da aereo con lo strumento MIVIS, utilizzando tecniche GIS (*Geographic Information System*) per l'integrazione con dati cartografici e ISTAT.

I risultati di questa attività e i successivi sviluppi, sono riportati nel prosieguo del lavoro.

3. IL PROGETTO DI MAPPATURA DELLE COPERTURE IN CEMENTO-AMIANTO NEL LAZIO

Le aree acquisite dal sensore MIVIS, indicate in Fig. 2, sono state selezionate in quanto

caratterizzate da una forte industrializzazione, fino agli anni '90, sviluppata in tempi rapidi ed in assenza, o quasi, di pianificazione. Questo periodo ha coinciso con un largo uso del cemento-amianto, utilizzato come coperture di fabbricati. In un contesto di disordine ambientale, dovuto anche ad un progressivo processo di deindustrializzazione, tutt'ora in corso, sono presenti numerosi fabbricati con coperture in cemento-amianto adibiti a capannoni industriali, depositi magazzini e molti di questi oggi sono abbandonati.

Per la realizzazione del progetto sono stati acquisiti dati MIVIS per una superficie complessiva di km² 1.052 corrispondenti ad una superficie coperta (al netto delle aree di sovrapposizione tra le strisciate) di km² 794, pari al 4,6% del territorio della Regione Lazio.

Le aree sorvolate con il sensore MIVIS sono state acquisite ad una quota di 1.500 metri a cui corrisponde un *pixel* di 3x3m (Fig. 2 e Tab. 1).

3.1 PRE-ELABORAZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI MIVIS

Al fine di garantire misure confrontabili nel tempo, cioè misure che abbiano dei valori assoluti e riferimenti stabili, è stata effettuata la calibrazioni ai dati.

La calibrazione radiometrica serve per eliminare l'errore introdotto dal cattivo funzionamento del sensore e l'influenza dello strato di atmosfera interposto tra il sensore e la scena investigata (Daedalus Enterprise, 1994). Il criterio generale consiste nel fatto che il segnale prodotto dal sensore viene sempre confrontato con una sorgente standard di radianza presa a riferimento. I dati MIVIS sono stati calibrati secondo le procedure descritte da Bianchi *et al.*, (1996), è stato applicato il metodo descritto da Kruse *et al.*, (1993).

Per le correzioni geometriche il *software* di georeferenziazione utilizzato è PARGE (Parametric Geocoding), il quale ricostruisce la geometria di scansione di ogni *pixel*. Questa modalità di registrazione dei parametri di assetto dell'aereo, messa a punto recentemente, ha migliorato sensibilmente le accuratezze finali del dato, con un errore stimato, 1-2 volte la dimensione del *pixel* a terra, corrispondente a circa 3-6 metri (Schläpfer, 2005).



Figura 2 – Localizzazione nel territorio della Regione Lazio delle aree sorvolate dal sensore MIVIS, oggetto dello studio

I dati radiometricamente e geometricamente corretti, sono stati classificati utilizzando il metodo del SAM implementato dal software ENVI (ITT, 2009).

La classificazione permette di ottenere una mappa tematica a cui è associata, oltre all'informazione spaziale, anche un'informazione di tipo semantico che specifica un attributo, detto classe (Borengasser *et al.*, 2007; Heiden *et al.*, 2007).

Nel nostro caso la classe cemento-amianto, è stata ricavata da *Region of Interesting* (ROI) accuratamente individuate nella scena, in modo che tutte le tipologie edilizie di cemento-amianto a volta, a falda e piana e la diversa esposizione fossero adeguatamente rappresentate, per descrivere al meglio la variabilità della superficie in esame (Fig. 1).

Inoltre le ROI sono state validate da una serie di accurate osservazioni, con indagini in campo, ed in alcuni casi avvalendosi anche del supporto di *Google Maps*. Le stime complessive relative alle sette aree di studio, ottenute dalla elaborazione delle strisciate classificate e mosaicate sono riportate in Tab. 1.

La classificazione ha caratterizzato complessivamente m² 1.673.974 di coperture in

cemento-amianto. Sono state riconosciute complessivamente, nelle sette aree di studio nel territorio della Regione Lazio, un numero di coperture pari a 2.966. L'accuratezza nel riconoscimento delle coperture contenenti amianto, laddove è stato possibile verificarla, è pari al 95,9% ed un coefficiente *Kappa* pari a 0,95. Quest'ultimo fornisce una stima più accurata della bontà della classificazione in quanto tiene conto degli errori di omissione e commissione. Si calcola a partire dalla matrice di errore secondo la relazione descritta in ENVI della ITTVIS (ITT, 2008). (Calgalton *et al.*, 2009).

4. AREA DI STUDIO: POMEZIA-ALBANO

Al fine di sintetizzare al meglio le metodologie utilizzate ed i risultati conseguiti, in questo articolo, si pone una particolare l'attenzione all'area di Pomezia-Albano.

L'area acquisita dal sensore MIVIS si estende a sud di Roma, dal Mar Tirreno ai Castelli Romani fino al lago di Albano per una superficie complessiva di 165 km² (circa). La forte industrializzazione, presente in questo territorio grazie ai fondi per la Cassa del Mezzogiorno fino agli anni '90, ha visto nascere e

crescere le aree industriali e le aree urbane in tempi rapidi ed in assenza, o quasi, di pianificazione. Questo periodo ha coinciso con un largo uso del cemento-amianto, utilizzato come coperture di fabbricati. In questo contesto di disordine ambientale, dovuto anche ad un progressivo processo di deindustrializzazione, tutt'ora in corso, sono presenti numerosi fabbricati con coperture in cemento-amianto adibiti a capannoni industriali, depositi magazzini e molti di questi oggi sono abbandonati. Le tipologie di fabbricati con coperture in eternit presenti sono rappresentative delle diverse epoche di costruzione. I primi capannoni furono realizzati a volta fino agli anni '60, successivamente si diffuse la tipologia a falda che presto fu sostituita con una tipologia con copertura piana (con minime pendenze per il deflusso delle acque piovane), tutt'ora utilizzata per fabbricati industriali di tipo prefabbricato.

La Fig. 3 mostra, il risultato della classificazione, utilizzando l'approccio della SAM nell'area industriale di Pomezia (Roma).

L'elaborazione del dato MIVIS acquisito nell'area di Pomezia-Albano su una superficie di m² 165.076.020, ha permesso di caratte-

Tabella 1 – Sintesi delle elaborazioni nelle sette aree di studio

	Anagni	Aprilia-Anzio	Civitavecchia	Frosinone	GRA-Roma	Pomezia-Albano	Tiburtina
Superficie coperta dal volo MIVIS (km ²)	36,521	200,767	58,348	120,454	125,269	165,076	87,171
Coperture in cemento-amianto (m ²)	207.427	370.162	16.585	294.694	237.341	460.350	87.415



Figura 3 – Dettaglio della classificazione nell'area industriale di Pomezia. In colore rosso sono caratterizzate le sole coperture in cemento-amianto



Figura 4 – Copertura ricadente nel territorio di Pomezia parzialmente riconosciuta dall'elaborazione del dato MIVIS

rizzare m² 460.350 di coperture in cemento-amianto, corrispondenti a 831 coperture in *eternit*.

Al fine di verificare l'esatto riconoscimento delle coperture in cemento-amianto nonché le effettive potenzialità applicative di tale metodologia, è stata eseguita una campagna a terra, con osservazioni dirette su alcune coperture. A questo proposito sono state redatte delle schede per ciascun fabbricato censito.

Le indagini in campo hanno dimostrato una buona corrispondenza tra la mappa prodotta e la realtà. Pur tuttavia si è evidenziata in generale una sottostima dei *pixel* riconosciuti dalla classificazione come cemento-amianto pochi *pixel* su una copertura più ampia, un esempio è riportato in Figura 4. La classificazione ha caratterizzato la copertura in cemento-amianto per una superficie di 2.081 m², le indagini in campo con il supporto cartografico, hanno evidenziato la reale superficie della copertura, pari a 2.782 m².

Le cause imputabili alla sottostima di *pixel* classificati sono diverse, tra queste sia la complessità spaziale è legata alla variabilità delle dimensioni e forme delle coperture, che la complessità spettrale che a volte rende problematico il loro riconoscimento. Quest'ultima è dovuta all'eterogeneità della composizione delle coperture in cemento-amianto (a seconda dei composti: amosite, crocidolite e crisotilo), dall'altra alla similarità spettrale con altre classi (ad esempio con le superfici in cemento o fibrocemento ecologicamente simile nella forma, nel colore e nella composizione, ma non contiene il 10% circa di fibra di amianto).

L'elaborazione dei dati MIVIS nell'area di Pomezia-Albano ha permesso di quantificare le coperture in cemento-amianto sulla base delle loro superficie.

La maggiore presenza di coperture (con una media di circa il 33,81% corrispondenti a 281 coperture è compresa nell'intervallo che

raggruppa le superfici che vanno da 101 a 500 m². Seguono con il 20,22% le superfici minori di 100 m², pari a 168, poi con il 14,56%, le superfici tra 1001 e 2.000 m², stimate a 121, le restanti seguono un andamento inversamente proporzionale all'aumento della superficie (con l'aumentare delle superfici in termini di m², diminuiscono il numero di coperture).

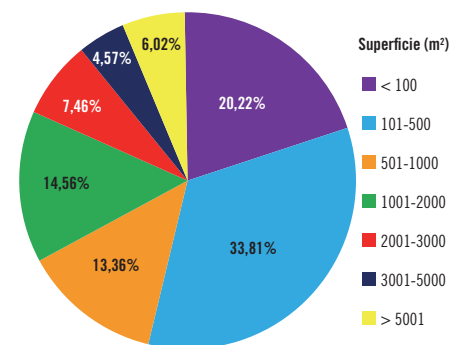


Grafico 1 – Coperture in cemento-amianto caratterizzate dall'elaborazione dei dati MIVIS, ripartite sulla base della superficie per un totale di 831

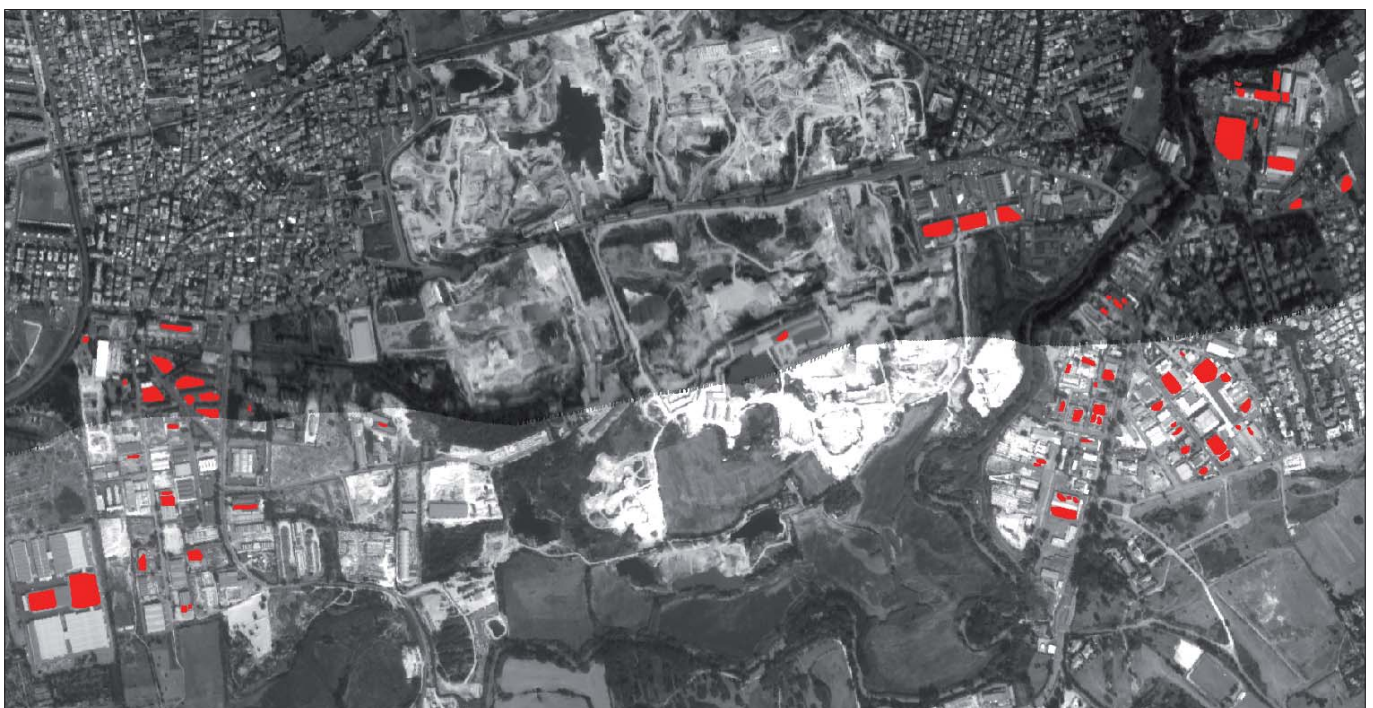


Figura 5 – Dettaglio della classificazione nell'area in via Tiburtina. In colore rosso sono caratterizzate le sole coperture in cemento-amianto

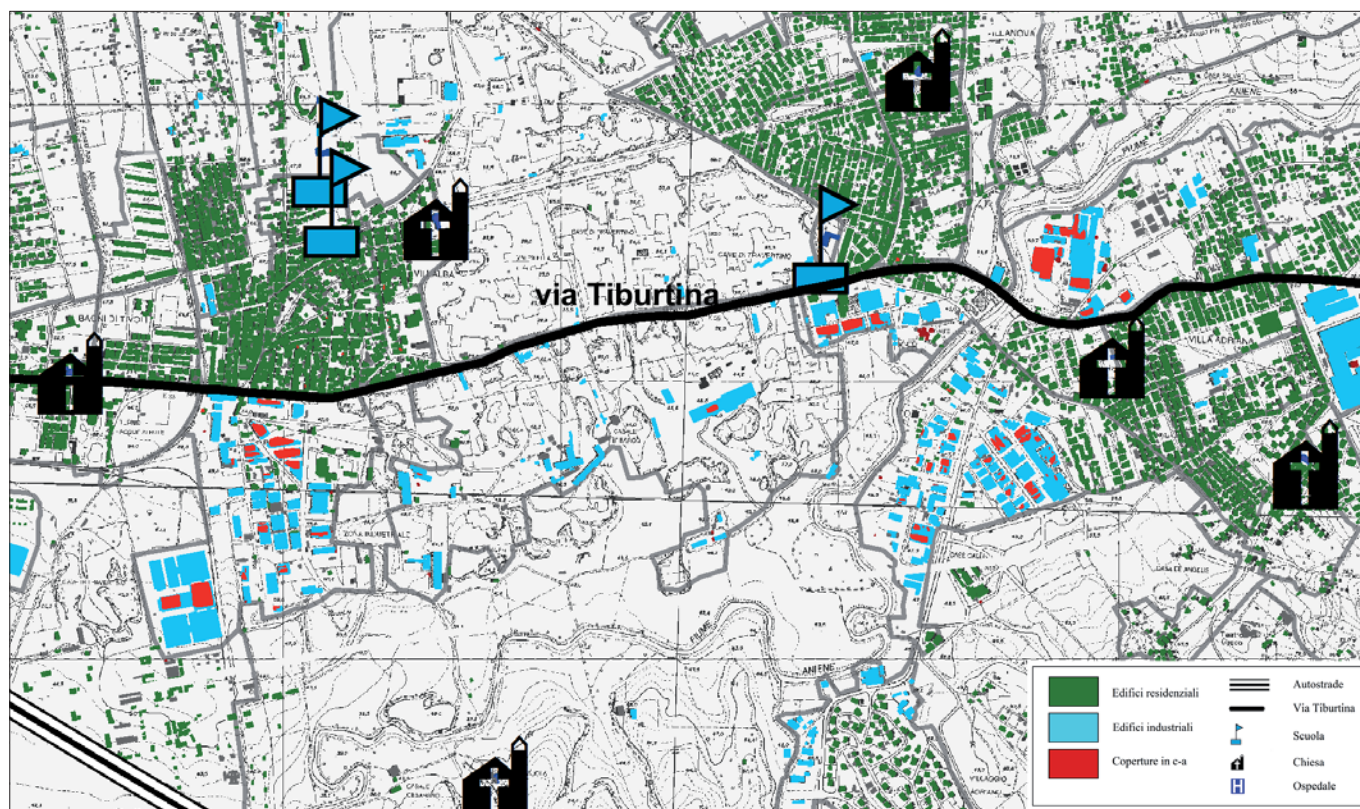


Figura 6 – Dettaglio dell'area di Tiburtina. Esempio di integrazione di dati telerilevati con dati cartografici (CTR). L'elaborazione evidenzia le coperture in cemento-amianto e le diverse destinazioni d'uso dei fabbricati e le principali infrastrutture

5. NUOVI AMBITI APPLICATIVI DELLA RICERCA

L'attività svolta sul territorio della Regione Lazio ha evidenziato sempre più la reale possibilità di ulteriori approfondimenti della ricerca, nello specifico:

- integrazione dati telerilevati MIVIS con dati cartografici e ISTAT, in ambiente GIS;
- l'amianto a bordo delle navi.

5.1 INTEGRAZIONE DATI TELERILEVATI MIVIS IN AMBIENTE GIS, NELL'AREA DI TIBURTINA

Attraverso l'integrazione di dati MIVIS elaborati con dati ISTAT e Carta Tecnica Regionale (CTR) con il GIS (ArcGis Resource Center, 2012) sono state messe a punto metodologie riproducibili, che consentono la realizzazione di mappe tematiche, per una dettagliata descrizione della presenza di coperture contenenti amianto sul territorio permettendo una più solida valutazione del potenziale rischio per la salute dei lavoratori e della popolazione (Fiumi *et al.*, 2015).

L'obiettivo della metodologia, utilizzando come area campione la zona Tiburtina, è di evidenziare le criticità ambientali, con l'intento di rendere più consapevoli gli Enti preposti al monitoraggio ambientale sul problema amianto.

A questo proposito, i dati ottenuti dall'elaborazione delle immagini MIVIS che caratterizzano le coperture in cemento-amianto sono stati integrati con dati della CTR, in ambiente GIS.

La Fig. 6, evidenzia un dettaglio dell'acquisizione MIVIS. L'elaborazione mostra sia la distribuzione delle coperture in cemento-amianto in colore rosso, che l'edificato, di-

stinto tra industriale in colore azzurro e residenziale in colore verde.

Sono evidenziati inoltre, la presenza di edifici pubblici, chiese e scuole nonché la viabilità principale con l'antica via Tiburtina Valeria, ed il più recente GRA, completato nel 1970 (in basso a sinistra). L'elaborazione in Figura 6, evidenzia la compresenza di attività produttive, residenziali e le coperture in cemento-amianto difficilmente individuabili con una strumentazione metodologica diversa da quella adottata.

Le coperture in cemento-amianto ricadono prevalentemente in aree con edifici industriali caratterizzati in colore verde, lungo la principale arteria di scorrimento via Tiburtina Valeria. Pur tuttavia non si può fare a meno di notare come in alcune zone, ad esempio Villalba di Guidonia e Villa Adriana, le coperture in amianto coprono edifici industriali, posti nelle immediate vicinanze di edifici residenziali ed edifici pubblici tra i quali scuole, ospedali, ecc. A questo proposito, si sottolinea come le lastre in cemento-amianto esposte all'azione degli agenti atmosferici col tempo corrodano la matrice cementizia, rilasciano fibre che vengono immesse nell'atmosfera. La nocività del materiale dipende dalla particolare struttura delle fibre che, se liberate, si diffondono nell'aria e possono percorrere distanze considerevoli, e se respirate penetrano nell'apparato respiratorio causando purtroppo le note malattie degenerative (Quaderni del Ministero della Salute, 2012).

Pertanto le coperture poste in vicinanza di luoghi abitati o frequentati possono costi-

tuire un potenziale rischio per la popolazione residente o per i lavoratori.

È importante evidenziare che per determinare un eventuale rischio è necessario considerare, oltre lo stato di conservazione del materiale (presenza di crepe, fessure, affioramenti di fibre, ecc.), anche il contesto in cui è inserito l'edificio. Pertanto la decisione di bonificare o non e la scelta dei tempi e dei modi, devono tener conto da un lato del degrado del materiale e dei eventuali fattori di dispersione, dall'altro della presenza o meno nell'area contigua al manufatto in cemento-amianto di edifici abitati o frequentati, come scuole, chiese e luoghi di cura.

L'esigenza di avere una visione corretta dell'area di studio in grado di evidenziare le criticità dovute alla presenza di coperture in cemento-amianto ha portato ad elaborare un indice riferito alla popolazione esposta, intesa come la somma della popolazione residente e degli addetti alle imprese (Figura 7). Sicuramente rappresenta una più corretta interpretazione e rappresentazione geografica dei dati oggetto dello studio. I dati ISTAT utilizzati per lo studio sono relativi al censimento del 2011, e le sezioni di censimento ricadenti all'interno della strisciata MIVIS.

Le sezioni contenenti le quantità maggiori di cemento-amianto per esposto, in Figura 7, si concentrano lungo le zone maggiormente industrializzate della via Tiburtina. Grande concentrazione si trova in particolar modo nella zona industriale interna al Raccordo di San Basilio – Casale dei Cavallari, dove si

trova la sezione con il valore più alto (m^2 95,7 per esposto). Valori elevati si riscontrano anche all'interno dell'abitato di Tivoli, ai Bagni di Tivoli-Villalba e nella zona di Villa Adriana, a causa dell'alto numero di residenti.

5.2 L' AMIANTO A BORDO DELLE NAVI

Un largo uso dell'amianto e di materiali che lo contengono fu fatto nell'industria navalmecanica, sin da inizio del secolo scorso, per le sue qualità di prodotto termoisolante al fine di non disperdere il calore dei forni, delle caldaie e dei tubi per la distribuzione del vapore. Infatti le varie strutture della nave devono possedere caratteristiche di isolamento, incombustibilità, resistenza al fuoco ed al calore per evitare la propagazione del fuoco da una zona all'altra (paratie tagliafuoco, piani dei ponti) e per evitare i danni alle persone in caso d'incendio. L'amianto ha rappresentato il miglior e più versatile prodotto tecnico per tutti gli usi di coibentazione a bordo, specie per l'isolamento nei confronti del calore. È stato utilizzato sia spruzzato, sia legato come cemento-amianto, sia sotto forma di pannelli (marinite), sia come costituente dei materassini per l'isolamento delle tubazioni, per le quali si impiegavano anche corde, nastri, ecc.; da fogli di amianto pressato venivano inoltre ricavate le guarnizioni per l'accoppiamento di tubazioni e condotte.

Per l'allestimento di un grosso transatlantico moderno venivano utilizzati pannelli in amianto per una superficie totale da 50.000

a 120.000 m^2 per un peso complessivo variabile da 500 a 1500 tonnellate.

Oggi, il 90% del trasporto mondiale di merci avviene via mare, nonostante che il settore economico marittimo in Italia contribuisce al 2,6% del PIL (Prodotto Interno Lordo), (Progetto Ritmare del CNR, 2016) l'amianto è ancora presente a bordo di numerose navi e continua a rappresentare un problema di esposizione professionale con effetti negativi sulla salute dei lavoratori marittimi.

I dati di Confitarma (Confederazione Italiana Armatori) relativi alle navi oltre 100 gt (stazza lorda), stimano la flotta italiana al 2011 di 1619 navi, di queste solo all'11% ha un'età *over* 20 anni. Pur tuttavia i marittimi imbarcati su navi costruite fino agli anni '80 e non completamente bonificate rappresentano ancora oggi una categoria di lavoratori esposta ad amianto in quanto la nave è sia ambiente di vita che di lavoro.

Di fatto i marittimi rappresentano una categoria "ambientalmente esposta ad amianto" in quanto la nave è sia ambiente di vita che di lavoro e l'esposizione è tanto più amplificata dalla circostanza che, a differenza di altre categorie, i marittimi trascorrono sulla nave, oltre alle ore di lavoro, anche quelle di riposo durante l'imbarco di fatto una esposizione 24 ore su 24.

L'esposizione all'amianto è rappresentata dai continui interventi di manutenzione ordinaria, resi necessari dal fatto che tutte le tubazioni, che convogliano il vapore attraversando l'intera nave, erano e sono rivestite di amianto utilizzato come isolante termico. Tale rivesti-

mento a causa delle alte temperature e delle vibrazioni della nave oltre all'erosione della salsedine, è soggetto a continui sfaldamenti, che rendono necessari continui interventi sulle tubazioni ad opera del personale di bordo: ciò presuppone necessariamente un'operazione di decoibentazione. Il che finisce per essere causa di contaminazioni ambientali della nave anche oltre la zona di intervento, perché gli impianti di ventilazione forzata provocano un riciclo di fibre in ambienti diversi.

La cessazione dell'uso dell'amianto risale al 1992 con la Legge 257, pur tuttavia la lunga latenza della malattia, oggi stimata dal Re.Na.M a 46 anni, ne fanno un problema attualissimo in particolare per i marittimi.

Dalle statistiche riportate dall'ultimo rapporto Re.Na.M. (2015), per categorie economiche coinvolte nell'esposizione ad amianto, i Cantieri navali, risultano essere al quarto posto pari al 4,9%, nel periodo compreso tra 2009-2012.

Nell'ambito delle attività di ricerca del CNR-INSEAN, il gruppo di ricerca ha avviato il progetto "AMINAVI", finalizzato ad approfondire e sviluppare le conoscenze sulla presenza di amianto a bordo delle navi, nel passato e nel presente, nonché a vagliare gli aspetti connessi all'esposizione professionale dei marittimi, (personale di bordo, tecnici delle costruzioni navali, ecc.).

Il progetto attualmente in corso, prevede la messa a punto di una banca dati, per superare la frammentarietà delle informazioni ad oggi disponibili e stimare dettagliatamente la disseminazione dell'amianto nel settore marittimo.

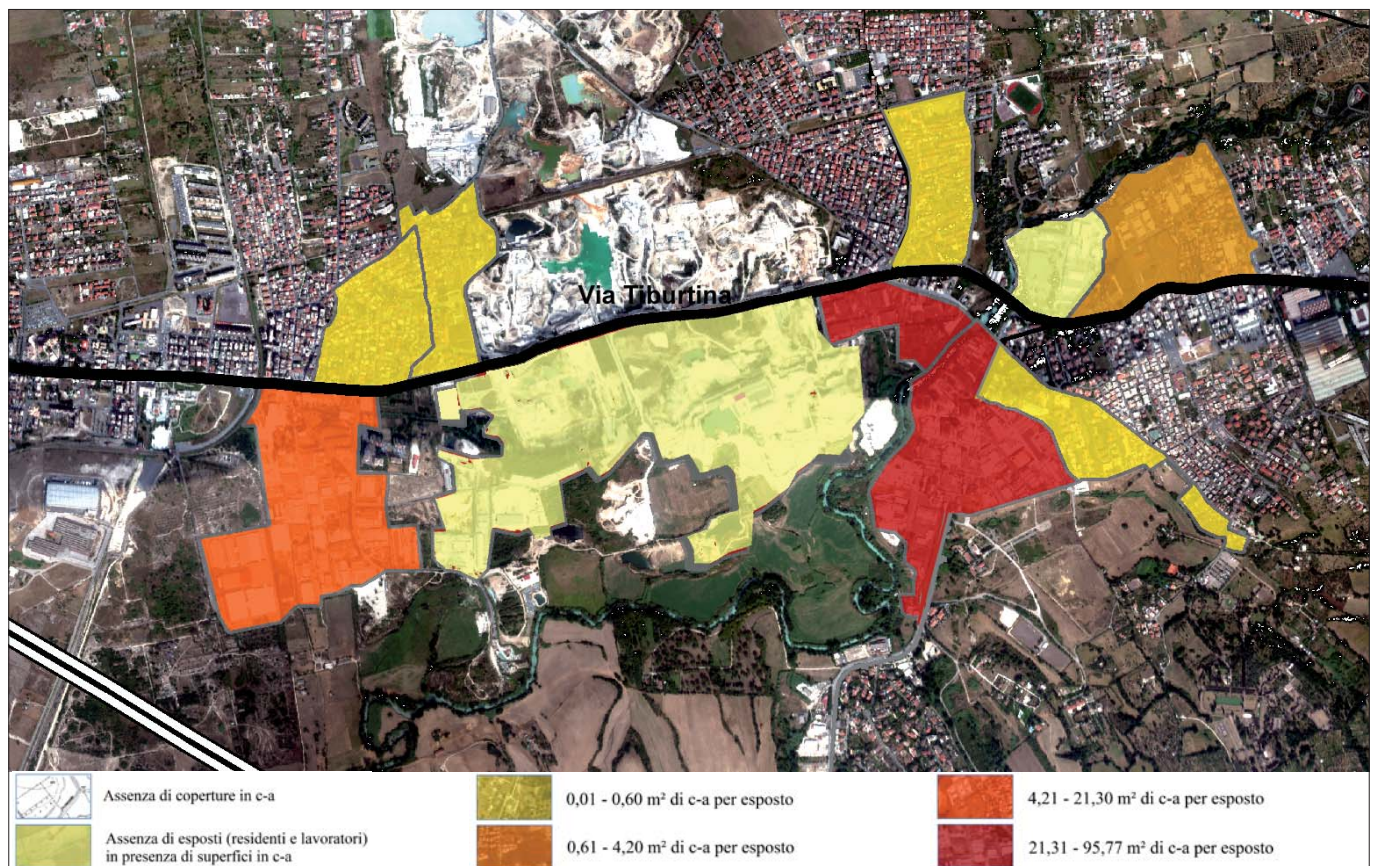


Figura 7 – Dettaglio dell'area di Tiburtina. L'elaborazione evidenzia con la scala cromatica la quantità di amianto per esposto (somma dei residenti e lavoratori) nelle sezioni di censimento



Figura 8 – Foto della Fregata Canopo, varata nel 1955, e radiata nel 1982. A destra, dettaglio dell'argano della nave Cassiopea, contenente amianto

La raccolta e catalogazione delle informazioni di ciascuna unità navale, ad esempio Varo, Radiazione, Cantiere di Costruzione, Rapporti delle Attività bonifica, Ricostruzione della carriera lavorativa nominativa delle parti offese, ecc., oltre a permettere il recupero di dati sommersi, consentono di delineare una visione d'insieme ad oggi mai realizzata.

I dati raccolti attualmente sono relativi a 368 unità navali dall'inizio del XX secolo. L'analisi, la strutturazione e sistematizzazione delle prime informazioni anche se parziali, hanno evidenziato i primi risultati, di seguito riassunti.

I Dragamine risultano essere pari al 13,32% (49), a seguire Corvette l'8,97% (33), Fregate 5,98% (22), Mezzi di soccorso il 7%, Caccia torpedinieri il 7,88% (29), Sommergibili 5,16% (19), Navi da trasporto 3,35% (16), Pattugliatori di squadra 3,26% (12) e le Navi scuola 3,26% (12), ecc.

Per ciascuna unità navale sono state raccolte le informazioni tecniche costruttive e quelle legate alla presenza di amianto a bordo.

Dai dati elaborati, seppur parziali, risulta che le navi radiate sono pari al 54,62% (201), pertanto non più in circolazione. Sull'8% (13), delle rimanenti navi, impostate in un periodo compreso tra il 1954 ed il 1988, sono stati effettuati interventi di bonifica (rimozione e sostituzione con materiali certificati, o confinamento in casi di limitata accessibilità).

L'interrogazione della banca dati, una volta completata, non solo potrà delineare un quadro d'insieme mai oggi realizzato, ma permetterà di fornire stime attendibili sulla dismissione dell'amianto nel settore marittimo utili anche al monitoraggio di patologie asbesto-correlate condotte dagli Enti competenti (Ministero della Salute, Re.Na.M. dell'INAIL, Centri Regionali Amianto, ASL ed Osservatori).

CONCLUSIONI

A conclusione gli autori auspicano che questo lavoro di ricerca possa fornire a chi opera sul territorio a diverso titolo, dagli amministratori locali ai decisori politici, un esempio di metodologia concreta e riproducibile su vasta scala, per delle analisi integrate in altro modo difficilmente realizzabile.

L'esperienza maturata dal gruppo di ricerca nel settore amianto del CNR-INSEAN ha evidenziato come questo campo applicativo della ricerca è denso di prospettive. Pertanto, il contributo di chiunque possa essere interessato è più che gradito, auspicando l'apporto di nuove idee, lo scambio di informazioni e la promozione di nuove iniziative.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori non possono esprimere la loro riconoscenza a tutti coloro che hanno reso possibile il progetto di mappatura delle coperture in cemento-amianto sul territorio della Regione Lazio. Un ringraziamento mirato va al dott. Fulvio Cavariani del Centro Regionale Amianto per la sua disponibilità, e al dott. Michele Rucco dell'Osservatorio Nazionale Amianto che ha pazientemente fornito suggerimenti e spunti utili per proseguire l'attività di ricerca. Infine, e non per ultimo, al dott. Omero Negrisolò della Procura di Padova per l'accesso ai fascicoli processuali dell'indagine sull'esposizione del personale civile e militare imbarcato o in servizio su unità navali e arsenali della Marina Militare.

BIBLIOGRAFIA

- ARCGIS (2012), *Minimum Bounding Geometry (Data Management)*, <http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/0017000003q000000.htm>
- BIANCHI R., CAVALLI R.M., FIUMI L., MARINO C.M., PIGNATTI S., PIZZAFERRI G. (1996), *CNR LARA Project airborne hyperspectral campaigns*. Proceedings of Eleventh Thematic Conference and Workshops Applied Geologic Remote Sensing, Las Vegas, Nevada USA, 1996, pp. 301-310.
- BORENGASSER M., HUNGATE W., WATKINS R. (2007), *Hyperspectral Remote Sensing: Principles and Applications*. CRC Press.
- CANGALTON R., GREEN K. (2009), *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices*. CRC Press, pp 1-2.
- CAVARIANI F., BRIZI F., CASTRI G., DI FRANCESCO M. (2013), *Amianto nella Regione Lazio*. Centro Regionale Amianto, Report giugno 2013.
- DAEDALUS ENTERPRISE (1994), *AA5000 MIVIS Operator Manual*, Volume 6.
- FIUMI L., CAMILUCCI L., CAMPOPIANO A., CASCIARDI S., RAMIRES D., FIORAVANTI F., RUOCCO G. (2004), *Indagine conoscitiva su alcuni fabbricati con coperture*

in cemento-amianto in località Magliana Roma. Monografico 2004 di Prevenzione Oggi, ISBN 88-89415-01-0, Ed. Global Media System Press.

FIUMI L., TOCCI S., MEONI C. (2015), *La mappatura delle coperture in cemento-amianto. Un caso applicativo: la via Tiburtina*. CNR Edizioni, 2015 ISBN: 978-88-8080-185-6.

FIUMI L., CIARRAVANO A., MEONI C. (2016), *L'amianto nelle navi*, Tecnologie Trasporti Mare, maggio-giugno 2016. Vol XLVII n.3, Editore Itedi Spa, ISSN 1721-758X – ROC n. 18530.

HEIDEN U., SEGL K., ROESSNER S. (2007), *Determination of robust spectral features for identification of urban surface materials in hyperspectral remote sensing data*. Remote Sensing of Environment 111, pp 537-552.

ITT, (2009) *Environment for Visualizing Images, (ENVI), Version 4.4.* [Online] Available at: <http://www.itvis.com/envi/>

MARABINI, A., FONDA, A., PLESCIA, P. (2002), *Amianto manuale tecnico e operativo*. CNR Edizioni, pp. 18-25. Rome (Italy).

KRUSE F.A., LEFKOFF A.B., BOARDMAN J.B. (1993), *The Spectral Image Processing System (SIPS) Interactive Visualization and Analysis of Imaging spectrometer data*. Remote Sensing of Environment v.44 p.145-163.

INAIL (2015), *V Rapporto del Registro Nazionale Mesoteliomi (Re.Na.M.)*. Edizione INAIL, Dicembre 2015.

IARC (International Agency for Research on Cancer) (1977), *Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemical to humans*. Volume 14, Asbestos. Lyon, IARC, 1977.

MARINACCIO A., BINAZZI A., MARZIO D.D., SCARSELLI A., VERARDO M., MIRABELLI D., GENNARO V., MENSÌ C., RIBOLDI L., MERLER E., DE ZOTTI R., ROMANELLI A., CHELLINI E., SILVESTRI S., PASCUCCI C., ROMEO E., MENEGGOZZO S., MUSTI M., CAVONE D., CAUZILLO G., TUMINO R., NICITA C., MELIS M., IAVICOLI S.; RE.NA.M., WORKING GROUP (2012), *Pleural malignant mesothelioma epidemic. Incidence, modalities of asbestos exposure and occupations involved from the Italian national register*. International Journal of Cancer 2012 May 1;130(9):2146- 54.

PAGLIETTI F., CONESTABILE DELLA STAFFA B., BELLAGAMBA S. (2013), *Mappatura delle discariche che accettano in Italia i rifiuti contenenti amianto e loro capacità di smaltimento passate, presenti e future*. Rapporto INAIL Ed. 2013.

QUADERNI DEL MINISTERO DELLA SALUTE (2012), *Stato dell'arte e prospettive in materia di contrasto alle patologie asbesto correlate*. N. 15, maggio-giugno 2012.

SCHLÄPFER D. (2005), *Parametric Geocoding. PARGE User Guide*. Version 2.2, Applications Schläpfer & RS Laboratories University of Zurich, PDF/CDROM edition, SG, pp 1-166.

Il ruolo del responsabile del rischio amianto nella gestione dei patrimoni edilizi: compiti, competenze e responsabilità nella gestione dei MCA

ALESSIO IACOBINI
EARTHWORK Professionisti Associati
E-mail: alessio.iacobini@earthwork.it

The role of the asbestos risk manager of building assets: tasks, skills and responsibilities in managing ACMs

Parole chiave (*key words*): responsabile (*responsible*), amianto (*asbestos*), rischio (*risk*), mca, censimento (*census*), manutenzione (*maintenance*), custodia (*custody*)

INTRODUZIONE

Dall'emanazione della legge 257 del 1992, la figura del responsabile del rischio amianto ha assunto un ruolo sempre più importante nell'accompagnare il proprietario di un immobile nella gestione della presenza dell'amianto nel proprio edificio, assumendo compiti e responsabilità via via maggiori e anche differenti da quelli individuati dalla normativa con cui è stata designata tale figura.

Il presente articolo ripercorre le mansioni associate a questa figura, le capacità e le competenze necessarie per svolgere tale funzione, le responsabilità ad essa associate, dalla sua individuazione fino alle modifiche che si vogliono introdurre con DDL sul Nuovo Testo Unico sull'Amianto.

COMPITI E COMPETENZE DEL RESPONSABILE DEL RISCHIO AMIANTO

Con la legge 257 del 27 marzo 1992 "Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto" l'Italia metteva al bando la produzione e commercializzazione di questo materiale, che, per la sua versatilità, era entrato in tutti gli ambienti di vita e di lavoro.

Il DM 06/09/1994 "Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto." oltre a fissare a livello nazionale le linee guida per la valutazione del rischio amianto, introduce nel punto 4a la figura di quello che sarebbe diventato il responsabile del rischio amianto (nel seguito RA), figura designata dal gestore di un immobile (proprietario o responsabile delle attività che vi si svolgono) per coordinare le attività manutentive dei manufatti contenenti amianto (nel seguito MCA).

Infatti lo stesso decreto indica che dal momento in cui in un edificio viene rilevata la presenza di amianto, va redatto un piano di controllo e manutenzione finalizzato a ridurre al minimo l'esposizione degli occupanti; in particolare, il gestore dell'edificio deve:

- designare una figura responsabile con compiti di controllo e coordinamento di tutte le attività manutentive che possono interessare i materiali di amianto;
- tenere una idonea documentazione da cui risulti l'ubicazione dei materiali contenenti amianto;
- garantire il rispetto di efficaci misure di sicurezza durante le attività di pulizia, gli interventi manutentivi e in occasione di qualsiasi evento che possa causare un disturbo dei materiali di amianto;
- fornire una corretta informazione agli occupanti dell'edificio sulla presenza di amianto nello stabile, sui rischi potenziali e sui comportamenti da adottare;
- nel caso siano in opera materiali friabili, provvedere a far ispezionare l'edificio almeno una volta all'anno, da personale in grado di valutare le condizioni dei materiali, redigendo un dettagliato rapporto corredato di documentazione fotografica.

Dall'emanazione della norma, nella pratica la figura del responsabile delle attività di controllo e manutenzione ha assunto le funzioni individuate negli ultimi quattro punti appena elencati, ovvero è diventato il cosiddetto responsabile del rischio amianto (RA) di un edificio.

Per poter consapevolmente svolgere la sua funzione, indipendentemente dalla sua formazione professionale, il RA deve necessariamente avere un bagaglio di competenze tali da poter assistere il suo committente nelle attività di:

- coordinamento e gestione delle attività di manutenzione sui MCA;
- svolgimento del censimento dei MCA, ovvero essere capace di accertare la presenza di amianto nell'edificio;
- accertamento dello stato di degrado dei MCA utilizzando le metodiche specifiche sulla valutazione dei rischi associati alla presenza degli stessi (indici regionali di valutazione del rischio, tra cui Versar, Amleto, T.d.T., altri algoritmi ecc.);
- gestione delle attività di custodia in modo codificato redigendo il piano di controllo e manutenzione sui MCA;
- conoscenza delle tecniche di bonifica e dei rischi, oltre che i costi, a queste associate in modo da indirizzare al meglio il proprio committente;
- gestione della comunicazione del rischio, spesso anche in situazioni di contrapposizione tra le varie parti coinvolte nella gestione dei MCA (imprese, utenti, occupanti ecc.).

LA FORMAZIONE DEL RA

Il contesto normativo non ha mai chiarito a livello nazionale quale deve essere la formazione necessaria per poter esercitare la funzione di RA, sebbene nel Piano Nazionale Amianto del 2013 abbia codificato la necessità di uno specifico patentino rilasciato ai sensi del i del D.P.R. 8 agosto 1994.

Infatti, l'art. 10 del suddetto DPR individua ad oggi due tipologie di corsi in relazione al livello professionale del personale a cui sono diretti:

- operativo, rivolto ai lavoratori addetti alle attività di rimozione, smaltimento e bonifica; (il cosiddetto Operatore Amianto)
- gestionale, rivolto a chi dirige sul posto le attività di rimozione, smaltimento e bonifica, (il cosiddetto Dirigente Amianto).

Ed è proprio a quest'ultima figura, in mancanza di una norma certa, che viene spesso fatta corrispondere la figura del responsabile delle attività.

Purtroppo i contenuti formativi del cosiddetto Dirigente Amianto sono carenti dal punto di vista dei seguenti argomenti:

- svolgimento del censimento dei MCA, ovvero essere capace di accertare la presenza di amianto nell'edificio;
- accertamento dello stato di degrado dei MCA utilizzando le metodiche specifiche sulla valutazione dei rischi associati alla presenza degli stessi (indici regionali

di valutazione del rischio, tra cui Versar, Amleto, T.d.T., altri algoritmi ecc.);

- gestione delle attività di custodia in modo codificato redigendo il piano di controllo e manutenzione sui MCA;
- gestione della comunicazione del rischio, spesso anche in situazioni di contrapposizione tra le varie parti coinvolte nella gestione dei MCA (imprese, utenti, occupanti ecc.).

Attualmente sono tre le Regioni che hanno legiferato sulla necessità di istituire corsi regionali di formazione per la figura del Responsabile del Rischio Amianto e ne hanno

definito i contenuti formativi: Marche, Liguria e Piemonte.

Nelle altre regioni, i corsi per Responsabili del Rischio Amianto sono caratterizzati da offerte formative anche molto diverse in termini di contenuti, ore di formazione e tipologie delle verifiche finali e rimangono catalogati tra i corsi di aggiornamento della figura di RSPP.

La Tab. 1 che segue riporta il riferimento normativo e i contenuti individuati dalle regioni Marche, Liguria e Piemonte.

A conferma del vuoto normativo che ha inteso colmare con la propria DGR 13-4341 e

Tabella 1 – Contenuti dei corsi di formazione di Responsabile del Rischio Amianto nelle regioni Marche, Liguria e Piemonte

Regione	Marche	Liguria	Piemonte
Rif. normativo regionale	Decreto del dirigente del servizio sanità della regione marche n. 855 del 16 dicembre 2002	Decreto del dirigente settore prevenzione, igiene, sanità pubblica e veterinaria 9 settembre 2010, n. 2585	Deliberazione della giunta regionale 12 dicembre 2016, n. 13-4341
Durata	16 ore	16 ore	30 ore
Contenuti della formazione	<p>L'individuazione dei m.c.a. negli edifici e la loro classificazione.</p> <p>L'accertamento della presenza di amianto: il campionamento dei materiali in aria e l'analisi dei campioni.</p> <p>I d.p.i. Necessari nell'approccio con i m.c.a.</p> <p>Corretto uso delle attrezzature per operare in quota.</p> <p>Aspetti sanitari legati all'esposizione professionale e non professionale a fibre di amianto.</p> <p>La gestione dei rifiuti contenenti amianto</p> <p>La responsabilità legata alla presenza di mca nell'edificio e nell'impresa.</p> <p>Compiti e responsabilità del rra: modalità di svolgimento dell'attività.</p> <p>Il quadro normativo nazionale e il censimento regionale.</p> <p>Compilazione delle schede di censimento.</p> <p>Il programma di controllo e manutenzione.</p> <p>Le attività e le metodologie di bonifica e le misure di prevenzione da adottare</p> <p>Valutazione del rischio amianto in matrice compatta. Valutazione del rischio amianto in matrice friabile. Analisi comparativa di casi.</p>	<p>Introduzione al ruolo del responsabile della gestione della presenza di materiali contenenti amianto in strutture, edifici ed impianti.</p> <p>Inquadramento normativo: punto 4 del d.m. 6 settembre 1994 - interazione del d.m. 20 agosto 1999 e ss. mm. e ii. con il d.m. 6 settembre 1994</p> <p>Amianto: classificazione e impieghi - accertamento della presenza e campionamenti - iniziative di prevenzione e di protezione.</p> <p>Amianto: normative.</p> <p>Presenza di amianto: obblighi di detentore e responsabile; i ruoli.</p> <p>Diagramma di flusso del processo di scelta del metodo e tipologie di bonifica.</p> <p>Requisiti delle imprese e degli operatori che attuano la bonifica da amianto.</p> <p>Rivestimenti incapsulanti per la bonifica da amianto.</p> <p>Programma di classificazione e di controllo e procedure.</p> <p>Il fascicolo amianto ed i documenti di cui al punto 4a del d.m. 6/9/1994.</p> <p>Le schede di autonotifica: presentazione - discussione - esercitazione.</p> <p>Verifica delle conoscenze.</p>	<p>Quadro di riferimento tecnico e normativo</p> <p>I rischi per la salute</p> <ul style="list-style-type: none"> • tipologie dei materiali contenenti amianto • rischi per la salute causati dall'esposizione a fibre di amianto • le malattie principali connesse all'esposizione alla polvere d'amianto • impatto epidemiologico <p>Normativa e legislazione ambientale.</p> <ul style="list-style-type: none"> • legislazione vigente • normativa su rimozione, bonifica e smaltimento amianto • piani regionali di protezione dall'amianto <p>Le attività di manutenzione e controllo dei materiali di amianto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • individuazione dei mca negli edifici e la loro classificazione • i dpi necessari nell'approccio con i mca • corretto uso delle attrezzature per operare in quota • l'accertamento della presenza di amianto: il campionamento dei materiali e dell'aria. • le metodiche analitiche • compilazione delle schede di censimento • le attività e le metodologie di bonifica e le misure di prevenzione • la gestione dei rifiuti contenenti amianto <p>Procedure operative</p> <ul style="list-style-type: none"> • gli obblighi nascenti dalla presenza di mca nell'edificio e nell'impresa • valutazione del rischio amianto in matrice compatta e in matrice friabile • valutazione dello stato di degrado dei mca • il programma di controllo e manutenzione • controllo e coordinamento di tutte le attività manutentive che possono interessare i materiali di amianto. <p>Esercitazioni pratiche</p> <ul style="list-style-type: none"> • studio, rilievo e valutazione dello stato di degrado di una copertura • redazione di un piano di controllo e manutenzione <p>Prova di valutazione</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Prova tecnica - questionario atto a verificare le conoscenze teoriche apprese durante il percorso formativo 2. Colloquio individuale

della corrispondenza della figura del RA con quella del cosiddetto Dirigente Amianto, la stessa Regione Piemonte riconosce la piena equivalenza del titolo di responsabile tecnico gestione rimozione bonifica e smaltimento materiali contenenti amianto a quello di responsabili con compiti di controllo e coordinamento delle tutte le attività manutentive e redattori dei piani di manutenzione e controllo.

