

# DEFINIZIONE DI PROPOSTE OPERATIVE PER BONIFICHE DA AMIANTO NON DISCIPLINATE SPECIFICAMENTE DALLA NORMATIVA VIGENTE

Sergio Clarelli<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> ASSOAMIAMANTO

**Sommario** – La vigente normativa italiana detta norme tecniche unicamente per la bonifica di alcune tipologie di materiali contenenti amianto nonché per bonifiche in alcuni contesti specifici di contaminazione, per cui altri approcci di bonifica sono lasciati all’iniziativa e alla sensibilità dei singoli. La bonifica deve essere comunque effettuata sotto la vigilanza dell’Organo competente per territorio, per la necessità di dover elaborare il piano di lavoro previsto dal Testo Unico Sicurezza, che deve essere presentato necessariamente prima dei lavori di rimozione o di demolizione dell’amianto. Infatti, manufatti compatti, molto utilizzati in passato, come, ad esempio, i pavimenti vinilici in amianto e le canne fumarie in cemento amianto, non sono disciplinate specificamente, come pure non sono regolamentate bonifiche speciali quali ad esempio quelle riguardanti i terreni ordinari contaminati da amianto oppure il ballast ferroviario contenente amianto e così via. Nel presente lavoro si forniscono proposte operative in proposito, auspicando che quanto prima la normativa italiana in materia venga non solo aggiornata ma anche integrata con norme specifiche che abbraccino una più ampia casistica di bonifiche.

**Parole chiave:** amianto, amianto matrice friabile, amianto matrice compatta, bonifica, piano di lavoro.

## DEFINITION OF OPERATIONAL PROPOSALS FOR ASBESTOS REMEDIATION NOT SPECIFICALLY REGULATED BY CURRENT LEGISLATION

**Abstract** – The current Italian legislation dictates technical standards only for the remediation of certain types of materials containing asbestos as well as for remediation in some specific contamination contexts, so other remediation approaches are left to the initiative and sensitivity of individuals. Remediation, in any case, must be carried out under the supervision of the competent local authority, due to the need to draw up the Work Plan, as envisaged by the Consolidated Safety Act, before the asbestos removal or demolition works. In fact, non-friable artifacts, widely used in the past, such as, for example, vinyl floors in asbestos and flues in asbestos cement, are not specifically regulated, as well as remedial works such as those concerning ordinary soils contaminated with asbestos or rail ballast containing asbestos and so on. This paper provides operational proposals, hoping that the Italian legislation on this topic will not only be updated as soon as possible, but also integrated with specific regulations to embrace a broader range of remediation cases.

\* Per contatti: Via Giacomo Manzù, 4, 20138, Milano.  
Tel. 0341.551787; fax 0341.551787.  
E-mail: presidente@assoamianto.it

**Keywords:** asbestos, friable asbestos, non-friable asbestos, remediation, work plan.

Ricevuto il 16-10-2020; Correzioni richieste il 4-1-2021; Accettazione finale il 19-1-2021.

## 1. INTRODUZIONE

### 1.1. Gli interventi di bonifica dei materiali contenenti amianto

Il Decreto del Ministero della Sanità 6 settembre 1994 recante “*Normative e metodologie tecniche di applicazione dell’art. 6, comma 3, dell’art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell’impiego dell’amianto*”, rappresenta senza ombra di dubbio il dispositivo legislativo fondamentale per la definizione delle tipologie di materiali contenenti amianto, per la fissazione degli obblighi e delle procedure per la gestione di questi manufatti e principalmente per la loro bonifica, oltre a una serie di indicazioni per analisi e campionamenti dei materiali, censimenti e così via.

È noto che nei materiali contenenti amianto (MCA), le fibre possono essere:

- libere o debolmente legate e quindi i materiali possono essere facilmente sbriciolati o ridotti in polvere con la semplice azione manuale; si parla in questi casi di amianto in matrice friabile, come ad esempio nei ricoprimenti a spruzzo contenenti amianto, materiali isolanti quali intonaci, coibentazioni e così via;
- fortemente legate in una matrice stabile e solida (come il cemento-amianto o il vinyl-amianto) e quindi i materiali possono essere sbriciolati o ridotti in polvere solo con l’impiego di attrezzi meccanici (dischi abrasivi, frese, trapani, ecc.); si parla in questo caso di amianto in matrice compatta.