LA PROPOSTA DEL NUOVO TESTO UNICO SULL'AMIANTO

Il 21 novembre 2016 è stato presentato al Senato la proposta del nuovo testo unico della normativa sull'amianto, finalizzato a riordinare e coordinare la legislazione nazionale e regionale seguita alla legge 257 del 1992.

Il nuovo testo unico relativamente al piano di controllo e manutenzione conferma la necessità di designare il RA e dedica a tale figura l'art. 14 "Responsabile del rischio amianto"; in particolare al comma 1 ne definisce gli obblighi così come seguono:

- sovrintende e vigila sulle operazioni di bonifica;
- coordina le attività di manutenzione e custodia previste dall'articolo 18;
- coopera con il soggetto di cui all'articolo 10 (proprietario dell'edificio o amministratore dell'edificio in caso di parti comuni) ai fini della valutazione del rischio, dell'elaborazione del programma di controllo, della scelta del metodo di bonifica e della predisposizione di efficaci misure di sicurezza, nonché per le altre attività oggetto dell'incarico ricevuto.

Nei comma 2 e 3 il legislatore specifica le responsabilità che gravano sul RA e sul proprietario dell'immobile indicando che:

- comma 2 - Gli obblighi dettati al comma 1, lettere a) e b), gravano esclusivamente sul responsabile del rischio amianto.
- comma 3. Gli obblighi dettati al comma 1, lettera c), gravano sul responsabile del rischio amianto unitamente al soggetto di cui all'articolo 10 (proprietario dell'edificio o amministratore dell'edificio in caso di parti comuni).

Nei comma 4 e 5 il legislatore definisce alcune attribuzioni di responsabilità nell'ambito del Testo Unico sulla Sicurezza decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i; in particolare:

- nel comma 4 prevede che fermo restando quanto previsto dall'articolo 26 del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, il datore di lavoro, in caso di affidamento dei lavori di bonifica a un'impresa appaltatrice o a lavoratori autonomi all'interno della propria azienda o di una singola unità produttiva, attribuisce le funzioni di responsabile del rischio amianto al responsabile del servizio di prevenzione e protezione.

- nel comma 5 prevede che il committente o il responsabile dei lavori, nell'ambito di applicazione del titolo IV del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, attribuisce le funzioni di responsabile del rischio amianto al coordinatore per l'esecuzione dei lavori.

Nel caso di affidamento dei lavori a un'unica impresa o a un lavoratore autonomo per i quali non è prevista la nomina del coordinatore per l'esecuzione dei lavori, il responsabile del rischio amianto è nominato comunque tra i soggetti che siano in possesso dei requisiti di cui all'articolo 98 del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81.

Il testo unico sull'amianto non chiarisce:

- in riferimento al comma 1, le interazioni ed i limiti di responsabilità che potranno originarsi con la figura del cosiddetto Dirigente Amianto nello svolgimento della funzione del RA nel sovraintendere e vigilare sulle operazioni di bonifica; infatti tali attività sono svolte da soggetti specializzati e coordinati dal Dirigente Amianto secondo un progetto definito all'interno del Piano di Lavoro approvato dall'ASL di competenza;
- in riferimento ai comma 4 e 5, alle interazioni che potranno originarsi quando il proprietario dell'edificio non corrisponde al datore di lavoro o committente (o responsabile dei lavori) e le relative ricadute in termini di responsabilità del RA designato dal proprietario con quello a cui sono state attribuite le funzioni di RA dal datore di lavoro o committente.

Il comma 6 intende colmare l'annosa questione inerente i contenuti della formazione necessaria per poter esercitare il ruolo di RA individuando i seguenti:

- inquadramento normativo;
- ruolo del responsabile del rischio amianto e degli altri soggetti obbligati;
- classificazione dei materiali contenenti amianto;
- campionamento e analisi dei materiali;
- valutazione del rischio;
- programma di controllo dei materiali e attività di manutenzione e custodia;
- metodi di bonifica;
- misure di sicurezza.

Infine il nuovo testo unico avendo individuato specifici obblighi per il RA ne definisce all'art. 105 anche le sanzioni con l'arresto da

tre a sei mesi o con l'ammenda da 2.500 euro a 6.400 euro qualora gli obblighi definiti al comma 1 dell'art. 14 vengano violati.

CONCLUSIONI

Dall'emanazione della legge 257 del 1992, la figura del RA responsabile del rischio amianto ha assunto nel tempo un ruolo sempre più importante nell'accompagnare il proprietario di un immobile nella gestione della presenza dell'amianto, assumendo compiti e responsabilità via via maggiori e anche differenti da quelli individuati dalla normativa con cui è stata designata tale figura.

Infatti se la norma originariamente lo individuava come figura di coordinamento nella gestione delle attività manutentive, la prassi ne ha fatto il responsabile della individuazione e gestione dei MCA e dei rischi connessi con l'esposizione all'amianto degli occupanti di un edificio.

Ciononostante, il ruolo del RA non viene ancora appieno riconosciuto tra i professionisti del settore della gestione dei patrimoni edilizi, in particolare per via del fatto che la normativa non ne ha definito in maniera univoca le funzioni e i contenuti formativi necessari per poterle esercitare.

La proposta del nuovo testo unico sull'amianto cerca di coordinare e riordinare la normativa nazionale e regionale in materia di amianto e di sicurezza nei luoghi di lavoro andando a definire una proposta per sanare tali criticità della figura del RA.

La proposta normativa, infatti, definisce gli obblighi della figura del RA, eliminandone quindi i limiti di competenze (non senza lasciare qualche dubbio sull'interpretazione delle sue responsabilità rispetto a quella di altre figure, ad es. il Dirigente Amianto o il RSPP, nel caso di attività di bonifica) e specifica i contenuti della formazione del RA.

In conclusione, la complessità normativa e le competenze specifiche necessarie per svolgere tale funzione esigono di definire in maniera univoca i contenuti di un percorso formativo che abiliti a livello nazionale, al pari delle altre figure esistenti nel settore della gestione dei patrimoni edilizi e dei lavori, i responsabili del rischio amianto così che questi possano garantire l'elevata qualità e specializzazione oggi richiesta dai proprietari e gestori dei patrimoni edilizi.



Lo smaltimento innovativo dell'amianto. Stato dell'arte degli impianti di inertizzazione

Innovative asbestos disposal. State of the art of inertisation plants

Parole chiave (*key words*): amianto(asbestos), trasformazione(transformation), smaltimento (disposal), inertizzazione (inertisation), rifiuto (waste), impianto (plant), trattamento (treatment), innovazione (innovation)

LA TOTALE TRASFORMAZIONE CRISTALLOCHIMICA DELL'AMIANTO

Il Decreto del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, di concerto con il Ministro della Salute e con il Ministro delle Attività Produttive, 29 luglio 2004, n. 248, recante il "Regolamento relativo alla determinazione e disciplina delle attività di recupero dei prodotti e beni di amianto e contenenti amianto", prende in considerazione, tra l'altro, i processi di trattamento finalizzati alla totale trasformazione cristallochimica dell'amianto, rendendo così possibile il suo riutilizzo.

Inoltre, tale Decreto mette in evidenza, tra l'altro, che, per *trattamento con modificazione totale della struttura cristallochimica* s'intende il processo che annulla la presenza di amianto, consentendone il riutilizzo come materia prima e che, per *riutilizzo come materia prima* s'intende l'attività successiva al trattamento che modifica completamente la struttura cristallochimica dell'amianto e pertanto esclusa dalla normativa sui rifiuti.

In particolare i trattamenti che modificano completamente la struttura cristallochimica dell'amianto e che quindi annullano la pericolosità connessa ai minerali di amianto sono distinti in: *modificazione chimica, modificazione mecanochimica, litificazione, vetrificazione, vetroceramizzazione, lizzazione pirolitica, produzione di clinker e ceramizzazione*.

I materiali finali derivanti da tali trattamenti sono destinati al riutilizzo come materia prima qualora rispettino i requisiti fissati dal Decreto n. 248/2004.

Tali materiali devono soddisfare in particolare i requisiti di cui all'allegato 2 del Decreto del Ministero dell'industria, commercio e artigianato 12 febbraio 1997, recante criteri per l'omologazione dei prodotti sostitutivi dell'amianto.

Inoltre, la frequenza dei test di valutazione dell'assenza d'amianto deve essere scelta in modo da rappresentare la produzio-

ne dell'impianto, secondo un programma di verifica definito nel provvedimento di autorizzazione.

I certificati delle analisi eseguite a carico del gestore dell'impianto di trattamento dovranno accompagnare il materiale ed indicare esplicitamente la composizione chimica e mineralogica.

Tali certificati, altresì, devono essere inerenti al campionamento ed alla composizione dei materiali finali ottenuti dopo il trattamento, anche ai fini del loro riutilizzo. I laboratori deputati alle analisi dell'amianto devono attenersi a quanto previsto dall'allegato 5 al decreto Ministero della sanità, 14 maggio 1996 e successive modificazioni.

Inoltre, il Decreto n. 248/2004 precisa che i materiali sottoposti ad operazioni di trattamento, esenti da amianto di cui all'Allegato 2 del Decreto del Ministero dell'industria, commercio e artigianato 12 febbraio 1997, sono da considerare equivalenti ai materiali ottenuti da materie prime, qualora possiedano analoghe caratteristiche merceologiche per la loro commercializzazione ed impiego e come tali dovranno essere riutilizzati.

A tal proposito, si fa presente che i requisiti che devono essere soddisfatti integralmente per i materiali sostitutivi dell'amianto ai fini della loro omologazione di cui al suddetto Allegato 2, alla luce delle attuali norme, sono i seguenti:

1. devono essere esenti da amianto, vale a dire che il loro esame con tecniche di microscopia elettronica analitica (SEM) non deve evidenziare presenza di fibre di amianto.
2. Non devono contenere in concentrazione totale pari a 0,1% sostanze elencate nell'allegato I al D.M. 16 febbraio 1993 e successive modificazioni che siano classificate "cancerogene di categoria 1 o 2 e siano etichettate almeno come Tossica T" con la frase di rischio R45 "Può provocare il cancro" o con la frase di rischio

R49 "Può provocare il cancro in seguito ad inalazione", ovvero classificate dalla Commissione consultiva tossicologica nazionale (CCTN) nella categoria 1 o nella categoria 2, ovvero classificate dall'agenzia internazionale per la ricerca sul cancro (IARC) nel gruppo 1 o nel gruppo 2a.

3. I materiali con abito fibroso (lunghezza/diametro=3) devono possedere le seguenti caratteristiche:
 - diametro geometrico medio = 3 micron e contenuto di fibre con diametro geometrico medio minore di 3 micron in percentuale sul totale delle fibre inferiore al 20%;
 - non devono contenere fibre che, indipendentemente dal loro diametro, abbiano la tendenza a fratturarsi lungo linee parallele all'asse longitudinale. Qualora contengano fibre che manifestino la tendenza a fratturarsi lungo l'asse longitudinale, devono essere considerati innocui da parte della Commissione consultiva tossicologica nazionale (C.C.T.N.) ovvero, essere classificati dalla stessa Commissione in categorie diverse dalla 1 e dalla 2 o classificati dalla Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro (IARC) in categorie diverse dalla 1 e dalla 2a;
 - Nei materiali a base di fibre polimeriche il monomero presente in forma libera deve soddisfare il requisito di cui al precedente punto 2; qualora la fibra polimerica sia destinata alla fabbricazione di prodotti che vengono a contatto con alimenti, farmaci e simili il monomero presente in forma libera deve invece soddisfare i limiti stabiliti dal decreto ministeriale 26 aprile 1993, n. 220.
4. I materiali sostitutivi dell'amianto non devono dar luogo a rifiuti classificabili come tossici e nocivi a norma del decreto del Presidente della Repubblica n. 915/1982 e successive modifiche.

LA CESSAZIONE DELLA QUALIFICA DI RIFIUTO

Il Decreto Legislativo 3 dicembre 2010, n. 205, entrato in vigore il 25 dicembre 2010, recante “*Disposizioni di attuazione della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive*” ha abrogato l’articolo 181-bis “*Materie, sostanze e prodotti secondari*” del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, “*Norme in materia ambientale*” e s.m.i.

Inoltre, il suddetto Decreto legislativo n. 205/2010 ha introdotto il concetto della cessazione della qualifica di rifiuto, di cui all’articolo 184-ter del D.Lgs. n. 152/2006.

In base a tale principio, in sostituzione quindi di quello della *materia prima secondaria* (MPS), precedentemente previsto, un rifiuto cessa di essere tale, quando è stato sottoposto a un’operazione di recupero, incluso il riciclaggio e la preparazione per il riutilizzo e soddisfatti i criteri specifici, da adottare nel rispetto delle seguenti condizioni:

- la sostanza o l’oggetto è comunemente utilizzato per scopi specifici;
- esiste un mercato o una domanda per tale sostanza od oggetto;
- la sostanza o l’oggetto soddisfa i requisiti tecnici per gli scopi specifici e rispetta la normativa e gli standard esistenti applicabili ai prodotti;
- l’utilizzo della sostanza o dell’oggetto non porterà a impatti complessivi negativi sull’ambiente o sulla salute umana.

L’operazione di recupero può consistere semplicemente nel controllare i rifiuti per verificare se soddisfano i criteri elaborati conformemente alle predette condizioni.

La disciplina in materia di gestione dei rifiuti si applica fino alla cessazione della qualifica di rifiuto.

IL SEMINARIO NAZIONALE DI ASSOAMIAN-TO DEL SETTEMBRE 2011 SULLE TECNOLOGIE INNOVATIVE DI SMALTIMENTO DELL’AMIANTO

In data 30 settembre 2011, a Ferrara, nell’ambito del RemTech Expo 2011, *Remediation Technologies*, 5° Salone sulle Bonifiche dei Siti Contaminati, ASSOAMIANTO ha tenuto l’Evento Speciale, Seminario Nazionale sul tema “*Amianto: l’Italia è pronta su scala nazionale all’impiego delle tecnologie innovative di smaltimento, in sostituzione della discarica?*”, di notevole interesse non solo per gli operatori del settore ma anche per l’intera collettività, nel corso del quale sono state illustrate normative e statistiche specifiche e analizzati i punti di vista dei vari soggetti interessati: ASSOAMIANTO, INAIL, Regioni e così via.

Tutti gli interventi hanno sviluppato la tematica degli impianti di trattamento dei rifiuti di amianto o contenenti amianto ex Decreto Ministeriale 29 luglio 2004, n. 248 e Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. (comunemente denominati “*impianti di inertizzazione*”). Nel corso dell’Evento, è stato innanzi tutto espresso *l’unanime auspicio della celere realizzazione di questi impianti, sull’intero territorio nazionale, in sostituzione o almeno in alternativa allo smaltimento in discarica.*

Sono state poi analizzate nel dettaglio le molteplici criticità ad essi connesse, rilevando che la *principale causa della mancata esecuzione di questi impianti deriva da una marcata carenza normativa in materia, relativamente all’esatta individuazione dei soggetti interessati, alla progettazione e gestione dei processi industriali, alla definizione delle procedure di sicurezza e di emergenza, solo per citare alcuni aspetti primari.*

Pertanto, è stato chiesto al Legislatore di *emanare norme chiare e complete* (codici procedurali/disciplinari tecnici), *con urgenza, a fronte anche dell’attuale scarsità degli impianti di stoccaggio e di discarica esistenti nonché della sempre più crescente esigenza di bonifica. Queste norme sono indispensabili sia per la corretta implementazione e gestione degli impianti sia per una serena e consapevole accettazione della loro presenza da parte delle popolazioni interessate.*

Infine, i Relatori hanno manifestato la necessità dell’istituzione di gruppi di lavoro (ASSOAMIANTO, Enti scientifici, Regioni, soggetti pubblici e privati), dichiarando in proposito la loro unanime disponibilità, per sopperire alle attuali numerose lacune procedurali, fornendo così un qualificato supporto per la realistica e fattiva definizione dei suddetti impianti.

LA RISOLUZIONE DEL PARLAMENTO EUROPEO DEL MARZO 2013 A FAVORE DEGLI IMPIANTI DI INERTIZZAZIONE DELL’AMIANTO

Il Parlamento europeo, con la Risoluzione 2012/2065 (INI) del 14 marzo 2013, recante “*Minacce per la salute sul luogo di lavoro legate all’amianto e prospettive di eliminazione di tutto l’amianto esistente*” ha formulato una chiara presa di posizione a favore degli impianti di inertizzazione dell’amianto.

A tal proposito si riportano qui di seguito alcuni passaggi di questa risoluzione ove vengono indicati dallo scrivente, in corsivo, le specifiche menzioni inerenti ai suddetti impianti.

- “... considerando che il conferimento dei rifiuti di amianto in discarica non sembrerebbe il sistema più sicuro per eliminare definitivamente il rilascio di fibre di amianto nell’ambiente (in particolare

nell’aria e nelle acque di falda) e che pertanto *risulterebbe di gran lunga preferibile optare per impianti di inertizzazione dell’amianto...*”;

- “... invita la Commissione a *promuovere in tutto il territorio dell’Unione la realizzazione di centri di trattamento e inertizzazione dei rifiuti contenenti amianto*, prevedendo la graduale cessazione di ogni conferimento in discarica di questi rifiuti...”;
- “... sottolinea che, per quanto riguarda la gestione dei rifiuti di amianto, devono altresì essere adottate misure – con il consenso dei cittadini interessati – volte a promuovere e sostenere tanto la ricerca nell’ambito delle alternative ecocompatibili quanto le tecnologie che se ne avvalgono, nonché a *garantire procedimenti quali l’inertizzazione dei rifiuti contenenti amianto*, ai fini dell’inattivazione delle fibre di amianto attive e della loro conversione in materiali che non mettono a repentaglio la salute pubblica...”;
- “...sottolinea che tali rifiuti devono essere smaltiti esclusivamente in specifiche discariche per rifiuti pericolosi, in conformità della direttiva 1999/31/CE, o, previa autorizzazione, *essere trattati in appositi impianti, testati e sicuri, di trattamento e inertizzazione*, e che la popolazione interessata deve essere informata al riguardo...”.

IL PIANO NAZIONALE AMIANTO DEL MARZO 2013 E LA NECESSITÀ DEI DECRETI ATTUATIVI PER GLI IMPIANTI DI INERTIZZAZIONE DELL’AMIANTO

il 21 marzo 2013 il Consiglio dei Ministri ha approvato il Piano Nazionale Amianto, edizione “Marzo 2013”, il quale è stato poi sottoposto al vaglio della Conferenza Stato-Regioni. Tale Piano, tuttora ancora non vigente in quanto non finanziato, ha visto il coordinamento dei tre Ministeri interessati: Salute, Ambiente e Lavoro. Infatti, sono state individuate, per i dovuti approfondimenti, le tre macroaree d’intervento: la *Tutela della salute*, la *Tutela ambientale* e la *Sicurezza sul lavoro e tutela previdenziale*. Con riferimento alla macroarea Tutela ambientale, curata dal Ministero dell’ambiente, della tutela del territorio e del mare ed in particolare al *Sub-obiettivo 4 - Ricerca di base ed applicata*, è segnalato tra i temi più rilevanti “*lo sviluppo delle tecniche di inertizzazione/vetrificazione*” e il P.N.A. segnala altresì, in relazione all’efficacia dei “*Trattamenti che modificano completamente la struttura cristallo-chimica dell’amianto*” e che quindi ne annullano la pericolosità di cui al D.M. 29 luglio 2004, n.248, che “*devono essere emanati i relativi decreti applicativi e che allo stato non esistono sul territorio nazionale impianti operativi di tale tipologia.*”

Pertanto, è come dire che il Governo ha preso atto dell'importanza dell'implementazione di tali impianti, che di fatto al momento essi non sono operativi e soprattutto della necessità di emanare norme che ne disciplinino l'attuazione.

I BREVETTI ITALIANI E I BREVETTI EUROPEI DI SOGGETTI ITALIANI IN MATERIA DI INERTIZZAZIONE DELL'AMIANTO

ASSOAMIANTO ha effettuato un'attenta ricerca on line presso l'Ufficio Italiano Brevetti e Marchi, della Direzione Generale per la lotta alla contraffazione del Dipartimento dell'Impresa e dell'Innovazione del Ministero dello Sviluppo Economico (<http://www UIBM.gov.it>), con riguardo alle domande depositate a partire dal 1° gennaio 1980, dalla quale è emerso che in Italia attualmente risultano brevettati poco meno di 40 impianti e/o processi industriali per la trasformazione cristallochimica totale dell'amianto, vale a dire per l'inertizzazione dell'amianto. Per ciascuno di questi brevetti, sono indicati la data di deposito, i soggetti titolari del brevetto, i nominativi degli inventori, il titolo del brevetto, la

data del deposito, il numero della domanda presentata, la data di pubblicazione del brevetto, la data del brevetto ed il numero del brevetto rilasciato.

Inoltre, da una ricerca on line presso l'Ufficio Europeo dei Brevetti (EPO - *European Patent Office* - <http://www.epo.org>), riguardo alle domande depositate, in Europa risultano brevettati da soggetti italiani poco meno di 15 impianti e/o processi industriali per la trasformazione cristallochimica totale dell'amianto, vale a dire per l'inertizzazione dell'amianto. Per ciascuno di questi brevetti, sono indicati il numero progressivo dell'invenzione in funzione della data di deposito, il nominativo del richiedente, i nominativi degli inventori, il titolo dell'invenzione, il numero della domanda, la data del deposito, la data di priorità, il numero di pubblicazione, la data di pubblicazione ed eventuali note.

LE PRINCIPALI CRITICITÀ CONNESSE AGLI IMPIANTI INERTIZZAZIONE DELL'AMIANTO SECONDO ASSOAMIANTO

A seguito di approfondite analisi, ASSOAMIANTO ha rilevato numerose criticità

connesse a questi impianti di inertizzazione dell'amianto le quali possono essere distinte in:

- criticità associate alla normativa vigente;
- criticità associate ai procedimenti industriali;
- criticità associate all'impatto sulla collettività.

Criticità legate alla normativa vigente

È innanzitutto essenziale segnalare che la normativa vigente reca rilevanti lacune e/o incongruenze nel settore specifico, le quali a loro volta impediscono di fatto la pratica realizzazione di questi impianti.

Come visto, i processi industriali secondo i quali è resa possibile la trasformazione cristallochimica totale dell'amianto, ai sensi del D.M. n. 248/2004, sono molteplici e ciascuno di esso presenta modalità e procedure differenti, come pure diverse sono le rese energetiche.

Alcuni dei metodi o processi sopra descritti, se non pienamente portati a termine, potrebbero condurre ad una incompleta trasformazione strutturale del materiale in en-

ASSOAMIANTO

Associazione tra consulenti, operatori nell'ambito della rimozione, smaltimento e bonifica dell'amianto e quanti sensibili alle problematiche ambientali inerenti

dal 1998

The Italian Association of Asbestos Remediation and Disposal Contractors & Consultants

I processi di trattamento per la totale trasformazione cristallochimica dell'amianto



trata, lasciando quindi inalterate in alcune parti di esso la struttura e le caratteristiche dell'amianto.

Questo pertanto potrebbe comportare la reimmissione sul mercato di materiali solo parzialmente inertizzati, quindi con un loro residuo potenziale di pericolosità, ancorché in misura ridotta in palese contrasto, come visto, con quanto riportato nel Decreto Ministeriale 29 luglio 2004, n. 248 il quale precisa che i materiali sottoposti a trasformazioni cristallografiche totali devono essere esenti da amianto, vale a dire che il loro esame con tecniche di Microscopia Elettronica a Scansione (SEM) non deve evidenziare presenza di fibre di amianto.

A tal proposito, si osserva che le tecniche in microscopia elettronica "contano" il numero di fibre su un numero di campi scelti su base statistica e che i quantitativi di materiale analizzato sono molto ridotti e quindi scarsamente rappresentativi di produzioni importanti.

Inoltre, tali tecniche utilizzano il conteggio di fibre standard, mentre recenti studi portano a riconsiderare la pericolosità anche di fibre con dimensioni inferiori.

La normativa poi non prevede esattamente norme generali di sicurezza per questi impianti i quali, in ogni caso, dovrebbero essere soggetti in particolare alla vigente normativa sul rischio amianto.

Criticità legate ai procedimenti industriali

Le criticità legate ai procedimenti industriali possono essere distinte in:

- criticità inerenti alle problematiche progettuali e/o di processo;
- criticità inerenti alle problematiche di sicurezza;
- criticità inerenti alle problematiche di emergenza.

Le Criticità inerenti alle problematiche progettuali e/o di processo sono relative alla necessità di:

- definire con esattezza le tipologie di rifiuti contenenti amianto da sottoporre a trattamento;
- definire con esattezza le modalità di trattamento preliminare dei RCA in ingresso all'impianto;
- illustrare nel dettaglio l'intero impianto ed i suoi componenti;
- illustrare nel dettaglio le varie procedure e fasi della lavorazione;
- illustrare le modalità di gestione dei RCA nelle varie zone dell'impianto;
- definire con esattezza i parametri gestionali;
- definire con esattezza le tipologie e modalità di verifiche del processo di inertizzazione;

- Definire con esattezza le modalità di gestione del prodotto inertizzato.

Le Criticità inerenti alle problematiche di sicurezza sono relative alla necessità di:

- definire con esattezza tutti i rischi connessi all'impianto;
- definire con esattezza le procedure di sicurezza dell'impianto;
- definire con esattezza i protocolli di sorveglianza interna di processo;
- definire con esattezza i protocolli di campionamento, analisi e controanalisi per le diverse fasi ed aree dell'impianto;
- definire con esattezza la formazione, l'informazione, le protezioni e la sorveglianza sanitaria dei lavoratori addetti;
- individuazione di una Figura Responsabile per la sicurezza amianto, definendone le responsabilità.

Le Criticità inerenti alle problematiche di emergenza sono relative alla necessità di:

- definire in modo puntuale le procedure di emergenza dell'impianto;
- definire gli strumenti per la gestione delle emergenze;
- definire i ruoli del personale addetto alle emergenze.

Criticità legate all'impatto sulla collettività

Le popolazioni interessate a questi impianti sono generalmente quelle che si trovano in territori nei quali sono state ipotizzate le loro realizzazioni. Le contrarietà e diffidenza di tali popolazioni alla realizzazione di questi impianti è dovuta sostanzialmente al fatto che si tratta di nuove tecnologie, conseguenti unicamente a sperimentazioni eseguite prevalentemente in laboratorio, per cui non vi sono certezze sia per quanto riguarda che tutto l'amianto venga inertizzato sia che vi possano essere dispersioni incontrollabili di fibre di amianto nell'ambiente esterno.

È pertanto necessario:

- attuare campagne informative per le popolazioni coinvolte;
- definire e divulgare compiti e ruoli dei soggetti controllori pubblici;
- divulgare in modo costante le risultanze delle attività dei soggetti coinvolti.

LE PROPOSTE DI ASSOAMIANTO PER LA FATTIBILITÀ DEGLI IMPIANTI INERTIZZAZIONE DELL'AMIANTO

ASSOAMIANTO è pienamente favorevole alla implementazione di questi impianti di inertizzazione dell'amianto, fatte salve tutte le norme da introdurre per la loro corretta realizzazione e gestione e si dichiara disponibile ad offrire il proprio contributo per la risoluzione delle criticità evidenziate.

Le proposte di ASSOAMIANTO per la fattibilità degli impianti di inertizzazione dell'amianto sono finalizzate di fatto a colmare le suddette criticità.

Occorre pertanto, per ogni impianto, ad esempio la seguente pianificazione, oltre a tutti gli atti autorizzativi:

- Piano di Sorveglianza, Controllo e Sicurezza dell'Impianto (P.I.S.CO.S.), utile per la definizione dei criteri e delle misure tecniche in fase di realizzazione, gestione e post-chiusura dell'impianto, nonché per la definizione delle misure di prevenzione e protezione del personale e dell'ambiente, dei controlli, dei metodi, dei monitoraggi e delle verifiche;
- Piano di Ripristino Ambientale (P.R.A.), utile per la definizione delle modalità e degli obiettivi di recupero nella fase di post-chiusura dell'impianto e per la sistemazione finale;
- Piano Finanziario (P.F.), utile per la definizione dei costi di costruzione, di gestione e di chiusura dell'impianto, nonché dei prezzi applicati per il conferimento.

È poi necessario:

- Introdurre una Figura Responsabile per Alta Sorveglianza Amianto (A.S.A.) con compiti di sorveglianza, controllo e coordinamento di tutte le attività dell'impianto ai fini della sicurezza amianto per la protezione del personale e dell'ambiente esterno;
 - definire precisi ruoli, compiti e responsabilità della Figura Responsabile A.S.A. e di tutti i soggetti interessati. In particolare occorre definire:
 - le procedure per il monitoraggio ambientale e le soglie di allarme internamente ed esternamente all'impianto;
 - le procedure per il Piano di Sorveglianza, Controllo e Sicurezza dell'impianto (P.I.S.CO.S.);
 - i criteri e modalità di trattamento dei rifiuti;
 - le attività vietate nell'impianto e nella zona interessata.
- è altresì necessario definire nel dettaglio:
- le procedure di registrazione dei rifiuti in entrata e del materiale in uscita;
 - le modalità di protezione del personale dell'impianto;
 - l'informazione, la formazione e l'aggiornamento continui del personale dell'impianto, in particolare sul rischio amianto;
 - le procedure e le modalità di analisi dei campioni ex D.M.12/02/97;
 - le misure da adottare dopo la chiusura dell'impianto.



Amianto nelle acque: inquadramento normativo e proposte operative

Asbestos in the waters: regulatory frameworks and operational proposals

Parole chiave (*key words*): valore di soglia (*threshold value*), inquinamento dell'amianto nelle acque (*asbestos pollution in the waters*), valore di fondo (*background value*), valutazione del rischio (*risk assessment*)

INTRODUZIONE

Nell'ottica dell'utilizzo sostenibile delle risorse idriche e ai fini di una loro tutela dal deterioramento, i valori limite finalizzati alla tutela della salute umana e dell'ambiente si sovrappongono e spesso coincidono con il raggiungimento degli obiettivi standard qualitativi delle acque, dettati da valori limiti afferenti a leggi e norme. Vista la loro rilevanza vale la pena di menzionare le "Guidelines for the Assessment and Management of Groundwater Contamination, 1997" dell'Agenzia Protezione Ambientale americana (U.S. EPA) e la Normativa Comunitaria Europea, DAS 2006/118/CE. In particolare quest'ultima in recepimento dell'Art. 17 della Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE, definisce i Valori soglia VS *threshold values* come "valori standard di qualità ambientale delle acque sotterranee stabiliti a livello nazionale necessari all'identificazione del loro stato chimico, che tengono conto della protezione del corpo idrico sotterraneo in relazione all'impatto e al rapporto tra acque sotterranee e acque superficiali, acque sotterranee ed ecosistemi terrestri ed acquatici ad esse connessi e delle conoscenze tossicologiche ed eco tossicologiche".

Per quanto concerne la definizione del valore limite dell'amianto nelle acque, inteso in senso generico, la questione appare assai controversa. Il documento "Amianto - Sintesi delle conoscenze relative all'esposizione e al profilo tossicologico" disponibile sul sito del Ministero della Salute e redatto da un gruppo di tecnici e di addetti ai lavori, rappresenta il principale documento di riferimento in ambito nazionale. Tale pubblicazione, propone un esaustivo stato dell'arte riguardo studi effettuati sugli effetti epidemiologici, tossicologici e dell'esposizione da amianto attraverso l'acqua potabile, prodotti dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS). Sulla base dei risultati ottenuti, che fornivano un rischio di tumore gastrointestinale benigno ogni 100.000 abitanti a fronte di una concentrazione di circa 7×10^6 fibre/litro, l'U.S. EPA ha stabilito un limite massimo di contaminazione (*maximum contaminant level*, MCL) in acque destinate al consumo umano pari a

7 milioni di fibre, aventi lunghezza superiori a $10 \mu\text{m}$, analisi eseguite in TEM. Gli studi europei hanno invece evidenziato risultati differenti, con Svezia e Gran Bretagna che indicano valori superiori a 3×10^6 ff/L, mentre Olanda, Germania, Austria e Russia fanno riferimento a valori di 1-2 ordini di grandezza inferiori compresi tra 10^5 ff/L e 10^4 ff/L, (Atti "European Conference on asbestos monitoring and analytical methods" Venezia, 5-6-7 Dicembre 2005 Sala e AA.VV.).

In tale ambito va citato il documento redatto da ARPA Piemonte "Relazione tecnica circa la presenza di elementi fibrosi di amianto e metalli nel Rio Acquestriate (Comune di Voltaggio - AL)", del 28/02/2002. Quest'ultimo ha riportato quanto segue: "con livelli (media di misure ripetute) di fibre di amianto nell'acqua di circa 1 milione per litro hanno trovato concentrazioni di 37 fibre per litro di aria ambientale, mentre in condizioni di 24 milioni di fibre per litro d'acqua si avevano 132 fibre per litro di aria ambientale. Si tratta di concentrazione di fibre nell'acqua estremamente elevate, inconsuete anche nelle aree che sono state oggetto di studi. In assenza di standard per la concentrazione di fibre di amianto nell'acqua, si può stimare sulla base di questo studio che livelli dell'ordine delle 100.000 fibre/litro d'acqua dovrebbero comportare concentrazioni nell'aria dello stesso ordine di grandezza del corrente limite legale per la restituibilità degli edifici dopo bonifica (2 fibre/litro d'aria)."

Sempre sulla base delle informazioni riportate nel documento edito dal Ministero della Salute, alcuni studi recenti effettuati negli USA non hanno evidenziato correlazione tra esposizione a fibre di amianto in acqua potabile e patologie cancerogene, con concentrazioni superiori al milione di fibre litro (MLF), né tantomeno interazioni tra queste ultime collegate all'esposizione orale. Inoltre a livello patologico possono sussistere possibili fattori confondenti, (dieta, fumo, esposizione occupazionale pregressa), che non sono stati ancora verificati. Altri studi hanno altresì evidenziato che l'amianto nelle acque potabili può causare effetti cutanei per ingestione o inalazione, con potenziali rischi per la salute.

GIANLUCA PIRANI
ISPRA
E-mail: gianluca.pirani@isprambiente.it

Per ciò che concerne il valore di concentrazione di soglia della contaminazione (CSC), previsto dalla normativa vigente italiana in materia di bonifiche (il D.Lgs. 152/06) il limite per l'amianto in fibre nelle acque risulta ancora da definire. Lo stesso Decreto recita che "non sono disponibili dati da letteratura tranne il valore di 7 milioni fibre/l, i quali sono stati valutati dall'allora ANPA (ora ISPRA) e dall'Istituto Superiore di Sanità troppo elevati. Per la definizione del limite, si propone un confronto con ARPA e Regioni". Ad oggi l'unico riferimento normativo in Italia relativo alla presenza di amianto nella matrice acque, riguarda le tubazioni ed è la circolare n. 42 del 01/07/1986 del Ministero della Salute, che per le acque potabili introduce l'indice di aggressività, che di seguito sarà descritto. Sempre sulla base di quanto riportato nelle summenzionate lavoro, in nessun stato membro dell'Unione Europea è ad oggi in vigore un valore di parametro per amianto nelle acque destinate a consumo umano o sono indicati valori di riferimento raccomandati.

In assenza di una normativa di riferimento o in caso di mancato recepimento della Direttiva Comunitaria, per le sostanze non normate, come in questo caso, spesso si fa riferimento a valori limite espressi nei pareri emessi da organi competenti, come l'Istituto Superiore di Sanità (ISS), basati su studi ecotossicologici finalizzati alla tutela del rischio igienico-sanitario connesso alla contaminazione delle matrici ambientali. In assenza di un livello di soglia di contaminazione, un efficace e valido strumento scientifico di sostegno è lo studio dei valori di fondo naturale o pedogeochimico (VDFN), attraverso il quale viene individuato un valore rappresentativo da utilizzare convenzionalmente nelle procedure di bonifica dei siti contaminati. Il VDFN è definito dalla norma ISO 19258 come "la concentrazione di sostanze nelle matrici ambientali, risultante da processi naturali geologici e pedologici, senza alcuna interferenza di origine antropica".

L'utilizzo dei valori di fondo viene anche contemplato dal D.Lgs. n.152/06 nella definizione di Concentrazione Soglia di Contami-

nazione (CSC), (Art. 240, comma 1, lettera b): *“i livelli di contaminazione delle matrici ambientali che costituiscono valori al di sopra dei quali è necessaria la caratterizzazione del sito e l'analisi di rischio sito specifica, come individuati nell'Allegato 5 alla parte quarta del presente decreto. Nel caso in cui il sito potenzialmente contaminato sia ubicato in un'area interessata da fenomeni antropici o naturali che abbiano determinato il superamento di una o più concentrazioni soglia di contaminazione, queste ultime si assumono pari al valore di fondo esistente per tutti i parametri superati”*. Tale ambito di attività viene usualmente richiesto in sede istituzionale, nel caso in cui nei siti oggetto di bonifica gli analiti superino sistematicamente i valori di CSC per cause non imputabili a produzioni e lavorazioni pregresse ivi svolte. I casi tipici per le acque sono rappresentati da elevati tenori di Ferro e Manganese, ma talora anche di composti organici e inorganici, presenti diffusamente nelle acque superficiali e sotterranee del nostro paese.

Come è risaputo ISPRA, nelle sue funzioni di supporto tecnico al Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare (MATTM), ha il compito di redigere e aggiornare, anche in collaborazione con altri Enti e Istituti coinvolti, le linee guida per le attività di caratterizzazione e bonifica dei Siti di Interesse Nazionale (SIN). Questi ultimi secondo la Normativa vigente (Art. 252, comma 1 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.) vengono così definiti: *“ai fini della bonifica, sono individuabili in relazione alle caratteristiche del sito, alle quantità e pericolosità degli inquinanti presenti, al rilievo dell'impatto sull'ambiente circostante in termini di rischio sanitario ed ecologico, nonché di pregiudizio per i beni culturali ed ambientali”*.

Durante gli ultimi anni in sede istituzionale ai fini della bonifica dei SIN, il cui procedimento viene gestito dal MATTM, è stato richiesto ad ISPRA e in taluni casi alle Agenzie regionali di procedere alla determinazione dei VDFN. Questa branca di studio che attualmente risulta una prassi assodata e riconosciuta da *standard* a livello mondiale, decollò all'inizio negli anni '90 e segno una mutazione radicale nell'ambito della geochimica indirizzandola verso tematiche ambientali. Essa precedentemente veniva applicata alla prospezione mineraria finalizzata allo sfruttamento dei giacimenti. Le prime linee guida, redatte dall' U.S. EPA e dai Servizio Geologici Europei (ora confluiti nell'*Eurogeosurvey*), definirono le modalità di determinazione dei VDFN. In Italia precedute dalle linee guida della Provincia e Università Politecnica di Milano (G. P. Beretta, M. Bonuomo, R. Pellegri, 2003), i documenti di riferimento in tale ambito sono il *“Protocollo operativo per la determinazione dei valori di fondo di metalli /metalloidi nei suoli dei siti di interesse nazionale”* APAT-ISS 2006 e il *“Protocollo per la definizione dei Valori di Fondo per le Sostanze Inorganiche nelle Acque Sotterranee”* ISPRA 2009. La metodologia di indagine proposta da ISPRA nei summenzionati protocolli utilizza una procedura combinata, costituita da un indagine tipo geologico – statistica, (C. Reimann, J. Matschullat, A. Gatuszka, Z. M. Migaszewski & AA.VV), atta a verificare se elevate concentrazioni degli analiti presenti nelle matrici ambientali siano di origine naturale o determinate da attività antropiche. I 40 SIN oggi esistenti in Italia includono sia quelli caratterizzati da contaminazione primaria da amianto, (Balangero, Bari Fibronit, Biancavilla, Broni, Casale Monferrato, Emarese), sia

altri dove i marker di contaminazione principale sono ascrivibili ad altri inquinanti ma nei quali, subordinatamente, esistono anche criticità ambientali connesse all'amianto dovute all'esistenza di vecchi impianti produttivi (Bagnoli, Gela-Priolo, Val Basento), o alla sua presenza naturale (Massa Carrara).

In Italia oltre ai summenzionati SIN, va rammentato che si trovano affioramenti e presenza di amianto naturale in Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia Liguria, Emilia-Romagna, Toscana, Basilicata e Calabria, connessi alla presenza di formazioni scistose, le cosiddette ofioliti o “pietre verdi”, nei marmi o in rocce di origine vulcanica idrotermale, come nel caso di Biancavilla.

L'unico studio dei VDFN nell'ambito dei SIN amiantiferi è stato richiesto agli Enti dal MATTM per Balangero, il più grande giacimento estrattivo di amianto in Europa e uno dei primi al mondo, la cui produzione fu dismessa nel 1990. In relazione ad alcuni superamenti delle CSC rilevati in fase di caratterizzazione del sito, fu deliberato in sede istituzionale di procedere con lo studio dei VDFN sia per i suoli, (Amianto, Cobalto, Cromo Totale e Nichel), sia per l'Amianto nelle acque con i risultati dello studio che sono stati riportati nel documento relativo agli esiti del Piano di Caratterizzazione. Tale tematica è in fase di valutazione e approfondimento da parte degli Enti scientifici nazionali e da Arpa Piemonte. La Tab. 1 riporta alcuni dati anagrafici dei SIN amiantiferi.

AMIANTO NELLE ACQUE: FATTIBILITÀ DELLO STUDIO DEI VDFN E PRIMI STUDI AMERICANI SULL'ORIGINE

Allo scopo di approfondire questa tematica un primo passaggio obbligato è quello di individuare l'origine della presenza di amian-

Tabella 1 – Scheda anagrafica dei SIN, dati fonte <http://www.minambiente.it/>

SIN	Area	Caratteristiche del SIN	Origine della contaminazione da amianto in ambiente	Presenza di amianto nelle acque
Balangero	315 ha	Area di cava/miniera di S. Vittore	Principalmente naturale e subordinatamente dagli ex-stabilimenti produttivi	Rilevato sia in alcuni pozzi che in acque superficiali di alcuni corsi d'acqua e del lago di cava presente nell'area di scavo della miniera
Bari-Fibronit	15 ha	Ex stabilimento di produzione di cemento amianto (ex Fibronit)	Antropica dall'ex stabilimento e da tubazioni/condotte d'acqua	Nessuna rilevanza emersa dalla caratterizzazione del sito
Biancavilla	330 ha	Area di cava di Monte Calvario/area urbana	Sia naturale, proveniente dalle vulcaniti del monte Calvario, sia antropiche legate alla presenza di manufatti e condotte d'acqua presenti nel territorio comunale	I dati di caratterizzazione del SIN (anno 2005) hanno mostrato la presenza di amianto nelle acque di falda dei pozzi e in alcune sorgenti. Nessuna rilevanza emersa dalla caratterizzazione del sito, falda ubicata in profondità e confinata da un livello impermeabile.
Broni	13,5 ha	Stabilimenti di produzione di cemento amianto (ex Fibronit ed ex Ecored)	Antropica, presente l'ex stabilimento Fibronit e legate alla presenza di manufatti tubazioni/condotte d'acqua	Nessuna rilevanza emersa dalla caratterizzazione del sito, falda ubicata in profondità e confinata da un livello impermeabile.
Casale Monferrato	784 ha	Ex stabilimento di produzione di cemento amianto (Eternit)	Antropica dalla diffusa presenza di MCA e RCA nel territorio; possibile presenza di polverino in acquedotti e tubature. Subordinatamente di origine naturale ad opera del dilavamento e ruscellamento delle formazioni scistose presenti nella catena alpina e poi convogliate nei corsi d'acqua, in primis nel Po	Sia nelle acque di falda di alcuni pozzi che in quelle superficiali dell'area prospiciente al ex-stabilimento della Eternit (dati 2014)
Emarese	229,3 ha	Aree di cava dismesse	Naturale	Nessuna rilevanza emersa dalla caratterizzazione del sito

to nelle acque, che usualmente è ascrivibile ai seguenti fenomeni:

- bacini, corsi d'acqua che scorrono in mezzo alle rocce contenenti/contaminate da amianto (presenza di amianto nelle acque superficiali e nelle acque potabili);
- utilizzo di tubazioni in cemento-amianto come condutture per acque potabili;
- emissioni liquide dei cantieri di bonifica confinati, canali di scolo, ruscellamenti vari durante bonifiche di siti naturali e/o terreni contaminati.
- in corrispondenza di scoli d'acqua e/o conglobato in piccole stalattiti in punti di gocciolamento situati nelle grondaie, nelle coperture e in altri manufatti contenenti amianto sotto forma di materiale friabile o polverulento;

La possibile causa di presenza di amianto nelle acque, del primo punto dell'elenco è sicuramente riconducibile a fenomeni di origine naturale e la determinazione di un valore limite o di soglia, potrebbe ricadere nel ambito applicativo dei VDFN sopra descritto. Mentre per le rimanenti tre possibili origini di contaminazione, la messa in circolo di amianto nelle acque sono ascrivibili a fenomeni naturali come conseguenza determinata da erosione, dilavamento dei Materiali Contenenti Amianto (MCA); quindi ai fenomeni naturali si somma il contributo connesso ad attività umane. Detto ciò si può introdurre il concetto di fondo antropico e determinazione dei relativi valori di fondo VDFA, che sempre sulla base della norma ISO 19258 possono essere così definiti: la "concentrazione di una sostanza nei suoli derivata sia dal contenuto naturale pedo-geochimico sia della moderata immissione diffusa nel suolo, emessa da una sorgente mobile, da una sorgente estesa o da più sorgenti". Di conseguenza un ipotetico studio della contaminazione di amianto nelle acque che abbia una rilevanza scientifica, deve in ogni caso muoversi nei due diversi ambiti, naturale ed antropico, a seconda delle peculiarità ambientale dell'area o del sito investigato.

Ma quali sono i VDFN e i VDFA tipici a cui si fa riferimento? Vista la loro estrema variabilità nei differenti contesti, nel tempo e

nello spazio, anche di vari ordini di grandezza, quali sono i dati funzionali allo studio?

Un aiuto importante viene in primis fornito dai dati di letteratura e dagli studi realizzati principalmente negli Stati Uniti e subordinatamente in Canada a partire dagli anni '70, laddove la presenza di amianto nelle acque, sia di origine naturale che antropica in relazione alla potenziale pericolosità sulla salute umana, era già una tematica molto sentita.