Questa classificazione incide in modo sostanziale sugli approcci di bonifica, nel senso che essa è molto diversa se trattasi di materiali friabili o compatti. Infatti, l’amianto friabile è caratterizzato da maggiore polverosità, è più pericoloso ed è stato prevalentemente utilizzato nelle costruzioni civili e industriali per la protezione contro il fuoco, la coibentazione termica, l’isolamento acustico, come anticondensa (strutture portanti in ferro, palestre, sale conferenze, cinema, piscine, lavanderie, ecc.), mentre

l'amianto compatto presenta una minore polverosità ed è stato utilizzato prevalentemente nei materiali da costruzione a base di amianto come il cemento amianto, sotto forma di lastre ondulate di copertura, lastre piane per la protezione di pareti, canne fumarie, tubazioni e cassonetti di approvvigionamento e di smaltimento idrico, tubi per scarico fumi, ecc. e nei pavimenti in vinyl-amianto e così via. Il Decreto del Ministero della Sanità 6 settembre 1994 stabilisce in particolare che la bonifica dall'amianto può eseguirsi con uno dei seguenti tre interventi:

- *Rimozione*: che elimina ogni potenziale fonte di esposizione ed ogni necessità di attuare specifiche cautele per le attività che si svolgono nell'edificio.
- *Incapsulamento*: che consiste nel trattamento dell'amianto con prodotti penetranti o ricoprenti che (a seconda del tipo di prodotto usato) tendono ad inglobare le fibre di amianto, a ripristinare l'aderenza al supporto, a costituire una pellicola di protezione sulla superficie esposta.
- *Confinamento*: che comporta l'installazione di una barriera a tenuta che separi l'amianto dalle aree occupate dell'edificio.

Nella Tabella 1 sono riportate le caratteristiche specifiche di ciascuno di questi tre interventi.

Inoltre, ai sensi dell'art. 256 del Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. (Testo Unico Sicurezza), i lavori di demolizione o di rimozione dell'amianto possono essere effettuati solo da imprese rispondenti ai requisiti di cui all'art. 212 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. (Codice Ambiente).

È bene poi precisare che, con la Deliberazione del 30 marzo 2004, n. 1 l'allora Comitato dell'Albo nazionale delle imprese esercenti servizi di smalti-

mento dei rifiuti (attualmente Albo nazionale gestori ambientali) ha fissato i criteri e requisiti per l'iscrizione all'Albo nella categoria 10 "*Bonifica dei beni contenenti amianto*".

In particolare, è stato stabilito che, ai fini dell'iscrizione all'Albo delle imprese di bonifica da amianto, le attività di cui alla suddetta categoria 10 sono suddivise, in funzione del diverso grado di pericolosità per l'ambiente e per le persone, nonché delle varie tipologie di materiali contenenti amianto e alla conseguente diversa complessità dei relativi interventi di bonifica, in:

- Attività di bonifica dei beni contenenti amianto effettuata sui seguenti materiali: materiali edili contenenti amianto legato in matrici cementizie o resinoidi.
- Attività di bonifica dei beni contenenti amianto effettuata sui seguenti materiali: materiali d'attrito, materiali isolanti (pannelli, coppelle, carte e cartoni, tessili, materiali spruzzati, stucchi, smalti, bitumi, colle, guarnizioni, altri materiali isolanti), contenitori a pressione, apparecchiature fuori uso, altri materiali incoerenti contenenti amianto.

Inoltre, sia per la sottocategoria 10 A sia per quella 10 B sono state individuate cinque classi, "a", "b", "c", "d", "e", corrispondenti a importi via via decrescenti dei lavori "cantierabili".

Per entrambe le sottocategorie sono richiesti specifici requisiti, in termini di dotazioni di attrezzature, risorse finanziarie e qualificazione dei responsabili tecnici (di cui devono dotarsi), maggiori per la sottocategoria 10 B, dal momento che riguarda manufatti ai quali è associato un maggior grado di pericolosità. Pertanto, l'iscrizione nella categoria 10 B è valida anche ai fini dello svolgimento delle attività di cui alla categoria 10 A.

Tabella 1 – Interventi di bonifica dei materiali contenenti amianto (MCA) previsti dal D.M. 06/09/1994

Intervento di bonifica	Caratteristiche
<i>Rimozione</i>	Comporta un rischio estremamente elevato per i lavoratori addetti e produce notevoli quantitativi di rifiuti pericolosi che devono essere correttamente smaltiti. In genere richiede l'applicazione di un nuovo materiale, in sostituzione dell'amianto rimosso. In particolare, nel caso dei lavori di rimozione dell'amianto friabile, l'area di lavoro deve essere interamente confinata, realizzando un efficace isolamento della medesima area (confinamento statico) e inoltre è necessario prevedere un sistema di estrazione dell'aria che metta in depressione il cantiere di bonifica rispetto all'esterno (confinamento dinamico).
<i>Incapsulamento</i>	Non richiede la successiva applicazione di un prodotto sostitutivo e non produce rifiuti. Il rischio per i lavoratori addetti è generalmente minore rispetto alla rimozione. È il trattamento prescelto per i manufatti poco o per nulla friabili come quelli in cemento amianto in discreto o buono stato. Permanendo l'amianto nell'edificio occorre mantenere un programma di controllo e manutenzione. Rispetto agli altri due interventi presenta un costo più contenuto.
<i>Confinamento</i>	Se non viene associato ad un trattamento incapsulante, il rilascio di fibre continua all'interno del confinamento. Rispetto all'incapsulamento, presenta il vantaggio di realizzare una barriera resistente agli urti. Occorre sempre un programma di controllo e manutenzione, in quanto l'amianto rimane nell'edificio; inoltre la barriera installata per il confinamento deve essere mantenuta in buone condizioni.

### 1.2. Le bonifiche da amianto disciplinate specificamente dalla normativa vigente

Come visto, per le modalità di bonifica da amianto di manufatti ordinari è necessario riferirsi *in primis* al suddetto Decreto del Ministero della Sanità 6 settembre 1994, ancorché occorra di volta in volta adattare tali tecniche al caso specifico. Il limite primario di questo Decreto consiste nel fatto che detta norme tecniche unicamente per la bonifica solo di alcune tipologie di materiali contenenti amianto. Infatti, esso riporta le procedure per la bonifica dei materiali friabili contenenti amianto, che comporta l'allestimento sia di un confinamento statico, necessario per confinare interamente l'area di lavoro, sia di un confinamento dinamico, con la previsione di un sistema di estrazione dell'aria con l'intento di mettere in depressione il cantiere di bonifica rispetto all'esterno. Nel suddetto Decreto, a proposito dei materiali friabili, sono illustrate anche le tecniche riguardanti il glove-bag (cella di polietilene, simile a incubatrice per neonati, adatta, ad esempio, per la scoibentazione di tratti limitati di tubazioni) e la bonifica delle grandi strutture coibentate (come ad esempio grosse tubazioni o caldaie o elementi coibentati di macchina) per le quali sono da preferirsi, se tecnicamente possibili, idonee procedure di rimozione dell'intera struttura, o di parti consistenti di essa, con la coibentazione ancora in opera e la successiva scoibentazione in apposita zona confinata. Per quanto riguarda poi i manufatti compatti, considera soltanto le procedure di bonifica valide per le lastre di copertura in cemento amianto.

In Tabella 2, sono riepilogati gli approcci di bonifica su materiali, compatti e friabili, in riferimento alla loro posizione, interni o esterni agli edifici.

Inoltre, altri specifici approcci di bonifica e/o di manutenzione sono disciplinati:

- dal Decreto Ministero Sanità 26 ottobre 1995 recante “*Normative e metodologie per la valutazione del rischio, il controllo, la manutenzione e la bonifica dei materiali contenenti amianto presenti nei mezzi rotabili*”, in parte mutate dal D.M. 06/09/1994;
- dal Decreto Ministero Sanità 14 maggio 1996, relativo alle “*Normative e metodologie tecniche per gli interventi di bonifica, ivi compresi quelli per rendere innocuo l'amianto, previsti dall'art. 5, comma 1, lett. f, della L257/92, recante: Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto*” il quale, all'Allegato 1, tratta la bonifica dei siti industriali dismessi, all'Allegato 2, la manutenzione di unità prefabbricate contenenti amianto e, all'Allegato 3, la manutenzione di tubazioni e cassoni in cemento-amianto destinati al trasporto e/o al deposito di acqua potabile e non;
- dal Decreto Ministero Sanità 20 agosto 1999, recante “*Ampliamento delle normative e delle metodologie tecniche per gli interventi di bonifica, ivi compresi quelli per rendere innocuo l'amianto, previsti dall'art. 5, comma 1, lettera f, della legge 27 marzo 1992, n. 257, recante norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto*”, rettificato dal Decreto Ministero Sanità 25 luglio 2001, che, all'Allegato 1, tratta della rimozione di materiali contenenti amianto presenti a bordo di navi o unità equiparate e, all'Allegato 2, dei rivestimenti per la bonifica di manufatti in cemento-amianto.

### 1.3. Le bonifiche da amianto non disciplinate specificamente dalla normativa vigente

Da quanto su esposto emerge chiaramente che la normativa vigente non disciplina specificamente la bonifica di altri manufatti compatti, molto utilizzati in passato, come, ad esempio, i pavimenti vinilici in amianto, le canne fumarie in cemento

Tabella 2 – Approcci di bonifica per i materiali contenenti amianto (MCA), di fatto previsti dal D.M. 06/09/1994

Rimozione		Note
Materiali compatti	MCA esterni (senza confinamento) MCA interni (eventuale confinamento statico)	Elimina ogni potenziale fonte di esposizione e ogni necessità di attuare specifiche cautele
Materiali friabili	MCA esterni (confinamento statico e dinamico) MCA interni (confinamento statico e dinamico)	
Incapsulamento		
MCA esterni o interni		Trattamento dell'amianto con prodotti penetranti o ricoprenti
Confinamento		
MCA esterni o interni		Installazione di una barriera a tenuta che separi l'amianto dalle aree occupate dell'edificio

amianto e nemmeno considera particolari bonifiche, molto frequenti, riguardanti ad esempio i terreni ordinari contaminati da amianto e il ballast ferroviario contenente amianto e così via.