Uno dei primi documenti di riferimento "Analysis of Amphibole Asbestiform Fibers in Municipal Water Supplies" (W. Nicholson - 1974), evidenziava che la diffusione in ambiente del crisotilo era derivante da operazioni di estrazione mineraria, di lavorazione primaria e secondaria, alle quali poteva sommarsi il contributo derivante dall'erosione dei depositi naturali di minerali di serpentino presenti in molte parti degli Stati Uniti, focalizzando l'uso intensivo del minerale e indicandolo come potenziale contaminante delle acque. Lo studio che esaminava l'interazione tra fornitura d'acqua potabile di alcune città del Minnesota e l'attività mineraria di Silver Bay, era finalizzato alla classificazione dei minerali anfibolici e alle dimensioni delle fibre, però a causa delle allora limitate tecniche analitiche, i risultati avevano fornito informazioni parziali ed incomplete. La pubblicazione "Concentration and Size of Asbestos in Water Supplies" (J. R. Millette, P. J. Clark, M.F. Pansing e J.D. Twyman - 1980), ampliò in modo significativo e maggiormente esaustivo i precedenti lavori, investigando di fatto le forniture d'acqua potabile in 47 stati americani, con oltre 1500 analisi chimiche. L'amianto analizzato presente nelle acque proveniva indistintamente sia da fonti naturali che antropiche, (fenomeni di erosione naturale, rifiuti di lavorazione delle miniere, erosione dei MCA, corrosione di tubazioni in cemento-amianto, rottura di coperture e cisterne). I risultati di questo studio, ottenuti con analisi effettuate con tecnica di microscopia ottica, hanno fornito importanti indicazioni riguardo la concentrazione e dimensione delle fibre presenti nelle forniture di

acqua potabile. Sulla base del campionamento statistico effettuato, il quale ha coinvolto 406 centri abitati, risulta che una percentuale di circa l'8% di popolazione utilizza acqua potabile con valori di concentrazioni comprese tra 1 e 10 MLF, mentre circa il 10% è esposto a valori superiori a 10 MLF. Riguardo la dimensione delle fibre è stato evidenziato che essa dipende dalla sorgente di origine.

La lunghezza media delle fibre di crisotilo rinvenute lungo i sistemi di adduzione delle acque in cemento amianto, hanno fatto riscontrare valori medi pari a circa 4 µm, mentre la lunghezza media di fibre derivanti da erosione naturale presentano valori dell'ordine di 1 µm (Tab. 2).

Oltre a definire un dimensionamento di massima, seppur cumulativo, dei valori di concentrazione tipici di amianto nelle acque, il dato importante di questo studio riguarda le dimensioni delle fibre di amianto che variano a seconda della sorgente, con quelle provenienti da fenomeni di erosione naturale più corte rispetto a quelle presenti nelle tubazioni in cemento-amianto. Il lavoro "Asbestos in Water Supplies of the United States" (J. R. Millette, P. J. Clark, J. Stober e M. Rosenthal, 1983), riagganciandosi al precedente studio sulle acque potabili in USA, che coinvolse 538 città, ha rivelato che circa l'8% della popolazione utilizza acque con concentrazioni superiori al MLF. Inoltre le determinazioni analitiche riguardo le dimensioni delle fibre in acqua eseguite in due aree campione, California (Bay Area) e Washington (Puget Sound area), mostrano che le fibre rinvenute nelle acque potabili presentano una lunghezza inferiore ai 5 µm.

VALORI TIPICI DI AMIANTO NATURALE NELLE ACQUE

Di seguito si riportano valori tipici del minerale nelle acque acquisiti da studi internazionali e nazionali, ma anche per i suoli in prospettiva della fattibilità di eventuali studi sui valori di fondo. Il lavoro "An electron microscopic study of asbestiform fiber concentrations in Rio Grande Valley", (T. Oliver, and L. E. Murr, 1976), rivela che in alcuni pozzi dello stato del New Mexico sono stati evidenziati

Tabella 2 – Distribuzione percentuali delle fibre in relazione alla loro lunghezza, (J. R. Millette & AA.VV., 1980)

Source	Number of fibers	Distribution of fiber length classification (%)									
		< 0.1 µm	0.1-0.2 µm	0.2-0.5 µm	0.5-1.0 µm	1-2 µm	2-5 µm	5-10 µm	10-25 µm	25-30 µm	≥ 50 µm
Reservoir water (WA)	210	0	0	33	51	14	2	0	0	0	0
Raw water (CA)	240	0	0	6	28	46	17.5	2	0.5	0	0
Asbestos cement pipe system (FL)	503	0	0	3	17	30	34	13	2	1	0
Asbestos cement pipe system (SC)	215	0	0	23	16	23	16	14	6	1	1
Cistern (VI)	342	0	0	9	31	32	19	4	5	0	0

valori superiori al miliardo di fibre/L. Dati di letteratura relativi alla presenza di amianto di origine naturale provenienti da fonti canadesi e americane mostrano concentrazioni massime sino a 100 miliardi Fibre /L nel fiume di Sumas che scorre in Canada dallo Stato di Washington, "Asbestos Fibers in Receiving Waters" (H. Schreier, J. Taylor, 1980). Nel fiume Yukon, che attraversa Alaska e Canada, sono stati rilevati valori elevati dell'ordine del miliardo di fibre/litro, "Mineral Fiber Analysis of Yukon River Samples" (D.R. Marklund, 1981).

Ulteriori indagini hanno evidenziato valori di concentrazione di 4,7 MLF di crocidolite nell'acqua di un pozzo del New Jersey "Distribution of asbestos in the bedrock of the northern New Jersey area" (M. Borough, 1981), intestato nel locale substrato roccioso. Per ciò che riguarda l'Italia relativamente allo studio dei valori di amianto delle acque, va preliminarmente segnalato un lavoro effettuato nella miniera di Balangero "Simulation of nickel transport in the shallow aquifer of Stura Valley (Northern Italy)" (P. Caramuscio, P. Annoni G. Pesando e G.M. Zuppi, 1992), che ha evidenziato elevati valori di amianto, nei pressi della miniera, nelle acque dei torrenti $1,00 \pm 3,60$ mg/l e nelle acque sotterranee $1,00 \pm 4,10$ mg/l, mentre nei campioni d'acqua prelevati a 5 km dall'area di cava le concentrazioni si riducevano di un decimo.

A complemento di questa indagine fu eseguito l' "Hydrogeological study on the presence of asbestos fibres in water of Northern Italy" (S. Buzio, G. Pesando e G.M. Zuppi, 2000),

che indagava sulla potenziale presenza di amianto nelle forniture delle acque potabili in Piemonte. I risultati dello studio (Tab. 3).

Le analisi eseguite durante quattro campagne stagionali realizzate in un anno nella rete acquedottistica e lungo le aste fluviali del Po, mostrano che i quantitativi di amianto presenti nelle acque sono risultati molto bassi o addirittura assenti.

Anticipato dal lavoro eseguito sul Fiume Stura nel 1992 (un ambito poco esplorato in quanto la maggior parte degli studi, per ovvi motivi, si sono concentrati sulla presenza dell'amianto nelle acque potabili e le loro implicazioni sanitarie), è la caratterizzazione geochimica connessa alla presenza di elevate concentrazioni di amianto in forma naturale. In tale contesto si segnalano i seguenti lavori: "Asbestos pollution in an inactive mine: Determination of asbestos fibers in the deposit tailings and water" (E. Koumantakis, K. Anastasiadou, D. Kalderis e E. Gidarakos, 2009), "Geochemistry of amphibole asbestos from northeastern Portugal and its use in monitoring the environmental impact of asbestos from quarrying" (R. J. S. Teixeira, A. M. R. Neiva, M. E. P., Gomes, 2010) e "Mineralogy and geochemistry of asbestos observed in soils developed within San Severino Lucano village (Southern Italy)" (A. Bloise, R. Punturo, C. Ricchiuti, C. Apollaro, 2017).

In queste pubblicazioni vengono correlati i valori di concentrazioni di amianto naturale con altri parametri e analiti presenti nelle matrici ambientali. Sulla base delle espe-

rienze maturate da ISPRA in questo campo di indagine, è stato ritenuto opportuno illustrare anche i dati di caratterizzazione dei suoli, in quanto rilevanti da un punto di vista scientifico e funzionali ad un eventuale studio sui VDFN dell'amianto nelle acque, (origine e caratteristiche degli hot-spot di contaminazione primaria, meccanismi di rilascio, scambio cationico, pH, concentrazioni di elementi accessori, ecc.). Il primo dei tre lavori sopra citati riguarda la miniera dismessa di MABE, adibita sino al 2000 all'estrazione del crisotilo, situata a nord della Grecia nella regione di Zidani (Tabb. 4 e 5).

Come si evince dalla tabella di Tab. 4 i livelli di concentrazioni di amianto delle acque superficiali, prelevate dal fiume Aliakmonas e del lago Polifitou situati a ridosso del sito minerario, in molti casi sono risultati superiori al valore di 7×10^6 fibre/litro fissato da U.S. EPA per l'amianto in acque superficiali. Analogamente agli studi effettuati in Piemonte, si sono riscontrate una riduzione dei valori di concentrazione e della dimensione delle fibre dall'area sorgente, (campioni W6-W8), verso le zone più esterne al sito minerario, (campione W10). I risultati relativi alla misura delle dimensioni delle fibre mostrano che la maggior parte di esse presentano tra i 5 µm e 10 µm di lunghezza. Tuttavia nei campioni prelevati in aree più esterne al sito le dimensioni si riducono e in conseguenza di ciò viene ipotizzato che le fibre trasportate a valle del sito possano ridursi ulteriormente. È stato

Tabella 3 – Risultati analitici dei campionamenti delle acque, (S. Buzio, G. Pesando e G.M. Zuppi, 2000)

Sample	1° Survey		2° Survey		3° Survey		4° Survey	
	Asbestos (mg ^l -1)	Part./screen (n°)	Asbestos (mg ^l -1)	Part./screen (n°)	Asbestos (mg ^l -1)	Part./screen (n°)	Asbestos (mg ^l -1)	Part./screen (n°)
Water tap 69380	0	1.7	0	3	0	1.6	–	0.8
Water tap 38366	0	5	0	3.9	0	1.5	–	1.8
Water tap 36576	0	8	0	4	0	4.5	–	23.2
Water tap 34664	0	5.2	0	2.9	0	4.7	–	0.4
Water tap 69444	0	20.6	0	1.7	0	1.3	–	3.2
Raw Po water	1.12	31.2	0	38.5	0	> 40	0	> 100
Pian della Mussa Plant	0	1.8	0	0.3	0	1.8	0	1.7
Venaria Plant	0	1.4	0	13.5	0	3.9	0	2.1
Stura Bridge Plant (out)	0	0.9	0	1.1	0	1.4	0	0.4
Stura Bridge Plant (in)	0	3.7	–	–	–	–	–	–
Viù Valley—Sect. 1	0	0.8	0	16.7	0	2.3	0	25.6
Viù Valley—Sect. 2	0	2.2	0	17.2	0	22.7	0	27.2
Viù Valley—Sect. 3	0	2.2	0	19.8	0	16.8	0	31.4
Viù Valley—Sect. 4	1.01	0.7	0	13.8	0	14.2	0	2.5
Viù Valley—Sect. 5	0	3.4	–	–	–	–	–	–
Viù Valley—Pilot plant (out)	0	1.7	0.12	16.8	0	22.7	–	–
Viù Valley—Pilot plant (in)	0	13.8	0	15.4	0	20.8	–	–
Viù Valley—Sect. 6	0	0.6	0	17.2	0	23.4	0	28.2
Viù Valley—Balangero downstream	100–1000							

Tabella 4 – Parametri fisici e chimici medi rilevati nei suoli della miniera di MABE, (E. Koumantakis & AA.VV. 2009)

Parameter	Value (\pm SD)	Method of analysis	Canadian soil quality guidelines (industrial sites) ¹
Total coarse and fine fraction (0.09 < d < 53 mm) (&)	7.2 (\pm 2.1)		
Larger fractions, rocks and other debris (d > 53 mm) (%)	92.8 (\pm 9.4)		
Moisture	10% (\pm 1%)	EN 12880	
pH	9.1 (\pm 0.7)	DIN 10390	6-8
Colour	Grey		
Material classification	Sandy, fibrous soil	DIN 4022	
Arsenic (mg/kg)	<8 (\pm 1)	EN ISO 11885	12
Lead (mg/kg)	<7 (\pm 1)	EN ISO 11885	600
Cadmium (mg/kg)	0.5 (\pm 0.1)	EN ISO 11885	22
Chromium (III and VI) (mg/kg)	520 (\pm 46)	EN ISO 11885	87
Chromium (VI) (mg/kg)	<0.05	EN ISO 11885	1.4
Copper (mg/kg)	9 (\pm 1)	EN ISO 11885	91
Nickel (mg/kg)	1700 (\pm 96)	EN ISO 11885	50
Mercury (mg/kg)	<0.3 (\pm 0.05)	EN 1483	50
Zinc (mg/kg)	13 (\pm 1)	EN ISO 11885	360
Total cyanide (mg/kg)	<0.02	DIN 38405-1	8

¹ Canadian Council of Ministers of the Environment, 2001. Canadian soil quality guidelines for the protection of environmental and human health: summary tables. Updated. In: Canadian environmental quality guidelines, 1999, Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg.

Tabella 5 – Valori di amianto nelle acque superficiali prospicienti il sito di MABE, (E. Koumantakis & AA.VV. 2009)

Asbestos type	Fiber concentration C (x 10 ⁶ f/l)									
	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10
pH	8.12	8.36	8.33	8.4	8.31	8.4	8.17	8.5	8.38	8.26
Chrysotile	10.2	21.4	23.9	22.2	27.1	34.3	39.0	152.0	18.2	4.3
Amphibole	1.2	0.5	2.2	0	1.4	4.4	3.8	6.9	0.4	0.2
Anthophyllite	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	0.1
Actinolite/tremolite	1.2	0.5	2.2	0	1.4	2.9	3.8	6.9	0.4	0.1
Sub-total	11.2	21.9	26.1	22.2	28.5	38.7	42.8	158.9	18.6	4.5
Non-asbestos fibers	0.7	3.3	2.2	10.8	6.8	0	5.7	17.3	0.8	0.6
Total	11.9	25.2	28.3	33.0	35.3	38.7	48.5	176.2	19.4	5.1

inoltre effettuato un confronto tra i valori di amianto e i valori medi di Calcio, Magnesio e Ferro, i quali hanno mostrato alcune correlazioni reciproche tra analiti, ma seppure tale elemento risulta interessante è insufficiente ai fini di una attendibilità scientifica, visto l'esiguo numero di dati e quindi statisticamente non rappresentativo. Nel secondo lavoro l'analisi eseguita sui suoli risulta interessante in prospettiva di un lavoro sui VDFN, in quanto viene effettuato un approfondito studio geo-chimico degli anfibioli e degli elementi in traccia presenti nelle formazioni asbestifere della regione nord-est del Portogallo (Tab. 6).

Per quanto riguarda infine lo studio geo-chimico compiuto a San Severino Lucano (PZ), i risultati analitici evidenziano come i campioni di terreno raccolti contengono minerali di amianto, in prevalenza crisotilo e tremolite, minerali di argilla, diopside, quarzo. Relativamente agli elementi metallici, sono stati rinvenuti ossidi di Ferro e Cromo in quantità elevate in alcuni campioni di crisotilo, mentre alti valori di concentrazione di Nichel sono stati trovati prevalentemente nella tremolite. Le conclusioni di questo lavoro risultano assai interessanti, in quanto si ventila l'ipotesi che la citotossicità

dell'amianto potrebbe anche essere correlata ai metalli pesanti, anch'essi potenzialmente tossici, presenti come impurità nel minerale anche ad elevate concentrazioni.

AMIANTO DI ORIGINE ANTROPICA NELLE ACQUE

L'apporto antropico di amianto nelle acque, è determinato principalmente dalla presenza diffusa di tubazioni e cassoni dell'acqua in cemento-amianto e subordinatamente dal dilavamento di MCA. Sulla base di recenti studi eseguiti dall'ISS, la sintesi dei dati raccolti evidenzia quanto segue:

- sono circa il 25% dei paesi in cui è stata elaborata una mappatura delle tubazioni in cemento-amianto, non risultano dati per il 33% dei paesi, mentre per il 42% i dati sono parziali;
- nel 92% dei casi non sono in atto attività di monitoraggio, mentre per i restanti casi sono raccolti dati su base sito-specifica;
- per nessun paese sono, allo stato attuale, in atto specifiche iniziative associate alla Risoluzione del Parlamento Europeo.

Per quanto concerne informazioni riguardanti i livelli di inquinamento connesso alle

attività umane, sulla base delle informazioni fornite dal Ministero della Salute e ai dati acquisiti da studi eseguiti in USA, è stato evidenziato che i livelli di contaminazione antropica possono raggiungere i 10–300 MFL, anche se nella maggior parte delle fonti di acqua potabile con depositi di amianto o con cemento-amianto, la concentrazione di amianto risulta essere inferiore a 1000 f/L. Altri lavori europei hanno mostrato che un elevato numero di fibre è misurabile subito dopo l'installazione di nuove tubature o in corrispondenza di eventi di manutenzione, per poi decrescere rapidamente nel tempo. Una ricerca realizzata in Giappone ha confermato, in linea con gli studi americani effettuati negli anni '70 e '80, che le fibre contenute nelle acque potabili a seguito di fenomeni di erosione delle condotte in cemento-amianto, presentano lunghezze differenti rispetto a quelle considerate 'pericolose'. In Europa, alcune indagini eseguite in Svezia hanno fatto registrare valori massimi di 3,6 MFL, i quali però non sembrerebbero pienamente attribuibili al rilascio da parte di tubazioni in cemento-amianto. Valori dello stesso ordine di grandezza sono stati riscontrati in alcu-

ne acque aggressive in Gran Bretagna, con concentrazioni superiori a 2,2 MFL. Sono stati pubblicati anche altri lavori europei nei quali i livelli di inquinamento sono sempre risultati inferiori a quelli delle acque americane, Olanda 0,01-0,24 MFL e Germania: 0,005-0,4 MFL, (fonte "Contaminazione da fibre di amianto nelle acque potabili in Toscana" - G. Fornaciaci, M. Cherubini, F. Mantelli, 1997).

Visto che i danni alle tubazioni dipendono principalmente dalla natura aggressiva dell'acqua un parametro importante in questo ambito di analisi è l'indice di aggressività (I.A.) nelle tubazioni per acque potabili, introdotto nel nostro paese dalla circolare del Ministero del Sanità n. 42 del 01/07/1986. Esso viene calcolato secondo la seguente formula: $I.A. = pH + \log(A \cdot H)$, con A = alcalinità totale in $mg/L^{-1} CaCO_3$ e H = durezza

calcica in $mg L^{-1}$ di $CaCO_3$. Per la valutazione dell'Indice di Aggressività fu adottata la seguente scala di valori di riferimento: I.A. < 10 acque fortemente aggressive, $10 < I.A. < 12$ acque moderatamente aggressive e I.A. > 12 acque non aggressive. Il già menzionato studio sulle forniture d'acqua potabile in USA, (J. R. Millette & AA.VV., 1983), evidenzia che le acque dove sono risultati valori elevati di amianto del tenore di 1-10 MLF risultavano aggressive. D'altro canto nella pubblicazione "Chrysotile asbestos fibers in drinking water from asbestocement pipe" (M.S. Kanarek, P.M. Conforti, L.A. Jackson, 1981), si evidenziò come in corrispondenza di elevate concentrazioni di amianto (34 MLF rilevate in un sistema di distribuzione), le acque risultavano non aggressive.

Altre ricerche condotte in Europa hanno rilevato che il ferro riduce considerevolmente l'aggressività dell'acqua; ciò non comporta l'esaurimento del calcio in sospensione ma lega le fibre e inibisce l'erosione delle tubazioni, ("Corrosion on asbestos-cement pipes" - H. Kristiansen, 1977 & "Studies of the presence of asbestos fibers in drinking water in the Federal Republic of Germany and a health evaluation of the results", E. Mayer 1982).

In Italia è stimata la presenza di circa 125.000 Km di condotte in cemento-amianto, la maggior parte delle quali presenti nei piccoli Comuni e realizzate tra gli anni '60 e '70, (fonte articolo "Amianto e acqua potabile", G. Grandesso, 2010 - sito <http://www.dirittoambiente.net>). Altre stime più recenti indicano che l'estensione della rete idrica nazionale costituita da questo materiale potrebbe avere

Tabella 6 – caratterizzazione geochemica delle rocce asbestifere del Portogallo NE (R. J. S. Teixeira e AA.VV.2010)

	Amfibole slip-fibre asbestos			Massive tremolite	Amfibole schist		Steatitic rock			Serpentinite		
	a tremolite	b tremolite	c tremolite	a	a	c	a	b	c	a	b	c
SiO ₂	58.50	59.14	54.51	50.82	46.50	53.40	57.70	50.01	56.63	39.22	39.33	42.28
TiO ₂	0.05	0.04	0.12	0.08	0.21	0.10	0.04	0.08	0.05	0.10	0.15	0.04
Al ₂ O ₃	0.50	0.43	1.46	3.30	7.82	2.76	1.25	2.29	1.29	1.89	2.79	1.81
Fe ₂ O ₃	1.27	0.52	1.71	1.71	0.77	1.79	0.21	4.71	1.82	2.62	4.11	2.49
FeO	4.29	1.63	3.88	4.55	6.56	4.35	4.57	3.33	4.49	4.80	3.84	7.24
MnO	0.15	0.13	0.16	0.15	0.10	0.11	0.25	0.06	0.06	0.10	0.09	0.09
MgO	23.94	26.10	23.46	24.59	24.24	24.87	29.78	30.19	29.17	34.77	35.63	34.05
CaO	7.13	8.26	9.04	9.47	6.51	7.95	0.03	0.26	0.09	1.97	0.26	0.10
Na ₂ O	0.04	0.11	0.21	0.12	0.07	0.20	0.03	0.02	0.04	0.04	0.06	0.02
K ₂ O	0.02	0.01	0.12	0.07	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.01
P ₂ O ₅	0.04	0.06	0.07	0.08	0.05	0.05	1.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.53
L.O.I.	3.41	3.00	3.42	4.05	5.77	3.67	5.18	8.84	4.98	13.25	12.12	10.21
Total	99.34	99.43	98.16	98.99	98.62	99.28	100.06	99.82	98.66	98.81	98.48	98.87
<i>mg</i>	<i>0.89</i>	<i>0.96</i>	<i>0.89</i>	<i>0.88</i>	<i>0.86</i>	<i>0.88</i>	<i>0.83</i>	<i>0.88</i>	<i>0.89</i>	<i>0.90</i>	<i>0.89</i>	<i>0.86</i>
Cr	185	50	931	1265	534	931	702	1182	1336	1352	1367	1465
Zn	41	28	55	89	54	33	43	39	57	62	64	76
Ni	553	605	2710	1040	647	1341	613	1572	1553	1531	1873	1766
Cu	25	39	18	131	30	28	26	18	17	28	39	27
Co	36	46	52	59	57	52	45	78	59	85	92	86
Be	0.19	0.06	0.96	0.14	*	1.59	*	0.19	0.12	0.20	3.08	0.51
Ge	0.17	0.57	0.23	0.09	0.59	0.27	0.63	0.52	0.43	0.41	0.41	0.40
Ga	0.45	0.50	1.89	2.76	5.39	3.93	2.58	2.83	3.55	2.22	4.05	3.88
Li	5.07	4.48	3.83	1.62	3.20	10.89	1.06	0.35	8.83	3.30	1.31	1.48
Zr	1.62	2.01	16.79	0.44	3.30	6.93	0.22	0.70	0.87	0.48	1.01	0.26
Sc	9.52	10.10	16.82	10.02	28.62	7.62	6.41	7.82	7.64	10.96	8.92	11.07
Y	2.96	12.13	12.54	1.11	6.77	5.66	0.39	0.29	0.69	0.88	0.78	1.95
Sr	9.15	20.05	9.63	11.48	8.02	22.13	0.34	9.86	0.35	22.29	0.36	0.62
Pb	*	*	5.06	*	0.53	*	0.61	*	*	0.32	*	*
Ba	0.54	1.24	18.36	2.66	0.76	0.35	1.80	7.18	1.07	2.22	1.99	1.00
Rb	0.20	0.40	3.06	0.34	0.30	0.41	0.44	0.35	1.80	0.70	0.45	0.57
Cs	*	0.10	0.01	0.01	0.14	*	0.02	*	*	0.53	0.06	0.13
Ta	*	*	*	*	1.58	*	0.10	*	*	*	0.09	0.04
U	*	*	*	*	*	0.05	*	*	*	*	*	*
n	3	2	1	2	1	1	1	4	2	4	2	2

a – Donai; b – Pena Maqueira; c – Mourisqueiro; L.O.I. – loss on ignition; *mg* – molecular MgO/(MgO + total FeO); * – below the limit of detection. Analysts: A.A. Duarte and R.J.S. Teixeira.

una lunghezza totale di circa 80 mila chilometri, (fonte III *Consensus Conference* sul mesotelioma maligno - Bari, 29-30 gennaio 2015). In Italia ai fini della tutela della salute umana ed anche in previsione della sostituzione di condotte ammalorate, sono stati condotti alcuni monitoraggi sulla presenza di amianto in acque potabili presente nelle reti di distribuzione. I risultati delle indagini svolte, alcune delle quali ancora in fase d'opera, sono sintetizzati nella Tab. 7.

La tabella evidenzia che tutte le indagini eseguite hanno fatto rilevare valori di concentrazione inferiori al MFL. Gli studi eseguiti sulle condutture idriche presenti in Emilia Romagna, eseguite dall'Arpa Emilia Romagna tramite metodica SEM, approvata dall'ISS che in collaborazione con L'Azienda sanitaria locale di Bologna a partire dal 1998 hanno avviato il controllo in 24 diversi punti di approvvigionamento e in 3 pozzi. Le motivazioni di questa indagine risiedono sia nel fatto che in Emilia Romagna esistono estesi affioramenti di ofioliti nell'Appennino, sia che la rete idrica di Bologna, che serve 400.000 abitanti, è per un terzo costituita da tubazioni in cemento-amianto. Dal 1998 al 2013 sono stati prelevati in totale 406 campioni, con alcuni punti di prelievo monitorati periodicamente e sistematicamente e altri sporadicamente per periodi più limitati, che hanno fatto registrare positività solo nel 7% dei campioni con valori compresi tra 283 a 2550 fibre/litro, in prevalenza Crisotilo e Crocidolite. Sulla base delle valutazioni effettuate dai tecnici, l'amianto nelle acque è stato rinvenuto in corrispondenza di punti di rottura e zone di accumulo terminali della rete, tali da facilitare la raccolta e l'ammasso delle fibre di amianto. I lavaggi delle condotte interessate da contaminazione rilevano l'assenza di fibre di amianto, salvo poi riproporre il problema nei controlli successivi. Interventi maggiormente strutturati, come la riduzione della pressione dell'acqua, finalizzata a contenere la frequenza di rotture e perdite e il collegamento con le parti dell'acquedotto per facilitare il regolare deflusso,

hanno fatto sì che i controlli effettuati risultassero negativi per presenza di amianto. Per quanto riguarda l'aggressività delle acque, i valori rilevati dal dicembre 1998 al giugno 2005 hanno fatto registrare bassi valori di I.A.>1, in media 0,53.

Analogamente all'Emilia Romagna, anche gli studi condotti in Toscana nelle acque potabili hanno fatto registrare valori delle decine di migliaia di fibre/L e quindi sempre inferiori al limite proposto da U.S. EPA. Una prima indagine eseguita negli anni '90 ha evidenziato la presenza di fibre di amianto nel 24% delle acque toscane analizzate, con concentrazioni sempre inferiori a 38.000 fibre/L, con il 79% dei campioni risultati positivi e la cui causa di inquinamento era connessa al rilascio di fibre da parte delle tubazioni in cemento-amianto. Per il restante 21% delle acque è stata supposta una contaminazione di origine naturale, come nel caso di due campioni prelevati nell'area delle Alpi Apuane, laddove è stata rinvenuta la tremolite, di scarso utilizzo commerciale. Le metodiche analitiche utilizzate in questo lavoro sono il SEM per il conteggio delle fibre, la spettroscopia a raggi X per il loro riconoscimento e il SEM e il TEM ai fini del controllo della qualità del metodo. Le analisi finalizzate alla determinazione dell'I.A. sono risultate per il 43% non aggressive, per il 54% moderatamente aggressive e per il 3% altamente aggressive, in varie zone della Regione. Dall'esame dei dati sembrerebbe non sussistere una correlazione tra contaminazione da amianto e aggressività dell'acqua condottata, anche se i 7 campioni dove i valori di aggressività sono alti e medio-alti ai fini di una rappresentatività statistico-scientifica appaiono limitati.

In una recente campagna di monitoraggio della rete idrica, sempre svolta in Toscana, sono stati prelevati 313 campioni dall'Autorità Idrica della Toscana (AIT), tra novembre 2014 e marzo 2016, di cui in n°23 di essi è stata riscontrata la presenza di amianto. In una successiva *tranche* di indagine sono stati prelevati ulteriori 68 campioni, di cui 18 posi-

tivi e 7 dove non è stato possibile effettuare le analisi a causa della eccessiva presenza di particolato. Le analisi sono state eseguite in SEM modificato, che prevede la conta di tutte le fibre e l'analisi delle loro dimensioni (L e D), attraverso una metodica standardizzata da un gruppo di studio tecnico-scientifico coordinata dall'ISS. In solo due di esse si sono superate le 20.000 fibre/litro, (28028 e 36051 fibre/litro).

STATO DELL'ARTE NEI SITI DI INTERESSE NAZIONALE (SIN)

Per quanto riguarda i SIN sulla base dei risultati della caratterizzazione Tab. 1, la presenza naturale di amianto nelle acque può essere di massima considerata solo nei siti di Balangero e Biancavilla. La contaminazione antropica è presente a Casale Monferrato, Biancavilla subordinatamente in misura minore a Balangero, vista la limitata estensione dell'area stabilimenti rispetto al bacino minerario. Di seguito si riportano alcune informazioni circa gli esiti della caratterizzazione ambientale delle acque in questi tre SIN e per Balangero anche gli esiti delle analisi mirate alla determinazione dei VDFN, (fonte <http://www.minambiente.it/>, Verbali delle Conferenze dei Servizi e delle Riunioni tecniche).

Balangero: in questo sito sono stati eseguiti i campionamenti propedeutici alla determinazione dei VDFN per i suoli, realizzata in tre aree geologiche ritenute rappresentative e caratterizzate da *facies* differenti: la Zona Sesia-Lanzo caratterizzata da estese coltri elluvio-colluviali con detrito di falda ed affioramenti di rocce metamorfiche, il Massiccio ultrabascico di Balangero costituito da estesi affioramenti di serpentiniti e i depositi fluvioglaciali dei versanti. I risultati dei 102 campionamenti effettuati mostrano un buon riscontro statistico e correlazione tra i loro rapporti reciproci, in taluni casi con corrispondenza sino alla seconda cifra decimale, per Cobalto, Cromo totale e Nichel, anche quest'ultimo oggetto di estrazione mineraria. Per quanto concerne lo studio dei VDFN per

Tabella 7 – Risultati delle determinazioni analitiche per l'amianto nelle acque potabili, fonte articolo di ECOSCIENZA N. 6/2016, (B. Bruni, M. Cerroni, P. Comba, L. Lucentini, L. Musmeci, E. Testai)

Regione	Comune	N° Campioni	Intervallo di valori (fibre/L)	Periodo	Riferimento
Emilia-Romagna	Bologna	416	N.R. (93% campioni) - 2.550	1998-2013	(1)
Emilia-Romagna	Modena	58	N.R. - 130.000	2006-2013	(1)
Emilia-Romagna	Carpi	50	N.R. - 105.780	2014-2015	(2)
Toscana	–	50	N.R. - 4	2014-2015	(3)
Piemonte	Torino	5	N.R.	1998	(4)
Marche	Senigallia	–	N.R. - 2.680	2013	(5)

NR = non rilevabile

(1) Sito web Arpa Emilia-Romagna; (2) Sito web Aimag; (3) Sito web AIT Autorità Idrica Toscana; (4) S. Buzio, G. Pesando, G.M. Zuppi, "Hydrogeological study on the presence of asbestos fibres in water of Northern Italy" Water Research, 34, 6 (2000); (5) G. Fiorenzuolo, V. Moroni *et al.* "Evaluation of the quality of drinking water in Senigallia (Italy), including the presence of asbestos fibres, and of morbidity and mortality due to gastrointestinal tumors". IG Sanità pubblica 2013; 69:325-339. Si veda anche "La ricerca di amianto nelle acque potabili", sito Arpa.

l'amianto, non risulta una interdipendenza dei valori di concentrazione con gli analiti metallici menzionati; in controtendenza i valori più elevati e relativi superamenti della CSC di 1000 mg/kg nei suoli, sono stati rinvenuti in corrispondenza delle aree caratterizzate da attività antropiche pregresse connesse all'attività estrattiva e nelle zone di accumulo di MCA, (vasche fanghi ed ex stabilimenti). Per quanto riguarda l'analisi delle acque, esse sono state eseguite in Microscopia Elettronica a Scansione del materiale filtrato, con un conteggio eseguito sia a 4000 che a 2000 ingrandimenti, più un ulteriore lettura per ogni campione della stessa analisi a 2000 ingrandimenti con il conteggio delle sole fibre "standard" con lunghezza $> 5 \mu\text{m}$; diametro $< 3 \mu\text{m}$ e rapporto lunghezza:diametro $> 3:1$, con riferimento a quanto proposto dal D.M. 06/09/1994.

Va premesso che i risultati non mostrano correlazioni significative del trend analitico nel tempo dei punti d'acqua; probabilmente ciò è riconducibile sia alla mancanza di continuità temporale dei dati, sia a problemi tecnici (filtro troppo carico, presenza di particolato) che, a causa di portate stagionali e soprattutto meccanismi di erosione, trasporto e sedimentazione in atto, giocano un ruolo determinante. I valori di concentrazioni di fibre rilevati nelle acque superficiali (corsi d'acqua e lago di cava) sono variabili dalle migliaia ai MFL, con i valori più elevati rilevati in corrispondenza di periodi caratterizzati da abbondanti precipitazioni e nelle zone di sedimentazione delle acque, (vasche, briglie, soglie, ecc.).

Per ciò che concerne invece le acque sotterranee, il monitoraggio svolto nei pozzi della piana di Balangero ha rilevato valori che, seppur anch'essi contraddistinti da oscillazioni, risultano in media lievemente minori e solo in alcuni casi superano il MFL. In previsione di uno studio sui VDFN e ai fini di una rilevanza geochimica, va segnalato che i risultati della caratterizzazione delle acque di falda, sia superficiali che profonde, per i composti metallici mostra alcune differenze con la matrice suolo-sottosuolo. A differenza dei suoli, il Cobalto e il Cromo totale non sembrano presentare mobilità nelle acque sotterranee, mentre in controtendenza a quanto rilevato nei suoli il Cromo VI spesso presenta valori al di sopra del limite di rilevanza analitico-strumentale talora di rilievo; altri parametri con elevati tenori di concentrazione nelle acque associati alla presenza di amianto, sono il ferro, il manganese e il nichel, quest'ultimo come visto in precedenza oggetto di studi pregressi eseguiti nell'area mineraria, (P. Caramuscio & AA.VV, 1992).

Biancavilla: in fase di caratterizzazione sono stati prelevati 5 campioni d'acqua provenienti da pozzi e sorgenti ad uso potabile

presenti nel territorio comunale, con i campioni sottoposti ad analisi in tecnica MOCF ed in SEM-EDX. Per quanto riguarda gli esiti delle analisi, esse risultano abbondantemente al di sotto del valore limite proposto da U.S. EPA. I campioni analizzati in modalità MOCF forniscono valori di concentrazione del *range* delle decine di migliaia, mentre le analisi eseguite in SEM-EDX, hanno evidenziato in tutti i campioni analizzati un nuovo minerale, la fluoroedenite. Quest'ultimo, accettato dalla *Commission on New Minerals and Mineral Names* (CNMMN) il 31/01/2001, seppur di genesi differente rispetto agli altri minerali amiantiferi, presenta peculiarità analoghe ad essi, modalità di cristallizzazione di tipo asbestiforme e potenziale azione carcinogena.

La maggior parte dei campioni analizzati in SEM, in linea con le analisi in MOCF, presentano valori in ff/l dell'ordine delle migliaia e delle decine di migliaia. Lo studio "*Indoor exposed to asbestos-like fibers released from contaminated groundwater*" (P. Roccaro, F.G.A. Vagliasindi, 2009), sempre eseguito all'interno del SIN di Biancavilla ha confermato la presenza di fibre di fluoroedenite nelle acque sotterranee. Nei pozzi Picardo 1 e Picardo 2, che rappresentano le principali fonti d'acqua utilizzate per l'approvvigionamento idrico del centro abitato, sono state rispettivamente registrate concentrazioni di fibre pari a 8073 ff/L e 8958 ff/L. Lo studio rivela che nell'ambiente bagno durante la doccia, sono state misurate fibre in atmosfera a concentrazioni di ioni compresi tra 350 e 850 fibre/L, suscettibili di variazione nel corso delle stagioni. Analoghe situazioni si verificano nei locali cucina dove l'acqua corrente, una volta evaporata, può rilasciare nell'ambiente anche un cospicuo numero di fibre. Sono queste, piuttosto che altre occasioni di contatto tra l'uomo e le fibre, le fonti potenziali di pericolo.

Casale Monferrato: sulla base delle prescrizioni formulate in sede istituzionale sono in atto delle campagne stagionali eseguite nelle acque superficiali dell'area prospiciente all'ex-stabilimento della Eternit, in particolare lungo l'asta fluviale del Canale Lanza. I risultati analitici hanno evidenziato valori inferiori a quelli convenzionali di 7×10^6 fibre/litro dell' U.S. EPA, con ordini di grandezza variabili dal limite analitico di rilevanza alle decine di migliaia di fibre/litro, valore medio migliaia di fibre/litro.

Le analisi, condotte da Arpa Piemonte con metodica interna e per conto del Comune di Casale Monferrato, hanno fatto riscontrare una preponderanza di crisotilo e subordinatamente di tremolite, con la presenza accessoria di crocidolite e actinolite solo in pochi campioni. Va inoltre rilevato che i campioni prelevati a differenti profondità nell'ambito

dello stesso punto d'acqua, presentano valori differenti. Sulla base dei risultati ottenuti, ARPA ritiene che la presenza di fibre di amianto nelle acque derivi sia da un apporto antropico, MCA presenti sul fondo, che da un contributo naturale, tramite il Po. Ciò viene suffragato dal fatto che nelle acque superficiali è presente la tremolite, appartenente alle litologie tipiche dei territori attraversati dal Po e dai suoi affluenti.

CONCLUSIONI E VALUTAZIONI FINALI

Gli studi e le indagini effettuate circa la potenziale tossicità dell'amianto nell'acqua in sintesi hanno fatto riscontrare quanto segue. Gli studi sperimentali effettuati sia nell'uomo che sugli animali, non permettono di valutare l'*uptake*, la distribuzione e l'escrezione di fibre di crisotilo a seguito di esposizione orale. I risultati delle indagini svolte a livello internazionale su popolazioni esposte attraverso l'acqua potabile avente concentrazioni di fibre di amianto variabili da 1×10^6 a 200×10^6 fibre/L, provenienti sia da sorgenti naturali contaminate che dalla cessione da parte di condotte o cassoni in cemento-amianto, non hanno fornito finora chiare evidenze di una correlazione fra eccesso di tumori gastrointestinali e consumo di acqua contenente fibre di amianto. Se la valutazione dei rischi basata sulla corrispondenza tra dose inalata e il verificarsi delle patologie asbesto correlate appare complicata proprio in virtù di un *follow-up* della durata anche di decenni, per le acque la situazione appare ancora più complessa. Il processo che conduce alla presenza di amianto nelle acque può essere comparabile al ciclo di una roccia sedimentaria. Laddove abbiamo un'area sorgente, che può essere una formazione naturale o una tubazione/manufatto in MCA che viene erosa e poi messa in circolo nelle acque, per poi precipitare chimicamente ed essere potenzialmente suscettibile di nuova erosione e successiva propagazione in ambiente, sia aereo disperso che nei suoli e nelle acque. Va da sé che il meccanismo è complesso e soprattutto connesso ad una serie di variabili. Pertanto, ai fini di un potenziale studio del fenomeno, risulta quasi impossibile determinare dei valori di esposizione e dedurre la pericolosità per la salute umana. Difatti gli studi passati in rassegna precedentemente hanno mostrato che:

- i valori di concentrazione di fibre presentano un *range* di valori discontinui anche di vari ordini di grandezza, sia in termini spaziali in punti limitrofi che distanti ad un'ipotetica area sorgente, sia nell'ambito di uno stesso punto monitorato in tempi differenti, che a profondità di campionamento differenti dello stesso punto di prelievo, in superficie e sul fondo;

- il valore di concentrazione di fibre in acqua, oltre a presentare valori diffusi tra le varie aree oggetto di studio, aumenta considerevolmente in corrispondenza di eventi meteorici, di turbolenza e in caso di prelievo a portate di emungimento rilevanti;
- le informazioni fornite dai dati di letteratura danno l'esatta entità della variabilità dei valori di concentrazione presenti nelle acque; di conseguenza i dati vanno adeguatamente filtrati e contestualizzati, in quanto elevati valori dell'ordine del miliardo di fibre/litro potrebbero essere riconducibili a situazioni estreme, *hot-spot* di origine naturale derivata da mineralizzazioni locali, nonché non sovrapponibili e correlabili con altre aree, anche adiacenti all'area sorgente.
- le fibre rinvenute nelle acque potabili generalmente presentano una lunghezza inferiore ai 5 µm; le dimensioni delle fibre di amianto variabili a seconda della sorgente, con quelle provenienti da fenomeni di erosione naturale più corte rispetto a quelle presenti nelle tubazioni in cemento-amianto, e che in genere si assottigliano mano a mano che ci si allontani da essa;
- le analisi chimiche a supporto degli studi, seppur svolte con tecniche analitiche scientificamente valide e approvate dagli organismi preposti, sono state effettuate con metodiche diverse e di conseguenza difficilmente sovrapponibili.

Così come rilevato in precedenza, nell'ottica della determinazione di valori convenzionali funzionali agli interventi di bonifica, lo studio dei VDFN appare un utile strumento di supporto se suffragato da un numero cospicuo di monitoraggi e se sostenuto da un numero statisticamente rappresentativo dei prelievi, (il summenzionato protocollo ISPRA ne indica un minimo di 30). Così come emerso dai lavori sinora svolti in Italia sia da ISPRA che dagli Enti locali, la procedura di determinazione dei VDFN risulta più lineare e meno complessa per i suoli mentre, se applicata alle acque, appare maggiormente difficoltosa per ovvi motivi connessi alla presenza di sistemi dinamici in perenne evoluzione e condizionati da numerosi fattori, rispetto alle formazioni geologiche in posto. Da questo punto di vista un valido supporto scientifico potrebbe essere fornito dai dati relativi al monitoraggio dei SIN, che in virtù del loro rischio sanitario ecologico impongono frequenti controlli dello stato delle matrici ambientali, aria, suolo e acque. Ciò consentirebbe di acquisire una mole di dati rappresentativa, soprattutto nel tempo, che potenzialmente potrebbe definire lo stato della contaminazione di amianto nelle acque in relazione alla sua origine. Ovviamente per le motivazioni sopra citate soprattutto connesse all'estrema eterogeneità dei dati e la variabilità delle condizioni al contorno,

lo studio dovrà riguardare un'area limitata e con potenziali valori di soglia, meglio se espressi attraverso *range* differenti a seconda della stagione e dell'area e/o della matrice di prelievo dei campioni. Sulla base dei dati di letteratura, degli studi a oggi effettuati e in funzione degli esiti dei risultati analitici, un corretto approccio geochimico volto alla determinazione dei VDFN imporrebbe di monitorare i seguenti analiti:

- composti della famiglia dei metalli/metalloidi presenti in natura nelle rocce;
- composti inorganici (cloruri, solfati, fluoruri);
- i principali analiti di riferimento per la qualità delle acque e mirati alla comprensione dei processi in atto, (calcio, sodio, potassio, magnesio, cloro, fluoro, manganese);
- composti organici (nitrati, nitriti, ammonio, carbonio organico totale);
- parametri chimico-fisici (pH, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità elettrica specifica, potenziale redox) visto che i fenomeni di erosione e precipitazione chimica giocano un ruolo determinante nella mobilitazione e concentrazione delle fibre asbestiformi in acqua.

L'analisi statistica dei dati raccolti dovrà essere focalizzata soprattutto sulla ricerca di una correlazione, indicata dai rapporti reciproci tra i diversi analiti in funzione delle caratteristiche geologiche delle aree di studio investigate, che rappresenta il segnale diagnostico principale ai fini della determinazione dei VDFN.

Per quanto riguarda invece la determinazione di un VDFA, sulla base delle esperienze maturate dai tecnici di Arpa Emilia, dei monitoraggi svolti in Toscana e dei Gruppi di lavoro operanti in ambito nazionale, *in primis* risulta importante la determinazione dell'indice di aggressività (I.A). Ulteriori parametri analitici da acquisire sono la torbidità, l'idrogenocarbonato, la durezza totale, i solidi sospesi, la turbolenza, la velocità di flusso e il ferro per le motivazioni precedentemente addotte.

Per ciò che concerne invece la definizione di valori normativi, vista l'estrema difficoltà a definire compiutamente i meccanismi comportamentali dell'elemento in acqua, che gioco forza impongono la presenza di una vasta rete di monitoraggio e di una mole di dati eterogenei di varia natura, bisogna anche valutare l'effettiva pericolosità delle fibre a valle della loro precipitazione chimica e potenziale nuova erosione/messa in circolo in ambiente. A questo punto, visto il comportamento del minerale, seppur la valutazione diretta degli effetti nell'area in studio appaia complessa, una strada percorribile potrebbe essere una procedura di valutazione del rischio. Difatti come accennato in precedenza, il percorso dell'amianto in acqua presenta un'analogia ai processi diagenetici di una roccia, (ero-

sione, trasporto, deposizione e alterazione superficiale), e pertanto potrebbe essere fattibile ipotizzare un modello concettuale esistendo una sorgente di contaminazione e dei percorsi di migrazione dell'inquinante attraverso le matrici ambientali, in questo caso le acque e i potenziali bersagli sensibili e/o recettori esterni della contaminazione presente nel sito.

Occorre evidenziare che, pur esistendo da circa 50 anni, le procedure di determinazione del rischio solo recentemente sono diventate una componente rilevante in termini di valutazione ambientale. Laddove molto è stato fatto sia in termini di identificazioni dei rischi connessi alla presenza di determinate sostanze che di individuazione delle situazioni potenzialmente pericolose, al fine di condurre le azioni per ridurre al minimo i rischi potenziali, restano in piedi numerose problematiche relativamente alle stime di esposizione sviluppate dagli agenti pericolosi e la scelta dei recettori. In particolare le procedure utilizzate per l'elaborazione dell'Analisi di rischio sono ad oggi ancora lontane da una compiuta standardizzazione. Allo scopo di sviluppare caratterizzazioni di rischio scientificamente valide per l'amianto dovranno esserne acquisite ulteriori informazioni scientifiche in maniera mirata. In particolare stabilire caso per caso se a valle della deposizione di fibre presenti in acqua sussista un concreto rischio di veicolazione in ambiente aereo, al fine di stabilire se la sua presenza in acqua possa determinare pericolosità per la salute umana, inoltre se esiste un contributo alla cancerogenità da parte dei metalli pesanti presenti nel minerale. Un notevole sforzo dovrà essere applicato anche per caratterizzare ed individuare correttamente i percorsi e i bersagli, rilasciati da differenti sorgenti di contaminazione, sia di origine naturale che antropica. Si rende infine necessario compiere indagini in ciascuna realtà locale con la valutazione del rischio eminentemente di natura sito-specifica e soprattutto con metodiche analitiche standardizzate, al fine di poter rapportare, valutarne e contestualizzarne correttamente i risultati ottenuti.

In attesa di nuovi sviluppi, così come suggerito nella maggior parte degli studi condotti sia a livello internazionale che nazionale, si evidenzia inoltre la necessità di approfondire lo stato di conoscenza sui livelli di concentrazione medi di amianto nelle acque destinate al consumo umano. Una corretta valutazione dello stato di contaminazione effettuato a vasta scala, attraverso il confronto tra VDFN VDFA tramite specifici indicatori e magari illustrata con cartografia tematica a scala locale/regionale, potrebbe condurre ad un gerarchizzazione degli interventi prioritari nelle aree maggiormente a rischio.

Dalla situazione così come rappresentata emerge con nettezza la necessità di un approfondimento della materia a carico degli Organismi tecnico-scientifici e di un conseguente intervento risolutivo da parte del Legislatore.

Nelle more di tale necessario approfondimento, ove si ravvisi la necessità di un intervento concreto, può essere considerato congruo procedere con livelli differenziati di intervento, in ossequio al principio di prevenzione e protezione di derivazione comunitaria.

Nei casi in cui la situazione ambientale al contorno sia caratterizzata da alto rischio di contaminazione da MCA come ad esempio nei SIN, a causa di persistente, storica, presenza di amianto, anche in forma friabile e tuttora non messo in sicurezza/bonificato, l'Autorità competente può richiedere l'applicazione di limiti di intervento pari a quelli indicati nella già ricordata relazione tecnica di Arpa Piemonte, ovvero a quelli derivanti dalle indagini condotte in altri paesi europei Olanda, Germania, Austria e Russia, con un range compreso tra 10.000 e 100.000 fibre/litro.

In altri casi, caratterizzati ad esempio da risultati tranquillizzanti dell'indagine epidemiologica o da risultati negativi di campagne di indagine dell'aereodisperso, possono essere ritenuti idonei valori di intervento quali quelli indicati dal Ministero della Salute (7 milioni di fibre/litro) o similari (Svezia, Gran Bretagna di 3milioni di fibre /litro).

L'individuazione della necessità di intervento può essere preceduta e supportata anche dall'esecuzione di una mirata analisi di rischio ambientale-sanitaria-ecologica, su cui sono stati recentemente registrati progressi nell'applicazione pratica relativa a casi complessi di siti interessati da pregressa, pesante contaminazione di origine antropica.

BIBLIOGRAFIA

- A Graphical Analysis of the Interrelationships among Waterborne Asbestos, Digestive System Cancer and Population Density*" (M. E. Tarter, R. C. Cooper, W. R. Freeman, 1983).
- Amianto e acqua potabile*" (G. Grandesso, 2010) – sito <http://www.dirittoambiente.net>.
- Amianto: nuovi criteri per una corretta valutazione del rischio ai fini della bonifica dei manufatti presenti/segnalati sul territorio*" (G. Scancarello, 2016).
- Analisi di Rischio ecologico per il risanamento dei siti contaminati*", (ANPA, ora ISPRA, Manuali e Linee Guida 11/2002).
- Analysis of Amphibole Asbestiform Fibers in Municipal Water Supplies* " (W. J. Nicholson – 1974).
- An electron microscopic study of asbestiform fiber concentrations in Rio Grande Valley*", (T. Oliver, and L. E. Murr, 1976).
- Arsenic, metals, fibres, & dusts*", Volume 100 C a review of human carcinogens – ARC Monograph on the evaluation of carcinogenic risks to humans, 2012 – sito <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100C/mono100C.pdf>
- Asbestos cement drinking water pipes and possible health risks review for DWI*" (J. K. Fawell, 2002) – sito http://dwi.defra.gov.uk/research/completed-research/reports/DWI70_2_135_asbestos%20cement%20pipes.pdf.
- Asbestos in Drinking-water Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality*", (World Health Organization 2003) – sito http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/asbestos.pdf.
- Asbestos in Water Supplies of the United States*" (J. R. Millette, P. J. Clark, J. Stober e M. Rosenthal, 1983).
- Asbestos in Drinking Water: A Canadian View*" (P. Toft, M. E. Meek, 1983).
- Asbestos in Drinking Water: A Status Report*" (J. A. Cotruvo, 1983).
- Asbestos monitoring and analytical methods*", Atti della Conferenza internazionale AMAM 2005 – sito http://venus.unive.it/fall/Abstracts/Book_of_Abstract.pdf.
- Asbestos pollution in an inactive mine: Determination of asbestos fibers in the deposit tailings and water*" (E. Koumantakis, K. Anastasiadou, D. Kalderis e E. Gidararakos, 2009).
- Campionamenti acque potabili*" & "Valori limite di esposizione negli altri paesi" (F. Cavariani, 2006) – Atti del Corso di formazione permanente per la lotta all'amianto, a cura del MATTM, ISPESL (ora INAIL) e Sviluppo Italia.
- Cancer Risk from Asbestos in Drinking Water: Summary of a Case Control Study in Western Washington*" (L. Polissar, R. K. Severson, E. S. Boatman, 1983).
- Chrysotile asbestos fibers in drinking water from asbestocement pipe*" (M.S. Kanarek, P.M. Conforti, L.A. Jackson, 1981).
- Concentration and Size of Asbestos in Water Supplies*" (J. R. Millette, P. J. Clark, M.F. Pansing, J.D. Twyman, 1980).
- Contaminazione da fibre di amianto nelle acque potabili in Toscana*" (G. Fornaciai, M. Cherubini, F. Mantelli, 1997).
- Corrosion on asbestos-cement pipes*" (H. Kristiansen, 1977).
- Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati*" (ISPRA, 2009).
- Current and Historical American Asbestos Regulations*" (R. D. Brownson, K. K. Warner, J. E. Rosenthal, 2012).
- Determinazione dei Valori di Fondo Naturale dei terreni per metalli e metalloidi nel Sito di Interesse Nazionale della Valle Del Sacco*" (ISPRA, 2009).
- Determination of Background Concentrations of Inorganics in Soils and Sediments at Hazardous Waste Sites*" (U.S. EPA, 1995).
- Distribution of asbestos in the bedrock of the northern New Jersey area*" (M. Borough, 1981).
- Fibre di amianto nell'acqua potabile, sette anni di controlli a Bologna*" (O. Sala, E. Guberti, A. Marconi e AA.VV. 2006) – ARPA Rivista N. 2 Marzo-Aprile 2006
- Geochemical background an environmental perspective*" (A. Gatuszka, Z. M. Migaszewski, 2012).
- Geochemistry of amphibole asbestos from northeastern Portugal and its use in monitoring the environmental impact of asbestos from quarrying*" (R. J. S. Teixeira, A. M. R. Neiva, M. E. P., Gomes, 2010).
- Geology and the Environment in Western Europe*", (Geology and the Environment in Western Europe (WEGS), 1992).
- Guidance for environmental background analysis*" (Battelle Memorial Institute Earth Tech, 2002).
- Hydrogeological study on the presence of asbestos fibres in water of Northern Italy*" (S. Buzio, G. Pesando, G. M. Zuppi, 2000).
- Indagine sulla presenza di fibre di amianto nell'acqua potabile*" (O. Sala e AA. VV., 2005) – Atti dell'European Conference on asbestos monitoring and analytical methods" Venezia, 5-6-7 Dicembre 2005.
- Indoor exposed to asbestos-like fibers released from contaminated groundwater*" (P. Roccaro, F.G.A. Vagliasindi, 2009).
- Inquinamento da asbesto negli ambienti di vita*" (L. Paoletti, S. Cavallo, G. Donelli, 1989).
- L'amianto nell'acqua potabile: patologie, esposizione*" (E. Guberti, 2014) – Atti del Corso di formazione /aggiornamento in materia di Gestione del Rischio derivante da Materiali Contendenti Amianto.
- Linee guida per la determinazione dei valori del fondo naturale nell'ambito della bonifica dei siti contaminati*", (G. P. Beretta, M. Bonuomo, R. Pellegrini 2003).
- Linee guida per la valutazione e Gestione del rischio nella filiera delle acque destinate al consumo umano secondo il modello dei Water Safety Plan*" (L. Lucentini, L. Achene, V. Fuscoletti, f. Nigro Di Gregorio, P. Pettine 2014) – Roma: Istituto Superiore di Sanità. (Rapporti ISTISAN 14/21).
- Linee guida per lo studio dei valori di fondo naturale di alcuni metalli e semimetalli nei suoli della Liguria*" (ARPA Liguria, 2014) – sito https://www.arpal.gov.it/images/stories/Linee_Guida_Fondi_Naturali_suoli.pdf.
- Mineralogy and geochemistry of asbestos observed in soils developed within San Severino Lucano village (Southern Italy)*" (A. Bloise, R. Punturo, C. Ricchiuti, C. Apollaro, 2017).
- Protocollo operativo per la determinazione dei valori di fondo di metalli /metalloidi nei suoli dei siti di interesse nazionale*" (APAT, ora ISPRA, -ISS, 2006).
- Protocollo analitico - Determinazione di fibre di amianto in percolati di discarica*", (L. Zamenigo, S. Malinconico, S. Polizzi, F. Paglietti, 2007).
- Protocollo per la definizione dei Valori di Fondo per le Sostanze Inorganiche nelle Acque Sotterranee*" (ISPRA, 2009).
- Relazione tecnica circa la presenza di elementi fibrosi di amianto e metalli nel Rio Acquestriate (Comune di Voltaggio – AL)*" (ARPA Piemonte – AA. VV, 2002).
- Simulation of nickel transport in the shallow aquifer of Stura Valley (Northern Italy)*" (P. Caramuscio, P. Annoni G. Pesando e G.M. Zuppi, 1992).
- Sintesi delle conoscenze relative all'esposizione e al profilo tossicologico – Amianto*" (B. Bruni & AA. VV., 2016) – sito http://www.salute.gov.it/portale/temi/documenti/acquepotabili/parametri/Val_Amianto_documento_completo.pdf.
- Sito di Interesse Nazionale di Biancavilla*", (E. Martinez, 2006) – Atti del Corso di formazione permanente per la lotta all'amianto, a cura del MATTM, ISPESL (ora INAIL) e Sviluppo Italia.
- Studies of the presence of asbestos fibers in drinking water in the Federal Republic of Germany and a health evaluation of the results*" (E. Mayer 1982).
- Tubazioni e amianto*" (B. Bruni, M. Cerroni, P. Comba, L. Lucentini, L. Musmeci, E. Testai, 2016) – Articolo di Ecoscienza Numero 6 – 2016.
- Verbali delle Conferenze dei Servizi e dalle Riunioni tecniche relative ai Siti di Interesse Nazionale (SIN), sito <http://www.minambiente.it/>.

Procedure tecnico-operative di sicurezza per lavori di scavo e movimentazione terre nel Sito da bonificare di Interesse Nazionale di Biancavilla Etnea

Biancavilla Etnea Superfund site: technical and operational security procedures during soil's digging and moving works

FEDERICA PAGLIETTI
BEATRICE CONESTABILE DELLA STAFFA
SERGIO MALINCONICO
SERGIO BELLAGAMBA
PAOLO DE SIMONE

INAIL - Dipartimento Innovazioni Tecnologiche e Sicurezza degli Impianti Prodotti e Insediamenti Antropici (DIT)
E-mail: dit@inail.it

GIUSEPPE GLORIOSO
PLACIDO MANCARI

Comune di Biancavilla
Via Vittorio Emanuele 467
95033, Biancavilla (CT)

Parole chiave (*key words*): sicurezza (*safety*), Fluoro-edenite (*Fluoro-edenite*), lavoratori (*workers*), contaminazione (*contamination*), rifiuti pericolosi (*hazardous waste*)

1. INTRODUZIONE

Il Comune di Biancavilla (CT), geograficamente ubicato a Sud-Ovest del Vulcano Etna, si estende su una superficie di circa 7.000 ettari, e conta una popolazione di circa 23.000 abitanti.

Studi epidemiologici condotti negli anni Novanta hanno riscontrato un eccesso di mortalità legato a malattie dell'apparato respiratorio. Successivi approfondimenti condotti da vari Enti Scientifici Nazionali hanno poi confermato tale anomalia, evidenziando un incremento del tasso di incidenza di casi di mesotelioma pleurico, anche in età giovanile, di circa il 5% rispetto alla media regionale siciliana.

L'area di Biancavilla è stata di conseguenza oggetto di indagini ambientali volte all'individuazione della sorgente di contaminazione. Dette ricerche, che hanno previsto l'esame di campioni di aria, acqua e suolo prelevati nel territorio comunale, hanno evidenziato la presenza nelle matrici ambientali di concentrazioni più o meno elevate di fibre asbestiformi sconosciute, di origine vulcanica, successivamente ascritte ad un nuovo minerale anfibolico denominato "*Fluoro-edenite*" (riconosciuto dalla Commission on New Minerals and Mineral Names dell'International Mineralogical Association come nuovo end-member della serie degli anfiboli calcici Edenite<->*Fluoro-edenite* in data 31.01.2001). Esso possiede caratteristiche tossicologiche di cancerogenicità per l'uomo analoghe a quelle dei minerali di amianto, come dimostrato dall'insieme delle evidenze scientifiche disponibili e formalmente riconosciuto come cancerogeno dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) dell'Organizzazione Mondiale della Sanità

(OMS), nell'Ottobre 2014. In particolare, il Gruppo di Lavoro IARC lo ha inserito tra gli agenti cancerogeni del Gruppo I A (agenti sicuramente cancerogeni per l'uomo), concludendo che vi è una sufficiente evidenza di cancerogenicità negli animali da esperimento e che l'esposizione all'anfibolo *Fluoro-edenite* in forma fibrosa possa causare il mesotelioma nell'uomo.

L'origine di tali fibre pericolose è stata individuata in una area collinare coincidente con il Monte Calvario, adibita in passato ad attività estrattive di materiale lavico, del quale all'epoca non era nota la contaminazione. Dette attività estrattive hanno provocato un intenso sfruttamento del materiale di cava a partire dagli anni Cinquanta, con il massimo sviluppo economico ed edilizio negli anni Sessanta e Ottanta.

Le caratteristiche tecniche del materiale estratto, localmente chiamato "azolo", particolarmente tenero e non coeso rispetto alle rocce laviche massive circostanti, hanno fatto sì che venisse ampiamente impiegato per l'edilizia locale tra gli anni '50 e '90. Tale materiale è risultato quindi, di più facile lavorazione e conveniente, in quanto riduceva i costi di estrazione, lavorazione, trasporto, e, in generale, della manodopera.

Il materiale estratto è stato utilizzato come inerte per la costruzione di opere pubbliche e private quali, edifici, pavimentazioni stradali, riempimenti, etc. La diffusione del materiale vulcanico nell'abitato cittadino e la presenza dei siti estrattivi all'interno del tessuto urbano, hanno comportato una ampia dispersione delle fibre anfiboliche e propagazione della contaminazione in tutta l'area, favorita anche da un clima locale particolarmente secco soggetto a intensi venti estivi.

Il perimetro comunale è stato, ed è ancora oggi, oggetto di monitoraggi continui e costanti, con l'obiettivo di controllare la concentrazione in aria di tali fibre pericolose. L'OMS, in proposito, ha stabilito che il valore di esposizione ad 1 ff/l di amianto, determinato con analisi in Microscopia Elettronica a Scansione (SEM), possa rappresentare un rischio accettabile per esposizione inalatoria *lifetime* (esposizione nel corso dell'intera esistenza) sia per il mesotelioma pleurico (compreso tra 10^{-5} e 10^{-4}) che per il tumore al polmone (compreso tra 10^{-6} e 10^{-5}).

La prima campagna di monitoraggio, condotta dall'Ispesl precedentemente alle azioni di mitigazione del rischio e/o bonifica, risale all'anno 2000. I risultati evidenziarono una concentrazione di fibre asbesto-simili di *Fluoro-edenite*, rilevata con analisi in SEM, nei due siti estrattivi ed in particolare nei pressi dei frantoi (60-80 ff/l circa) e dei piazzali (20 ff/l circa), di gran lunga superiore al valore di riferimento indicato dall'OMS. Concentrazioni altrettanto allarmanti venivano registrate per gli operatori ecologici (circa 60-70 ff/l) e nei pressi di zone comunali con strade a fondo sterrato durante il passaggio di autoveicoli (10 ff/l circa). Dai risultati ottenuti è comunque apparsa evidente una costante presenza di fibre aerodisperse nell'area urbana, anche se in concentrazione variabile a seconda della vicinanza ai siti estrattivi o alle strade sterrate, del traffico urbano, delle condizioni climatiche e delle lavorazioni a cui gli operatori venivano chiamati.

Per i motivi di cui sopra il comune di Biancavilla è stato individuato quale Sito da bonificare di Interesse Nazionale (SIN) con Decreto Ministeriale 18 settembre 2001 n. 468, e con successivo Decreto Ministeriale del 18 luglio

2002 è stato definito il perimetro al cui interno eseguire gli interventi di caratterizzazione, messa in sicurezza di emergenza, bonifica, ripristino ambientale.

A seguito di quanto rilevato ed accertato dagli Enti Scientifici Nazionali circa la mortalità per mesotelioma pleurico, il Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) e gli stessi Organi scientifici preposti, hanno formulato preliminari raccomandazioni al fine di affrontare il rischio sanitario a Biancavilla, che comprendevano, fra l'altro:

- chiusura delle attività estrattive;
- bitumatura delle strade a fondo sterrato;
- rimozione di eventuali cumuli di materiale di riporto, detriti e polveri depositate, spesso accatastati ai margini delle strade sterrate (confezionandoli in idonei sacchi dopo aver provveduto alla loro bagnatura o trattamento con prodotti incapsulanti);
- conferimento in opportuno volume confinato dei materiali di risulta dei lavori di urbanizzazione, di quelli provenienti dalla rimozione dei cumuli e dei materiali di scavo della costruenda galleria metropolitana della ferrovia Circum-etea;
- adozione di particolari precauzioni durante i lavori di pulizia stradale (sostituzione della spazzatrice del Comune con apparecchiatura specifica per l'amianto, uso da parte degli operatori ecologici di Facciale Filtrante con filtro P3 (FFP3));
- operazioni di pulizia ad umido, anche domestiche, evitando la spazzatura delle zone sterrate antistanti i fabbricati da parte dei privati cittadini;
- Non utilizzo in ambiente domestico e pubblico, ove possibile, di macchinari che inducano movimentazione dell'aria forzata senza filtri specifici (ventilatori, condizionatori etc.);
- previsione di sosta degli scuolabus a motore spento e solo su strade asfaltate.
- ricopertura del fondo del campo sportivo (anch'esso contaminato) con manti erbosi o con altre soluzioni tecniche disponibili.

In ottemperanza a quanto sopra proposto, con ordinanza n.3143/5947/97 20.1 GAB del 11/07/2001 veniva approvato, ai sensi degli artt. 27 e 28 del decreto legislativo del 5 febbraio 1997 n. 22, il progetto per la "Sistemazione definitiva nell'area di Monte Calvario del materiale di risulta delle opere di urbanizzazione dell'abitato di Biancavilla e dallo scavo della galleria della ferrovia metropolitana Circum-etea nell'ambito del territorio del Comune di Biancavilla". Detto progetto ha previsto che i materiali di risulta prodotti dalle attività di urbanizzazione e di realizzazione della costruenda Metropolitana Circum-Etna fossero allocati in sicurezza all'interno del sito estrattivo di Monte Calvario in apposito volume confinato. A tale scopo,

l'area di cava è stata espropriata per far parte del patrimonio del Comune di Biancavilla e resa disponibile. Dal 2002 ad oggi si è data attuazione alle indicazioni operative sopra menzionate portando a compimento nel tempo i vari interventi di risanamento ambientale. Ciò ha visto impegnati in primis il Comune supportato dalle Amministrazioni regionali ed il MATTM che ha di volta in volta esaminato, autorizzato e finanziato gli interventi di Messa in Sicurezza di Emergenza, di Caratterizzazione, di bonifica/Messa in Sicurezza Permanente, a seconda delle situazioni puntuali sulle quali si è intervenuti.

Ulteriori interventi sono stati realizzati per la messa in sicurezza delle aree comunali, tra i quali quelli per la bonifica ed il rifacimento degli intonaci degli edifici pubblici (scuole, uffici, cimitero civico, etc.).

È stata inoltre prevista e realizzata la costruzione di parcheggi, come misura di messa in sicurezza permanente di aree sterrate che concorrevano alla dispersione delle fibre nell'aria ambiente.

Oltre i citati interventi che hanno contribuito a mitigare il rischio sanitario nel SIN di Biancavilla, attualmente è in corso di definizione il Piano di messa in sicurezza permanente e bonifica con ripristino ambientale dell'area di cava di Monte Calvario, comprendente il sito di stoccaggio (ex cava Di Paola).

Il risanamento ambientale dell'intero territorio comunale (coincidente con il perimetro del SIN), avviato operativamente già a partire dal 2002 con significativi oneri a carico dello Stato, è tuttora in corso.

I dati dei successivi monitoraggi, realizzati dall'Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente (Arpa), mostrano un trend discendente delle concentrazioni di fibre di *Fluoro-edenite* aerodisperse, con valori attuali in media di gran lunga al di sotto del valore di riferimento OMS in ambiente cittadino di 1 ff/l. Queste risultanze sono state ulteriormente confermate dall'INAIL, dall'Istituto Superiore di Sanità (Iss) e da vari soggetti pubblici e privati intervenuti nelle varie fasi operative. Alcuni valori anomali superiori a tale limite sono stati osservati in concomitanza di specifici interventi (in particolare durante scavi, abbancamento dei rifiuti in area di discarica, etc.) o in condizioni meteorologiche particolarmente sfavorevoli (clima caldo, secco e ventilato). Gli interventi sinora svolti possono nel complesso considerarsi efficaci.

Tuttora permane la possibilità di dispersione di fibre pericolose nel corso di:

- scavi e movimentazioni di terre contaminate, per opere pubbliche o private (livellamenti, pavimentazioni stradali, tubazioni, fondamenta, opere di escavazione, etc.);
- interventi che comportino operazioni di demolizione o una qualunque forma di

rottura di murature e/o disturbo di materiali contenenti *Fluoro-edenite* in edifici costruiti fra il 1950 ed il 1990 (demolizione di edifici, pareti, rifacimento intonaci, apertura finestre, piccoli interventi di manutenzione, etc.).

Per il miglioramento delle condizioni di sicurezza nel corso degli interventi di risanamento ambientale si è resa necessaria, in relazione alle attività urbanistico-edilizie ancora da intraprendere, la formulazione e l'adozione di specifiche procedure per modalità di "bonifica" non codificate dalle norme vigenti, a tutela dei lavoratori addetti a tali interventi e degli ambienti di vita limitrofi. Ciò al fine di implementare ulteriormente l'efficacia delle attività di prevenzione e di promozione della salute finora messe in atto nel SIN a garanzia di un maggiore livello della qualità ambientale.

2. CONTESTO AMBIENTALE

Il Comune di Biancavilla occupa geograficamente una posizione strategica in quanto ubicato tra il Vulcano Etna ed il mare.

Il territorio comunale è un pianoro ricco di acque bagnato dal Fiume Simeto, a forma pressoché triangolare con la base sul fiume ed il vertice sul cratere centrale dell'Etna.

La sua superficie, prevalentemente collinare, è costituita da modesti vulcani, tutti estinti in epoche remote. Il territorio è caratterizzato nella fascia basale da una serie di gradoni lavici che partendo dal Simeto culminano nell'ampio altopiano basaltico dove oggi sorge il centro abitato, con un pendenza media intorno al 15%.

L'assetto geomorfologico del territorio è caratterizzato dalla tipica valenza morfologica che compete ad un dominio vulcanico, quale quello etneo, contraddistinto dal succedersi irregolare di eventi eruttivi di carattere esplosivo-effusivo. Nel settore settentrionale del territorio si riscontrano diversi con vulcanici la cui origine è legata ad eventi eruttivi di carattere esplosivo.

La configurazione morfologica muta completamente in corrispondenza dei depositi alluvionali terrazzati rilevati nel settore meridionale dell'area ed in corrispondenza delle spianate naturali riscontrate in seno al centro abitato. Queste ultime devono principalmente la loro origine all'azione delle acque di ruscellamento superficiale ed in misura minore all'opera dell'uomo, che ha contribuito con il livellamento delle aree da edificare e da coltivare. Di notevole interesse morfologico è la scarpata che delimita a Sud il centro abitato; essa è dovuta a manifestazioni vulcaniche preetnee e conferisce alla zona un aspetto alquanto accidentato con notevoli dislivelli, di anche 25 metri. La zona sottostante alla scarpata anzidetta, costituita da terreni

generalmente argillosi nei quali si ritrovano inglobati blocchi lavici, mostra un pendio abbastanza ripido che si è venuto a formare a seguito del sollevamento recente che ha interessato tutta l'area.

Dal punto di vista geologico l'area vulcanica si colloca alla periferia esterna della Catena Appenninico-Maghrebide, all'intersezione di importanti direttrici strutturali regionali.

L'esame geologico allegato al nuovo Piano Regolatore Generale, ancora non adottato e approvato, identifica per l'area di cava, le unità litologiche "Lave autobrecciate e lave dell'Ellittico".

Esse affiorano estesamente in corrispondenza del Monte Calvario e sono spesso ben delimitabili nonostante il loro stato di degradazione. Si presume che, verso la fine dell'attività dell'Ellittico, si siano create le condizioni favorevoli per l'effusione, lungo fessure eruttive lineari, di lava fortemente viscosa che ha dato luogo a cupole, più o meno estese, di lava autobrecciata. Al loro interno risultano essere costituite da frammenti di lava di medie dimensioni, a spigoli vivi, immersi in una matrice composta da elementi di dimensione minute della stessa lava. Gli scavi subverticali esistenti hanno consentito di accertare l'esistenza di diverse vulcanofacies non cartografabili, legate da rapporti geometrici estremamente variabili, che presentano sovrapposizioni ed alternanze.

L'insieme dei caratteri mineralogici ivi riscontrati indica una termalità piuttosto

elevata dei processi di trasformazione con presenza di notevoli quantità di acqua.

Malgrado la complessità della situazione, derivata dalla genesi delle cupole o duomi di lava autobrecciata, si può ipotizzare una successione vulcano-stratigrafica molto variabile da zona a zona, costituita da vari livelli, i cui principali sono i seguenti:

- lave massive grigio chiare a tessitura fine, con struttura porfirica; in talune zone si presentano con una giacitura bulbiforme. Nella parte alta le lave si presentano scoriacee, e di colore più scuro e costituiscono la parte vetrosa;
- lave autobrecciate di colore rosso scuro in cui è possibile distinguere elementi lavici prevalentemente di tipo scoriaceo e localmente massivi. La porzione più fine costituisce la matrice di questo agglomerato. In alcune zone risultano visibili cristalli millimetrici di ematite distribuiti nella matrice. Le fratture discontinue esistenti, all'osservazione macroscopica, non sembrano mineralizzate;
- lave massive nerastre a frattura concoide (il colore nerastro è dovuto alla presenza di diffusi microcristalli di ematite) e lave autobrecciate rossastre chiare a struttura porfirica e vacuolare con presenza di fenocristalli di plagioclasio di dimensione da millimetrica a quasi centimetrica.

Lo sfruttamento di questi materiali a fini estrattivi ha determinato la creazione di ampie conche e alte scarpate a elevata instabilità morfologica, soprattutto nell'area di Monte Calvario.

3. SINTESI DEL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE

Il Piano di Caratterizzazione effettuato presso il Comune di Biancavilla dall'Università di Catania, consegnato a Novembre 2005, ha investigato tutte le matrici ambientali aria, acqua, suolo e sottosuolo. Nello specifico le analisi condotte hanno previsto il prelievo e l'analisi di 930 campioni di suolo e sottosuolo, 10 campioni di acque e 2.508 campioni di aerodisperso, nella maggior parte dei quali è stata rilevata la presenza di fibre di *Fluorocedenite* in concentrazioni variabili.

Ai fini della definizione di procedure di sicurezza inerenti gli interventi di scavo e movimentazione terre nell'area del SIN di Biancavilla, si ritiene opportuno evidenziare le risultanze emerse dal Piano di Caratterizzazione per ciò che concerne la matrice suolo. A tal proposito si ricorda che nel corso della Conferenza dei servizi del 4 agosto 2005 tenutasi presso il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio veniva richiesto che: "almeno il 10% delle analisi relative all'amianto nei suoli, il cui quantitativo deve essere espresso come contenuto di amianto totale e non in fibre libere, deve essere effettuata con il metodo della diffrattometria a raggi x (XRD) oppure I.R. trasformata di Fourier (FTIR)".

Dalle risultanze delle indagini di laboratorio effettuate dall'Università di Catania è emerso che entrambe dette metodiche non risultano indicative nel caso del minerale in esame. Ciò in quanto, per ciò che concerne la spettrometria infrarossa (FTIR) la zona



Biancavilla Etnea, area di Monte Calvario

spettroale centrata intorno a 3600 cm^{-1} non è significativa per l'identificazione della *Fluoro-edenite*, poiché il gruppo OH- è sostituito con il gruppo F- ed è quindi indagabile esclusivamente la zona compresa tra 1000 e 450 cm^{-1} , rappresentativa ai fini delle vibrazioni Si-O-Si e Si-O-Mg. Poiché però non solo gli anfibioli ma tutti gli altri silicati possiedono tali gruppi, non è possibile una univoca attribuzione di bande spettrali alla *Fluoro-edenite*. Analogamente per quanto riguarda le misure in Diffrazione di Raggi X (XRD) si è osservato che il diffrattogramma della pura *Fluoro-edenite* presenta il riflesso 100% del minerale, posizionandolo intorno a valori di 28° . In campioni reali di suolo è stato osservato che non sono assolutamente rilevabili i riflessi principali della *Fluoro-edenite* a causa della loro sovrapposizione con quelli del feldspato. La tecnica diffrattometrica non è stata pertanto ritenuta idonea per le determinazioni quantitative ($\text{ppm} > 100$).

Le metodologie analitiche risultate dunque indicative sono state la Microscopia Ottica in Contrasto di Fase (MOCF) applicata al 100% dei campioni di suolo e sottosuolo (n.930) e la Microscopia Elettronica a Scansione (SEM) applicata al 30% del numero totale dei materiali in massa (n.279).

In tutti i campioni analizzati in MOCF è stata rilevata una concentrazione, seppur variabile, di fibre di *Fluoro-edenite*, altresì riscontrata nel 90% dei campioni analizzati in SEM (247 su 279).

Gli esiti del Piano di Caratterizzazione hanno evidenziato che le sorgenti primarie di anfibiolo fibroso di *Fluoro-edenite* non sono limitate alla sola zona di Monte Calvario ma che l'area soggetta ad inquinamento da tali fibre interessa tutto il suolo e sottosuolo nell'area del SIN.

Qualsiasi attività di scavo, sia di tipo lineare che profondo, può quindi potenzialmente comportare una dispersione in atmosfera di fibre anfiboliche di *Fluoro-edenite*, con rischi sanitari per gli operatori addetti alle opere di escavazione del terreno e per l'ambiente di vita circostante. Risulta pertanto indispensabile prevedere l'adozione di specifiche misure precauzionali indicate nelle "Procedure tecnico-operative per la realizzazione in sicurezza di interventi ed opere urbanistico-edilizie nell'area del Sito da bonificare di Interesse Nazionale di Biancavilla" di seguito esplicitate a titolo di riferimento operativo per situazioni analoghe.

4. DEFINIZIONE DELLE MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE INDIVIDUALI E COLLETTIVE DA ADOTTARE

Nel presente lavoro vengono analizzati i casi di grandi e piccole movimentazioni di terreno e scavi, per l'esecuzione di opere

pubbliche, private o di interesse pubblico, nel SIN di Biancavilla.

L'intero suolo e sottosuolo viene assunto come potenzialmente contaminato da *Fluoro-edenite*, e pertanto tutte le lavorazioni che lo interessano devono essere soggette all'adozione delle procedure di sicurezza di seguito descritte. Eventuali casi particolari potranno essere contestualizzate concordemente con il Mattm, il Comune, gli Organi di Controllo e lo scrivente Istituto. Qualora il Soggetto pubblico o privato che commissiona l'opera, ritenga opportuno non ottemperare a tali misure di prevenzione in considerazione dell'aggravio di costi che esse comportano, lo stesso avrà l'onere di effettuare a proprio carico specifica caratterizzazione dei materiali/strutture/ suoli interessati dagli interventi al fine di dimostrarne la non contaminazione e procedere in via ordinaria. La caratterizzazione, previa approvazione del relativo Piano da parte dell'Arpa regionale, dovrà dimostrare a fronte di consistenti risultanze analitiche, altresì comprovate per almeno il 10% dall'Arpa con oneri sempre a carico del committente, che il materiale interessato dai lavori sia esente da fibre di *Fluoro-edenite*.

Le principali fasi di intervento possono essere schematizzate in:

- I. *Preparazione dell'area*: detta fase comprende lo scotico, la scarifica ed il rippaggio.
- II. *Eventuale livellamento e compattazione dei volumi di terreno*.
- III. *Escavazione del suolo e sottosuolo*: il cui volume sarà condizionato dalle risultanze delle indagini preliminari e dal progetto dell'opera che si andrà a realizzare. Ciò comporta la movimentazione di quantitativi ingenti di suolo e sottosuolo potenzialmente contaminati da *Fluoro-edenite*, di cui si potrà disporre nelle fasi successive per eventuali opere di rinterro o di realizzazione di aree a verde ricomprese all'interno del perimetro dell'area di cantiere.
- IV. *Attività edili al di sotto del piano campagna*: realizzazione di fondazioni, piani di posa, massetti, strutture edili interrato, etc.
- V. *Realizzazione di rilevati e riporti*: fase di movimentazione e livellamento del terreno per la realizzazione di argini, rilevati stradali o ferroviari, riporti per strutture in rilevato, riporti per muri di sostegno, aree a verde, etc..

Le attività previste comprendono lavorazioni, a diretto contatto o meno, con il suolo contaminato e con l'agente pericoloso *Fluoro-edenite*. Il relativo livello di dispersione di fibre in atmosfera negli ambienti di lavoro e di vita, sarà variabile e strettamente connesso al tipo di lavorazione svolta. Esso sarà tanto più elevato quanto più si lavora a diretto contatto con il suolo potenzialmente

contaminato. In generale, in via cautelativa, si ritiene di dover adottare un grado di attenzione maggiormente elevato per attività che impattano significativamente sui terreni contaminati, rispetto a quelle che possono avere un contatto episodico e/o sporadico con gli stessi.

In particolare, considerando a titolo precauzionale tutto il suolo come contaminato, a meno di specifiche evidenze analitiche, nel presente lavoro, si ritiene che:

- *le attività di movimentazione di materiali/terreni contaminati da Fluoro-edenite possano comportare una dispersione elevata di fibre nell'aria ambiente* (indicato nel testo con la dicitura "GRADO ELEVATO"). Tali interventi si riferiscono ad esempio all'escavazione, movimentazione, splateamento, scarifica, rippaggio, scotico, livellamento, etc. dei terreni contaminati;
- *le opere di disturbo di materiali/terreni contaminati da Fluoro-edenite possano comportare una dispersione media di fibre nell'aria ambiente* (indicato nel testo con la dicitura "GRADO MEDIO"). Tali interventi si riferiscono ad esempio alla messa in posa di strutture edili, alle opere di predisposizione delle aree a verde al di sopra del piano campagna, alle opere ferroviarie o stradali successive alla creazione dei rilevati, etc.);
- *le opere che comportano una possibile interazione con materiali/terreni contaminati da Fluoro-edenite possano comportare una dispersione bassa di fibre nell'aria ambiente* (indicato nel testo con la dicitura "GRADO BASSO"). Tali interventi si riferiscono ad esempio al calpestio del suolo, al transito mezzi, etc.

I sopra menzionati gradi di attenzione richiedono la stretta adozione delle procedure di contenimento della dispersione di fibre aerodisperse, di seguito riportate. Dette misure a carattere generale, sono state diversificate con procedure specifiche per i casi di lavorazioni di grandi e piccole dimensioni.

Analogamente vengono indicati i più idonei Dispositivi di Protezione Individuali (DPI) e collettivi in considerazione del principio di massima cautela per i lavoratori. Essi sono stati selezionati in considerazione delle lavorazioni svolte e delle maggiori concentrazioni di fibre aerodisperse potenzialmente presenti in prossimità della sorgente di contaminazione.

Sarà a cura del Comune stabilire il valore limite di riferimento al di sotto del quale considerare una lavorazione di piccole dimensioni.

Per ciò che concerne la gestione in sicurezza di tutti i rifiuti prodotti da tali interventi da inviare a smaltimento, dovrà essere individuata a cura del Comune e del Mattm la più idonea soluzione gestionale.

4.1 GRANDI MOVIMENTAZIONI/ESCAVAZIONI DI TERRENI CONTAMINATI DA FLUORO-EDENITE

Nel caso di grandi interventi di escavazione/movimentazione di terreni, le misure di prevenzione e protezione da adottarsi sono elencate di seguito.

- Nel corso di eventuali indagini conoscitive preliminari tutte le attrezzature impiegate per l'analisi del sito, quali quelle manuali e meccaniche, dovranno sempre essere opportunamente decontaminate mediante approfondita pulizia ad umido.
- L'intera area oggetto degli interventi dovrà essere opportunamente delimitata su tutti i lati del perimetro con idonea recinzione, per impedire l'accesso ai non addetti ai lavori.
- Dovrà essere affissa idonea cartellonistica anti-intrusione, divieto di accesso ai non addetti ai lavori, obbligo di adozione dei DPI e pericolo di inalazione di fibre pericolose, idonea per dimensione e collocazione.
- Ai fini della sicurezza, durante le fasi di preparazione del cantiere, scavo e movimentazione dei terreni potranno accedere all'area soltanto gli operai addetti alle lavorazioni e gli Enti preposti al controllo.
- Dovranno essere comunicate al Comune ed agli Organi di Controllo, appena note e comunque prima dell'inizio dei lavori, le date effettive di inizio, durata e fine delle fasi di escavazione/movimentazione, al fine di consentire controlli a campione del rispetto delle misure di prevenzione ivi descritte.
- Sarà necessario prevedere una zona di vestizione/svestizione in ingresso al cantiere ove indossare i DPI e lasciarli esausti in opportuno contenitore chiuso al termine del turno lavorativo (si consiglia UDP così come prevista e gestita ai sensi del Decreto Ministeriale 6 settembre 1994 "Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto." Pubblicato nella G.u. n.220 del 20 Settembre 1994 - S.O. n. 129 o una Unità spogliatoio costituita da almeno due locali, uno per gli indumenti puliti ad uso civile ed uno per la gestione dei DPI di cantiere, intervallati da una chiusa d'aria).
- Tutti coloro che accedono all'area di cantiere, dovranno essere equipaggiati con idonei DPI a perdere. In particolare si consiglia l'utilizzo di guanti, tute in tessuto non tessuto o similari a perdere (preferibilmente lisce, complete di cappuccio da indossare sempre, anche sotto il casco e con cuciture rivestite da nastro isolante), e calzari in gomma o scarpe alte antinfortunistiche idrorepellenti (da pulire molto bene con acqua a fine turno e da lasciare in cantiere). I pantaloni della tuta dovranno essere inseriti fuori dei calzari in gomma o scarpe alte antinfortunistiche e sigillati con nastro adesivo. Analoga sigillatura dovrà essere prevista tra i guanti ed i polsini della tuta. Si sconsiglia l'impiego dei calzari a perdere, che potranno essere previsti solo per lavorazioni limitate e di brevissima durata. L'abbigliamento intimo da indossare sotto la tuta dovrà essere ridotto al minimo e possibilmente a perdere.
- A protezione delle vie aeree dovranno essere utilizzate:
 - a. maschere pieno facciali con filtro P3 o dispositivi di categoria superiore per gli addetti alle operazioni di GRADO ELEVATO (es: escavazione, movimentazione, etc.);
 - b. semimaschere con filtro P3 per gli addetti alle operazioni di GRADO MEDIO (es: messa in posa di strutture edili, opere di predisposizione delle aree a verde al di sopra del Piano campagna, etc.);
 - c. Facciale Filtrante a perdere (FFP3) per le altre figure professionali che accedono al cantiere, addetti alle operazioni di GRADO BASSO (es: calpestio del suolo, transito mezzi, etc.).
- Nel caso di lavorazioni condotte da addetti che svolgeranno più operazioni di grado differenziato, si dovrà sempre prevedere l'adozione del DPI a protezione delle vie aeree adeguato di volta in volta al tipo di attività effettuata oppure l'adozione del dispositivo con il più elevato fattore di protezione. Analogamente, per gli Organi di vigilanza, dovrà essere prevista l'adozione di DPI corrispondenti al tipo di lavorazione in corso. Si segnala la necessità di evitare barba, baffi e basette lunghe, in quanto non consentono una perfetta aderenza tra DPI delle vie respiratorie e viso. Pertanto esse dovranno essere evitate.
- Si ricorda che per tutti i DPI di terza categoria, destinati a salvaguardare da rischi di morte o di lesioni gravi e di carattere permanente, ai sensi dell'art. 77 del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" pubblicato nella G.u. n. 101 del 30 aprile 2008 e s.m.i., oltre all'attività d'informazione e formazione, sarà obbligatorio prevedere per gli utilizzatori un adeguato addestramento.
- Si ricorda che per la corretta svestizione dei DPI, in sequenza dovranno essere lavati i calzari in gomma o scarpe alte antinfortunistiche, rimossi i guanti e la tuta, tolti i calzari o le scarpe precedentemente citate e, da ultimo, levata la maschera a protezione delle vie aeree. In caso trattasi di maschere pieno facciali o semimaschere con filtro P3, prima della loro rimozione, si dovrà provvedere ad una accurata loro decontaminazione esterna con acqua e successivamente interna, e ad una eventuale sostituzione dei filtri. I filtri esausti in analogia ai Facciali Filtranti a perdere (FFP3), dovranno essere smaltiti al termine di ogni singolo utilizzo come rifiuti contaminati da sostanze pericolose. Detti rifiuti dovranno essere collocati in busta chiusa prima del loro smaltimento. Le maschere pieno facciali o semimaschere pulite dovranno essere conservate in busta chiusa.
- Le tute protettive a perdere, essendo a tenuta, nel momento in cui vengono aperte o rimosse, anche solo per recarsi presso i servizi igienico/sanitari, dovranno necessariamente essere sostituite con delle nuove.
- Le tute dovranno essere tolte, indossando sempre il dispositivo a protezione delle vie aeree, e rispettando l'ordine delle azioni di seguito riportate:
 - a. rimuovere il nastro adesivo utilizzato per la sigillatura dei guanti e dei calzari;
 - b. staccare le parti adesive della tuta (a chiusura del collo e della cerniera sul tronco);
 - c. togliere i guanti;
 - d. liberarsi il capo dal cappuccio;
 - e. aprire la cerniera della tuta;
 - f. iniziare a svestirla, avendo cura di arrotolarla dall'alto verso il basso e verso l'esterno per segregare la parte contaminata al suo interno;
 - g. sfilare la tuta dalle calzature;
 - h. riporla immediatamente in busta monouso chiusa insieme al nastro adesivo rimosso di cui al punto a. ed ai guanti;
 - i. gettare la busta nell'apposito contenitore dei rifiuti rigido ed a tenuta;
 - j. rimuovere le scarpe da lavoro, precedentemente pulite molto bene con acqua, lasciandole sempre in cantiere.
- Il contenitore dei rifiuti rigido ed a tenuta, dovrà essere collocato nel locale sporco dell'UDP o nel locale sporco dello spogliatoio. Da ultimo, soltanto ad operazione conclusa, si potrà procedere a rimuovere il dispositivo a protezione delle vie aeree seguendo le modalità indicate per la corretta svestizione dei DPI.
- A seguito della loro dismissione i DPI impiegati durante le lavorazioni andranno smaltiti come rifiuti contaminati da so-

stanze pericolose. Sarà cura del Mattm indicare la corretta classificazione e destinazione di tali rifiuti.