Pertanto, questi approcci di bonifica sono lasciati all'iniziativa e alla sensibilità dei singoli, ancorché sotto la vigilanza, diretta o indiretta, dell'Azienda sanitaria competente per territorio, per la necessità di dover elaborare il piano di lavoro di cui all'articolo 256 del Testo Unico Sicurezza, che deve essere predisposto dal datore di lavoro e presentato necessariamente almeno trenta giorni prima dell'inizio dei lavori di rimozione o di demolizione dell'amianto. Solo nei casi di urgenza, l'obbligo del preavviso dei suddetti trenta giorni non si applica. Questo piano di lavoro deve prevedere le misure necessarie per garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori sul luogo di lavoro e la protezione dell'ambiente esterno.

## 2. PROPOSTE OPERATIVE PER BONIFICHE DA AMIANTO NON DISCIPLINATE SPECIFICAMENTE DALLA NORMATIVA VIGENTE

Per quanto riguarda i manufatti compatti, è vero che alcune procedure previste dal Decreto 6 settembre 1994, possono essere mutate da quelle valide per le coperture in cemento amianto, però è necessario considerare non solo che a volte i materiali sono molto diversi, dal punto di vista fisico e chimico, ma anche e principalmente che alcuni interventi, a differenza delle coperture, sono eseguiti all'interno degli edifici per cui la presumibile concentrazione di fibre aero disperse può comportare problematiche anche rilevanti per la protezione ambientale e delle persone, in caso di operazioni di bonifica non correttamente eseguite.

Inoltre, il Codice dell'Ambiente indica soltanto il valore limite delle concentrazioni di soglia di contaminazione di amianto nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque, ma nessuna norma specifica per la bonifica dei terreni ordinari contaminati da amianto. Solo nel Decreto 14 maggio 1996 troviamo qualche indicazione riguardante la bonifica dei terreni contaminati da amianto, però nell'ambito dei siti industriali dismessi, per i quali certamente la contaminazione non poteva o può essere considerata ordinaria, perché spesso assai rilevante.

Alla luce delle carenze, su evidenziate, può capire che alcuni interventi di bonifica siano sottovalutati o sopravvalutati proprio per l'assenza di norme specifiche a livello nazionale, per cui, per le

bonifiche non normate, sorge la necessità di prevedere un protocollo procedurale specifico ai fini della protezione ambientale e delle persone che sia il più possibile condiviso così da effettuare le suddette operazioni in modo pressoché simile in ciascuna parte del Paese.

Con questo lavoro, si cerca di dare un contributo operativo a questa tematica.

Saranno pertanto richiamate norme e procedure di carattere generale e riportate proposte procedurali operative, adattate ai casi di specie, come elaborate dallo scrivente.

### 2.1. Qualificazione dei soggetti preposti alla bonifica e allo smaltimento dell'amianto

I lavori, qui di seguito descritti, prevedono tutti, indistintamente, l'impiego di imprese di bonifica da amianto, qualificate, iscritte all'Albo nazionale gestori ambientali nell'appropriata sottocategoria (A e/o B) della su indicata categoria 10, nonché l'utilizzo di personale operativo e gestionale, rispettivamente, in possesso delle abilitazioni di operatore e di coordinatore addetto alle attività di rimozione, smaltimento e bonifica dell'amianto, ai sensi dell'art. 10 della Legge n. 257/1992 e dell'art. 10 del D.P.R. 8 agosto 1994. Tale personale deve essere necessariamente dotato degli adeguati dispositivi di protezione individuale (DPI), in tutte le fasi delle operazioni, quali: indumenti, tute integrali, anche monouso, con cappuccio; guanti di protezione; copricapoli a perdere; DPI delle vie respiratorie che, generalmente, consistono in facciali filtranti con filtro P3 (FFP3), come maschere complete, di vario tipo (facciale pieno) per la bonifica dei materiali friabili, mentre, nei lavori esterni di bonifica dei materiali compatti, potrebbero eventualmente essere consentiti semifacciali filtranti con filtro P3.

Inoltre, i materiali rimossi devono essere allontanati dal cantiere il prima possibile, tramite un trasportatore autorizzato, iscritto all'Albo nazionale gestori ambientali nella categoria 5, «Raccolta e trasporto di rifiuti pericolosi» e dovranno essere conferiti a idoneo impianto di stoccaggio o di discarica autorizzati, unitamente al materiale d'uso (tute, filtri, materiale aspirato), anch'esso insaccato e sigillato a parte, con l'avvertenza di individuare i corretti codici CER (Catalogo Europeo Rifiuti), o EER (Elenco Europeo Rifiuti) che sono composti da codici numerici di sei cifre nei quali ciascuna coppia di numeri identifica la classe (settore di attività da cui deriva il rifiuto), sottoclasse (processo produttivo di provenienza) e categoria (descrizione del rifiuto).