- Tutte le operazioni dovranno essere eseguite adottando gli eventuali presidi di sicurezza (elmetto, imbracature, funi, occhiali di protezione, cuffia antirumore, etc.) previsti dal decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" pubblicato nella G.u. n. 101 del 30 aprile 2008 e s.m.i., oltre a quelli necessari per lavorare in presenza di fibre pericolose. Essi andranno puliti approfonditamente con acqua a fine turno di lavoro.
- Ove prevista la messa in opera di servizi logistici (spogliatoio, locale ricovero attrezzature, uffici, servizi sanitari etc.), essi dovranno essere oggetto di accurata pulizia quotidiana, da eseguirsi esclusivamente ad umido. L'addetto dovrà indossare un Facciale Filtrante a perdere (FFP3), tuta in tessuto non tessuto o similare e calzari a perdere, oltre a guanti monouso sigillati alla tuta.
- Sarà necessario prevedere apposito "Locale ricovero attrezzature" distinto dallo spogliatoio sporco dell'UDP o dall'unità spogliatoio, ove riporre le attrezzature a fine turno lavorativo.
- Dovrà essere proibito fumare, bere e mangiare all'interno dell'area di cantiere.
- Dovranno essere previsti idonei turni lavorativi e pause che tengano conto dello stress indotto dai DPI utilizzati (come previsto dal decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" pubblicato nella G.u. n. 101 del 30 aprile 2008 e s.m.i.). In particolare si consiglia di dividere la giornata lavorativa di 8 ore in turni di massimo 4 ore consecutive, con una pausa di almeno 45 minuti tra due turni successivi. Qualora la pausa lavorativa di 45 minuti non venga effettuata contemporaneamente da tutti i lavoratori presenti in cantiere, andrà prevista la sospensione delle lavorazioni a rischio di GRADO MEDIO ed ELEVATO. Al termine di ogni turno andranno dismessi i DPI secondo le modalità sopra riportate. All'inizio del turno successivo andranno indossati nuovi DPI in funzione delle lavorazioni da eseguire. Le pause eventualmente svolte all'interno del cantiere dovranno essere effettuate esclusivamente presso i servizi logistici (locale mensa, uffici, etc.), evitando la circolazione senza DPI all'interno dell'area di cantiere. In caso di condizioni lavorative particolarmente gravose sarà possibile prevedere ulteriori pause di 15 minuti ogni 2 ore, tenendo i DPI indossati.
- In caso di lavorazioni in ambiente outdoor, ove si possono riscontrare temperature molto variabili o estreme anche nella stessa giornata, dovranno essere previsti idonei turni lavorativi e pause.
- Dovrà essere regolamentato l'accesso e la circolazione dei mezzi di trasporto. In caso di viabilità interna al cantiere sarà opportuno prevedere una limitazione della velocità dei mezzi, anche affiggendo opportuna segnaletica. La velocità dovrà essere limitata per garantire la massima sicurezza in ogni condizione e comunque ridotta a passo d'uomo in corrispondenza dei posti di lavoro o di passaggio.
- I mezzi di trasporto personali dovranno essere lasciati all'esterno dell'area di cantiere delimitata.
- Dovrà essere assicurata la bagnatura con nebulizzazione a bassa pressione di tutta la viabilità interna al cantiere, durante le fasi di transito mezzi, in modo da garantire l'abbattimento delle polveri.
- Nel caso in cui l'area oggetto di scavo risulti inerbata e/o ricoperta da vegetazione da rimuovere preliminarmente agli interventi previsti, gli addetti a tali lavorazioni dovranno indossare un Facciale Filtrante a perdere (FFP3), la tuta in tessuto non tessuto o similare a perdere e guanti da sigillare alla stessa. Tutti i rifiuti vegetali prodotti dalle attività di decespugliamento, potatura etc. non potranno essere sottoposti ad operazioni di recupero fuori sito o di incenerimento.
- Prima dell'esecuzione di qualsiasi attività che comporti movimentazione di suolo e sottosuolo (carotaggi, trincee, scavi, etc.) sarà necessario procedere ad una preventiva imbibizione del terreno con acqua.
- Dovrà essere garantita la bagnatura del terreno durante tutte le fasi di scavo e movimentazione, provvedendo alla nebulizzazione continua dell'area oggetto degli interventi, anche mediante l'eventuale utilizzo di cannone nebulizzatore (in considerazione del volume degli interventi) al fine dell'abbattimento delle polveri. Potrà essere altresì valutato il contemporaneo impiego di sistema di irrorazione in testa ai bracci dei mezzi d'opera.
- Durante le lavorazioni, si dovrà procedere alla bagnatura ad intervalli regolari, anche sulle superfici portate a giorno a seguito del procedere dei lavori.
- Lo scavo prodotto, in caso di lavorazioni aventi durata superiore ad una giornata lavorativa, dovrà essere asperso con una soluzione di acqua ed incapsulante per stabilizzare le superfici esposte all'aria durante le successive fasi lavorative. In particolare durante le lavorazioni si dovrà procedere alla bagnatura ad intervalli regolari, anche sulle superfici portate a giorno a seguito del procedere dei lavori.
- Durante le fasi di movimentazione/escavazione di suolo e sottosuolo, il materiale di risulta ancora umido, potrà essere provvisoriamente stoccato all'interno dell'area di cantiere al di sopra di teli in polietilene di spessore minimo di 0,15 mm. Sullo stesso dovrà essere steso a fine giornata lavorativa uno o più teli in polietilene liscio/i e di idoneo spessore al fine di evitare il sollevamento di polveri potenzialmente pericolose ad opera degli agenti atmosferici. I teli impiegati in tali operazioni, potranno essere decontaminati trattandoli con approfondito lavaggio a bassa pressione (no idropulitrice) prima di un eventuale loro riutilizzo fuori sito, oppure essere direttamente avviati a smaltimento nel più breve tempo possibile. Sarà cura del Mattm indicare la corretta classificazione e destinazione di tali rifiuti.
- Il materiale di scavo dovrà essere rimpiiegato nel più breve tempo possibile all'interno dello stesso cantiere nel quale è stato escavato in accordo con le previsioni progettuali.
- Prima della movimentazione/rimozione del terreno di risulta per invio a destino finale, qualora si fosse asciugato, sarà necessario procedere ad una nuova bagnatura dello stesso tale da garantire la sua umidificazione durante tutte le fasi successive ivi comprese quelle di carico e scarico nelle aree di deposito preliminare o definitivo.
- L'eventuale materiale di risulta non reimpiiegato in situ, essendo potenzialmente contaminato da *Fluoro-edenite*, dovrà essere confezionato in sacchi chiusi e, successivamente in big-bags per volumi minori o uguali a 5 mc o per volumetrie superiori, trasportato in camion coperti, previa imbibizione del materiale. Si dovrà procedere al suo allontanamento dal cantiere e conferimento in apposito deposito preliminare o definitivo, quanto prima possibile. Sarà cura del Mattm indicare la corretta classificazione e destinazione di tale rifiuto.
- All'atto della presentazione al Comune della richiesta di autorizzazione ai lavori, dovranno essere indicati la stima del quantitativo di materiale di risulta reimpiiegato in sito e la stima di quello smaltito come rifiuto con il relativo luogo di conferimento.
- A tutela dei lavoratori, i mezzi meccanici impiegati (escavatori, pale meccaniche, camion, etc.) dovranno essere dotati di

- cabina di comando chiusa con climatizzatore, e l'operatore dovrà sempre operare indossando la maschera a protezione delle vie aeree. Durante le fasi di scavo e movimentazione dei terreni, l'operatore non dovrà uscire dall'automezzo, se non strettamente necessario per l'espletamento delle funzioni lavorative, al fine di evitare il più possibile la contaminazione della cabina.
- Prima dell'uscita dei mezzi dal cantiere, gli stessi dovranno essere opportunamente lavati entro il perimetro interessato dal cantiere con acqua a bassa pressione (no idropulitrice), con particolare riguardo alle ruote ed agli eventuali teli di ricopertura dei mezzi, al fine di evitare la contaminazione degli ambienti di vita esterni. A fine giornata lavorativa, si dovrà altresì prevedere una accurata pulizia interna dell'abitacolo mediante aspiratore a filtri assoluti.
 - Tutte le attrezzature impiegate per l'esecuzione dei lavori nel sito che disturbano materiale contaminato da *Fluoro-edenite*, dovranno essere opportunamente decontaminate giornalmente ed a fine lavori mediante approfondita pulizia ad umido.
 - Acque eventualmente raccolte dalle UDP, potranno essere smaltite o riutilizzate all'interno del sito di lavorazione previa filtrazione con filtri assoluti in grado di trattenere fibre fino a 3 micron. I filtri esausti dovranno essere smaltiti come rifiuti contaminati da sostanze pericolose in deposito preliminare o definitivo. Sarà cura del Mattm indicare la corretta gestione e classificazione di tali rifiuti.
 - Prima di procedere alla realizzazione di eventuali nuove strutture, per poterle costruire senza specifiche misure di prevenzione e protezione dei lavoratori per il rischio di inalazione di fibre di *Fluoro-edenite*, si dovrà procedere al confinamento di tutte le porzioni di terreno movimentato. In particolare, per i lavori che interessano il suolo e sottosuolo, i terreni dovranno risultare sempre confinati, entro le 24 ore successive alle fasi di disturbo degli stessi, con teli di polietilene di spessore minimo di 0,15 mm opportunamente ancorati. Successivamente, nei più brevi tempi tecnici possibili, si dovrà procedere alla Messa In Sicurezza Permanente (MISP), con riporto di almeno mezzo metro di terreno vergine o con pavimentazione continua (in calcestruzzo, asfalto, etc., per la realizzazione di piazzali, garage, strutture interrato, rampe, fondazioni, infrastrutture, etc.). Il terreno vergine impiegato per il confinamento dovrà essere mantenuto coperto fino al suo utilizzo per evitarne la contaminazione dall'esterno; per lo stesso dovrà essere certificata l'assenza di fibre di *Fluoro-edenite*. Solo successivamente
- alla MISP, si potrà procedere alle successive lavorazioni senza specifiche misure di prevenzione e protezione dei lavoratori per il rischio da inalazione di fibre di *Fluoro-edenite*.
- Qualsiasi attività di GRADO ELEVATO che preveda movimentazione, escavazione o possibile disturbo del terreno, dovrà essere realizzata da ditte iscritte all'Albo Nazionale Gestori Ambientali, Categoria 10 B ai sensi dell'Art. 212 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" pubblicato nella G.u. n. 88 del 14 aprile 2006 e s.m.i.. I relativi responsabili tecnici di cantiere dovranno aver frequentato corsi specifici di formazione professionale della durata complessiva di 80 ore (40 modulo di base + 40 modulo F). Detti responsabili sono tenuti a coordinare e sovrintendere tutte le fasi di lavoro.
 - Dovrà essere prevista l'iscrizione al medesimo Albo, Categoria 5 - raccolta e trasporto di rifiuti speciali pericolosi, per le ditte addette al trasporto del materiale contaminato in eccedenza.
 - Qualsiasi attività di GRADO MEDIO e BASSO potrà essere realizzata da ditte non iscritte all'Albo Nazionale Gestori Ambientali, i cui operatori/maestranze dovranno aver frequentato apposito corso di formazione di almeno 8 ore, da realizzarsi periodicamente a cura del Comune, sul rischio di inalazione di fibre di *Fluoro-edenite* e sulle corrette misure di prevenzione e protezione da adottare.
 - Riguardo i monitoraggi ambientali e personali dovranno essere effettuati un monitoraggio ambientale al giorno durante tutte le fasi di GRADO ELEVATO, con analisi al SEM da effettuarsi in prossimità dell'area di escavazione/movimentazione terreni. I campionamenti dovranno essere effettuati con pompe di prelievo ad alto flusso, 3.000 litri, 8-10 l/min, filtri in policarbonato o in esteri misti di cellulosa da 25 o 47 mm. I risultati dovranno essere disponibili entro le 48 ore successive al campionamento. Qualora le analisi dei filtri dimostrino una netta tendenza verso un aumento della concentrazione di fibre aerodisperse o in tutti i casi di concentrazione superiore ai valori limite di preallarme (1 ff/l) ed allarme (2 ff/l), andranno modificate le tecniche di intervento, al fine di abbattere la polverosità. In caso di allarme oltre all'adozione di tutte le misure di seguito indicate, sarà necessario procedere ad un incapsulamento delle aree in lavorazione.
 - In entrambi i casi si dovrà procedere a:
 - a. sospensione delle attività lavorative di cantiere;
 - b. allontanamento delle maestranze non iscritte alla Categoria 10 B e che non interagiscono direttamente con il materiale contaminato da *Fluoro-edenite*;
 - c. nebulizzazione diffusa con soluzione di acqua ed incapsulante all'interno dell'UDP o spogliatoio e lungo i percorsi di allontanamento rifiuti, al fine dell'abbattimento della polverosità;
 - d. pulizia ad umido di tutte le attrezzature di lavoro;
 - e. copertura immediata di eventuali cumuli di terreno potenzialmente contaminati o loro imbibizione a bassa pressione con acqua additivata ad incapsulante;
 - f. monitoraggio di verifica in SEM;
 - g. in caso di preallarme andrà data comunicazione all'Ausl con specifico report settimanale contenente le cause del superamento e le misure adottate dal datore di lavoro per ovviare alla situazione, così come previsto dal comma 2 dell'art. 254 del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" pubblicato nella G.u. n. 101 del 30 aprile 2008 e s.m.i.;
 - h. in caso di allarme invece sarà necessario avvertire l'Ausl immediatamente. Con la stessa comunicazione dovranno essere rese note le cause del superamento e le misure adottate dal datore di lavoro per ovviare alla situazione, così come previsto dal comma 2 dell'art. 254 del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" pubblicato nella G.u. n. 101 del 30 aprile 2008 e s.m.i.;
 - i. andrà sempre prevista la controanalisi di almeno il 10% di tutti i campioni da parte dell'Arpa competente per territorio, con oneri a carico del committente;
 - l. un monitoraggio personale su un lavoratore tra quelli operanti presso l'area di escavazione/movimentazione terreni. Le modalità di campionamento ed analisi consigliate sono le seguenti: pompe di prelievo a basso flusso, 2-3 l/min, almeno 480 litri campionati, filtri in esteri misti di cellulosa da 25 mm, analisi al MOCF. I risultati dovranno essere disponibili entro le 24 ore successive al campionamento. Qualora le analisi dei filtri

dimostrino una netta tendenza verso un aumento della concentrazione di fibre aerodisperse o in tutti i casi di concentrazione superiore ai valori limite di preallarme (20 ff/l) ed allarme (50 ff/l), andranno modificate le tecniche di intervento, al fine di abbattere la polverosità. In caso di allarme oltre all'adozione di tutte le misure di seguito indicate, sarà necessario procedere ad un incapsulamento delle aree in lavorazione.

- In entrambi i casi si dovrà procedere a:
 - a. Sospensione delle attività lavorative di cantiere;
 - b. Allontanamento delle maestranze non iscritte alla Categoria 10 B e che non interagiscono direttamente con il materiale contaminato da *Fluoro-edenite*;
 - c. Nebulizzazione diffusa con soluzione di acqua ed incapsulante all'interno dell'area confinata, all'interno dell'UDP o spogliatoio e lungo i percorsi di allontanamento rifiuti, al fine dell'abbattimento della polverosità;
 - d. Pulizia ad umido di tutte le attrezzature di lavoro;
 - e. Copertura immediata di eventuali cumuli di terreno potenzialmente contaminati o loro imbibizione a bassa pressione con acqua additivata ad incapsulante;
 - f. Monitoraggio di verifica in MOCF.

In caso di *preallarme* andrà data comunicazione all'Ausl con specifico report settimanale contenente le cause del superamento del valore limite di esposizione per l'amianto e le misure adottate dal datore di lavoro per ovviare alla situazione così come previsto dal comma 2 dell'art. 254 del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" pubblicato nella G.U. n. 101 del 30 aprile 2008 e s.m.i..

In caso di *allarme* sarà necessario avvertire l'Ausl immediatamente. Con la stessa comunicazione dovranno essere rese note le cause del superamento del valore limite di esposizione per l'amianto e le misure adottate dal datore di lavoro per ovviare alla situazione, così come previsto dal comma 2 dell'art. 254 del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" pubblicato nella G.U. n. 101 del 30 aprile 2008 e s.m.i.

Andrà sempre prevista la controanalisi di almeno il 10% di tutti i campioni da parte delle Autorità di vigilanza competenti per territorio, con oneri a carico del committente.

4.2 PICCOLE MOVIMENTAZIONI/ESCAVAZIONI DI TERRENI CONTAMINATI DA FLUORO-EDENITE

Nel caso di un singolo intervento limitato di escavazione/movimentazione di terreni su una medesima area (es. scavo per posa serbatoi interrati, rifacimenti di piccole aree a verde, splateamenti limitati, etc.), le misure di prevenzione e protezione da adottare sono quelle di seguito indicate. Non potranno essere applicate nei casi di parcellizzazione degli interventi, per i quali andranno adottate le misure indicate per grandi escavazioni/movimentazioni di terreni.

- Nel corso di eventuali indagini conoscitive preliminari tutte le attrezzature impiegate per l'analisi del sito, quali quelle manuali e meccaniche, dovranno sempre essere opportunamente decontaminate mediante approfondita pulizia ad umido.
- L'area oggetto degli interventi dovrà essere opportunamente delimitata, se non già ricompresa all'interno di un perimetro definito. L'accesso dovrà essere consentito solo agli addetti ai lavori, Organi di vigilanza e proprietari.
- Dovranno essere comunicate al Comune ed agli Organi di Controllo, appena note e comunque prima dell'inizio dei lavori, le date effettive di inizio, durata e fine delle fasi di escavazione/movimentazione, al fine di consentire controlli a campione del rispetto delle misure di prevenzione ivi descritte.
- Tutti coloro che accedono all'area di lavoro, dovranno essere equipaggiati con idonei DPI a perdere. In particolare si consiglia l'utilizzo di guanti, tute in tessuto non tessuto o similari a perdere (preferibilmente lisce, complete di cappuccio da indossare sempre, anche sotto il casco e con cuciture rivestite da nastro isolante), e calzari in gomma o scarpe alte antinfortunistiche idrorepellenti (da pulire molto bene con acqua a fine turno). I pantaloni della tuta dovranno essere inseriti fuori dei calzari in gomma o scarpe alte antinfortunistiche e sigillati con nastro adesivo. Analoga sigillatura dovrà essere prevista tra i guanti ed i polsini della tuta. Si sconsiglia l'impiego dei calzari a perdere, che potranno essere previsti solo per lavorazioni limitate e di brevissima durata. Ove possibile, l'abbigliamento da indossare sotto la tuta dovrà essere ridotto al minimo.
- A protezione delle vie aeree dovranno essere utilizzate semimaschere con filtro P3 per le lavorazioni a diretto contatto con i materiali potenzialmente contaminati da fibre di *Fluoro-edenite* (escavazione/movimentazione terreni, etc.). Si segnala la necessità di evitare barba, baffi e basette lunghe, in quanto non consentono una perfetta aderenza tra DPI delle vie re-

spiratorie e viso. Pertanto esse dovranno essere evitate.

- Si ricorda che per tutti i DPI di terza categoria, destinati a salvaguardare da rischi di morte o di lesioni gravi e di carattere permanente, ai sensi dell'art. 77 del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" pubblicato nella G.U. n. 101 del 30 aprile 2008 e s.m.i., oltre all'attività d'informazione e formazione, sarà obbligatorio prevedere per gli utilizzatori un adeguato addestramento.
- Si ricorda che per la corretta svestizione dei DPI, in sequenza dovranno essere lavati i calzari in gomma o scarpe alte antinfortunistiche, rimossi i guanti e la tuta, tolti i calzari o le scarpe precedentemente citate e, da ultimo, levata la maschera a protezione delle vie aeree. Le semimaschere con filtro P3, prima della loro rimozione, dovranno essere accuratamente decontaminate esternamente con acqua e successivamente internamente, con una eventuale sostituzione dei filtri. I filtri esausti, dovranno essere smaltiti al termine di ogni singolo utilizzo come rifiuti contaminati da sostanze pericolose. Detti rifiuti dovranno essere collocati in busta chiusa prima del loro smaltimento. Le semimaschere pulite dovranno essere conservate in busta chiusa.
- Le tute protettive a perdere, essendo a tenuta, nel momento in cui vengono aperte o rimosse, anche solo per recarsi presso i servizi igienico/sanitari, dovranno necessariamente essere sostituite con delle nuove.
- Le tute dovranno essere tolte, indossando sempre il dispositivo a protezione delle vie aeree, e rispettando l'ordine delle azioni di seguito riportate:
 - a. Rimuovere il nastro adesivo utilizzato per la sigillatura dei guanti e dei calzari;
 - b. Staccare le parti adesive della tuta (a chiusura del collo e della cerniera sul tronco);
 - c. Togliere i guanti;
 - d. Liberarsi il capo dal cappuccio;
 - e. Aprire la cerniera della tuta;
 - f. Iniziare a svestirla, avendo cura di arrotolarla dall'alto verso il basso e verso l'esterno per segregare la parte contaminata al suo interno.
 - g. Sfilare la tuta dalle calzature;
 - h. Riporla immediatamente in busta monouso chiusa insieme al nastro adesivo rimosso di cui al punto a. ed ai guanti;
 - i. Gettare la busta in apposito contenitore dei rifiuti rigido ed a tenuta, protetto dalle intemperie;

- j. Rimuovere le scarpe da lavoro, precedentemente pulite molto bene con acqua.
- Da ultimo, soltanto ad operazione conclusa, si potrà procedere e rimuovere il dispositivo a protezione delle vie aeree, seguendo le modalità indicate per la corretta svestizione dei DPI.
 - A seguito della loro dismissione i DPI impiegati durante le lavorazioni andranno gestiti e smaltiti come rifiuti contaminati da sostanze pericolose. Sarà cura del Mattm indicare la corretta classificazione e destinazione di tali rifiuti.
 - Tutte le operazioni dovranno essere eseguite adottando gli eventuali presidi di sicurezza (elmetti, imbracature, funi, occhiali di protezione, cuffia antirumore, etc.) previsti dal decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" pubblicato nella G.u. n. 101 del 30 aprile 2008 e s.m.i., oltre a quelli necessari per lavorare in presenza di fibre pericolose. Essi andranno puliti approfonditamente a fine turno di lavoro.
 - Dovrà essere proibito fumare, bere e mangiare all'interno dell'area di lavoro.
 - Dovranno essere previsti idonei turni lavorativi e pause che tengano conto dello stress indotto dai DPI utilizzati (come previsto dal decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" pubblicato nella G.u. n. 101 del 30 aprile 2008 e s.m.i.). In particolare si consiglia di dividere la giornata lavorativa di 8 ore in turni di massimo 4 ore consecutive, con una pausa di almeno 45 minuti tra due turni successivi da effettuare lontano dall'area di lavoro. Al termine di ogni turno andranno dismessi i DPI secondo le modalità sopra riportate. All'inizio del turno successivo andranno indossati i DPI corrispondenti alle lavorazioni da eseguire.
 - In caso di lavorazioni in ambiente outdoor, ove si possono riscontrare temperature molto variabili o estreme anche nella stessa giornata, dovranno essere previsti idonei turni lavorativi e pause.
 - I mezzi di trasporto personali dovranno essere lasciati all'esterno dell'area di cantiere delimitata.
 - Nel caso in cui l'area oggetto di scavo risulti inerbita e/o ricoperta da vegetazione da rimuovere preliminarmente agli interventi previsti, gli addetti a tali lavorazioni dovranno indossare un Facciale Filtrante a perdere (FFP3), la tuta in tessuto non tessuto o simile a perdere e guanti da sigillare alla stessa. Tutti i rifiuti vegetali prodotti dalle attività di decespugliamento, potatura etc. non potranno essere sottoposti ad operazioni di recupero fuori sito o di incenerimento.
 - Prima dell'esecuzione di qualsiasi attività che comporta movimentazione di suolo e sottosuolo (carotaggi, trincee, scavi, etc.) sarà necessario procedere ad una preventiva imbibizione del terreno con acqua.
 - Dovrà essere garantita la bagnatura durante tutte le fasi di scavo e movimentazione del terreno nell'area oggetto degli interventi, al fine dell'abbattimento delle polveri;
 - Lo scavo prodotto, in caso di lavorazioni aventi durata superiore ad una giornata lavorativa, dovrà essere asperso con una soluzione di acqua ed incapsulante per stabilizzare le superfici esposte all'aria durante le successive fasi lavorative. In particolare durante le lavorazioni si dovrà procedere alla bagnatura ad intervalli regolari, anche sulle superfici portate a giorno a seguito del procedere dei lavori.
 - A tutela dei lavoratori, i mezzi meccanici impiegati (escavatori, pale meccaniche, camion, etc.) dovranno essere dotati di cabina di comando chiusa con climatizzatore, e l'operatore dovrà sempre operare indossando la maschera a protezione delle vie aeree. Durante le fasi di scavo e movimentazione dei terreni, l'operatore non dovrà uscire dall'automezzo, se non strettamente necessario per l'espletamento delle funzioni lavorative, al fine di evitare il più possibile la contaminazione della cabina.
 - Prima dell'uscita dei mezzi, gli stessi dovranno essere opportunamente lavati entro il perimetro dell'area delimitata con acqua a bassa pressione (no idropulitrice), con particolare riguardo alle ruote ed agli eventuali teli di ricopertura dei mezzi, al fine di evitare la contaminazione degli ambienti di vita esterni.
 - Tutte le attrezzature impiegate per l'esecuzione dei lavori nel sito che disturbano materiale contaminato da *Fluoro-edenite*, dovranno essere opportunamente decontaminate giornalmente ed a fine lavori mediante approfondita pulizia ad umido.
 - Durante le fasi di movimentazione/escavazione di suolo e sottosuolo, il materiale di risulta ancora umido, potrà essere provvisoriamente stoccato all'interno dell'area delimitata al di sopra di teli in polietilene di spessore minimo di 0,15 mm. Sullo stesso dovrà essere steso a fine giornata lavorativa uno o più teli in polietilene liscio/i e di idoneo spessore al fine di evitare il sollevamento di polveri potenzialmente pericolose ad opera degli agenti atmosferici. I teli impiegati in tali operazioni, potranno essere decontaminati trattandoli con approfondito lavaggio a bassa pressione (no idropulitrice) prima di un eventuale loro riutilizzo fuori sito, oppure essere direttamente avviati a smaltimento nel più breve tempo possibile. Sarà cura del Mattm indicare la corretta classificazione e destinazione di tali rifiuti.
 - Il materiale di scavo dovrà essere rimpiiegato nel più breve tempo possibile all'interno dello stesso cantiere nel quale è stato escavato in accordo con le previsioni progettuali.
 - Prima di procedere alla realizzazione di eventuali nuove strutture, per poterle costruire senza specifiche misure di prevenzione e protezione dei lavoratori per il rischio di inalazione di fibre di Fluoro-edenite, si dovrà procedere al confinamento di tutte le porzioni di terreno movimentato. In particolare, per i lavori che interessano il suolo e sottosuolo, i terreni dovranno risultare sempre confinati, entro le 24 ore successive alle fasi di disturbo degli stessi, con teli di polietilene di spessore minimo di 0,15 mm opportunamente ancorati. Successivamente, nei più brevi tempi tecnici possibili, si dovrà procedere alla Messa In Sicurezza Permanente (MISP), con riporto di almeno mezzo metro di terreno vergine o con pavimentazione continua (in calcestruzzo, asfalto, etc., per la realizzazione di piazzali, garage, strutture interrato, rampe, fondazioni, infrastrutture, etc.). Il terreno vergine impiegato per il confinamento dovrà essere mantenuto coperto fino al suo utilizzo per evitarne la contaminazione dall'esterno; per lo stesso dovrà essere certificata l'assenza di fibre di Fluoro-edenite. Solo successivamente alla MISP, si potrà procedere alle successive lavorazioni senza specifiche misure di prevenzione e protezione dei lavoratori per il rischio di inalazione di fibre di Fluoro-edenite.
 - Qualsiasi attività di GRADO ELEVATO che preveda movimentazione, escavazione o possibile disturbo del terreno, dovrà essere realizzata da ditte iscritte all'Albo Nazionale Gestori Ambientali, Categoria 10 B ai sensi dell'Art. 212 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" pubblicato nella G.u. n. 88 del 14 aprile 2006 e s.m.i.. I relativi responsabili tecnici di cantiere dovranno aver frequentato corsi specifici di formazione professionale della durata complessiva di 80 ore (40 modulo di base + 40 modulo F). Detti responsabili sono tenuti a coordinare e sovrintendere tutte

le fasi di lavoro. Inoltre dovrà essere prevista l'iscrizione al medesimo Albo, Categoria 5 - raccolta e trasporto di rifiuti speciali pericolosi, per le ditte addette al trasporto del materiale contaminato in eccedenza.

- Tutte le ulteriori attività potranno essere realizzate da ditte non iscritte all'Albo Nazionale Gestori Ambientali, i cui operatori/maestranze dovranno aver frequentato apposito corso di formazione di almeno 8 ore, da realizzarsi periodicamente a cura del Comune, sul rischio di inalazione di fibre di *Fluoro-edenite* e sulle corrette misure di prevenzione e protezione da adottare.
- Prima della movimentazione/rimozione dell'eventuale terreno di risulta per invio a destino finale, qualora si fosse asciugato, sarà necessario procedere ad una nuova bagnatura dello stesso tale da garantire la sua umidificazione durante tutte le fasi successive.
- L'eventuale materiale di risulta non reimpiagato in situ, essendo potenzialmente contaminato da *Fluoro-edenite*, dovrà essere confezionato in sacchi chiusi e, successivamente in big-bags per volumi minori o uguali a 5 mc o per volumetrie superiori, trasportato in camion coperti, previa imbibizione del materiale. Si dovrà procedere al suo allontanamento dal cantiere e conferimento in apposito deposito preliminare o definitivo, quanto prima possibile. Sarà cura del Mattm indicare la corretta classificazione e destinazione di tale rifiuto.
- All'atto della presentazione al Comune della richiesta di autorizzazione ai lavori, dovranno essere indicati la stima del quantitativo di materiale di risulta reimpiagato in situ, la stima di quello smaltito come rifiuto ed il relativo luogo di conferimento.

5. CONCLUSIONI

Le misure di prevenzione e protezione riportate nel presente lavoro sono relative ai casi di grandi e piccole movimentazioni di terreno e scavi, per l'esecuzione di opere pubbliche, private, o di interesse pubblico nel SIN di Biancavilla ove vi è presenza nel suolo e sottosuolo di *Fluoro-edenite*.

Esse interessano diverse categorie delle principali opere indicate dal vigente Codice degli appalti pubblici per le quali dovranno essere previsti i necessari atti concessori, come stabilito dalla normativa nazionale e locale (decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia" pubblicata nella G.u. n. 245 del 20 ottobre 2001 e s.m.i., decreto dell'As-

sessore Regionale del Territorio ed Ambiente n. 773/DRU del 6/11/1993 "Regolamento Edilizio Comunale", legge regionale n. 71 del 27 Dicembre 1978 "Norme integrative e modificative della legislazione vigente nel territorio della Regione siciliana in materia urbanistica" pubblicata sul B.u.r. Sicilia n. 57 del 30 dicembre 1978, legge 28 febbraio 1985, n. 47 "Norme in materia di controllo dell'attività urbanistico-edilizia, sanzioni, recupero e sanatoria delle opere edilizie" pubblicato nella S.o.G.u. n. 53 del 2 marzo 1985 e legge regionale n. 37 del 10 agosto 1985 "Nuove norme in materia di controllo dell'attività urbanistico-edilizia, riordino urbanistico e sanatoria delle opere abusive" pubblicato nella G.u. Regione Siciliana n. 35 del 17 Agosto 1985).

In particolare si ritiene che le misure indicate possano essere prese in esame per lavorazioni di:

- Nuova costruzione con scavi;
- Opere interne ed esterne effettuate da privato con scavi e/o demolizioni;
- Ristrutturazione urbanistica con scavi;
- Opere pubbliche con scavi e/o demolizioni.

Come indicato al paragrafo 4, le operazioni che comportano rischi di dispersioni di fibre di *Fluoro-edenite* di GRADO ELEVATO dovranno essere effettuate solo da personale iscritto all'Albo Nazionale dei Gestori Ambientali, Cat. 10 B. Le altre operazioni, potranno invece essere effettuate da imprese con personale appositamente formato sui contenuti delle Misure di Prevenzione e Protezione Individuali e Collettive sopra menzionate.

Tali indicazioni cautelative sebbene elaborate per lo specifico SIN di Biancavilla, possono costituire un utile riferimento operativo anche per ulteriori siti contaminati da amianto di origine naturale, eterogeneamente presenti sul territorio nazionale.

In vacanza di normativa specifica, sia a scala nazionale che internazionale, per fibre asbestiformi non regolamentate, tra cui la *Fluoro-edenite*, esso rappresenta un importante documento cautelativo di riferimento.

BIBLIOGRAFIA

- BRUNI B.M., SOGGIU M.E., MARSILI G. *et al.*, *Environmental concentrations of fibers with fluoro-edenitic composition and population exposure in Biancavilla (Sicily, Italy)*. Ann Ist Super Sanità 2014; 50(2):119-26.
- BRUNO C., BRUNI B.M., COMBA P. *et al.*, *Prevenzione della patologia da Fluoro-edenite: il modello di Biancavilla*. Notiziario dell'Istituto Superiore di Sanità 2015; 28 (5, Suppl. 1):3-19. ISSN 0394-9303.
- COMUNE DI BIANCAVILLA, 26/1/2016, *Progetto per gli interventi di Bonifica/Messa in Sicurezza Permanente e ripristino ambientale dell'area di cava di Monte Calvario per la fruibilità a parco*.
- DE SIMONE P., PAGLIETTI F., MALINCONICO S., DI MOLFETTA V., *"Valutazione del rischio nel sito da bonificare di interesse nazionale di Biancavilla: monito-*

raggio dell'aerodisperso in prossimità di aree di impiego di spazzatrici meccaniche prive e dotate di filtri assoluti", Ecomondo 2006, Rimini 9/11-11-06.

DE NARDO P., BRUNI B., PAOLETTI L. *et al.*, *Pulmonary fibre burden in sheep living in the Biancavilla area (Sicily): preliminary results*. Sci Total Environ 2004; 325(1-3):51-8.

DICA - UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CATANIA, *Piano di caratterizzazione del sito di Biancavilla*, 2005.

GIANFAGNA A., OBERTI R., *Fluoro-edenite from Biancavilla (Catania, Sicily, Italy): crystal chemistry of a new amphibole end-member*. American Mineralogist 2001; 86:1489-93.

GROSSE Y., LOOMIS D., GUYTON K.Z., *et al.*, *International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group. Carcinogenicity of fluoro-edenite, silicon carbide fibres and whiskers and carbon nanotubes*. Lancet Oncol 2014;15(13):1427-8.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. Volume 111: Fluoro-edenite, silicon carbide fibres and whiskers, and single-walled and multi-walled carbon nanotubes IARC Working Group. Lyon; 30 Sep-7 Oct 2014. IARC Monogr Eval Carcinog Risk Chem Hum (in preparation).

INAIL - DIT, *"Procedure tecnico-operative per la realizzazione in sicurezza di interventi ed opere urbanistico-edilizie nell'area del Sito da bonificare di Interesse Nazionale di Biancavilla"*, 2017.

ISPESL, Indagine ambientale Biancavilla, 4/2/2000.

MALINCONICO S., PAGLIETTI F., BELLAGAMBA S., DI MOLFETTA V., GENNARI F., *Tunnelling in Natural Occurring Asbestos: Prevention and Safety Measures*, in Proceedings World Asbestos Conference (WAC 2009), Taormina (CT) 1-3/10/2009.

PAGLIETTI F., MALINCONICO S., DI MOLFETTA V., BELLAGAMBA S., DAMIANI F., GENNARI F., DE SIMONE P., SALLUSTI F., GIANGRASSO M., *Asbestos Risk - from raw material to waste management: the Italian experience*, in Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 42:17, pagg. 1781-1861, Taylor and Francis Editore, 2012 (Impact Factor 2011: 4.841, 5-Year Impact Factor: 8.247).

PAGLIETTI F., MALINCONICO S., DI MOLFETTA V., GIANGRASSO M., *Guidelines for Asbestos Remediation at Italian Superfund Sites*, in Journal of Environmental Science and Health, Part C: Environmental Carcinogenesis and Ecotoxicology Reviews, 30:3, pagg. 253-286, Taylor and Francis Editore, 2012 (Impact Factor 2011: 5.160; 5-Year Impact Factor: 5.623).

PAGLIETTI F., DI MOLFETTA V., MALINCONICO S., GIANGRASSO M., *Safety Procedures during Restoration in Mining and Quarrying Areas*, in Atti della Conferenza internazionale CONSOIL 2010, Salisburgo (Austria), 21-24/9/2010.

PAGLIETTI F., DAMIANI F., MALINCONICO S., DE SIMONE P., *"Natural asbestos contamination: Biancavilla's case"*, ASTM Johnson Conference, 14-18 July 2008, "Critical Issues in Monitoring Asbestos, Burlington", Vermont.

RAPISARDA V., LEDDA C., RICCIERI V., *et al.*, *Detection of pleural plaques in workers exposed to inhalation of natural fluoro-edenite fibres*. Oncology Letter s 2015; 9:2046-52.

VENTURI M., CHIAVETTA S., SERRAGLIO L., PAGLIETTI F., MALINCONICO S., DI MOLFETTA V., DAMIANI F., SALLUSTI F., *"The presence of fluoro-edenite in the volcanic area of biancavilla: Environmental Monitoring"*, Proceeding World Asbestos Conference 2009, 1-3 October 2009, Taormina.

Il progetto definitivo degli interventi di messa in sicurezza permanente presso il sito contaminato da amianto ex Fibronit di Bari

Final plan for the safety measure services in the asbestos' polluted abandoned plant "Fibronit" in the city of Bari

Parole chiave (*key words*): amianto (*asbestos*), demolizioni (*demolitions*), capping, volume di messa in sicurezza permanente on-site (*on-site permanent safety volume*)

VINCENZO CAMPANARO
Direttore Ripartizione Tutela Ambiente, Sanità e Igiene del Comune di Bari
Responsabile Unico del Procedimento dell'intervento di messa in sicurezza permanente dell'area ex Fibronit di Bari
E-mail: v.campanaro@comune.bari.it

MAURIZIO BERETTA
Direttore Tecnico ST&A srl, Milano.
Componente dell'ufficio di progettazione e direzione lavori dell'intervento di messa in sicurezza permanente dell'area ex Fibronit di Bari
E-mail: m.beretta@steaprogetti.it

RIASSUNTO

Il progetto definitivo di messa in sicurezza permanente per l'area ex Fibronit di Bari ha dovuto tenere in considerazione alcuni aspetti specifici dell'area, relativi alla sua localizzazione nel contesto urbano e alla tipologia di contaminazione (amianto). Sono pertanto state individuate modalità straordinarie di demolizione delle strutture contaminate al fine di rispettare la normativa di settore ed è stata prevista la realizzazione di un volume confinato on-site per lo smaltimento dei materiali contaminati provenienti dalle operazioni di messa in sicurezza.

1. INTRODUZIONE

L'area del Sito di Interesse Nazionale di Bari – Fibronit è interessata, come altre aree dismesse italiane, da una contaminazione pericolosa, ascrivibile alla presenza di amianto, sia sotto forma di scarti di lavorazione interrati presso l'ex stabilimento sia per i materiali costitutivi degli ex edifici industriali. A tale contaminazione, dovuta essenzialmente alle lavorazioni eseguite presso il sito, deve essere posto rimedio nei tempi più brevi, soprattutto quando (come nel caso in questione) l'area dismessa è inserita in una zona densamente popolata.

Con lo scopo di risolvere la situazione di contaminazione, ma anche di rendere fruibile per la popolazione l'area recuperata, l'Amministrazione Comunale di Bari ha proceduto alla predisposizione di un progetto di messa in sicurezza per l'area, prevedendone, al contempo, la futura destinazione a parco urbano.

Il Progetto Definitivo, di cui di seguito saranno descritte le linee guida, ha pertanto tenuto conto della futura destinazione attribuita alla ex area industriale, individuando le migliori modalità, da un punto di vista

tecnico, per procedere alla completa messa in sicurezza permanente del sito ex Fibronit.

Data la complessità della situazione, determinata dal tipo di contaminazione, dalla dimensione delle strutture che devono essere interessate dagli interventi e dalla ubicazione dell'area dismessa, il Progetto Definitivo ha dovuto individuare specifiche modalità operative, per certi versi, uniche, sempre nel completo rispetto della normativa di settore in materia di bonifica da amianto.

La progettazione è stata sviluppata da un raggruppamento temporaneo di professionisti composto, oltre che dai tecnici della scrivente società, anche dall'ing. S.Adamo, dal prof. ing. F.Selicato e dall'ing. M.Dell'Olio.

Il Progetto, trattandosi di Sito di Interesse Nazionale di bonifica, è stato valutato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, ed è stato definitivamente approvato ed autorizzato con Decreto del Direttore Generale della Direzione Tutela del Territorio e delle Risorse Idriche del citato Ministero prot. n.4187 del 8 maggio 2013.

A partire dal mese di ottobre 2016 sono in corso le attività di messa in sicurezza permanente dell'area ad opera di Impresa specializzata, in attuazione di quanto previsto dal Progetto Definitivo approvato.

2. RELAZIONE

2.1 BREVE STORIA DEL SITO

Il sito ex Fibronit di Bari presenta una superficie di circa 145.000 mq, ed è localizzato nel quartiere barese denominato Japigia, a poche centinaia di metri dal centro della città.

L'area, di forma allungata, è delimitata su un lato lungo dalla linea ferroviaria. Su di un altro lato, in considerazione del fatto che il quartiere presenta un'alta densità abitativa, sono collocate numerose abitazioni che si af-

facciano direttamente sull'area in questione, separate dal sito dallo dalla via Caldarola.

Nel sito è stata effettuata per vari decenni la produzione industriale di manufatti e lastre di copertura in cemento amianto.

Nell'anno 2002 è stato "perimetrato" quale Sito di Interesse Nazionale di bonifica (SIN) con specifico Decreto del Ministero dell'Ambiente.

Come facilmente comprensibile, la contaminazione principale del sito è determinata dall'utilizzo protratto negli anni dell'amianto quale materia prima nel ciclo produttivo.

Nell'anno 2005 sono stati resi disponibili i risultati della caratterizzazione ambientale del sito da parte della Curatela fallimentare. Sono seguiti ulteriori accertamenti da parte del Comune di Bari che si è avvalso di ARPA Puglia.

Nel corso degli anni 2005-2007 sono stati eseguiti interventi qualificati come "attività a tutela della salute pubblica", vere e proprie attività di messa in sicurezza di emergenza, aventi l'obiettivo – nelle more della approvazione del progetto di bonifica del sito – di rimuovere l'amianto presente in forma esposta (che quindi determinava un rischio concreto di contaminazione delle aree densamente abitate prospicienti). In tal modo si intendeva conseguire per il sito uno stato di messa in sicurezza temporanea. In sostanza è stato rimosso ogni materiale anche potenzialmente contaminato da amianto presente fuori terra.

In sintesi estrema sono state rimosse coperture e pannellature contenenti amianto, aspirate, lavate ed incapsulate tutte le superfici di murature e pavimenti, eliminati tutti i rischi da aperture a pavimento, messo in sicurezza un cumulo rifiuti a ridosso della recinzione di via Caldarola, migliorato il confinamento delle superfici scoperte non pavimentate con stabilizzato e telo di TNT.

Al termine dei lavori gli edifici industriali si presentavano con le sole murature verticali messe in sicurezza, “a cielo aperto”. Tutte le citate operazioni erano state verificate ed “accertate” dagli Organi competenti, come previsto dalla normativa vigente in materia.

Nel 2008 è stato presentato il Progetto preliminare degli interventi di messa in sicurezza permanente, approvato il quale è stato presentato (nel 2010) il relativo Progetto Definitivo. Tale Progetto è stato approvato dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare nell’ottobre 2011. Successivamente è stato emesso il Decreto di approvazione ed autorizzazione già sopra citato.

2.2 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE DELL’AREA

L’area è caratterizzata dalla presenza di un substrato roccioso sovrastato in superficie da depositi di materiale sciolto. In maniera sintetica, dal basso verso l’alto, è possibile schematizzare la seguente successione stratigrafica:

- substrato roccioso, costituito da un basamento calcareo-dolomitico rigido rappresentato dal “Calcare delle Murge”;
- tufi (calcarei) rappresentati da sedimenti marini calcareo organogeni e bioclastici e, in subordine, sedimentari terrigeni;
- terre rosse e terre brune: si tratta di argille siltose e silt, di colore rosso bruno o rosso vivo con la presenza di ciottoli calcarei, che si sono originati per processi di degradazione meteorica dei depositi calcarei. Si trovano prevalentemente nella porzione nord del sito e presentano bassi valori di permeabilità;
- depositi sabbiosi: ritrovati prevalentemente presso la porzione meridionale del sito, sono costituiti da sabbie e sabbie siltose di colore giallastro/avana e si ritrovano in continuità di sedimentazione con i tufi.

La natura prevalentemente carsica dell’acquifero principale non permette di definire con precisione una direzione di deflusso della falda. Si rileva altresì una soggiacenza delle acque che è pari a circa 5-6 metri da piano campagna nella porzione settentrionale del sito, mentre risulta più profonda (9 metri con punte fino a 14) nella porzione meridionale del sito.

2.3 TIPOLOGIA DELLA CONTAMINAZIONE

Come è logico aspettarsi, nei terreni dell’area è stata riconosciuta, nel corso della caratterizzazione (e successive indagini integrative), una contaminazione prevalente da amianto. Presso la porzione più settentrionale del sito è stata altresì rilevata la presenza frequente di scarti di lavorazione

interrati a bassa profondità per uno spessore che ha raggiunto, in talune posizioni, anche i 5 metri. Nel corso delle indagini sono inoltre stati rilevati oltre i limiti di legge anche alcuni metalli pesanti, idrocarburi pesanti, IPA e PCB.

La caratterizzazione, in funzione della tipologia delle lavorazioni eseguite, ha preso in esame anche le murature dei capannoni industriali e produttivi dell’area. I risultati delle indagini, condotte direttamente dall’Arpa della Puglia, hanno messo in luce la presenza di contaminazione da amianto anche all’interno degli intonaci dei capannoni e delle malte interstiziali utilizzate per la realizzazione delle murature (che risultano essere costituite da conci di tufo calcarenitico). La decontaminazione delle superfici verticali degli edifici era già stata effettuata con esito positivo (come già accennato), ma tali indagini hanno permesso di conoscere un aspetto rilevantissimo della contaminazione dell’area: intonaci e le malte di allettamento delle murature contenevano, all’interno della matrice, amianto.

Nella Fig. 1 riportata di seguito è mostrata una fase di campionamento del materiale costituente le murature degli edifici dell’area.



Figura 1 – Campionamento dei materiali costituenti le murature degli edifici dell’ex stabilimento

2.3 SOLUZIONE PROGETTUALE PROPOSTA ED APPROVATA

Sulla base dei risultati delle indagini della caratterizzazione (sia dei terreni che delle strutture industriali), anche in considerazione del contesto urbanizzato nel quale è collocato l’ex stabilimento, il Progetto ha proposto di intervenire – in estrema sintesi – come segue:

- demolizione in area confinata degli edifici industriali, rispettando la normativa di settore in materia di bonifica dell’amianto;

- realizzazione di un volume confinato di messa in sicurezza on-site per lo smaltimento delle macerie contaminate derivanti dalla demolizione degli edifici industriali (con caratteristiche costruttive analoghe a quelle per discariche per rifiuti pericolosi);
- Realizzazione di sistemi di isolamento superficiale per la messa in sicurezza permanente dei terreni contaminati da amianto, al fine di evitare operazioni di scavo e gestione dei relativi terreni prodotti.

2.3.1 Demolizione dei capannoni industriali

A livello progettuale era stata stimata una produzione di 18.000mc circa di macerie dalla demolizione delle strutture.

In considerazione del fatto che i capannoni industriali, dopo gli interventi di messa in sicurezza terminati nel 2007 (rimozione coperture in cemento amianto, bonifica dei volumi interni dei capannoni, ecc.), presentavano ancora contaminazione delle malte di allettamento e degli intonaci delle le murature, non è stato possibile prevedere la demolizione degli stessi edifici secondo modalità “tradizionali”.

Si è dovuto dunque prevedere di intervenire secondo quanto previsto dalla normativa

nazionale in materia di amianto (con particolare riferimento al D.M. 6 settembre 1994), con la creazione di una “camera confinata” sia staticamente che dinamicamente, allo scopo di operare evitando la diffusione nell’ambiente di fibre libere di amianto (si ricordi quanto precedentemente indicato in termini di localizzazione dell’ex stabilimento) durante l’esecuzione delle operazioni di demolizione.

La realizzazione di camera confinata costituisce pratica consolidata per la bonifica

dell'amianto. La grande difficoltà – poi risolta – è stata rappresentata dalle inusuali dimensioni della camera, tali da contenere i capannoni da demolire oltre che le macchine operatrici (ad esempio escavatore dotato di pinze idrauliche). Il confinamento dinamico, poi, ha imposto di mantenere in depressione tali notevoli volumi, mediante estrattori d'aria e successivo convogliamento su filtri assoluti, con ricambio d'aria di almeno 4 volumi all'ora.

Per la creazione della camera confinata si è pertanto prevista l'installazione di tendostrutture di dimensioni quali 170 metri di lunghezza, 30 metri di larghezza e di altezza pari ad almeno 13 metri, per i capannoni di altezza ordinaria.

La struttura di confinamento è rappresentata schematicamente nella Fig. 2.

Una volta montata la struttura, prima di procedere all'inizio delle lavorazioni vere e proprie di demolizione e decontaminazione, è necessario effettuare un "collaudo" della stessa.

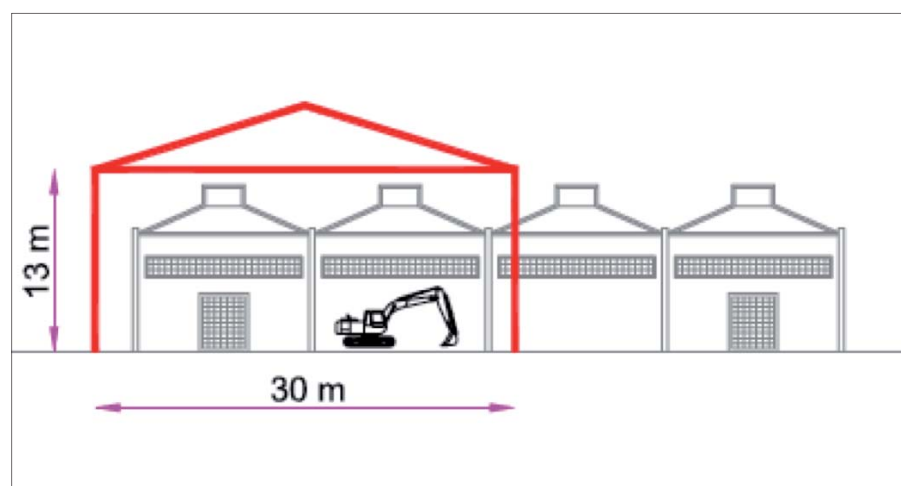


Figura 2 – Schema rappresentativo (in sezione) della camera di confinamento

Anche tale passaggio, previsto dalla norma e fondamentale per accertare che l'area di lavoro sia stata dotata di tutti gli apprestamenti necessari ad evitare la dispersione in atmosfera di fibre di amianto, deve essere condotto alla presenza e sotto la supervisione del personale ASL.

Il collaudo (comunemente denominato "prova fumo") consiste nel saturare l'ambiente dell'area confinata con fumo. Una volta effettuata tale operazione viene verificato, dall'esterno dell'area confinata, che non si rilevino perdite di fumo (che sarebbero sintomo di una non corretta sigillatura delle pareti dell'area confinata stessa). Qualora la verifica abbia buon esito, si procede all'accensione degli estrattori d'aria, osservando, principalmente, due effetti:

1. lo svuotamento dell'area confinata dal fumo;
2. il rigonfiamento (pance) verso l'interno dei teli che costituiscono le barriere di confinamento dell'area di lavoro.

Tali prove permettono di accertare che gli estrattori impiegati sono in grado di svolgere il proprio ruolo, e cioè mantenere in depressione l'area di lavoro.

Ad avvenuto completamento, con buon esito, di tali verifiche, i tecnici ASL consentono l'avvio delle lavorazioni previste da Progetto.

In considerazione del fatto che l'ex stabilimento è composto da diversi capannoni industriali, è stato necessario prevedere lo spostamento della tendostruttura di confinamento, per fasi successive, al fine di coprire tutte le aree interessate e completare la demolizione di tutti gli ex edifici, secondo le modalità sopra descritte.

Preventivamente, ad ogni step di spostamento della struttura (costituito dallo smontaggio, lo spostamento ed il ri-montaggio della stessa sopra il successivo capannone da demolire), è stata prevista l'esecuzione delle operazioni richieste dalla normativa vigente e demandate all'organo di controllo (ASL).

In particolare, tali operazioni prevedono la "verifica visiva", che consiste nel verificare (visivamente, appunto) che sono stati rimossi e/o decontaminati tutti i materiali inquinati o contenenti amianto; successivamente, una volta accertato il completamento delle operazioni, viene effettuato un campionamento dell'aria dell'ambiente confinato, con lo scopo di verificare il quantitativo di fibre libere presenti: se l'analisi di laboratorio rileva un quantitativo di fibre inferiore a 2 fibre/litro nell'aria, come previsto dal DM 6/9/1994, le operazioni di bonifica si possono considerare concluse con buon esito.

Tale verifica (denominata "verifica di restituibilità") viene eseguita a cura dell'ASL competente che, verificato il buon esito, rilascia un certificato che attesta il rispetto dei termini normativi.

Sulla base di tale comunicazione, l'operatore può procedere allo spegnimento degli estrattori d'aria e allo smontaggio della camera confinata (rappresentata dalla tendo-

struttura), per lo spostamento sulla successiva area di lavoro.

Tale struttura di confinamento dovrà essere dotata dei seguenti apprestamenti:

- adeguati estrattori d'aria (sia in termini di numero che di potenzialità al fine di rispettare le prescrizioni normative) così da evitare l'eventuale dispersione di fibre di amianto in atmosfera. Si tratta di grandi aspiratori che convogliano l'aria dall'interno della camera confinata verso l'esterno, mantenendo quindi l'ambiente di lavoro in depressione (ed inibendo quindi la possibilità che si disperdano fibre di amianto verso l'ambiente esterno). Tali sistemi sono dotati di filtri ad alta efficienza, che sono in grado di trattenere le fibre di amianto che vengono, inevitabilmente, aspirate, impedendo che vengano convogliate verso l'ambiente esterno;
- un'area tecnica, appositamente ricavata nella struttura di confinamento, da utilizzare per le operazioni di frantumazione ed insaccaggio in big-bags delle macerie provenienti dalla demolizione degli edifici contaminati. Infatti, come vedremo meglio oltre, le macerie prodotte sono costituite da rifiuti contenenti amianto (generalmente indicati come "RCA") che devono essere inviati a smaltimento. Per il trasporto di tali rifiuti è stato quindi necessario prevedere un insaccaggio che permettesse di effettuare la movimentazione in sicurezza degli stessi;
- UDM (Unità di Decontaminazione dei Materiali): anche tale struttura è richiesta dalla norma vigente in materia di bonifica da amianto ed è costituita da una sorta di tunnel a più stadi consequenziali separati tra di loro. È finalizzata al trasferimento all'esterno dell'area confinata dei rifiuti correttamente confezionati per poterli inviare in sicurezza a smaltimento. Nei diversi stadi di cui è costituita avvengono specifiche operazioni di decontaminazione che permettono di far uscire dall'area di lavorazione i rifiuti confezionati, senza residui di contaminazione sulle superfici dell'involucro;
- UDP (Unità di Decontaminazione Personale) per permettere l'entrata e l'uscita degli operatori dalla camera confinata nel rispetto di quanto previsto dalla Normativa vigente in termini di salute e sicurezza dei lavoratori. Anche tale struttura è composta da diversi stadi, dove gli operatori possono cambiarsi ed indossare gli indumenti da lavoro (in entrata), costituiti essenzialmente dai DPI, e decontaminarsi, anche mediante una doccia (in fase di uscita, al termine del turno di lavoro oppure per effettuare pause di riposo).

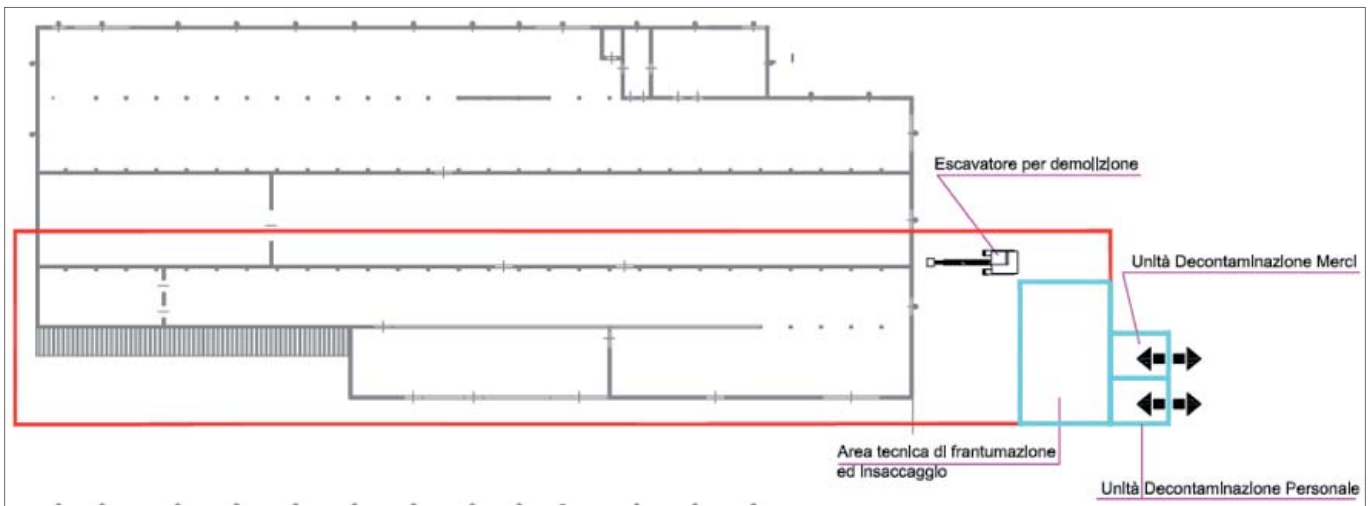


Figura 3 – Rappresentazione planimetrica (in pianta) della camera confinata e delle strutture annesse



Figura 4 – Tendostruttura di confinamento in fase di montaggio, al di sopra degli edifici da demolire.



Figura 5 – Sistemi di confinamento interni alla tendostruttura per la creazione della camera confinata di lavoro

Nella Fig. 3 è riportata una figura planimetrica (estratta da una tavola progettuale) che rappresenta schematicamente l'area confinata di lavorazione e le relative strutture di servizio annesse.

In fase operativa, l'appaltatore ha optato per l'impiego di strutture reticolari spaziali utili a sostenere il confinamento, che consentono maggiore versatilità nelle operazioni di spostamento tra una zona di lavorazione e l'altra ed anche di adattarsi meglio a posizioni degli elementi verticali (pilastrini) anche irregolarmente dislocate, al fine di tener conto delle sagome degli edifici esistenti da demolire.

Nella Fig. 4 è riportata una ripresa fotografica che permette di comprendere quale sia l'importanza delle strutture di confinamento necessarie ad effettuare il lavoro di demolizione e bonifica. Mentre nella figura 5 sono mostrati i sistemi di confinamento interni, al fine della creazione della camera confinata di lavorazione.

2.3.2 Realizzazione del volume confinato di messa in sicurezza permanente on-site

In fase progettuale è stato necessario valutare ed individuare una modalità alternativa per lo smaltimento dei rifiuti (RCA) derivanti dalla demolizione degli edifici, rispetto all'invio degli stessi presso discariche autorizzate esterne al sito. In primis per evitare un appesantimento significativo della circolazione pubblica determinato dagli automezzi diretti in discarica (considerata l'alta densità urbana in cui è inserito il sito). Inoltre si è valutata l'incidenza economica dell'attività di smaltimento, presso impianti autorizzati esterni al sito, di ingenti quantitativi di rifiuti contaminati da amianto. Infine anche il consumo di una risorsa quale il rilevante volume di discarica destinato ad accogliere le macerie (circa 20.000mc).

La soluzione progettuale individuata è stata la realizzazione di un volume confinato di messa in sicurezza permanente on-site, che avesse la funzione di collocare in sicurezza sull'area i rifiuti, in modo che gli stessi non potessero nuocere all'ambiente e alla salute pubblica. Dovendo trovare la migliore collocazione per tale struttura all'interno dell'area, si è individuata la zona che è risultata più contaminata da amianto (zona nord dell'ex stabilimento), dove erano stati rinvenuti, in fase di caratterizzazione, anche rifiuti interrati, costituiti prevalentemente da scarti di lavorazione dell'ex stabilimento. In questo modo, si è conseguito il vantaggio che il volume confinato fungesse anche da sistema di isolamento superficiale dei terreni contaminati da amianto (essendo esso stesso un sistema di isolamento rispetto ai rifiuti interrati).

Il volume confinato è stato progettato con caratteristiche costruttive equivalenti a quelle previste per discariche di rifiuti pericolosi (come previsto dal D.Lgs. 36/2003), con un sistema di isolamento di fondo, sistemi per il drenaggio e la raccolta dei percolati (che si formeranno solo in fase di collocamento

dei rifiuti, data la loro natura inerte) ed un sistema di isolamento superficiale dotato di sistema di raccolta delle acque meteoriche.

Le caratteristiche costruttive sono riassunte nello schema estratto da una tavola progettuale e riportato in Fig. 6.

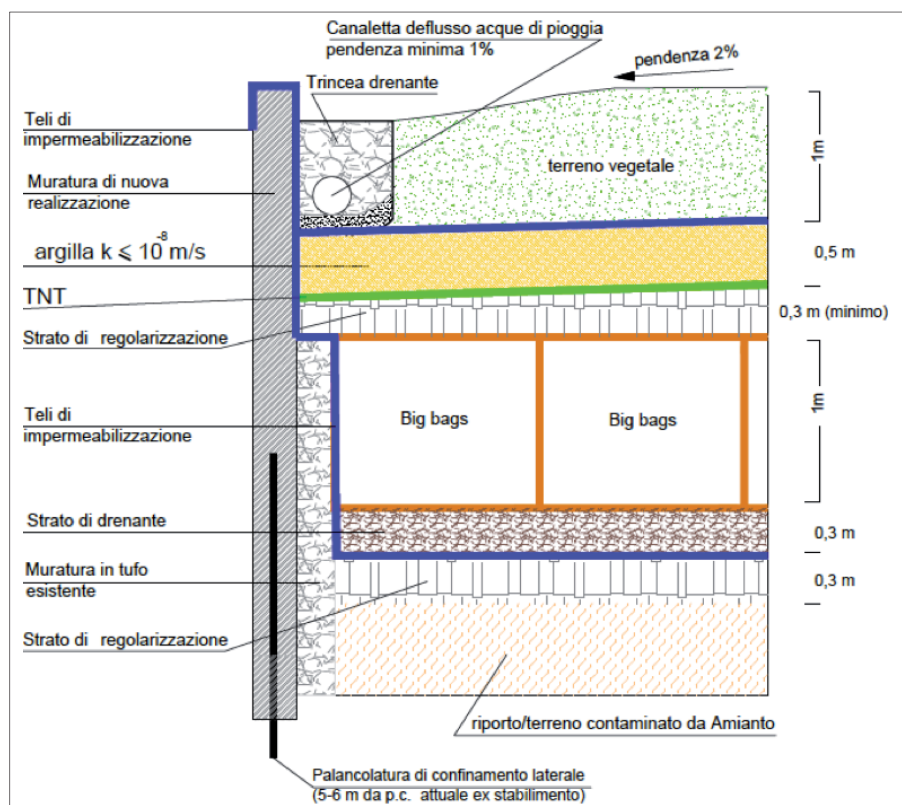


Figura 6 – Caratteristiche costruttive del volume confinato di messa in sicurezza

Per quanto riguarda il sistema di impermeabilizzazione di fondo si è previsto di posare, partendo dal basso:

1. Uno strato di regolarizzazione rappresentato da materiale certificato di provenienza esterna per uno spessore di circa 30 cm, necessario a portare in piano le aree di posa dei successivi sistemi di impermeabilizzazione.
2. tessuto non tessuto a protezione delle geomembrane da posare al di sopra.
3. un geocomposito bentonitico con conducibilità idraulica inferiore o uguale a $1 \cdot 10^{-11}$ m/s.
4. una geomembrana impermeabile in HDPE dello spessore di 2mm.
5. tessuto non tessuto a protezione dei materiali tecnici appena elencati.
6. Uno strato di materiale minerale drenante (sabbia e ghiaia).

È opportuno far notare che è stato previsto di posare un geocomposito bentonitico in sostituzione del materiale minerale argilloso. Tale scelta progettuale è stata effettuata per contenere il più possibile l'impatto in altezza conferito dal volume confinato, data l'ubicazione della struttura che, come già più volte indicato, ricade in un contesto urbano pericostiero (e quindi pianeggiante). La sostituzione del materiale appena citata ha permesso di "risparmiare" all'incirca un metro di altezza rispetto all'escursione finale

della struttura. Inoltre, si deve considerare anche il vantaggio ambientale costituito dal risparmio di risorsa naturale (argilla) e dal contenimento dell'inquinamento atmosferico determinato dalla forte riduzione del numero di mezzi pesanti necessari per fornire in cantiere il geocomposito

bentonitico in luogo di diverse centinaia di metri cubi di argilla.

Anche il sistema di isolamento superficiale è stato progettato in conformità a quanto previsto dal D.Lgs. 36/2003. In particolare, dal basso verso l'alto vengono posati:

1. Uno strato di regolarizzazione rappresentato da materiale certificato di provenienza esterna per uno spessore minimo di 30 cm, necessario a portare in piano le aree di posa dei successivi sistemi di impermeabilizzazione (costituite, come previsto da progetto dai big bags contenenti i RCA). Lo spessore di tale materiale potrà essere maggiore nella parte centrale del sistema di isolamento, al fine di conferire le giuste pendenze necessarie per l'allontanamento delle acque meteoriche.
2. tessuto non tessuto a protezione dei successivi strati.
3. un orizzonte di materiale minerale a bassa permeabilità con conducibilità idraulica inferiore o uguale a $1 \cdot 10^{-8}$ m/s.
4. una geomembrana impermeabile in HDPE dello spessore di 2 mm.
5. Un geocomposito drenante dotato di elevato potere drenante ed elevata resistenza allo schiacciamento, con la finalità di allontanare le acque meteoriche.

6. tessuto non tessuto a protezione dei materiali tecnici appena elencati.

7. Uno strato di materiale minerale costituito da terreno vegetale, per uno spessore non inferiore ad 1 metro.

Il progetto ha ritenuto superflua (e tale scelta è stata avallata dagli Enti di controllo) la posa in opera dello strato di rottura capillare, normalmente inserito nel capping per favorire il drenaggio del biogas. Infatti, il rifiuto contenuto (macerie contaminate da amianto) non contiene una frazione putrescibile e capace di produrre biogas. Inoltre, lo strato di materiale minerale grossolano, con funzione drenante per l'allontanamento delle acque meteoriche è stato sostituito da un materiale tecnico (geocomposito drenante) avente ottime caratteristiche di conducibilità idraulica ed uno spessore alquanto contenuto (e pari a pochi cm).

In entrambi i casi, analogamente a quanto sopra indicato in relazione all'isolamento di fondo, tale scelta progettuale ha permesso di conseguire un vantaggio sia per il ridotto impatto in altezza della struttura di confinamento, sia per il contenimento dell'impatto ambientale determinato dal risparmio di risorsa naturale e dalla riduzione del numero di mezzi pesanti circolanti.

Come già indicato, al di sotto del volume confinato sono presenti scarti di lavorazione e terreni inquinati da amianto, che beneficeranno della messa in sicurezza costituita dal volume confinato in questione. Tuttavia, risulta necessario operare anche un confinamento laterale e di fondo dei rifiuti interrati, al fine di avere conformità con le caratteristiche costruttive richieste dal già citato D.Lgs. 36/2003. Le verifiche effettuate in sede di caratterizzazione hanno permesso di prevedere, quale scelta progettuale, di sfruttare la presenza delle "terre rosse" caratterizzate da livelli di bassa permeabilità per il confinamento di fondo dei rifiuti e materiali contaminati. Questa possibilità ha consentito di superare una problematica di difficile risoluzione, che altrimenti avrebbe dovuto essere trattata sia a livello progettuale sia a livello esecutivo. La presenza di materiali naturalmente presenti aventi caratteristiche di bassa permeabilità ha così permesso di evitare la specifica realizzazione di sistemi di isolamento di fondo.

Per quanto riguarda il confinamento laterale dei rifiuti, il progetto ha dovuto considerare i seguenti n.2 principali aspetti:

1. La presenza di altre proprietà al contorno dell'area, sul perimetro di confine e quindi la necessità di ridurre al minimo l'occupazione dei suoli. In particolare, oltre ad una proprietà privata, i confinanti sono rappresentati dalla linea ferroviaria delle Ferrovie del Sud-Est (con relativi impianti interrati) e la via pubblica.
2. La necessità di non effettuare operazioni di scavo per la posa in opera dei sistemi

di confinamento laterale, al fine di evitare di andare ad interferire con i rifiuti interrati, che, essendo costituiti da amianto, avrebbero imposto specifiche tecniche per evitare la potenziale dispersione di fibre in atmosfera, ed alla necessità di procedere allo smaltimento di materiali contaminati.

La scelta progettuale effettuata è ricaduta sull'impiego di palancole a tenuta che sono state infisse lungo tutto il perimetro del volume confinato, fino alla profondità di 5-6 m da piano campagna (e cioè fino al rinvenimento del substrato roccioso). Nella figura 7 è riportata una immagine della fase operativa di infissione delle palancole nel sottosuolo.

Infine, per motivazioni esclusivamente strutturali (e non legate alla costruzione del volume confinato) è stato necessario progettare la costruzione di un muro di contenimento necessario a sorreggere l'attuale muro dell'ex stabilimento, al quale si appoggia il volume confinato, costruito anch'esso con conci di calcarenite (comunemente denominata "tufo") e in precarie condizioni di stabilità. La realizzazione del nuovo muro è risultata utile anche per permettere l'ancoraggio dei teli di confinamento di base e di copertura del volume confinato di messa in sicurezza permanente.

2.3.3 Sistemi di isolamento superficiale

Come già anticipato, per evitare lo scavo e la movimentazione di terreni contaminati da fibre libere di amianto o scarti pulverulenti di lavorazione si è previsto di procedere alla realizzazione di sistemi di isolamento superficiale delle porzioni di area interessate da tale contaminazione. Tali sistemi di isolamento sono stati progettati facendo riferimento alle caratteristiche previste dal D.Lgs 36/2003 (punto 2.4.3. dell'allegato 1) per la "copertura superficiale finale" di discariche per rifiuti pericolosi. La successione di orizzonti di materiali minerali ed artificiali è la medesima già sopra descritta per il volume confinato di messa in sicurezza permanente, ad esclusione dello strato di argilla che è stato sostituito da un geocomposito bentonitico avente caratteristiche tecniche equivalenti.

I corpi di isolamento superficiale sono stati completati lungo il perimetro con un sistema di drenaggio delle acque meteoriche e con gabbioni rinverdibili al fine di rendere gradevole l'impatto di tali strutture ai fruitori del futuro parco urbano.

Il progetto è stato completato con un programma di monitoraggio delle matrici ambientali, con lo scopo di mantenere sotto

controllo l'ambiente interno ed esterno del cantiere ed individuare prontamente eventuali impatti negativi determinati dalle lavorazioni in corso.

Particolare attenzione è stata riservata all'aria ambiente. In parte, tale monitoraggio è previsto dalla normativa di settore (e quindi il progetto non ha fatto altro che adeguarsi a quanto prescritto) e prevede ben precise modalità di campionamento dell'aria durante le fasi di intervento sulla matrice contaminata da amianto (deve essere effettuato, in altre parole, quando sono attive le aree confinate di lavorazione sopra descritte, con prelievi in posizioni adiacenti alle barriere di confinamento). Tali monitoraggi, come prescritto dalla norma, devono essere condotti quotidianamente dall'impresa esecutrice dei lavori, che deve trasmettere i risultati delle verifiche di laboratorio entro le 24 ore successive al campionamento. In questo modo è possibile mantenere sempre sotto controllo l'eventuale presenza di fibre di amianto aerodisperse ed adottare, quindi, tempestivamente le opportune misure di mitigazione e correzione. Oltre a quanto previsto dalla norma, il progetto ha proposto anche l'esecuzione di ulteriori monitoraggi dell'aria attraverso campionatori ubicati in posizione perimetrale al cantiere, a presidio dei "bersagli" esterni. Tali monitoraggi, grazie anche ad una specifica convenzione promossa dall'Amministrazione Comunale, vengono eseguiti direttamente dall'Arpa della Puglia.

3. CONCLUSIONI

Il Progetto Definitivo di messa in sicurezza permanente per l'area ex Fibronit di Bari, partendo da modalità operative consolidate e rispettose della normativa di settore in materia di bonifica da amianto, ha individuato soluzioni specifiche per poter effettuare l'intervento di messa in sicurezza permanente di un sito contaminato da una sostanza pericolosa come l'amianto, utilizzato per decenni nei cicli produttivi dell'azienda.

Si è pertanto previsto di realizzare un volume confinato on-site per la messa in sicurezza permanente delle macerie provenienti dalla demolizione degli edifici industriali dismessi e contaminati da amianto. In tal modo si è evitato che al traffico di zona, già rilevante si aggiungesse quello di un elevato numero di automezzi diretti in discariche per lo smaltimento dei rifiuti.

Si è infine previsto di realizzare sistemi di isolamento superficiale al fine di mettere in sicurezza il sottosuolo di alcune porzioni dell'ex stabilimento dove è stata individuata la presenza di amianto in fibre libere o la presenza di scarti di lavorazione, così da evitare operazioni di scavo, movimentazione e smaltimento presso discariche esterne dei rifiuti così prodotti.

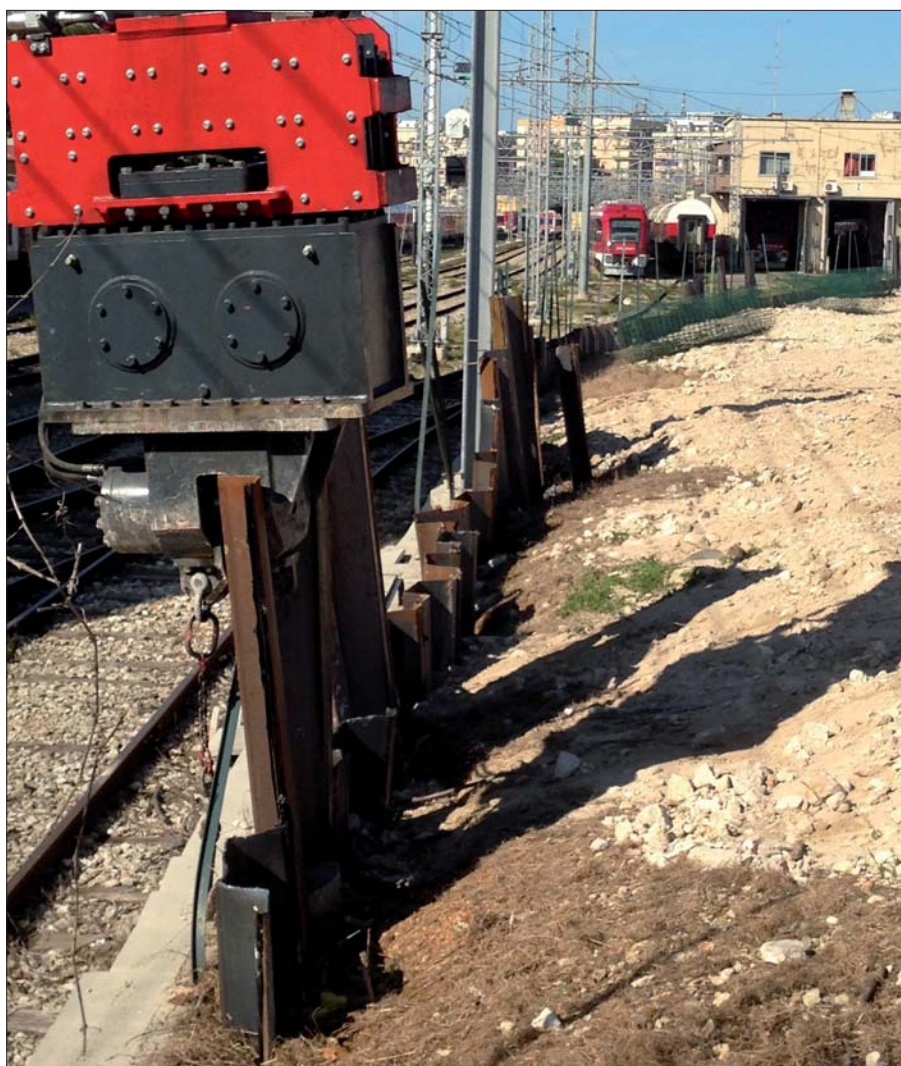


Figura 7 – Infissione delle palancole di confinamento laterale del sottosuolo lungo la linea ferroviaria

La progettazione e la direzione lavori della bonifica da amianto del sito industriale ex Fibronit di Broni

MAURIZIO BERETTA
Direttore Tecnico ST&A srl, Milano
E-mail: m.beretta@steaprogetti.it

Planning and work management of the asbestos remediation's services in the abandoned plant "Fibronit" in the city of Broni

Parole chiave (*key words*): amianto (*asbestos*), decontaminazione (*decontamination*), progettazione per lotti funzionali (*design for functional lots*), direzione lavori (*construction supervision*), monitoraggio ambientali (*environmental monitoring*)

1. INTRODUZIONE

L'area del Sito di Interesse Nazionale di Broni si trova nel territorio comunale di Broni, nell'Oltrepò pavese. La città in questione, che conta circa 9.400 abitanti è sede di un impianto industriale, ormai dismesso, dove venivano fabbricati manufatti di cemento-amianto.

Lo stabilimento è stato una grande occasione di occupazione per la popolazione, ma ha anche lasciato una dura eredità per i lavoratori e per le loro famiglie, che ancora oggi fanno i conti con le malattie asbesto correlate.

Ormai da alcuni anni sono in essere le attività per la decontaminazione e bonifica da amianto del sito, che, come vedremo più oltre, vengono sviluppate per lotti funzionali successivi.

Tali operazioni sono necessarie ed urgenti per eliminare definitivamente la fonte di contaminazione (anche se oggi risulta già messa in sicurezza) e garantire un possibile sviluppo futuro dell'area, le cui modalità di fruizione sono ancora tutte da definire, a cura degli amministratori locali. Infatti, in base a queste scelte, che sono tipicamente di tipo programmatico e politico (e che competono, quindi, all'amministrazione cittadina), potrà essere meglio indirizzato e definito il tipo di intervento di bonifica e/o messa in sicurezza da eseguire.

È opportuno distinguere e specificare sin da subito che il sito in questione deve essere bonificato secondo una doppia accezione: da un lato, deve essere eliminata la problematica più grave e più evidente, rappresentata dall'amianto, per cui, a giudizio dello scrivente, è più opportuno e corretto utilizzare il termine "decontaminazione".

Successivamente, anche in relazione alle condizioni litostratigrafiche e idrogeologiche dell'area (di cui si riferirà meglio più oltre), deve essere messa mano, ma con minor urgenza, alla bonifica propriamente detta, e cioè quella delle matrici ambientali (secondo quanto stabilito dal Testo Unico in materia ambientale, rappresentato dal D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.).

Sulla base di quanto appena indicato, nel corso degli anni passati sono state completate le prime attività di messa in sicurezza dei materiali esposti contenenti amianto (e quindi capaci di dispersione di fibre di amianto in atmosfera, con pregiudizio per la popolazione locale) ed il primo intervento (primo lotto funzionale) di decontaminazione di una prima porzione dell'interno dei capannoni industriali.

Allo stato attuale sono stati avviati gli interventi di decontaminazione dell'interno degli ex edifici industriali relativi al secondo lotto funzionale. Si prevede altresì un terzo lotto funzionale, che porterà a completamento le attività di decontaminazione e bonifica del sito, al fine di renderlo fruibile per la comunità locale.

2. RELAZIONE

2.1 BREVE STORIA DEL SITO

Il Sito inquinato di Interesse Nazionale Fibronit è ubicato nell'area industriale del comune di Broni ed è esteso su una superficie di circa 140.000 mq.

L'area è delimitata sul lato Est dal cementificio Italcementi (anch'esso dismesso); sul lato Sud dalla S.S. Padana Inferiore n° 10, presso la quale si trova l'accesso all'area; sul lato Ovest da appezzamenti agricoli e insediamenti artigianali e sul lato Nord dalla linea ferroviaria Torino-Piacenza.

L'area presenta una serie di capannoni che si sviluppano su due corpi principali per una superficie complessiva di circa 50.000 mq, mentre i settori scoperti (piazzali e strade interne) si estendono per circa 90.000 mq.

Il piazzale esterno, per la gran parte pavimentato, è in parte attraversato da binari del raccordo ferroviario collegato direttamente all'adiacente linea ferroviaria di cui sopra.

Secondo il Piano Regolatore vigente del Comune di Broni l'attuale destinazione dell'area è "Tessuto industriale artigianale" e "Area di trasformazione produttiva".

Lo stabilimento in oggetto ha cominciato la sua attività produttiva nel 1932 con la produzione di tubi, manufatti e pezzi in cemento amianto, quali: tubi, lastre ondulate per coperture con diverso profilo di ondulazione, canne quadrate per camini e pezzi speciali e raccorderia di completamento, ecc.

Grazie alla crescente domanda di mercato, gli impianti vennero via via potenziati, realizzando sempre nuove linee produttive sia per i tubi che per le lastre: negli anni sessanta lo stabilimento poteva contare su n° 7 linee di produzione, di cui n° 3 per produzione tubi (da 4 e 5 metri); n° 3 per produzione di lastre e una per produzione di canne quadrate, nonché un reparto per la produzione di pezzi speciali e accessori per un totale di circa 100.000 t/anno e manodopera di circa 1.300 persone.

Agli inizi degli anni settanta vennero installate due ulteriori nuove linee con tecnologia avanzata per la produzione di lastre ondulate ed una ulteriore per la produzione di tubi di lunghezza 4 metri.

A partire dalla metà degli anni settanta cominciò ad approfondirsi a livello mondiale il problema igienico-ambientale connesso con l'esposizione a fibre di amianto.

La Fibronit in proposito realizzò diverse unità filtroaspiranti costituite da filtri a maniche con lavaggio temporizzato in controcorrente al fine di evitare o ridurre, per quanto possibile, il diffondersi delle fibre libere respirabili di amianto negli ambienti di lavoro.

Successivamente, nel 1980 venne progettato e realizzato un impianto automatico centralizzato per il trattamento e la preparazione delle miscele di amianti, dotato di un ciclo chiuso in completa depressione ed asservito ad una serie di filtri con filtrazione assoluta delle emissioni a valle.

Le principali fasi di produzione consistevano in:

- scarico ed immagazzinaggio delle materie prime
- miscela dei vari tipi di amianto

- preparazione dell'impasto
- formatura e sagomatura dei prodotti
- stagionatura
- rifinitura
- stoccaggio finale

Con il tempo, l'irreversibile crisi del mercato, connessa con le conferme medico scientifiche dell'effettiva pericolosità dell'amianto (gravi patologie a carico dell'apparato respiratorio), trovò il suo apice con la messa al bando dell'amianto (1992). Lo stabilimento subì una graduale e inesorabile crisi che nel giro di pochi anni portò alla dismissione dell'attività produttiva, avvenuta nel giugno 1993, grazie anche alle deroghe previste dalla Legge 257/92. La produzione fu quindi riconvertita e continuò fino al 1997, utilizzando il sistema "Ecored" (che diede anche il nome allo stabilimento e che prevedeva l'impiego di fibre diverse dall'amianto) (Ziglioli 2016).

2.2 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE DELL'AREA

Come si desume anche dalla figura 1 sotto riportata, che è uno stralcio della carta geologica della Lombardia (scala 1:250.000), il territorio di Broni di pertinenza del sito in oggetto è collocato presso il margine meridionale della pianura, in prossimità delle pendici dell'Oltrepo Pavese.

In particolare, si osserva che è ubicato in prossimità del limite di passaggio, superficialmente, tra i depositi fluvioglaciali e fluviali di origine würmiana (sigla 5b: sabbie e ghiaie prevalenti) e i depositi fluvioglaciali, fluviali e lacustri di origine rissiana (sigla 6b: alternanze di sabbie, ghiaie e argille ferretizzate).

L'area presenta un assetto morfologico pianeggiante ed è posta ad un'altitudine di circa 80 m s.l.m.

I dati stratigrafici disponibili individuano il seguente assetto litostratigrafico:

- da 0 metri a 2 m dal p.c.: suolo agricolo/terreno limoso argilloso/materiale di riporto;
- da 2 m a 21 m dal p.c.: argille e argille limoso-sabbiose;
- da 21 m a 31 m dal p.c.: alternanze di livelli di sabbie e ghiaie frammiste con presenza di matrice argillosa. Tale livello rappresenta l'acquifero con sede della falda principale in pressione (livello piezometrico posto a circa 4 – 5 metri dal p.c.);
- da 31 m a 38 m dal p.c.: argille compatte (substrato marino).

Sulla base delle informazioni disponibili la direzione della falda è orientativamente da S-SE a N-NW.

2.3 TIPOLOGIA DELLA CONTAMINAZIONE

Come prevedibile, la contaminazione principale ritrovata sul sito è rappresentata dalla presenza di amianto, sia in fibre nei terreni, sia sotto forma di scarti di lavorazione interrati. Sono presenti, tuttavia, anche livelli di contaminazione dei terreni dovuti anche agli inquinanti comunemente ritrovati nelle aree industriali (idrocarburi e metalli pesanti, principalmente).

L'assetto litostratigrafico locale vede la presenza di un orizzonte di materiale di riporto, di spessore compreso tra 0,5 e 2 metri circa posto subito al di sotto della pavimentazione dello stabilimento. Tale orizzonte ricopre uno

spesso orizzonte naturale costituito da materiali molto fini, di potenza pari a circa 20 metri, che costituisce una barriera naturale alla diffusione della contaminazione.

Al di sotto si trova un orizzonte composto prevalentemente da materiale sciolto che costituisce il primo acquifero.

L'orizzonte di riporto risulta essere moderatamente impattato, con la presenza di superamenti dei valori di accettabilità per aree ad uso residenziale e, in pochi casi, anche per aree ad uso industriale. Tale contaminazione si estende anche nella parte più sommitale dell'orizzonte argilloso naturale. L'ubicazione e la concentrazione rilevata in corrispondenza dei superamenti per aree ad uso industriale (per lo più idrocarburi), lascia presagire la presenza di sversamenti localizzati e non di una contaminazione uniformemente distribuita sull'area.

In diversi casi l'orizzonte di riporto è sede di interrimento di scarti di produzione (contenenti amianto). Oltre ad un punto localizzato al di sotto di uno dei capannoni, tali punti si trovano localizzati prevalentemente nell'area nord-occidentale del sito, al confine con la linea ferroviaria, che probabilmente costituiva una specie di discarica di stabilimento per gli scarti di produzione.

Gli idrocarburi rilevati (che sono "pesanti") ed i metalli non sono soggetti a processi di volatilizzazione, sia per la loro natura, sia per la presenza di pavimentazione.

Si ritiene che i metalli e gli idrocarburi non abbiano tendenza a migrare verso la falda per la presenza del citato potente orizzonte argilloso. Infatti, le acque sotterranee risultano non contaminate, probabilmente anche grazie al rilevante orizzonte di materiale fine che funge da barriera geologica naturale alla diffusione della contaminazione.

In considerazione della tipologia di stabilimento e del tipo di lavorazione condotta, si deve porre particolare attenzione allo stato delle strutture industriali, anche se non costituiscono matrici ambientali.

Infatti, dalle indagini condotte e considerando lo stato finale che si otterrà al termine del secondo lotto di bonifica, la matrice cementizia costituente le pavimentazioni degli edifici industriali si deve ritenere contenente amianto.

Analogamente, alcune murature perimetrali sono risultate contenenti amianto.

Infine, le analisi sulle murature esterne hanno rilevato la presenza di amianto in patina superficiale, ma non nella matrice cementizia.

Considerato che le acque sotterranee risultano esenti da contaminazione, ed in ragione della presenza di un orizzonte di materiale fine di spessore considerevole, senza dimenticare che la gran parte delle aree ri-

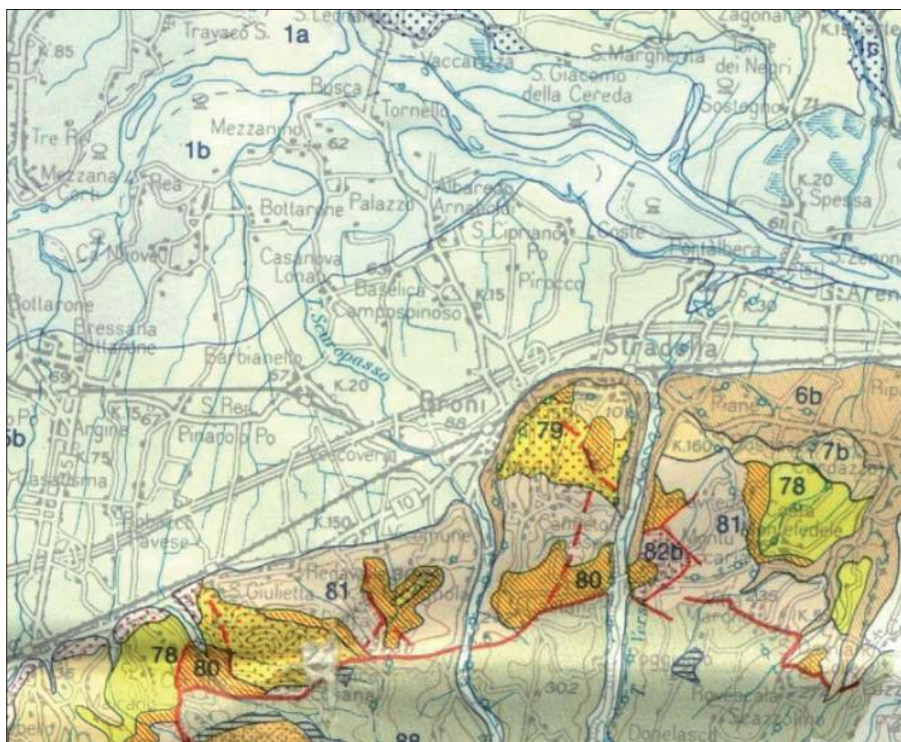


Figura 1 – Stralcio della Carta Geologica della Regione Lombardia (scala 1:250.000)

sulta pavimentata, si ritiene che possa essere escluso un percorso di migrazione della contaminazione verso le acque sotterranee. Tale considerazione risulta ancora più valida se si considera che parte della problematica è rappresentata dall'amianto, minerale non solubile e poco mobile (essendo inglobato/interrato nell'orizzonte di riporto).

È opportuno segnalare che il quadro complessivo ed esaustivo della contaminazione dell'area (soprattutto relativamente alle matrici ambientali) deve ancora essere completato, dal momento che è stata portata a termine solo la prima parte della caratterizzazione dell'area, per via di motivazioni di tipo logistico legate, ad esempio, alla presenza di materiali sull'area o alla particolare contaminazione da amianto di alcuni ambienti. Inoltre, gli enti di controllo preposti hanno formulato alcune richieste di integrazione dei dati già raccolti, che dovranno essere recepite. In ogni caso, si prevede che la caratterizzazione dell'area potrà essere completata entro l'anno 2017.

2.3 PROGETTAZIONE PER LOTTI FUNZIONALI

L'intervento di bonifica e decontaminazione dell'intero sito ex Fibronit di Broni, è un procedimento articolato e complesso, per diversi aspetti. Innanzitutto si deve considerare il tipo di contaminazione prevalente, che è rappresentato dall'amianto. Inoltre, la decontaminazione già eseguita (o ancora da eseguire) riguarda strutture anche molto diverse tra loro, rappresentate, a titolo esemplificativo, da ambienti interni ai capannoni di grandi dimensioni e grandi altezze (anche oltre 10 metri), dalla presenza, in questi ambienti, di macchinari di produzione completamente incrostati dalle miscele cementizie impiegate per la produzione, da ambienti interrati con limitate possibilità di accesso e presenza di liquidi accumulati, agli spazi esterni rappresentati dai piazzali.

Questa molteplicità di situazioni, porta con sé anche scelte progettuali accurate e che devono tenere conto di una scansione temporale necessaria ad evitare sovrapposizioni sulle aree di intervento, che potrebbero anche essere causa di nuova contaminazione degli ambienti già bonificati. In base a quanto appena indicato, è facile capire che anche la progettazione degli interventi può difficilmente essere completata in modo esaustivo in un unico step. Si è quindi fatto riferimento alla possibilità (prevista anche dalla norma ambientale del Testo Unico) di sviluppare la progettazione degli interventi per lotti funzionali successivi.

Tralasciando una prima parte di attività gestite come messa in sicurezza d'emergenza (relative prevalentemente a manufatti contenenti amianto (MCA) depositati sui piazzali e

quindi soggetti a possibile dispersione di fibre per via degli agenti atmosferici), gli interventi sono stati programmati sulla base di un primo progetto preliminare, che ha individuato, a livello macroscopico, le azioni da eseguire per portare a compimento la bonifica e decontaminazione dell'area.

Sulla base di questo primo progetto, sono stati successivamente sviluppati alcuni progetti di livello "definitivo": allo stato attuale è stato portato a compimento l'iter di progettazione del primo e del secondo lotto funzionale degli interventi. Inoltre, gli interventi del primo lotto sono stati completati nel 2015, mentre ora sono in corso quelli del secondo lotto, la cui ultimazione è prevista per marzo 2019. È inoltre in corso la progettazione per gli interventi del terzo lotto, che dovrà essere quello conclusivo, con il quale saranno completati gli interventi ambientali di decontaminazione e bonifica. Dal momento che il terzo lotto costituisce un momento delicato nell'iter di progettazione, si è ritenuto opportuno elaborare un progetto di fattibilità tecnico-economica (come viene definito attualmente lo studio di fattibilità in relazione a quanto previsto dal D.lgs 50/2016, che definisce le modalità di progettazione e conduzione di un appalto di tipo pubblico). Infatti, come precedentemente accennato, il terzo lotto dovrà prevedere interventi ambientali che siano compatibili con le scelte di fruizione che dovranno e vorranno portare avanti gli amministratori locali. Il progetto di fattibilità, come è intrinseco nella natura del livello di progettazione, sviluppa diversi scenari di intervento, evidenziando vantaggi e svantaggi e valutando i costi-benefici delle diverse soluzioni, tra le quali gli amministratori sono chiamati a scegliere, al fine di impostare le basi per il futuro utilizzo dell'area.

La progettazione per lotti funzionali permette altresì di calibrare meglio gli interventi da eseguire: infatti, durante l'esecuzione di un lotto di bonifica e decontaminazione, viene portata avanti la progettazione del lotto successivo, permettendo di tenere conto di quanto emerso nel corso dell'esecuzione del lotto precedente. In un cantiere molto articolato e complesso come quello di Broni conoscere lo stato di fatto precedente (che costituirà la base di partenza per la progettazione del lotto successivo) è fondamentale, per una programmazione ottimale degli interventi e per non lasciare nulla all'improvvisazione! La progettazione per lotti funzionali permette di ottenere un ulteriore vantaggio: la possibilità di diluire la spesa economica nel tempo, anche in relazione al fatto che gli amministratori sono chiamati a reperire ingenti somme per l'esecuzione degli interventi in questione. È chiaro che la priorità è rappresentata dalla salute dei cittadini e dalla difesa dell'ambiente (e

davanti a questi aspetti è difficile farne una questione di soldi), ma è altrettanto vero che bisogna essere realisti, ed effettuare gli interventi per passi successivi e con le risorse disponibili, piuttosto che porsi obiettivi ambiziosi e conformi ai desideri della popolazione, ma ragionevolmente irraggiungibili. Sarebbe obiettivamente difficile, considerati gli elevati costi di interventi come quello in questione e la penuria di finanziamenti pubblici, avere a disposizione, in un'unica soluzione, alcune decine di milioni di Euro!

2.3 LA DIREZIONE DEI LAVORI DEGLI INTERVENTI DEL PRIMO LOTTO FUNZIONALE

Sulla base di quanto previsto dalle recenti "linee guida" predisposte da ANAC a seguito di entrata in vigore del nuovo codice appalti (D.Lgs. 50/2016), che ha ripreso quanto già veniva indicato dalla normativa precedente, i compiti del direttore dei lavori sono i seguenti:

"Il Direttore dei Lavori, fermo restando il rispetto delle disposizioni di servizio eventualmente impartite dal Rup, opera in autonomia in ordine al controllo tecnico, contabile e amministrativo dell'esecuzione dell'intervento affinché i lavori siano eseguiti a regola d'arte e in conformità al progetto e al contratto" (ANAC 2016).