## 2.2. Proposte operative per la bonifica dei pavimenti in vinyl-amianto

Il vinyl-amianto è un prodotto derivante dalla miscela di resine di PVC, copolimeri, leganti inorganici, pigmenti e amianto. L'impasto veniva scaldato e, quando la miscela raggiungeva la temperatura e la plasticità desiderate, veniva sottoposto a laminazione fino allo spessore richiesto e successivamente tagliato in piastrelle. I pavimenti in vinyl-amianto sono realizzati appunto con piastrelle di dimensioni generalmente di 30 x 30 o 40 x 40 cm.

Di solito, queste mattonelle presentano adeguate durezza e resistenza alla scalfittura nonché una frattura fragile nel senso che se vengono piegate si spezzano di netto. Il colore della superficie può essere sia uniforme sia variamente screziato.

I pavimenti in vinyl-amianto generalmente presentano un contenuto di amianto in peso pari al 10-25% e sono stati diffusamente utilizzati nel passato prevalentemente in immobili pubblici o comunque aperti al pubblico (scuole, ospedali, case di cura, mense e così via).

### 2.2.1. Tecniche di bonifica

Il modo più sicuro per trattare un pavimento di questo tipo è quello di assicurarsi che il materiale rimanga il più possibile in una condizione di non friabilità, perché, come noto, i materiali non friabili contenenti amianto presentano una matrice solida che lega le fibre e non consente facilmente il rilascio di queste fibre a meno che essi non siano maltrattati, danneggiati o male utilizzati.

I pavimenti in vinyl-amianto, impiegati in edilizia, sono costituiti da materiale non friabile che, quando è nuovo o in buono stato di conservazione, non tende a liberare fibre spontaneamente. Il vinyl-amianto, utilizzato prevalentemente all'interno degli edifici, anche dopo lungo tempo, non va incontro ad alterazioni significative tali da determinare un rilascio di fibre, se non viene manomesso.

Considerando la casistica ricorrente, di fatto, i metodi di bonifica applicabili a questi pavimenti possono essere inquadrati in quattro casi:

- A. *Bonifica mediante rimozione del pavimento che durante la bonifica si mantiene in una condizione di non friabilità.*
- B. *Bonifica mediante rimozione del pavimento che durante la bonifica non si mantiene in una condizione di non friabilità.*

C. *Bonifica mediante incapsulamento del pavimento consistente nel creare una pellicola superficiale protettiva.*

D. *Bonifica mediante confinamento del pavimento consistente nel realizzare al di sopra un nuovo pavimento lasciando in loco il pavimento in amianto.*

Non sempre la rimozione rappresenta il miglior metodo di bonifica per ridurre l'esposizione all'amianto. Di certo, la rimozione diventa obbligatoria prima di interventi di demolizione o di ristrutturazione.

Si riportano qui di seguito requisiti e procedure, ritenuti idonei per questo tipo di bonifica.

*Adeguata sottocategoria d'iscrizione della categoria 10 da parte dei soggetti preposti alla bonifica*

Per i lavori di bonifica in esame, si ritiene appropriata la sottocategoria A per il Caso A e la B per il Caso B, visto che, per questo secondo caso, nonostante si tratti di materiali da costruzione a base di amianto, la lavorazione proposta è impostata come per la bonifica dell'amianto friabile. È però evidentemente preferibile ed opportuno, per quanto sopra descritto, che per questo tipo di bonifica venisse individuata fin dall'inizio, sempre e comunque, un'impresa iscritta nella sottocategoria B.

*A. Bonifica mediante rimozione del pavimento che durante la bonifica si mantiene in una condizione di non friabilità*

È il caso di pavimenti in piastrelle di vinyl-amianto che si distaccano più o meno agevolmente durante la rimozione per cui sono quasi del tutto annullate fratture e danni vari alle piastrelle.

Qualora, a seguito di errate valutazioni iniziali, si verifica che le piastrelle durante la rimozione si rompono agevolmente, si devono interrompere le attività di rimozione ed occorre allestire il cantiere come descritto al Caso B.

*Allestimento del cantiere e operazioni di bonifica*

Innanzitutto, occorre procedere all'allestimento del cantiere articolato come nei punti seguenti:

- Assenza di utenti anche nei locali limitrofi.
- Divieto della presenza di estranei nell'area interessata.
- Vani segregati, finestre e porte chiuse.
- Apposizione di idonea cartellonistica di avvertimento.
- La zona di lavoro deve essere sgomberata da tutti gli arredi e le attrezzature che possono essere spostati (se gli arredi e/o le attrezzature sono co-

- perti da detriti o polvere, devono essere puliti a umido prima dello spostamento).
- Procedere al confinamento degli ambienti di lavoro con idonei divisori.
  - Gli arredi e le attrezzature che non possono essere spostati devono essere ricoperti con fogli di polietilene e sigillati.
  - Disattivare l'alimentazione elettrica.
  - Le armature per l'illuminazione presenti devono essere tolte, pulite e sigillate in fogli di plastica e depositate in zona di sicurezza incontaminata.
  - Asportare tutti gli eventuali equipaggiamenti di ventilazione e riscaldamento e altri elementi smontabili, pulendoli e togliendoli dalla zona di lavoro.
  - Sigillare tutti gli oggetti inamovibili.
  - Rimuovere tutti i filtri dei sistemi di riscaldamento, ventilazione e condizionamento. I filtri sostituiti vanno posti in sacchi sigillati di plastica per essere smaltiti come rifiuti contenenti amianto. I filtri permanenti vanno puliti a umido e reinstallati.
  - Sigillare con fogli di polietilene, uno per uno, tutte le aperture di ventilazione, le attrezzature fisse, gli infissi e così via, fino a che il lavoro, pulizia compresa, non sarà completato.
  - Tutte le pareti della zona di lavoro e il soffitto saranno ricoperti con fogli di polietilene di spessore adeguato e sigillati sul posto con nastro a prova di umidità.
  - Tutte le barriere di fogli di plastica e l'isolamento della zona vanno mantenuti durante tutta la preparazione del lavoro.
  - Ispezionare periodicamente le barriere per assicurarsi che siano funzionanti.
  - Tutti i cavetti e le altre possibili comunicazioni per il passaggio di cavi, tubazioni, ecc. devono essere individuati e sigillati;
  - I bordi delle barriere temporanee, i fori e le fessure vanno tamponati con silicone o schiume espansive.
  - Gli infissi vanno sigillati applicando prima nastro adesivo sui bordi e coprendoli successivamente con un telo di polietilene di superficie più estesa delle aperture.
  - Deve essere predisposta un'uscita di sicurezza per consentire una rapida via di fuga, realizzata con accorgimenti tali da non compromettere l'isolamento dell'area di lavoro (ad es. telo di polietilene da tagliare in caso di emergenza).
  - Deve essere installato un impianto temporaneo di alimentazione elettrica, di tipo stagno e collegato alla messa a terra. I cavi devono essere disposti in modo da non creare intralcio al lavoro e non essere danneggiati accidentalmente.
  - Garantire un'illuminazione adeguata.
  - Aspirare la superficie del pavimento mediante idoneo aspiratore mobile, dotato di filtro contro i particolati HEPA (High Efficiency Particulate Air), ad alta efficienza: 99.97, DOP test.
  - Il cambio dei filtri deve avvenire in modo protetto ad opera di personale munito di mezzi di protezione individuale per l'amianto.
  - È preferibile bagnare la superficie del pavimento almeno due ore prima della rimozione, ciò contribuirà ad allentare le piastrelle.
  - Se vi è cemento sotto il pavimento vinilico, si può decidere di allagare il pavimento con acqua la notte prima della rimozione per contribuire ad allentare le piastrelle e a renderne molto più agevole la rimozione; bagnare impedisce il rilascio di fibre e la migrazione delle fibre di amianto.
  - Dopo l'immersione, scegliere una porta o una zona di ingresso per iniziare la rimozione.
  - Il pavimento deve essere mantenuto umido durante la rimozione; questo può essere fatto utilizzando un tubo per l'acqua, uno spruzzino da giardino, bottiglie spray o qualsiasi altro metodo che preserva l'umidità del materiale.
  - Usare spatole per sollevare delicatamente le piastrelle; possono essere utilizzate soltanto tecniche manuali.
  - Il pavimento vinilico deve essere rimosso, trattato e smaltito in pezzi prevalentemente tutti da considerare non friabili.
  - La rimozione deve essere eseguita in modo da non frantumare, sgretolare o ridurre il materiale in polvere; la levigatura, il taglio, la rettifica, la scheggiatura e l'uso di utensili elettrici non devono essere consentiti.
  - Le piastrelle devono essere mantenute il più possibile intere e occorre prestare molta attenzione per ridurre al minimo o per evitare del tutto la rottura. Per esempio, il risultato ideale di una rimozione di piastrelle del pavimento dovrebbe comportare solo pezzi grandi e piastrelle pronte per lo smaltimento.
  - Nel caso in cui, nonostante le accortezze le piastrelle dovessero rompersi in più pezzi è necessario adottare un'altra tecnica di rimozione. Ciò può comportare il passaggio ad un procedimento valido per materiali friabili per cui passare al Caso B.
  - Per la rimozione di singole piastrelle o per riparazione di piccole aree si potrebbero utilizzare una pistola termica (non asciugacapelli), ghiaccio secco, o solvente.