Pertanto il compito affidato all'ufficio di direzione lavori è quello di verificare che le attività vengano svolte in conformità al progetto di bonifica approvato, nel rispetto dei tempi e degli importi previsti da contratto.

È opportuno specificare che, in una bonifica/decontaminazione da amianto come quella in questione, il compito della direzione lavori è coadiuvato dall'attività di ASL. Infatti, la norma conferisce a tale Ente, in base alla propria competenza territoriale, determinati compiti di verifica del buon esito di alcune lavorazioni eseguite dall'impresa esecutrice, di cui il direttore dei lavori può solo prendere atto. Tali verifiche, come ad esempio la correttezza tecnica della realizzazione dei sistemi di confinamento statico e dinamico delle aree di lavorazione (comunemente denominata "prova fumi") o la verifica finale in base alla quale è possibile accertare che tutte le operazioni di decontaminazione siano state eseguite correttamente e non permangano rifiuti contenenti amianto (comunemente detta prova di "restituzione") devono obbligatoriamente essere eseguite dall'Ente di controllo. Il Direttore dei Lavori normalmente partecipa a tali fasi di verifica e prende atto di quanto determinato dall'ASL competente. In questi frangenti il Direttore dei lavori esplica la sua funzione nelle fasi precedenti ai momenti di verifica dell'Ente: ritornando agli esempi appena formulati, cura che l'impresa realizzi in modo corretto i sistemi di confinamento delle aree di lavorazione in modo che la prova fumi abbia

esito positivo e si possa procedere con le lavorazioni di bonifica e decontaminazione nei tempi previsti; oppure verifica che le attività di rimozione dei rifiuti e di decontaminazione delle aree di lavoro vengano eseguite in modo completo, così che le operazioni di verifica finale (restituzione) abbiano esito positivo e quindi si possa considerare effettivamente ultimata l'attività di bonifica.

Calandoci nell'esempio concreto dei lavori del primo lotto di messa in sicurezza e bonifica dell'area ex Fibronit di Broni, le attività previste erano mirate a completare la messa in sicurezza dell'area e ad eseguire la bonifica/decontaminazione di una prima porzione dell'interno dei capannoni industriali.

L'attività di completamento della messa in sicurezza dell'area si è tradotta in due operazioni principali: l'aspersione di prodotto incapsulante ad alta impregnazione sulle lastre in cemento amianto esposte e la chiusura di tutte le aperture presenti nei capannoni industriali (portoni, finestre, ecc.). Tali operazioni avevano l'unica finalità di impedire la dispersione verso l'ambiente esterno (e quindi anche verso la popolazione bronese) di polveri contenenti o costituite da fibre di amianto. Le citate attività (da considerare come preliminari) permettevano, inoltre, di porsi in una condizione di sicurezza, necessaria a sviluppare i lavori di bonifica e decontaminazione secondo lotti funzionali distinti e successivi, come in precedenza indicato.

Relativamente alla prima attività, si è proceduto all'incapsulamento permanente delle lastre in cemento-amianto esposte all'ambiente esterno, sia quelle costituenti i manti di copertura dei capannoni industriali, sia quelle costituenti le tamponature perimetrali, mediante:

- Preliminare rimozione di materiali sciolti presenti sulle superfici.
- Rimozione parti incoerenti (muschi, licheni, elementi in fase di distacco) e contestuale aspirazione delle polveri, mediante aspiratore a filtri assoluti.
- Irrorazione di penetrante fissativo a base di resine sintetiche al solvente con additivi antimuffa e antilicheni.
- Irrorazione di penetrante/consolidante a base di resine sintetiche al solvente.
- Applicazione di due mani di soluzione incapsulante elastomerica all'acqua ai fini della stesura dello strato di rivestimento di tipo A (secondo quanto previsto dal DM 20/8/1999 - Appendice 1).

Ai fini dei controlli di competenza della Direzione Lavori, in riferimento a quanto sopra indicato, sono state eseguite verifiche a campione sui manti di copertura e tamponamento oggetto di trattamento (per una superficie complessiva di poco inferiore a 70.000 mq). Oltre all'accertamento che tutte le lastre fossero

stare effettivamente trattate si è proceduto a verificare che il prodotto incapsulante fosse stato applicato secondo gli spessori previsti dalla norma (DM 20/8/1999): a tal proposito, nel corso dei sopralluoghi effettuati, sono stati prelevati n. 71 campioni di lastre, mediante carotatore a rotazione; durante la fase di perforazione, come visibile nell'immagine, onde evitare la dispersione di polveri, all'utensile di perforazione era avvicinato un aspiratore di tipo industriale dotato di filtri assoluti. I fori sono stati immediatamente sigillati ed identificati mentre i campioni sono stati inviati a laboratorio per procedere alla misurazione al microscopio dello spessore minimo di incapsulante applicato, verificando così il rispetto di quanto previsto dal Progetto del servizio e a contratto. Grazie ai certificati rilasciati dal laboratorio incaricato è stato possibile, per la direzione lavori, accertare che lo spessore di prodotto incapsulante applicato era conforme a quanto previsto da progetto (spessore mai inferiore a 250 micrometri).

Ai fini del completamento della messa in sicurezza, oltre a quanto appena descritto, si è proceduto all'attività di confinamento statico permanente dei capannoni, mediante:

- sigillatura (anche mediante saldatura) di tutti i portoni di ingresso degli edifici industriali.
- Posa di lamiere metalliche a sigillatura di tutte le finestre, le porte ed i portoni di perimetro alle facciate degli edifici.

- Posa in opera di lamiera in vetroresina a sigillatura delle superfici finestrate degli shed, dove danneggiate.
- Posa di lastre metalliche o in vetroresina dove riscontrate rotture delle lastre di copertura e tamponamento.

La posa in opera di lastre in fibrocemento ecologico a riparazione di quelle lesionate/danneggiate è stata eseguita mediante sovrapposizione parziale di quella nuova sopra quella presente in posto non danneggiata, incollata mediante cordone di colla bicomponente resistente agli agenti atmosferici.

Le lastre in lamiera poste a chiusura delle finestre ed altre aperture sono state oggetto di sigillatura mediante apposizione di schiuma poliuretana.

A seguito dell'attività appena descritte che hanno avuto l'obiettivo di portare al completamento della messa in sicurezza dell'area e dopo avere allestito le aree confinate con annesse strutture di decontaminazione, così come previsto dalla normativa, si è dato avvio alla decontaminazione da amianto di un primo lotto degli ex edifici industriali, identificati a progetto come settore B1.

Le attività di bonifica da amianto di tale settore B1 sono state suddivise in 4 cantieri di bonifica, di cui 3 a piano terra ed uno a piano seminterrato.

Tale scelta è stata dettata dall'ampiezza del capannone B1: pertanto, al fine di una migliore efficienza dei sistemi di estrazione



Figura 2 – Operazione di campionamento per verifica spessore incapsulante sulle coperture dell'ex stabilimento



Figura 3 – Capannone B1 dopo il completamento della bonifica

e purificazione dell'aria dell'ambiente di lavorazione, il volume del citato capannone B1 (fino alla quota delle coperture) è stato suddiviso in n. 3 camere confinate.

Come già indicato, il quarto cantiere era costituito da uno scantinato/magazzino seminterrato, ubicato al di sotto di una piccola parte del capannone B1 e non comunicante con lo stesso.

È stata completata la bonifica di tutti i 4 cantieri sopra citati, ottenendo la attestazione di restituibilità da parte dell'ASL competente, che è stata effettuata in diverse fasi (in funzione del completamento della bonifica nei diversi cantieri).

Nell'immagine seguente è possibile vedere una porzione interna dell'edificio B1 completa-

mente decontaminato e oggetto di restituzione da parte di ASL. La colorazione blu è conferita dall'incapsulante, e cioè quella soluzione colorata a base di colla vinilica impiegata nella bonifica da amianto che, come previsto dalla norma vigente in materia di bonifica da amianto, costituisce l'ultimo "passaggio" da effettuare per completare la decontaminazione da amianto e poter ottenere la restituzione finale da parte dell'Ente competente.

Si riporta di seguito, inoltre, una immagine della preparazione dei sistemi di campionamento dell'aria ambiente a cura di ASL, al fine di effettuare i controlli e le verifiche necessarie ad ottenere la "restituibilità" finale, che sancisce l'avvenuta bonifica con buon esito dell'ambiente confinato.



Figura 4 – Predisposizione sistema di campionamento aria ambiente per restituibilità finale

Tutte le attività di bonifica sono state effettuate in area confinata, con cantiere posto in depressione ai sensi del DM 6/9/1994 mediante l'impiego di estrattori d'aria dimensionati in relazione al volume d'aria da ricambiare in ciascun confinamento. Per ciascun cantiere, a seguito del completamento del confinamento statico, è stata effettuata la cosiddetta "prova fumi" alla presenza dell'Autorità competente, finalizzata ad attestare l'assenza di fuoriuscite d'aria dall'ambiente confinato: ad esito positivo della stessa, sono stati attivati gli estrattori d'aria ed è stato dato avvio alla bonifica.

Per eseguire la bonifica dei citati cantieri del capannone B1, si è effettuata la seguente sequenza di operazioni mediante squadre di operatori specializzati ed abilitati:

- aspirazione con aspiratori industriali a filtri assoluti, della pavimentazione e di tutti i materiali giacenti su di essa (macchinari dismessi di piccole dimensioni, strutture, apprestamenti);
- rimozione detriti dalle canaline e delle parti fini delle macerie poste a pavimento mediante attrezzi manuali, raccolta di tutti i rottami di materiali contenenti amianto, rimozione di tutte le altre tipologie di materiali; tali rifiuti sono stati insaccati in idonei sacchi, strozzati e sigillati con nastro adesivo, puliti ad umido ed inseriti in secondi sacchi contrassegnati ed etichettati;
- seconda aspirazione e pulizia delle superfici con aspiratore a filtri assoluti, di tutte le strutture verticali, dall'alto verso il basso (capriate, travi, arcarecci, pilastri, murature);
- smontaggio di tubazioni e strutture aeree;
- scrostatura delle superfici, mediante preliminare imbibizione di soluzione incapsulante ed impiego di raschietti o spatole con setole metalliche, con contestuale aspirazione delle superfici e raccolta e insaccaggio del materiale caduto, pulizia finale con stracci e spugne;
- trasporto dei rifiuti nell'unità di decontaminazione materiali, lavaggio con lancia a bassa pressione e spazzolatura e trasferimento nella zona di deposito temporaneo per essere avviati allo smaltimento e/o recupero.

Per i cantieri dove erano presenti macchinari o linee produttive, si è proceduto alla bonifica (mediante lo smontaggio) dei macchinari in questione: le parti asportabili e non decontaminabili dei macchinari sono state inviate a smaltimento presso impianti autorizzati off-site (previo incapsulamento e confezionamento secondo quanto previsto dalla normativa di settore). Le parti ferrose, derivanti dalla demolizione dei macchinari, sono state decontaminate ed incapsulate.

La verifica di avvenuta decontaminazione con buon esito è stata eseguita mediante scotch-test, effettuato in contraddittorio con gli Enti; i rottami metallici decontaminati, a seguito della verifica indicata, sono stati inviati a recupero presso acciaierie.

Un aspetto di particolare interesse, nell'ambito dello svolgimento della direzione lavori di un intervento di questo tipo (come, peraltro, anche per tutti gli interventi di bonifica, intesi in senso lato) è rappresentato dai controlli e dalle verifiche da effettuare nell'ambito dello smaltimento dei rifiuti prodotti dalle attività.

Questo controllo si svolge su due livelli principali. Uno preventivo, da condurre prima dell'inizio dello smaltimento dei rifiuti: questo consiste nella richiesta all'esecutore dell'intervento di presentare un documento denominato "piano degli smaltimenti". In esso sono contenute tutte le informazioni relative alla filiera che l'esecutore intende far percorrere ai rifiuti; infatti, nello stesso si devono trovare almeno le seguenti informazioni:

- tipologia e qualità dei rifiuti che si produrranno.
- analisi di "omologa" dei rifiuti che ne definiscano la possibilità di conferimento in impianti di smaltimento (o recupero) di una determinata categoria.
- Attribuzione del codice CER al rifiuto.
- Elenco degli impianti di smaltimento/recupero individuati per il conferimento di ciascuna delle tipologie di rifiuti, scelti sulla base delle informazioni di cui ai punti precedenti. È necessario che al piano degli smaltimenti vengano allegati le copie delle autorizzazioni (in corso di validità) degli impianti di smaltimento/recupero.
- Elenco delle società che saranno incaricate di effettuare il trasporto dei rifiuti dal cantiere agli impianti di smaltimento/recupero. Anche in questo caso è necessario allegare le copie delle relative iscrizioni all'Albo Nazionale Gestori Ambientali.

Una volta ricevuto il piano degli smaltimenti, l'ufficio di direzione lavori, prima che venga dato inizio al conferimento dei rifiuti agli impianti individuati, svolge un importante controllo che, in buona sostanza, si concretizza nella verifica di conformità e congruità del piano in questione. In altre parole, viene verificato che una data tipologia di rifiuto può essere regolarmente conferita presso un dato impianto, e cioè quest'ultimo possiede una regolare autorizzazione all'esercizio in corso di validità e contiene, nell'elenco dei codici CER autorizzati, anche quello del rifiuto che si intende conferire.

Analogamente, una verifica simile viene eseguita per gli autotrasportatori individuati. Normalmente, al termine di tali controlli, qua-

lora tutto sia conforme e congruente, l'ufficio di direzione lavori emette un parere favorevole all'impiego dei poli di smaltimento e delle società di trasporto proposte.

Il secondo livello di controllo viene eseguito in corso d'opera. Infatti, durante la fase esecutiva è necessario verificare che l'appaltatore esegua effettivamente quanto proposto e previsto nel piano degli smaltimenti presentato (e sul quale l'ufficio di direzione lavori ha espresso parere positivo): il controllo più importante consiste nella verifica che una data tipologia di rifiuto (e cioè identificata da un dato codice CER) venga effettivamente inviata a smaltimento/recupero presso l'impianto previsto (e con un autotrasportatore abilitato).

Dal momento che la modalità di smaltimento dei rifiuti contenenti amianto è ormai consolidata e, come noto, prevede alcune operazioni di trattamento del materiale fino al confezionamento finale (che rende il rifiuto movimentabile e trasportabile in sicurezza), si ritiene opportuno soffermare l'attenzione su alcuni aspetti relativi all'invio a recupero di alcuni rifiuti derivanti dalle operazioni di bonifica e decontaminazione del primo lotto funzionale degli interventi. Nel caso della ex Fibronit, infatti, gli interventi che hanno interessato la decontaminazione degli ambienti interni degli edifici industriali hanno riguardato anche alcune linee produttive dell'ex stabilimento. La struttura metallica di tali macchinari poteva essere effettivamente decontaminata, adottando, come comprensibile, una lavorazione di pulizia accurata. Questa operazione ha permesso di evitare lo smaltimento in discarica di ingenti quantità di materiale decontaminabile (che, trattandosi di metallo, avrebbe implicato un elevato peso - e quindi un elevato costo - di smaltimento). Come in precedenza già indicato, tale materiale, opportunamente decontaminato, è stato inviato a recupero in acciaieria, con vantaggi sotto molteplici aspetti (economico, ambientale, ecc.).

Tuttavia, era necessario effettuare tutte le verifiche atte ad accertare che il materiale fosse stato decontaminato completamente: lo stesso, infatti, sarebbe poi stato movimentato e trasportato senza tutte quelle cautele previste per i rifiuti contenenti amianto. Al fine di accertare quanto appena indicato è stata adottata la procedura dello "scotch-test", i cui criteri esecutivi sono descritti in un apposito documento predisposto da ISPESL, oggi INAIL, (ISPESL 2010), approvato dal Ministero dell'Ambiente e divenuto oggi una procedura operativa da seguire nell'ambito degli interventi sui siti di interesse nazionale, interessati dalla presenza di amianto.

Tale procedura prevede di applicare, a campione, sulla superficie del materiale

decontaminato (ad esempio, metallo) una striscia di scotch, che viene successivamente asportata e inviata ad un laboratorio. Lo scotch viene quindi analizzato al microscopio per rilevare l'eventuale presenza di fibre di amianto (che proverrebbero quindi dal manufatto indagato) trattenute dalla colla del nastro adesivo. Qualora non vengano rilevate fibre il materiale è stato correttamente decontaminato e può essere inviato a recupero. Qualora, invece, si rilevino fibre, il materiale deve essere sottoposto ad ulteriori sessioni di decontaminazione, oppure, qualora non effettuabili, a smaltimento definitivo in discarica. Tali verifiche assumono un valore fondamentale, in quanto permettono di accertare la bontà dell'operazione effettuata, e quindi anche "contrattuale": permettono, cioè, alla direzione lavori di verificare che l'appaltatore abbia effettivamente effettuato le lavorazioni di decontaminazione oggetto del proprio contratto. È anche per questo che, spesso, tali verifiche vengono eseguite in contraddittorio con l'Ente di controllo.

Complessivamente, nell'ambito degli interventi del primo lotto di bonifica, sono state smaltite presso impianti autorizzati off-site circa 2.855 tonnellate di rifiuti (materiali da costruzione a base di amianto, residui di produzione, cemento, ferro, soluzioni acquose contaminate, ecc.).

Un ulteriore aspetto fondamentale legato ad un intervento di bonifica da amianto è rappresentato dal monitoraggio ambientale, soprattutto in relazione alla qualità dell'aria. Infatti, la popolazione circostante l'area di intervento (che normalmente è già stata interessata da pesanti ripercussioni derivanti da malattie professionali asbesto-correlate) è particolarmente sensibile a tale argomento. È quindi particolarmente opportuno che nell'ambito di ogni intervento di bonifica e decontaminazione da amianto sia previsto ed attuato un adeguato programma di monitoraggio delle matrici ambientali (con particolare riferimento all'aria, al fine di rilevare eventuali polveri aerodisperse contenenti amianto).

Tale programma ha lo scopo di mantenere sotto controllo l'ambiente interno ed esterno del cantiere ed individuare prontamente eventuali impatti negativi determinati dalle lavorazioni in corso. È evidente come tale programma abbia una elevata valenza nell'ambito dei controlli di competenza della direzione lavori, che ha un grande interesse nel controllare che tutto venga svolto secondo le procedure previste e senza pregiudizio per la salute dei lavoratori, della popolazione e dell'ambiente.

Anche in questo caso il monitoraggio delle polveri aerodisperse è stato eseguito su un doppio livello di verifica. Il primo è quello

previsto dalla normativa vigente ed è indirizzato a verificare cosa avviene nell'immediato intorno delle camere confinate di lavorazione.

In particolare la norma prevede di campionare l'aria ambiente ed eseguire una analisi in MOCF (microscopio ottico a contrasto di fase): per tale monitoraggio si utilizza una pompa a basso flusso 2/3 l/min, campionando almeno 480 litri d'aria ambiente. Vengono indagate le aree considerate sensibili (e cioè spogliatoio pulito UDP, uscita estrattori, campionatore personale sugli operatori, saltuariamente all'interno del cantiere di bonifica).

È opportuno ricordare che, nel caso di Broni, trattandosi di un intervento di bonifica di un certo tipo e di una certa rilevanza, è già in atto un monitoraggio ambientale sul territorio cittadino a cura degli Enti di controllo.

Il monitoraggio viene effettuato mediante n. 7 centraline di rilevamento posizionate in diversi punti sensibili del territorio del Comune di Broni (n. 2 sono ubicate sul perimetro della ex Fibronit e ulteriori n. 2 nelle immediate vicinanze).

I monitoraggi effettuati, secondo i diversi livelli di controllo appena descritti, hanno

di Broni – ex Fibronit questo approccio sta portando ad una corretta esecuzione degli interventi.

Si è inoltre riferito dell'attività di direzione lavori relativa al primo lotto funzionale (allo stato attuale sono in corso gli interventi del secondo lotto) e delle modalità di controllo e verifica che sono state attuate per accertare che le attività venissero eseguite nel rispetto del progetto approvato, dei tempi e dei costi prestabiliti. Quanto appena indicato con particolare riferimento al corretto smaltimento dei rifiuti e al monitoraggio ambientale relati-



Figura 5 – Campionatore collocato all'interno della porzione pulita dello spogliatoio della Unità di Decontaminazione del Personale



Figura 6 – Campionatore collocato sui piazzali esterni dello stabilimento

Nel caso del cantiere di Broni, primo lotto funzionale, complessivamente sono state eseguite n. 653 analisi in MOCF (Fig. 5).

Come già accennato, oltre a quanto previsto dalla norma e a maggiore verifica dell'ambiente esterno (in particolare la popolazione residente) sono stati eseguiti monitoraggi delle polveri aerodisperse. In questo caso le verifiche vengono eseguite secondo la metodica SEM (microscopio a scansione elettronica) in ambiente esterno, durante le principali fasi di bonifica di materiali contenenti amianto (con campionamento mediante pompa ad alto flusso 8/10 litri/min, 3000 litri d'aria campionati). Nel caso del cantiere di Broni, primo lotto funzionale, complessivamente sono state eseguite n. 270 analisi secondo la metodica appena sopra citata (Fig. 6).

messò in luce il rispetto dei limiti di legge (DM 6/9/1994), non essendosi concretizzate le situazioni per le l'attivazione delle procedure di pre-allarme o allarme.

3. CONCLUSIONI

La progettazione di un intervento di decontaminazione e bonifica da amianto come quello di Broni deve necessariamente essere eseguita per lotti funzionali. Infatti, da un lato è stato necessario reperire ingenti somme pubbliche che possono essere erogate solo nel tempo e non in un'unica soluzione, dall'altro è opportuno procedere per step successivi di approfondimento, tenendo presente lo stato di fatto al termine di un lotto di intervento, al fine di poter procedere con scelte progettuali più mirate per i lotti successivi. Nel caso

vo alle polveri aerodisperse, per verificare che tutte le operazioni venissero eseguite senza pregiudizio per i lavoratori, per la popolazione residente e per l'ambiente (in termini di dispersione di fibre libere di amianto dovute alle lavorazioni in corso).

BIBLIOGRAFIA

- ANAC (2016), *Il Direttore dei lavori: modalità di svolgimento delle funzioni di direzione e controllo tecnico, contabile e amministrativo dell'esecuzione del contratto*.
- ISPESL (2010), *Linee guida generali da adottare durante le attività di bonifica da amianto nei siti da bonificare di interesse nazionale*.
- ZIGLIOLI B. (2016), *Sembrava Nevicasse – La Eternit di Casale Monferrato e la Fibronit di Broni: due comunità di fronte all'amianto*, Franco Angeli Editore.

Il sito della ex Eternit all'interno del SIN di Bagnoli-Coroglio: un caso di studio

Il sito della ex Eternit all'interno del SIN di Bagnoli-Coroglio: un caso di studio

Parole chiave (*key words*):

EDOARDO ROBORELLA STACUL
Project Manager Realizzazione Bonifiche – Progetto Bagnoli
Business Unit Competitività, Infrastrutture e Territori - INVITALIA

DANIELE BENOTTI
Project Manager Realizzazione Infrastrutture – Progetto Bagnoli
Business Unit Competitività, Infrastrutture e Territori - INVITALIA

1. INQUADRAMENTO E STORIA DEL SITO

L'area industriale ex Eternit di Bagnoli, con un'estensione di circa 157.000 mq, è situata immediatamente ad Est dell'area industriale ex-ILVA e confina con essa per una lunghezza di circa 1 km m sul proprio lato Ovest, mentre gli altri lati sono circondati dall'area urbana di Fuorigrotta.

Rientra all'interno del SIN di Bagnoli-Coroglio, così come riperimetrato nel 2014.

Di seguito si riportano alcuni dati indicativi della storia del sito.

Nel 1939 lo stabilimento Eternit di Bagnoli inizia la sua attività produttiva. La superficie coperta da stabilimenti era di circa 55.000 mq.

Nel 1985 l'attività produttiva cessa definitivamente e nel 1988 l'intera area è ceduta dalla Società Eternit alla Società Mededil (Gruppo IRI). Nel 1997 la Società Mededil affida alla Società Bagnoli S.p.A. (Gruppo IRI) la bonifica dell'area, secondo le previsioni del Piano CIPE 94. Nel 2002, in applicazione della

Legge Finanziaria n. 388 del 2000, termina l'affidamento alla Società Bagnoli S.p.A. e subentra la Società Bagnolifutura S.p.A. di Trasformazione Urbana che diventa anche proprietaria dell'area.

2. ATTIVITÀ SVOLTE DALLA SOCIETÀ BAGNOLI S.P.A. (1997-2002)

2.1 PRIME ATTIVITÀ DI BONIFICA

Le prime attività di bonifica sono consistite nei lavori di demolizione e smaltimento delle strutture e degli impianti presenti fino al piano campagna come riportato in Figura 1.

2.2 PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE DEL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE

Per la caratterizzazione del sito è stata prevista in prima fase l'esecuzione di una serie di sondaggi distribuiti su una maglia statistica regolare costituita da elementi di dimensioni 100 x 100 m, distribuita per l'intera area con esclusione delle zone coperte

dai capannoni e dalle palazzine Uffici ed Ex-dipendenti. Tale campagna è stata realizzata nel periodo marzo-aprile 1998.

Successivamente, in funzione delle analisi chimiche eseguite sui campioni prelevati, è stata eseguita, nel periodo maggio 2000, una seconda fase di caratterizzazione con maglie più strette aventi dimensioni 25 x 25 e 50 x 50 m secondo i criteri di seguito descritti.

2.2.1 La campagna di indagini di prima fase

Nel periodo marzo-aprile 1998 è stata effettuata una campagna d'indagini geognostiche, comprendente l'esecuzione di carotaggi superficiali e profondi, il campionamento rimaneggiato ed indisturbato del sottosuolo, la misurazione dei livelli piezometrici e l'esecuzione di prove geofisiche, al fine di pervenire alla caratterizzazione litostratigrafica, geomeccanica e geochimica dei terreni, nonché alla ricostruzione della superficie piezometrica.

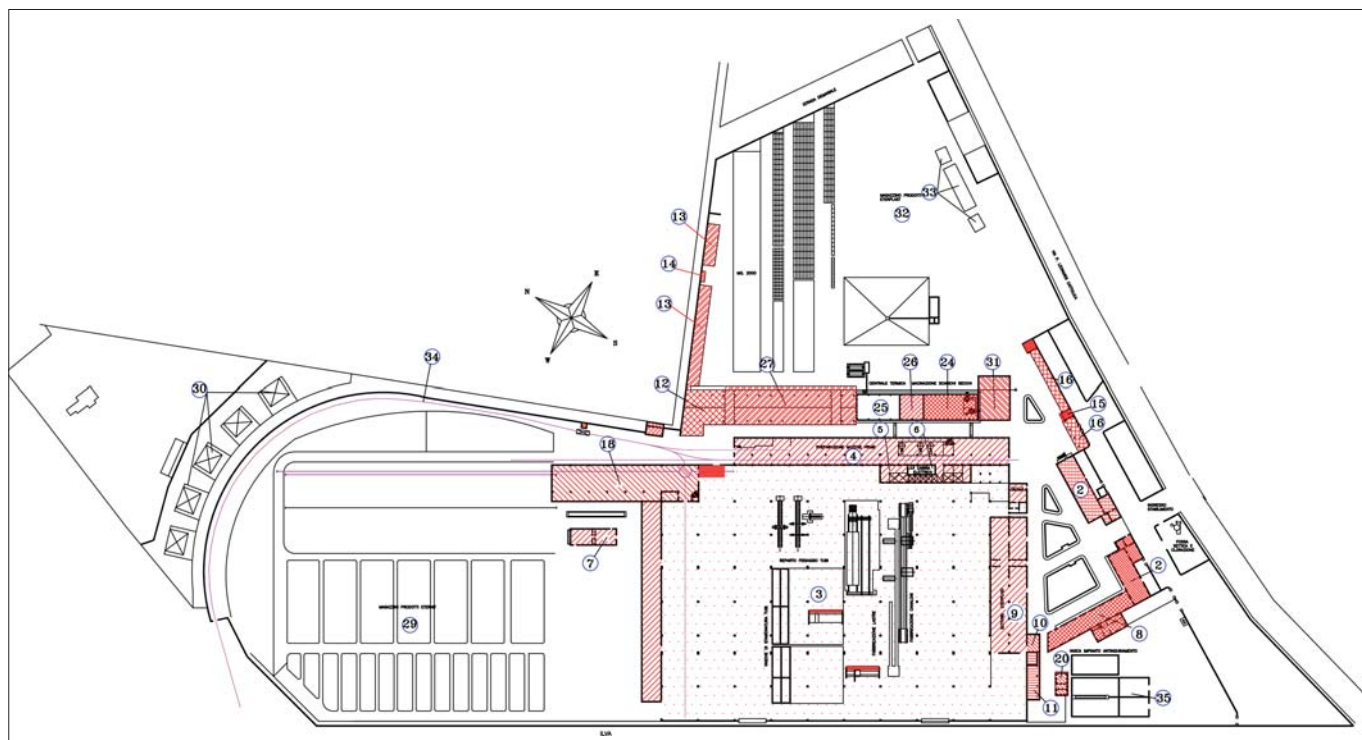


Figura 1 – Planimetria impianti ex Eternit

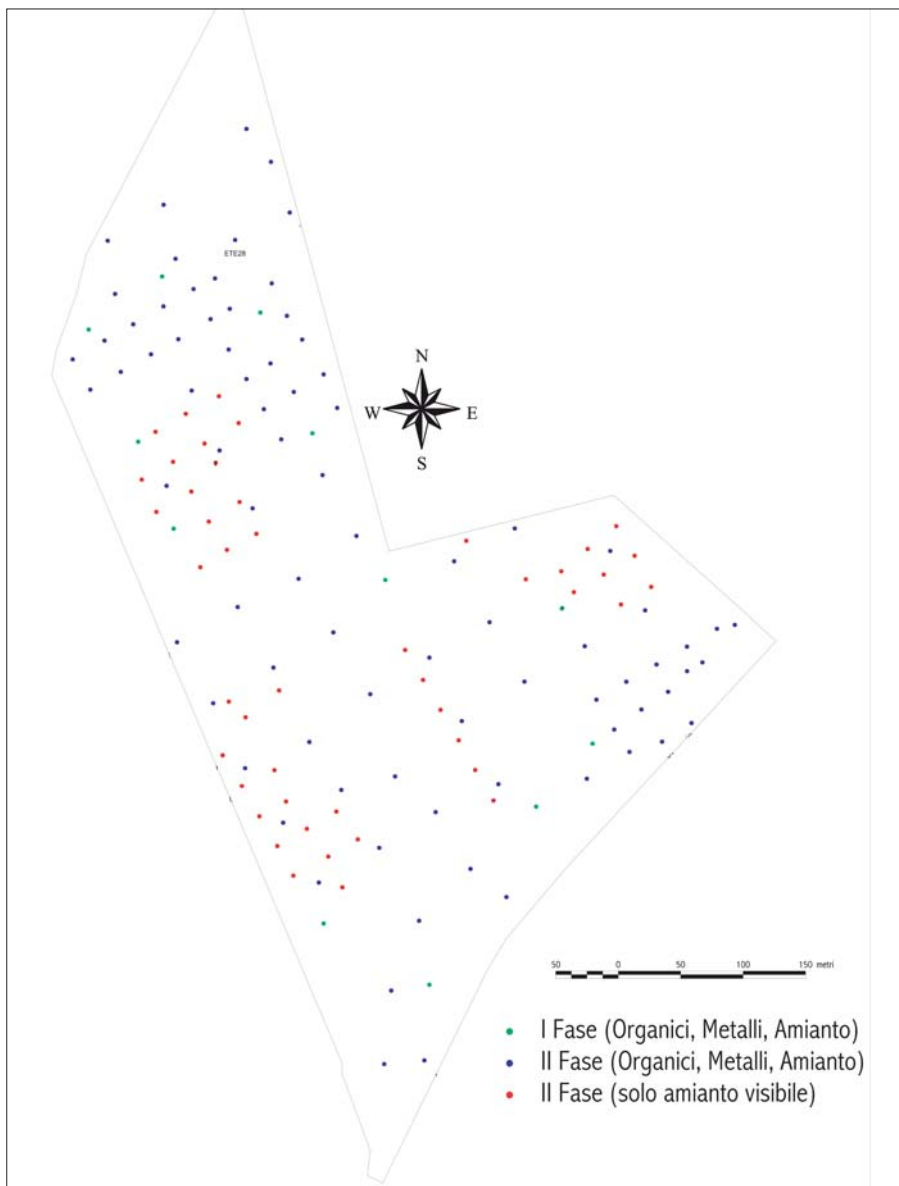


Figura 2 – Ubicazione dei sondaggi superficiali eseguiti in prima ed in seconda fase

2.2.2. La campagna di indagini di seconda fase (maggio 2000)

Come proseguimento delle indagini condotte in prima fase è stata programmata una seconda campagna di indagine consistente nell'esecuzione di ulteriori carotaggi superficiali, spinti fino alla falda, utilizzando, una maglia di 50 x 50 m sulle aree non risultate inquinate dalle indagini di prima fase e di 25 x 25 m sulle aree in cui è stato rilevato materiale contenente amianto (MCA) visivamente o mediante l'esecuzione di scavi preliminari per la rimozione di strutture, sistemi fognari, etc.

2.2.3 Ricostruzione sezioni stratigrafiche

Utilizzando i dati della caratterizzazione di 1^a e 2^a fase, sono state ricostruite tre sezioni stratigrafiche. I dati litologici, utilizzati per le sezioni, sono relativi ai carotaggi presenti in ciascuna linea. Tali carotaggi, convenzionalmente definiti "superficiali", sono stati spinti sino all'intercettazione della falda.

Le sezioni stratigrafiche sono state realizzate utilizzando i dati litostratigrafici dei carotaggi ubicati lungo tre direttrici significative, la prima con orientamento Nord - Sud, la seconda Est - Ovest e la terza Nord Est - Sud Ovest.

Le sezioni litostratigrafiche mostrano in modo chiaro il contatto tra il riporto ed il terreno naturale originario ed il livello piezometrico ricavato utilizzando il valore medio delle misure di falda effettuate durante le fasi d'indagine.

Nelle figure 3, 4 e 5 sono riportate, le tre sezioni litostratigrafiche e la loro ubicazione all'interno della planimetria del sito ex eternit.

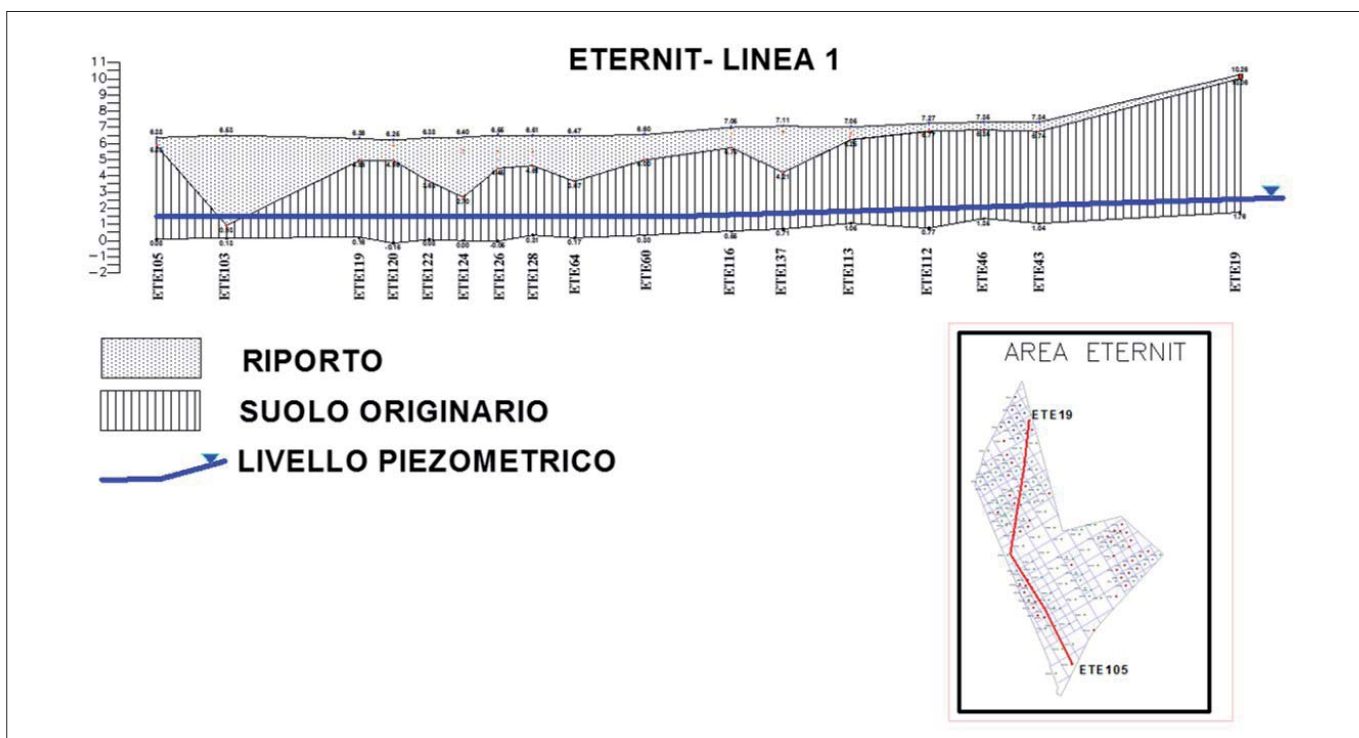


Figura 3 – Sezione stratigrafica ex Eternit_Linea 1

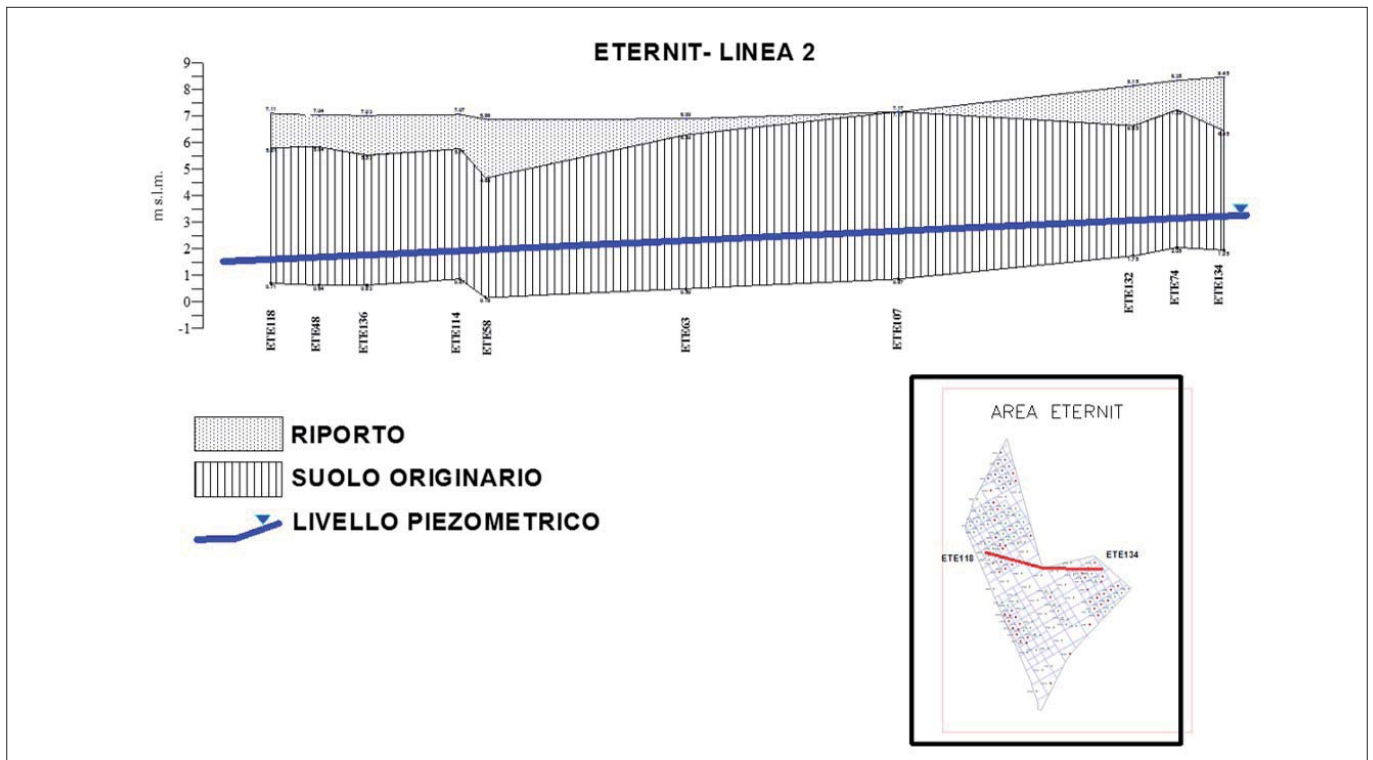


Figura 4 – Sezione stratigrafica ex Eternit_Linea 2

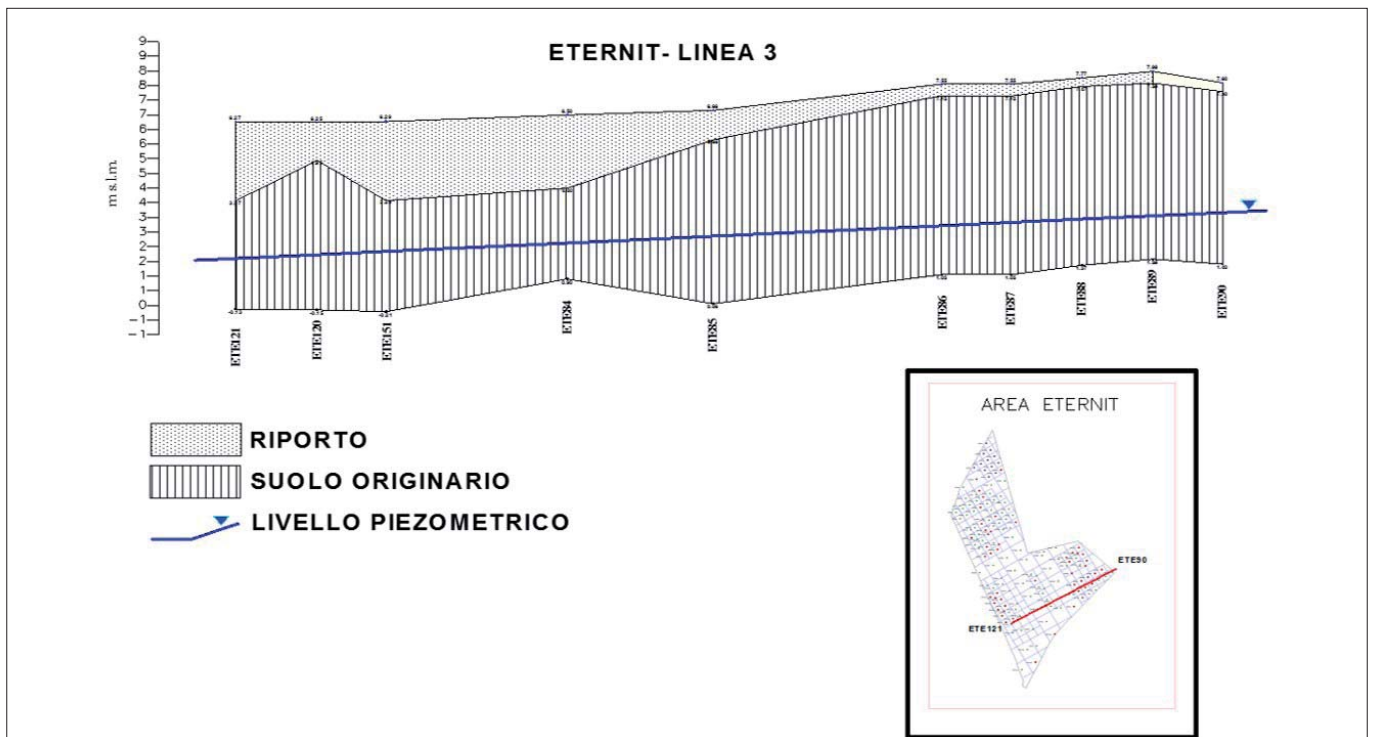


Figura 5 – Sezione stratigrafica ex Eternit_Linea 3

2.2.4 Distribuzione dell'amianto nel riporto e dei terreni naturali

Le indagini effettuate in seconda fase, oltre ad avere lo scopo di verificare l'eventuale inquinamento da elementi inorganici e da composti organici, sono state mirate all'individuazione di amianto, nelle sue varie forme, presente nel riporto o nei suoli. A tale scopo sono stati eseguiti carotaggi superficiali, spinti fino alla falda, utilizzando, una maglia di 50 x 50 m e una di 25 x 25 m. Tale maglia è stata infittita in corso d'opera mediante l'ese-

zione di nuovi carotaggi, per verificare l'estensione dell'amianto individuato nel riporto dei carotaggi già previsti. I carotaggi previsti erano 87, ai quali ne sono stati aggiunti altri 42, inoltre sono stati eseguiti nell'area nord 5 scavi manuali.

La presenza di amianto è stata rilevata in 52 carotaggi e nei 5 scavi effettuati.

In 37 carotaggi l'amianto è stato rilevato nel primo metro di profondità, in 9 carotaggi l'amianto è presente tra 1 e 2 metri di profondità, mentre in soli due carotaggi si rinviene

tra 2 e 3 metri; nei restanti sondaggi (4) l'amianto è stato individuato tra 1-3 metri di profondità dal piano campagna.

Gli spessori variano da pochi cm fino a valori superiori al metro con uno spessore medio di circa 50 cm.