- Se si utilizzano solventi, occorre assicurarsi che l'area sia ben ventilata.
- Posizionare la spatola/raschietto tra le piastrelle e sollevare le piastrelle delicatamente evitando di romperle.
- Per le piastrelle saldamente fissate, picchiare sul raschietto con il martello.
- Spruzzi d'acqua, sotto le piastrelle appena alzate per abbattere polvere e qualsiasi residuo di amianto presente.
- Rimuovere delicatamente il mastice aderente alle piastrelle.
- Il mastice può essere ammorbidito con solvente oppure mediante riscaldamento con una lampada a raggi infrarossi o può essere infragilito con ghiaccio secco.
- Prestare attenzione affinché non vi sia sabbia sul pavimento.
- Le piastrelle rimosse, incapsulate su entrambe le facce, ogni 30-40 piastrelle levate, devono essere confezionate con contenitori a tenuta, adeguatamente etichettati, come ad esempio sacchetti di plastica, fusti metallici o in fibra, o teli di polietilene.
- I rifiuti di materiali contenenti amianto devono essere mantenuti umidi fino allo smaltimento in discarica autorizzata.
- Le attrezzature potranno essere recuperate, previa decontaminazione.
- Al termine, occorre pulire e incapsulare il sottofondo messo a nudo, previa aspirazione dello stesso con aspiratore a filtri assoluti HEPA.
- Tutti i filtri usati devono essere insaccati e trattati come rifiuti contaminati da amianto.
- Le tute devono essere eliminate dopo ogni intervento.
- Tutto il materiale a perdere utilizzato (indumenti, teli, stracci per pulizia ecc.) deve essere smaltito come rifiuto contaminato, in sacchi impermeabili chiusi ed etichettati.
- Ispezionare visivamente la zona per accertarsi che essa è stata pulita correttamente.
- A fine lavori è opportuno effettuare un monitoraggio ambientale in MOCF (microscopia ottica a contrasto di fase) o SEM (microscopia elettronica a scansione); se il risultato è, rispettivamente, inferiore a 20 fibre/litro o a 2 fibre/litro, è possibile rimuovere il tutto oppure eseguire nebulizzazione dell'aria e/o utilizzare estrattore per diluizione aria e rieseguire il monitoraggio ambientale.

Inoltre, le mattonelle rimosse in cantiere devono essere temporaneamente depositate in zona appositamente destinata, cercando di stare attenti ad evi-

tare qualsiasi frantumazione (se all'esterno, lontano da zone di passaggio da automezzi). I frammenti minuti, collocati a parte, devono essere raccolti al momento della loro formazione e racchiusi in sacchi di materiale impermeabile non deteriorabile e immediatamente sigillati.

Infine, giornalmente, come di consueto, deve essere effettuata una pulizia ad umido e/o con aspiratori a filtri assoluti della zona di lavoro e delle aree del cantiere che possano essere state contaminate da fibre di amianto.

*B. Bonifica mediante rimozione del pavimento che durante la bonifica non si mantiene in una condizione di non friabilità*

È il caso di pavimenti in piastrelle di vinyl-amianto che NON si distaccano agevolmente durante la rimozione per cui potrebbero essere necessarie operazioni di carteggiamento, smerigliatura, taglio e frantumazione le quali possono essere eseguite unicamente in ambiente confinato oltre che staticamente anche dinamicamente realizzando una depressione all'interno dell'area di lavoro che deve essere mantenuta durante tutte le fasi della rimozione.

*Allestimento del cantiere e operazioni di bonifica*

In aggiunta a tutto quanto su riportato per il Caso A, occorre considerare anche quanto qui di seguito riportato:

- Per realizzare un efficace isolamento dell'area di lavoro è necessario, oltre all'installazione delle barriere (confinamento statico), l'impiego di un sistema di estrazione dell'aria che metta in depressione il cantiere di bonifica rispetto all'esterno (confinamento dinamico). Il sistema di estrazione deve garantire un gradiente di pressione tale che, attraverso i percorsi di accesso al cantiere e le inevitabili imperfezioni delle barriere di confinamento, si verifichi un flusso d'aria dall'esterno verso l'interno del cantiere in modo da evitare qualsiasi fuoriuscita di fibre. Nello stesso tempo questo sistema garantisce il rinnovamento dell'aria e riduce la concentrazione delle fibre di amianto aereo disperse all'interno dell'area di lavoro.
- L'aria aspirata deve essere espulsa all'esterno dell'area di lavoro.
- L'uscita del sistema di aspirazione deve attraversare le barriere di confinamento.
- L'aria inquinata aspirata dagli estrattori deve essere efficacemente filtrata.
- Gli estrattori devono essere muniti di un filtro HEPA (alta efficienza: 99.97, DOP test).

- Gli estrattori devono essere messi in funzione prima che qualsiasi materiale contenente amianto venga manomesso e devono funzionare ininterrottamente (24 ore su 24) per mantenere il confinamento dinamico fino a che la decontaminazione dell'area di lavoro non sia completata.
- In caso di interruzione di corrente o di qualsiasi altra causa accidentale che provochi l'arresto degli estrattori, l'attività di rimozione deve essere interrotta.
- Tutti i materiali di amianto già rimossi devono essere insaccati finché sono umidi.
- L'estrattore deve essere provvisto di un manometro che consenta di determinare quando i filtri devono essere sostituiti.
- Il cambio dei filtri deve avvenire all'interno dell'area di lavoro, ad opera di personale munito di mezzi di protezione individuale per l'amianto.
- Tutti i filtri usati devono essere insaccati e trattati come rifiuto contaminati da amianto.