L'amianto rilevato in tutti i casi è risultato derivare da scarti di lavorazione di materiali tipo-eternit. In particolare si tratta di frammenti di manufatti di cemento-amianto realizzati con amianto tipo crocidolite e/o tipo crisotilo, le cui dimensioni vanno da pochi cen-

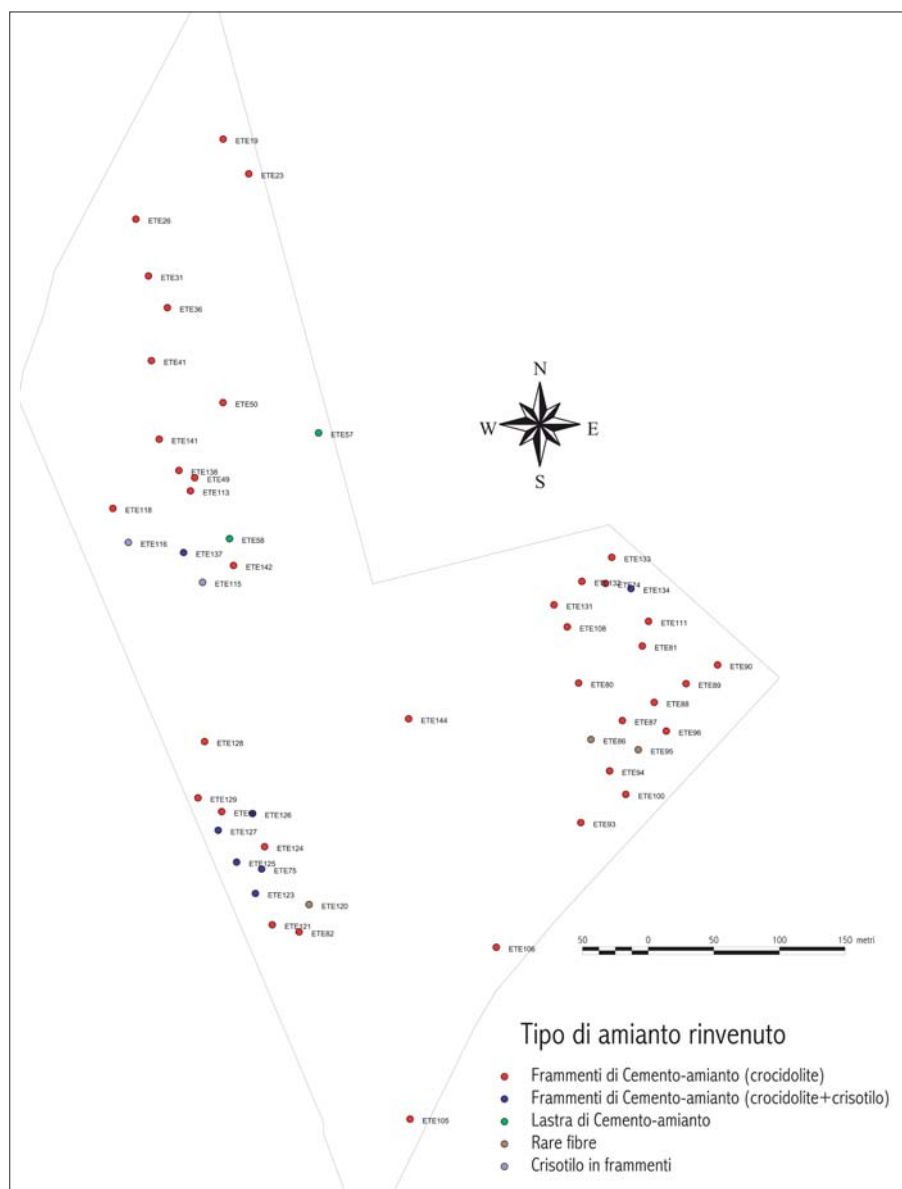


Figura 6 – Distribuzione tipologia di amianto riscontrata

timetri a qualche decimetro; solo in due punti è stato rinvenuto amianto friabile (crocidolite).

Sono state effettuate sui campioni raccolti durante la seconda fase anche analisi in diffrattometria ai raggi X per verificare la presenza di fibre di amianto sia nei riporti che nel campione dei terreni naturali. Per verificare tali risultati sono state effettuate, solo per i campioni in cui è stata rilevata la presenza di amianto, analisi al microscopio elettronico a scansione (SEM). I risultati ottenuti hanno indicato la completa assenza di amianto.

Questi dati derivano dall'osservazione delle carote estratte durante i sondaggi, dall'apertura di scavi effettuati durante la seconda fase d'indagine e dall'apertura di scavi per la rimozione dei sottoservizi.

3 ATTIVITÀ SVOLTE DALLA SOCIETÀ BAGNOLIFUTURA S.P.A. (2002 – 2014)

La Società Bagnolifutura S.p.A. di T.U. (di seguito BF), sulla base delle risultanze della caratterizzazione svolta, ha redatto il "Piano di completamento della bonifica e del recu-

pero ambientale dell'area industriale di Bagnoli" approvato dai Ministeri dell'Ambiente, della Salute e delle Attività Produttive il 31 luglio 2003. Il Piano prevedeva le seguenti attività:

- completamento delle attività di demolizione e realizzazione della caratterizzazione di dettaglio;
- la bonifica dei terreni e dei riporti.

3.1 COMPLETAMENTO DELLE ATTIVITÀ DI DEMOLIZIONE E REALIZZAZIONE DELLA CARATTERIZZAZIONE DI DETTAGLIO

Si è proceduto al decommissioning delle strutture e degli impianti ancora presenti all'interno del Sito; per quanto riguarda i lavori per la caratterizzazione di dettaglio dell'area e di bonifica dei terreni, sono stati affidati mediante appalto integrato nel 2004.

La fase di caratterizzazione, avente come obiettivo l'individuazione degli effettivi volumi di materiale che devono subire i successivi trattamenti di bonifica, è stata svolta mediante indagini geognostiche e geochimiche,

3.2 LA BONIFICA DEI TERRENI/RIPORTI

L'attività di bonifica dei terreni ha interessato sia quelli inquinati da composti organici sia quelli contenenti amianto.

I primi, rimossi mediante scavo, vengono inviati ai cicli di trattamento (vagliatura, frantumazione, lavaggio).

I secondi vengono sottoposti, a seguito dello scavo, ad attività di selezione e cernita, anche manuale e, dopo classificazione a rifiuto, stoccati all'interno di appositi contenitori (big bags) e inviati a smaltimento secondo le normative vigenti.

L'obiettivo della bonifica era quello di rendere l'area compatibile con la destinazione ad uso residenziale, prevista nei Piani Urbanistici del Comune di Napoli. A tale scopo, le metodologie individuate nel progetto di bonifica tendono ad una rimozione integrale dei MCA nel sottosuolo.

3.3.1 Metodologie operative e aggiornamento delle stime di MCA da smaltire

Le operazioni di bonifica per la rimozione di MCA sono state eseguite secondo un Piano di lavoro approvato dalle ASL territoriali competenti.

I lavori sono stati pianificati prevedendo la suddivisione dell'area in sub-lotti, individuati con le lettere dalla A alla T, come rappresentato nella Fig. 7.

L'attività del cantiere è stata monitorata quotidianamente con controlli tesi ad accertare la presenza di fibre aero-disperse, mediante rilevatori ambientali e personali. Il controllo è stato svolto attraverso tre rilevatori posti lungo il perimetro dell'intera area Eternit e rivolti verso il suo interno e tre postazioni di prelievo distribuite intorno a ciascuna delle zone di lavoro individuate. Inoltre, per il controllo del personale, l'addetto esposto è stato munito di un campionatore personale per il rilievo delle fibre di amianto.

La certificazione di avvenuta bonifica da MCA, rilasciata dalle ASL, è avvenuta in progress a completamento di tutte le lavorazioni necessarie.

I requisiti alla base delle scelte impiantistiche effettuate sono:

- minimizzazione delle movimentazioni con mezzi meccanici per evitare la frammentazione dei materiali e la dispersione nell'ambiente di polveri;
- ciclo di vagliatura breve per ridurre le cadute di materiale dalle tramogge ai nastri ed evitare, quindi, la frammentazione dei materiali e la dispersione nell'ambiente di polveri;
- separazione a monte della vagliatura delle parti grossolane per evitare che le stesse producano la frammentazione dei materiali e la dispersione nell'ambiente di polveri;

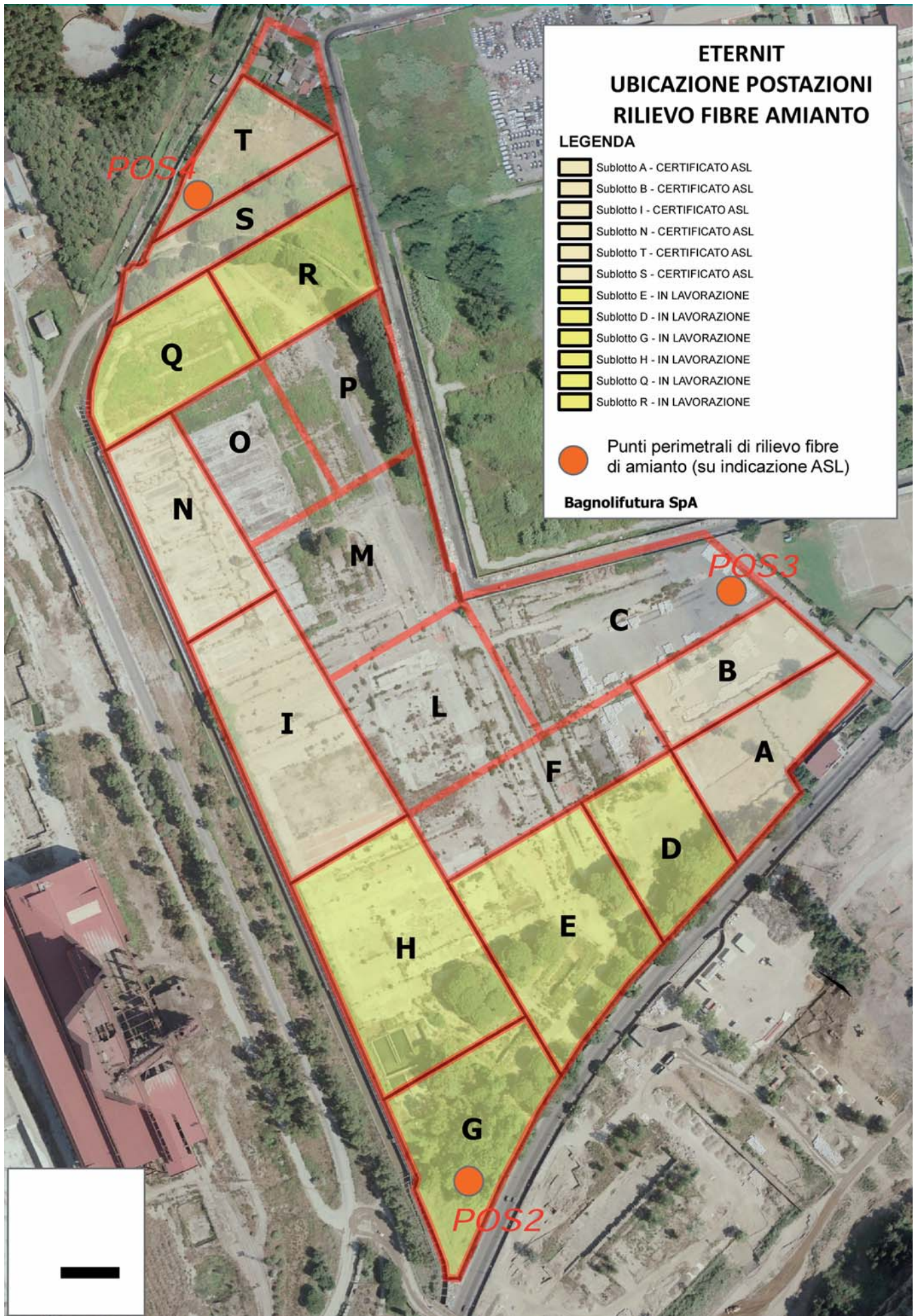


Figura 7 – Suddivisione area ex eternit in lotti di lavorazione

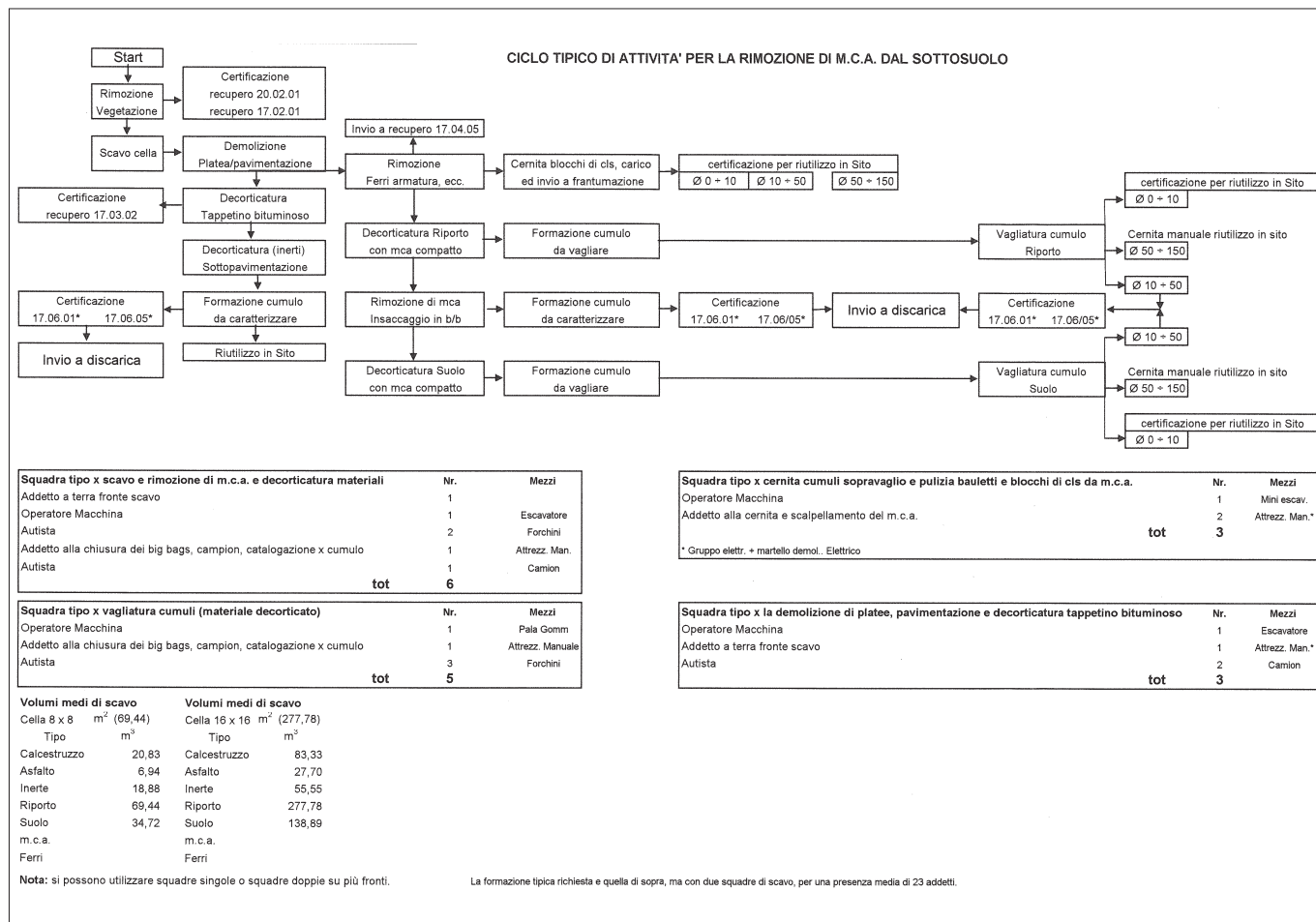


Figura 8 – Flowchart eternit

- utilizzo di attrezzature per il contenimento e l'abbattimento delle polveri prodotte;
- utilizzo di reti con maglie di opportuna misura in funzione delle dimensioni del MCA compatto presente nel mix di materiale eterogeneo da vagliare;
- controllo visivo in fase di produzione dei cumuli a terra di tutte le frazioni granulometriche prima della loro classificazione a rifiuto e insaccamento nei big bags.

Le attività di scavo delle celle in area Eternit hanno evidenziato materiali con le seguenti caratteristiche:

- materiali contaminati da MCA da insaccare direttamente in big bags per lo smaltimento;
- terreni derivanti dalle operazioni di cernita in fase di scavo, anche mediante l'uso di mezzi meccanici quali rotovagli, escavatori ecc;
- materiali estratti da strati di riporto o suolo con presenza di MCA compatto.

Nel corso delle attività gli scavi hanno evidenziato che il MCA era presente in strati e a profondità variabili. Gli scavi fatti hanno evidenziato nei sub lotti lavorati una profondità variabile da circa 0,90 m, e una massima di circa 3,00 m.

Questa distribuzione ha permesso all'operatore della macchina (escavatore cingolato) di eseguire una decorticatura del materiale ricoprente lo strato di amianto e la

successiva pulizia del materiale sottostante lo strato stesso, con l'ausilio di personale a terra a bordo scavo.

I materiali rimossi dalle celle sono classificati di tipo A o B.

Il materiale di tipo A è quello che presenta MCA compatto, già individuato in fase di scavo, e dalle analisi del carotaggio di caratterizzazione risulta privo di fibre libere.

Il materiale di tipo B è quello che a vista non presenta MCA compatto, durante lo scavo, e dalle analisi di caratterizzazione del carotaggio risulta privo di fibre libere.

Ambedue le tipologie di materiale sono state raccolte in aree per essere sottoposte all'attività di cernita, mediante l'utilizzo di sistemi vaglianti.

Dopo vagliatura si sono ottenute le seguenti frazioni granulometriche:

- 0 ÷ 10 mm;
- 10 ÷ 30 mm;
- 30 ÷ 150 mm;
- oltre 150 mm.

La presenza dei frammenti di MCA del tipo compatto si è verificata, nella maggior parte dei casi, nelle granulometrie maggiori di 25 cmq.

In sintesi il ciclo di lavorazione può essere sintetizzato in:

- scavo celle ed invio a cernita del materiale prodotto;

- carico su camion con l'uso dell'escavatore cingolato;
- scarico del materiale in zona precedentemente individuata (area non bonificata da amianto);
- cartello di segnalazione riportante la tipologia del materiale, la provenienza e il tipo di inquinante;
- classificazione del materiale:
 - tipo A solo amianto;
 - tipo B solo amianto;
 - tipo A con amianto ed IPA;
 - tipo B con amianto ed IPA;
 - materiali inquinati da soli IPA.
- ripresa con pala gommata (benna da 2 mc) del materiale dal cumulo formato e scarico in tramoggia del vaglio;
- cernita manuale del cumulo formato a terra del sopravaglio di granulometria > 150 mm;
- carico ed invio ai cicli di riutilizzo del materiale del sopravaglio esente da MCA;
- cernita manuale sul nastro del materiale di granulometria 30 ÷ 150 mm;
- controllo visivo del cumulo formato a terra di granulometria 10 ÷ 30 mm;
- movimentazione verso il riutilizzo del materiale di granulometria 0 ÷ 10 mm, 10 ÷ 30 mm, previa certificazione di assenza di fibre libere da parte del laboratorio;
- movimentazione verso il riutilizzo del materiale di granulometria 30 ÷ 150 mm;

- incapsulamento dei MCA prodotti dalla cernita con insaccaggio nei big bags per lo smaltimento.

La tipologia dei materiali rimossi dalle celle non sempre ha permesso di fare una cernita del materiale, poiché a causa della presenza di impasti e frammenti minuti di MCA (scarti delle lavorazioni) misti ai riporti ed al terreno, hanno causato l'insaccaggio del materiale rimosso, (con la benna), direttamente nei big bags.

La lavorazione in sicurezza è stata resa possibile con l'uso di una tramoggia metallica, costruita apposta per convogliare il materiale rimosso dallo scavo con la benna direttamente nei big bags, in modo da non disperdere il materiali sul piano campagna e quindi nell'ambiente.

In alcuni zone dei sub lotti in cui si è completato lo scavo delle celle, la tipologia compatta del MCA presente nel sottosuolo, ha permesso il recupero in cumulo del materiale scavato per la successiva lavorazione di cernita da fatta in un primo momento con il sistema della benna vagliante installata sul braccio dell'escavatore cingolato e comandata con il circuito idraulico dello stesso e successivamente, date le quantità da trattare, con l'utilizzo di un vaglio mobile.

Il ciclo di vagliatura, dopo diverse prove fatte con il supporto e la collaborazione degli enti e dopo l'integrazione fatta al Piano di lavoro, è diventato operativo ed applicato in cantiere.

La nuova metodologia di vagliatura fatta con il vaglio che utilizza reti metalliche con maglie di misure varie intercambiabili dagli operatori nel corso dei lavori in base al materiale da trattare, ha dato la possibilità agli addetti ai lavori di sostituire le stesse, in relazione alla granulometria del MCA compatto presente nel cumulo, permettendo così una cernita più mirata, migliorando il recupero di materiali inerti del vagliato.

L'attività svolta al 2011 ha prodotto i seguenti quantitativi di MCA:

- 24.473 t a matrice compatta;
- 8.614 t a matrice friabile;
- superficie bonificata pari a circa un terzo del totale.

Tali valori sono prossimi a quelli previsti per l'intera area nel progetto approvato nel 2003 (28.000 t a matrice compatta e 7.200 t a matrice friabile).

È stata redatta dunque nel 2012 una perizia per una stima aggiornata dei quantitativi di MCA da smaltire, in funzione dei dati di caratterizzazione dell'area e di quelli derivati dai consuntivi dei lavori in corso.

I maggiori quantitativi di materiale riscontrati sono determinati da:

- un'estrema difficoltà nell'individuare e separare in un mix di materiali eterogenei il Materiale Contenente Amianto. Lo stesso

non è presente in forma isolata, bensì adeso ad altri materiali, quali ad esempio residui di calcestruzzo, o frammisto a terreni di natura piroclastica tipici dell'area Flegrea. Ne consegue che il materiale avviato a discarica è non omogeneo e presenta quantitativi di MCA in percentuali molto variabili;

- il ritrovamento di MCA in aree che, secondo la caratterizzazione iniziale, avrebbero dovuto esserne prive. Il rifiuto è in molti casi non affiorante, ma a profondità che arriva fino ai 2,5÷3 m sotto il piano campagna;
- il ritrovamento di strutture interrato, quali: reti fognarie, cunicoli, canali, cavidotti, carpenterie, platee e solettoni, in aree molto estese, realizzate in alcuni casi con MCA. Le strutture sono presenti fino a circa 3 m sotto il piano campagna e parzialmente ostruite da MCA;
- la necessità da parte degli Enti di controllo di poter verificare, anche visivamente, che i terreni sottostanti le coperture di piazzali e strade sono esenti da MCA; ciò richiede l'asportazione di tutte le coperture superficiali con un considerevole incremento dei volumi di materiali da controllare per separarne le parti eventualmente inquinate;
- la rimozione nei fondi scavi di strati di terreno sufficienti a garantire l'asportazione integrale di MCA. Anche in questo caso i volumi rimossi hanno determinato un aumento dei quantitativi di materiale da controllare per separare le parti inquinate.

3.3.2 Costi di bonifica

Nel 2003, in base ai dati forniti dalla caratterizzazione dell'area, la BF valutò che per la bonifica ad uso residenziale delle aree ex Eternit fossero necessari € 7.208.513,00.

Nel 2006, alla luce delle prime attività di bonifica, la BF comunicò al Ministero dell'Ambiente nuovi costi per la realizzazione della bonifica, valutati in € 10.726.800,00.

Al 30 aprile 2010, con uno stato di avanzamento pari a circa il 50% del totale, il consuntivo delle attività eseguite era pari a € 12.635.000,00.

Sulla base degli esiti della perizia, sono stati sviluppati una serie di scenari per definire i costi residuali di bonifica.

Per il completamento delle attività BF aveva stimato ulteriori costi per € 11.840.000,00, ovvero circa tre volte quanto inizialmente stimato da progetto.

4. STATO ATTUALE E RIPRESA ATTIVITA'

Le aree bonificate da BF e certificate ASL_NA1 hanno una superficie di 43.444 mq (Sublotti A-B-I-N-S-T). Le aree in lavorazione e poi interrotte risultano pari a 55.719 mq (Sublotti D-E-G-H-Q-R), su 8.200 mq delle

quali risultano completate le attività di bonifica da MCA (Sublotti E-H-R), in attesa di certificazione ASL.

Sui rimanenti 56.656 mq (Sublotti C-F-L-M-O-P) non sono mai iniziate le attività di bonifica.

A seguito del fallimento della BF, con l'articolo 33 del D.L. n. 133 del 12 settembre 2014, convertito in legge con modificazioni, dall'art. 1 della legge 11 novembre 2014, n. 164 e ss.mm.ii. – rubricato "Bonifica ambientale e rigenerazione urbana dell'area di rilevante interesse nazionale Bagnoli-Coroglio" – sono state introdotte disposizioni finalizzate al risanamento ambientale e alla rigenerazione urbana delle aree di rilevante interesse nazionale. In particolare, con il comma 11 dell'articolo 33, le aree comprese nel comprensorio Bagnoli-Coroglio, perimetrare come Sito di Interesse Nazionale ai sensi dell'art. 36-bis, comma 3, del decreto legge n. 83/2012 con decreto del Ministro dell'Ambiente e T.T.M. del 8 agosto 2014, sono state dichiarate aree di rilevante interesse nazionale, e quindi assoggettate all'applicazione della disciplina normativa introdotta con il citato articolo. Alla formazione, approvazione e attuazione del programma di risanamento dell'area di Bagnoli-Coroglio sono preposti un Commissario straordinario di Governo, nominato con dPCM del 3 settembre 2015, e un Soggetto Attuatore, individuato nell'Agenzia Nazionale per l'Attrazione degli Investimenti SpA – INVITALIA, nominata con dPCM del 15 ottobre 2015.

Tra le varie attività in capo a INVITALIA c'è la predisposizione e l'attuazione del cosiddetto "Programma di risanamento ambientale e rigenerazione urbana" (PRARU), all'interno del quale è previsto il completamento degli interventi di bonifica dell'area ex Eternit.

Contestualmente ad una delicata e complessa ricostruzione del patrimonio di informazioni sull'area (caratterizzazioni di dettaglio, interventi di bonifica, iter autorizzativi, varianti, etc) si è proceduto con un primo intervento di messa in sicurezza riguardante la rimozione di circa 75 big bags contenenti MCA abbandonati sull'area e su una indagine geotecnico-ambientale mirata a acquisire informazioni sito specifiche, sia per lo sviluppo dell'analisi di rischio e la progettazione del completamento dell'intervento di bonifica e di riqualificazione dell'area.

4.1 RIMOZIONE BIG BAGS AMMALORATI

Sono presenti sull'area circa 75 big bags contenenti materiale con presenza di amianto, così suddivisi:

- Lotto 1 – n. 45 big bags contenenti materiali di scarificazione della pavimentazione industriale con presenza di lenti di amianto spruzzato;

Tabella 1 – Simulazioni scenari per completamento interventi di bonifica

Sub lotto	Soluzione 1		Soluzione 2		Soluzione 3		Soluzione 4		Soluzione 5		Soluzione 6	
	Volume da scavare	MCA da smaltire	Volume da scavare	MCA da smaltire	Volume da scavare	MCA da smaltire	Volume da scavare	MCA da smaltire	Volume da scavare	MCA da smaltire	Volume da scavare	MCA da smaltire
	m ³	t	m ³	t	m ³	t	m ³	t	m ³	t	m ³	t
C	18.485,60	6.337,92	19.251,43	4.859,07	18.485,60	5.572,09	-	7.379,45	11.019,17	4.798,28	14.222,46	6.922,77
D	5.514,60	1.890,72	5.743,06	1.449,55	5.514,60	988,69	-	617,17	2.630,56	460,35	2.916,31	510,35
E	14.365,40	4.925,28	14.960,54	3.776,05	14.365,40	2.678,12	-	2.214,89	18.497,82	3.237,12	19.783,99	3.462,20
F	11.666,20	3.999,84	12.149,51	3.066,54	11.666,20	3.708,19	-	236,24	7.942,95	1.390,02	8.061,97	1.410,84
G	6.693,40	2.294,88	6.970,70	1.759,41	6.693,40	1.309,99	-	137,04	16.010,34	2.801,81	16.622,35	2.908,91
H	13.927,20	4.775,04	14.504,18	3.660,86	13.927,20	3.093,83	-	2.764,73	23.143,58	7.380,79	13.243,23	5.648,23
L	14.000,00	4.800,00	14.580,00	3.680,00	14.000,00	4.400,00		291,05	9.026,96	1.579,72	16.958,60	2.967,76
M	15.531,60	5.325,12	16.175,05	4.082,59	15.531,60	4.770,42	-	5.045,78	9.461,68	4.601,02	10.077,97	4.986,14
O	9.338,00	3.201,60	9.724,86	2.454,56	9.338,00	2.647,99	-	2.380,01	4.759,26	832,87	5.315,07	930,14
P	10.297,00	3.530,40	10.723,59	2.706,64	10.297,00	2.647,80	-	603,42	3.924,12	686,72	4.011,76	702,06
Q	9.167,20	3.413,04	9.546,98	2.409,66	9.167,20	1.231,02	-	452,30	2.463,10	431,04	2.478,13	433,67
R	6.167,80	2.372,16	7.205,44	1.818,66	6.167,80	1.314,57	-	698,53	2.125,50	371,96	2.393,78	418,91
Somma	135.905,00	46.596,00	141.535,00	35.723,00	135.905,00	34.362,71	-	22.820,61	111.005,04	28.571,70	116.085,62	31.301,98
Dati da 08/2010 a 08/2011	20.907,00 (1)	10.391,00 (2)	20.907,00 (2)	10.391,00 (2)	20.907,00 (1)	10.391,00 (2)	20.907,00 (1)	10.391,00 (2)	20.907,00 (1)	10.391,00 (2)	20.907,00 (1)	10.391,00 (2)
Totale	156.812,00	56.987,00	162.442,00	46.114,00	156.812,00	44.753,00	-	33.211,61	131.912,04	38.962,70	136.992,62	41.692,98

(1) – Volume scavato nel periodo agosto 2010-agosto 2011
(2) – MCA smaltito nel periodo agosto 2010-agosto 2011

Tabella 2 – Stato attuale suddivisione in lotti e volumetrie scavate

	Area totale	Area scavata	Area rimanente	Volume riporto scavato	Volume suolo scavato	Volume inerte scavato	Volume totale scavato	Volume da scavare	Big bags 17/06/05	Big bags 17/06/01	Peso Big bags
A	7.155,00	7.155,00	0,00	5.385,30	0,00	1.036,82	6.422,12	0,00	3.592,00	1.336,00	
B	5.848,00	5.848,00	0,00	2.868,06	1.228,26	1.697,90	5.794,22	0,00	1.706,00	1.396,00	
C	13.204,00	0,00	13.204,00				0,00				
D	6.289,00	2.350,00	3.939,00				0,00		0,00		
E	12.261,00	2.000,00	10.261,00				0,00		0,00		
F	8.333,00	0,00	8.333,00				0,00				
G	9.281,00	4.500,00	4.781,00				0,00		0,00		
H	14.548,00	4.600,00	9.948,00				0,00		0,00		
I	12.815,00	9.362,63	3.452,37	14.437,21	2.846,94	2.766,13	20.050,28	0,00	4.908,00	3.263,00	
L	10.000,00	0,00	10.000,00				0,00				
M	11.094,00	0,00	11.094,00				0,00				
N	7.687,00	7.687,00	0,00	6.918,42	0,00	2.306,02	9.224,44	0,00	3.358,00	116,00	
O	6.670,00	0,00	6.670,00				0,00				
P	7.355,00	0,00	7.355,00				0,00				
Q	8.798,00	250,00	8.548,00				0,00		0,00		
R	6.542,00	1.600,00	4.942,00				0,00		0,00		
S	5.440,00	5.440,00	0,00	8.117,81	33,28	0,00	8.151,09	0,00	2.436	0,00	
T	4.524,00	4.524,00	0,00	4.977,18	0,00	0,00	4.977,18	0,00	2.128	270,00	
Totale	157.844,00	55.316,63	102.527,37	42.703,98	4.108,48	7.806,87	54.619,33	0,00	18.128,00	6.381,00	0,00

- Lotto 2 – n. 30 big bags contenenti DPI e teli contaminati da amianto.

Alcuni dei big bags presentavano segni di ammaloramento a causa delle condizioni meteorologiche e pertanto necessitano di una fase di reinsaccamento prima del loro invio a smaltimento.

4.2 CARATTERIZZAZIONE DI DETTAGLIO GEOTECNICA

Ai fini della successiva progettazione degli interventi di bonifica sono state previste anche alcune analisi geotecniche sia di campo che di laboratorio, come illustrato nella Tavola 9, utili e necessarie a seguito delle variazioni normative sopravvenute.

4.3 CARATTERIZZAZIONE DI DETTAGLIO AMBIENTALE

Sempre al fine della successiva progettazione degli interventi sono state previste alcune indagini ambientali sia di campo che di laboratorio, come illustrato e riportato in Tavola 9.

Indagini di campo

I criteri di campionamento a base della presente campagna di indagine hanno come finalità la ricostruzione e verifica puntuale della presenza di sottoservizi – anche in MCA – nei lotti di bonifica iniziati e non completati (lotti D, E, H, G, Q e R secondo la nomenclatura data da BF) e la conferma dello stato di contaminazione (marker contaminazione: amianto, idrocarburi, IPA), anche attraverso benne esplorative.

Nello specifico, per un totale di n. 13 sondaggi, sono stati eseguiti:

- lotto D – n. 1 sondaggio a profondità di – 2 m da p.c.
- lotto E – n. 4 sondaggio a profondità di – 5 m da p.c.
- lotto H – n. 2 sondaggi a profondità di – 2 m da p.c.
- lotto G – n. 3 sondaggi a profondità di – 2 m da p.c.
- lotto Q – n. 1 sondaggio a profondità di – 2 m da p.c.
- lotto R – n. 2 sondaggi a profondità di – 2 m da p.c.

Indagini di laboratorio

Oltre alla ricerca dei contaminanti marker (metalli pesanti, IPA, HC, amianto e PCB, PCCD/PCCF) sono state eseguite analisi di laboratorio finalizzate alla ricerca di parametri specifici utili all'analisi di rischio.

Per i parametri Kd, speciazione MADEP, carbonio organico, densità le analisi sono estese a n. 4 campioni di riporto/terreno insaturo prelevati in funzione delle evidenze e dei dati pregressi. Per gli altri parametri necessari alla analisi di rischio (analisi granulometriche) le determinazioni sono state effettuate su n. 20 campioni prelevati durante le indagini geotecniche.

4.4 ESITI DELLE CARATTERIZZAZIONI AMBIENTALI INVITALIA - 2017

I risultati analitici ambientali sono stati confrontati con le CSC riportate nella Tab. 1, per i "Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale", dell'Allegato 5 al Titolo V Parte IV del D.Lgs. 152/06, corretta con i valori di fondo definiti per il SIN di Bagnoli (Arsenico 29 mg/kg; Berillio 9 mg/kg; Cobalto 120 mg/kg; Piombo 103 mg/kg; Stagno 14 mg/kg; Vanadio 100 mg/kg; Zinco 158 mg/kg) e considerando anche i cosiddetti valori "NON non conformi" in quanto l'intervallo di misura, tenuto conto dell'incertezza, non risulta essere superiore al limite di legge, così come da manuale Linee Guida ISPRA 52/2009 (l'incertezza di misura associata ai risultati delle prove è calcolata con un fattore di copertura $K=2$ pari ad un livello di probabilità P del 95%, pertanto risultano conformi per incertezza).

I risultati hanno evidenziato il generale rispetto dei limiti "colonna B" ed alcuni superamenti dei limiti di "colonna A" relativamente al parametro Idrocarburi > 12 (un solo superamento tra 0 – 0,7 m da p.c.), Tallio (otto superamenti a differente profondità) e alcuni elementi appartenenti alla famiglia degli IPA concentrati in un numero limitato di sondaggi.

Le indagini di tipo geotecnico hanno permesso una conferma della definizione della stratigrafia e delle caratteristiche fisico-meccaniche delle aree investigate.

Dalle prove di laboratorio e dalle analisi visive in sito del materiale campionato si è individuato che per la verticale indagata di circa 10 m, il terreno è costituito prevalentemente da ceneriti con granulometria crescente con la profondità da limo sabbioso a sabbia medio-fine a medio-grossolana. Il peso di volume risulta essere compreso tra 13.78 kN/mc e 18.63kN/mc (crescente linearmente con la profondità).

Dalle interpretazione dei risultati delle prove SPT e delle prove di taglio diretto è stato possibile definire un incremento della densità relativa e dell'angolo di attrito con la profondità con valori compresi tra 28° e 35°. Per quanto attiene alla coesione non si mostra una diretta correlazione con granulometria e profondità con un valore medio pari a circa 16 kPa (estremi 11.55 kPa e 18.81 kPa). Il modulo edometrico ottenuto dalle prove ha mostrato valori compresi tra 2.8 MPa e 11.5 MPa, in questo caso si possono distinguere due classi: una prima di valori medi 3 MPa tra 2 m e 5 m, ed una seconda tra 5 m e 9 m con valore medio di 7MPa.

I profili sismici mostrano un aumento delle VS con la profondità con valori compresi tra 150 e 450 m/s quindi indicando preliminarmente una categoria di suolo C secondo NTC_2008.

5. IPOTESI DI COMPLETAMENTO INTERVENTI DI BONIFICA MCA

L'area in oggetto presenta una serie di criticità di intervento evidenziate dalle campagne di caratterizzazione che si sono svolte nel corso degli anni. Le principali possono essere ricondotte alle seguenti tematiche:

- presenza di sottoservizi – la rete di sottoservizi dell'impianto rilevata e ricostruita da planimetrie è costituita principalmente da condotte e cavedi in MCA, molti dei quali contenenti a loro volta ulteriori reti tecnologiche in parte da bonificare. L'ubicazione di tali reti in prossimità del piano campagna comporta in alcuni casi un problema anche dal punto di vista di geotecnico nel caso di costruzione di nuove strutture sull'area;
- presenza di rete ferroviaria – la rete ferroviaria si sviluppava all'interno dello stabilimento al fine di connettere le aree di produzione alla rete esterna. La criticità è rappresentata dalla traverse ferroviarie costruite in MCA;
- presenza di rete fognaria comunale – il tratto di rete fognaria che attraversa l'area è costituito da un semplice scatolare a raso del piano campagna la cui integrità e funzionalità idraulica dovrà essere salvaguardata durante gli interventi di bonifica e rigenerazione dell'area;
- recinzione perimetrale dell'area – in gran parte ammalorata dovrà essere oggetto di interventi di demolizione e ripristino, per alcuni tratti anche riguardante le fondazioni. Quest'ultimo aspetto è di particolare attenzione in quanto interesserà movimentazione di terreni/riporti contenenti MCA.

In considerazione di quanto sopra esposto e in attesa della conferma delle destinazioni d'uso e urbanistiche dell'area nell'ambito del programma di interventi di rigenerazione, è in corso la valutazione l'opportunità di procedere secondo un approccio per fasi.

La prima riguarderà l'eliminazione delle criticità sopra elencate e l'acquisizione di informazioni aggiornate in merito alla tipologia e quantitativi dei MCA da smaltire o conterminare alcuni lotti attraverso un intervento di messa in sicurezza permanente.

La seconda riguarderà gli interventi di completamento di bonifica in congruità alle informazioni integrative acquisite e alle indicazioni urbanistiche e di sviluppo definitive.

BIBLIOGRAFIA

Decreto del Ministero dell'Ambiente e T.T.M. del 8 agosto 2014 "Ridefinizione del perimetro del Sito d'Interesse Nazionale di Napoli Bagnoli-Coroglio" - GU Serie Generale n.195 del 23/08/2014.
Decreto Legge n. 133 del 12 settembre 2014, convertito in Legge, con modificazioni, dall'art. 1 della legge 11 novembre 2014, n. 164 e ss.mm.ii. "Bonifica ambientale e rigenerazione urbana dell'area di rilevante interesse nazionale Bagnoli-Coroglio".

Presentazione del volume

Rischio amianto in Italia: da minerale pregiato a minaccia per la salute e per l'ambiente

Supplemento al n. 4/2017 di Geologia dell'Ambiente

Mercoledì 22 novembre 2017, ore 9.30-13.00

Sala Giacomello del CNR, P.le Aldo Moro 7, Roma

09.30 | **Accoglienza e registrazione partecipanti**

10.00 | **Saluti e apertura dei lavori**

Antonello FIORE, *Presidente SIGEA*

Raffaele NARDONE, *Tesoriere CNG*

Daniele BALDI, *Curatore del volume e consigliere regionale SIGEA*

Marco GIANGRASSO, *Responsabile scientifico del volume, autore della Sezione Ambientale del Piano Nazionale Amianto*

10.15 | **Marco GIANGRASSO**

La problematica amianto: aggiornamenti, considerazioni e proposte operative

10.30 | **Fulvio AURORA**

Dalla legge 257/1992 al disegno di legge per il riordino della normativa in materia di amianto in un testo unico

10.45 | **Lorenza FIUMI, Dario GALLO, Carlo MEONI**

Il contributo della ricerca nella mappatura dell'amianto: le coperture in cemento-amianto, l'amianto a bordo delle navi

11.00 | **Alessio IACOBINI**

Il ruolo del responsabile del rischio amianto nella gestione dei patrimoni edilizi: compiti, competenze e responsabilità nella gestione dei MCA

11.15 | **Federica PAGLIETTI**

Procedure tecnico-operative di sicurezza per lavori di scavo e movimentazione terre nel Sito da bonificare di Interesse Nazionale di Biancavilla Etnea

11.30 | **Edoardo ROBORTELLA STACUL, Daniele BENOTTI**

Il sito della ex Eternit all'interno del SIN di Bagnoli-Coroglio

11.45 | **Vincenzo CAMPANARO, Maurizio BERETTA**

Il progetto definitivo degli interventi di messa in sicurezza permanente presso il sito contaminato da amianto ex Fibronit di Bari

12.00 | **Maurizio BERETTA**

La progettazione e la direzione lavori della bonifica da amianto del sito industriale ex Fibronit di Broni

12.15 | **Elena BELLUSO**

Amianti (asbesti): caratteristiche mineralogiche e tecniche di indagine

12.30 | **Gianluca PIRANI**

Amianto nelle acque: inquadramento normativo e proposte operative

12.45 | **Antonio PAGLIONICO**

I rifiuti contenenti amianto: da problema a risorsa

Il volume vuole affrontare in una chiave integrata e attuale i vari aspetti tecnico-normativi associati all'uso e al riciclo dei materiali contenenti amianto in Italia ed i relativi rischi ambientali e sanitari. Dall'inquadramento generale sul piano normativo e sanitario, alla gestione, riutilizzo e smaltimento dei rifiuti MCA, alle tecniche avanzate per la mappatura fino ai grandi interventi di bonifica nei Siti di Interesse Nazionale da quello che un tempo era considerato un minerale pregiato dalle caratteristiche utili al benessere della civiltà. Per il volume si sono voluti coinvolgere gli enti di ricerca, le istituzioni e i consulenti maggiormente impegnati nella materia in oggetto.

La SIGEA si occupa dello studio e della diffusione della geologia ambientale, materia che può essere definita come: “applicazione delle informazioni geologiche alla soluzione dei problemi ambientali”.

È un’associazione culturale senza fini di lucro, riconosciuta dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare come “associazione di protezione ambientale a carattere nazionale” con decreto 24 maggio 2007 (G.U. n. 127 del 4/6/2007).

Agisce per la promozione del ruolo delle Scienze della Terra nella protezione della salute e nella sicurezza dell’uomo, nella salvaguardia della qualità dell’ambiente naturale ed antropizzato e nell’utilizzazione più responsabile del territorio e delle sue risorse.

È aperta non solo ai geologi, bensì a tutte le persone e gli Enti (persone giuridiche) che hanno interesse alla migliore conoscenza e tutela dell’ambiente.

Cosa fa SIGEA

- **favorisce** il progresso, la valorizzazione e la diffusione della Geologia Ambientale, mediante gli “eventi” sotto riportati, diffondendoli attraverso la rivista trimestrale “Geologia dell’Ambiente”, il sito web e la newsletter;
 - **promuove** il coordinamento e la collaborazione interdisciplinare nelle attività conoscitive ed applicative rivolte alla conoscenza e tutela ambientale. Per questo scopo ha costituito le Aree Tematiche “Patrimonio Geologico”, “Dissesto Idrogeologico”, “Geoarcheologia”, “Educazione Ambientale”, “Caratterizzazione e bonifica di siti inquinati”;
 - **opera** sull’intero territorio nazionale nei settori dell’educazione e divulgazione, della formazione professionale, della ricerca applicata, della protezione civile e in altri settori correlati con le suddette finalità, attivandosi anche mediante le sue Sezioni regionali;
 - **organizza** corsi, convegni, escursioni di studio, interventi sui mezzi di comunicazione di massa;
 - **svolge attività di divulgazione scientifica** fra cui la conservazione del Patrimonio Geologico: ad esempio, in collaborazione con ProGEO (European association for conservation of geological heritage), ha organizzato il 2° Symposium internazionale sui geositi tenutosi a Roma nel maggio 1996 e il 7° Symposium sullo stesso argomento a Bari nel settembre 2012; inoltre è attiva per svolgere studi, censimenti e valorizzazione dei geositi;
 - **svolge attività di formazione**, organizza corsi e convegni di aggiornamento professionale o di divulgazione su tematiche ambientali, quali previsione, prevenzione e riduzione dei rischi geologici, gestione dei rifiuti, bonifica siti contaminati, studi d’impatto ambientale, tutela delle risorse geologiche e del patrimonio geologico, geologia urbana, pianificazione territoriale, pianificazione del paesaggio ecc.; inoltre rende disponibili per i soci pubblicazioni degli Atti dei convegni SIGEA;
 - **informa** attraverso il periodico trimestrale “Geologia dell’Ambiente”, che approfondisce e diffonde argomenti di carattere tecnico-scientifico su tematiche geoambientali di rilevanza nazionale e internazionale; la rivista è distribuita in abbonamento postale ai soci e a Enti pubblici e privati;
 - **interviene** sui mezzi di comunicazione di massa, attraverso propri comunicati stampa, sui problemi attuali che coinvolgono l’ambiente geologico;
 - **collabora** con gli Ordini professionali, con il mondo universitario e con altre Associazioni per lo sviluppo delle citate attività, in particolare nella educazione, informazione e formazione ambientale: con CATAP (Coordinamento delle associazioni tecnico-scientifiche per l’ambiente e il paesaggio) cui SIGEA aderisce, Associazione Idrotecnica Italiana, Federazione Italiana Dottori in Agraria e Forestali, Italia Nostra, Legambiente, WWF, ProGEO (International Association for Geological Heritage), Alta Scuola ecc.
-

Servizi offerti ai soci SIGEA

- ricevere la rivista trimestrale “Geologia dell’Ambiente” ed altre eventuali pubblicazioni dell’Associazione;
- ricevere, mediante posta elettronica, informazioni di prima mano sulle attività della SIGEA e di altre Associazioni collegate;
- ricevere, dietro richiesta, copia in formato pdf di numeri arretrati della rivista “Geologia dell’Ambiente” (nel sito web è presente un elenco degli articoli usciti sulla rivista);
- partecipare ai convegni, ai corsi e alle escursioni di studio organizzati dall’Associazione;
- disporre di condizioni vantaggiose per l’acquisto dei volumi della “Collana SIGEA di Geologia Ambientale” (sconto del 30% sul prezzo di copertina, più spese di spedizione di euro 5 forfettarie) dell’Editore Dario Flaccovio di Palermo: info@darioflaccovio.it, www.darioflaccovio.it.

È fondamentale che nell’ordine che il socio effettuerà dal sito internet dell’Editore, nella sezione NOTE, venga riportata la frase: “SOCIO SIGEA convenzione con Dario Flaccovio Editore sconto 30%; spese di spedizione 5 euro”.

Volumi finora pubblicati: 1. *Difesa del territorio e ingegneria naturalistica*; 2. *Ambiente urbano. Introduzione all’ecologia urbana*; 3. *Le cave. Recupero e pianificazione ambientale*; 4. *Geotermia. Nuove frontiere delle energie rinnovabili*; 5. *Geologia e geotecnica stradale. I materiali e la loro caratterizzazione*; 6. *Contratti di fiume. Pianificazione strategica e partecipata dei bacini idrografici*; 7. *Le unità di paesaggio. Analisi geomorfologica per la pianificazione territoriale e urbanistica*; 8. *Difesa delle coste e ingegneria naturalistica. Manuale di ripristino degli habitat lagunari, dunari, litoranei e marini*; 9. *Il paesaggio nella pianificazione territoriale. Ricerche, esperienze e linee guida per il controllo delle trasformazioni*; 10. *Il dissesto idrogeologico. Previsione, prevenzione e mitigazione del rischio*; 11. *Calamità naturali e coperture assicurative*.