Dovrà essere allestita un'area di decontaminazione per il personale (UDP) composta da quattro zone anche relativamente alle procedure di accesso all'area di lavoro (Figura 1).

Nel caso in questione, occorrono anche le seguenti operazioni a cura dei Funzionari dell'Azienda sanitaria competente per territorio:

- *Collaudo preventivo del cantiere.*
- *Certificazione della restituibilità degli ambienti bonificati.*

Il *collaudo preventivo del cantiere*, da effettuarsi dopo l'allestimento del cantiere e l'installazione dell'unità di decontaminazione, consiste nella *prova della tenuta con fumogeni* (ad estrattori spenti l'area di lavoro viene saturata con un fumogeno e si osservano, dall'esterno del cantiere, le eventuali fuoriuscite di fumo. Tutte le falle individuate vanno sigillate dall'interno) e nel *collaudo della depressione* (si accendono gli estrattori uno alla

volta e si osservano gli effetti della depressione, come gli spanciamenti dei teli di polietilene. La depressione può essere misurata mediante un manometro differenziale, munito di due sonde che vengono collocate una all'interno e l'altra all'esterno dell'area di lavoro).

Per quanto riguarda poi il confezionamento dei materiali rimossi, nella fattispecie del presente caso B, dovendo necessariamente considerarli in matrice friabile, le tecniche di confezionamento dovranno prevedere l'inserimento in due sacchi, inseriti in due momenti successivi, come stabilito dal decreto ministeriale 06/09/1994 e come qui di seguito illustrato. Inoltre, siccome l'allontanamento di questi rifiuti dal cantiere di bonifica rappresenta certamente una delle fasi più rischiose, per la possibilità di disperdere fibre all'esterno dell'area di lavoro, occorre adottare tutte le cautele necessarie per evitare una contaminazione di amianto appunto all'esterno dell'area di lavoro. A tal proposito, qualora possibile, è preferibile che venga installata un'unità di decontaminazione destinata esclusivamente al passaggio dei materiali (UDM). In tal caso, il materiale deve essere insaccato nell'area di lavoro e i sacchi, dopo la chiusura e una prima pulizia della superficie, devono essere portati nell'UDM.

Questa deve essere costituita da almeno tre locali: il primo è utilizzato per il lavaggio dei sacchi; il successivo è destinato al secondo insaccamento; nell'ultimo i sacchi vengono depositati per essere successivamente allontanati dall'area di lavoro, come rappresentato con lo schema in Figura 2.

Pertanto, occorre distinguere i due casi.

#### 1) Uscita dei sacchi attraverso l'UDM

È necessario che all'interno dell'unità operino due distinte squadre di lavoratori. La prima squadra è preposta al lavaggio, al secondo insaccamento e al deposito dei sacchi; la seconda squadra invece en-

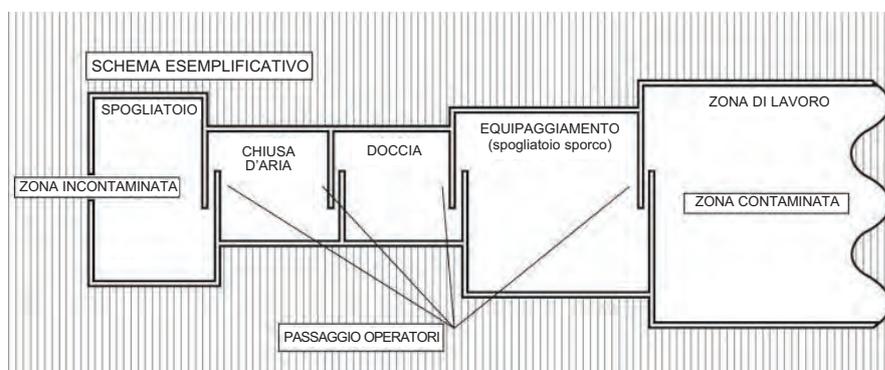


Figura 1 – Unità di decontaminazione del personale (UDP) a quattro zone (Fonte; S. Clarelli, *La gestione tecnica del rischio amianto, Tecniche Nuove*, 2020)



Figura 2 – Unità di decontaminazione dei materiali (UDM) a tre locali. (Fonte: S. Clarelli, *La gestione tecnica del rischio amianto, Tecniche Nuove, 2020*)

tra dall'esterno nell'area di deposito e porta fuori i rifiuti. È evidente che la presenza di due squadre si rende necessaria al fine di impedire un'inevitabile dispersione di fibre, in conseguenza dell'uscita dei lavoratori all'esterno, con indumenti contaminati. Questo percorso non dovrà mai essere destinato o utilizzato dagli operatori per entrare o uscire dall'area di lavoro. Per questo, è opportuno che l'uscita dei sacchi avvenga in un'unica fase, al termine delle operazioni di rimozione e che, fino al quel momento, il percorso rimanga sigillato.

## 2) Uscita dei sacchi attraverso l'UDP

Il lavaggio dei sacchi, già puliti con stracci, deve avvenire nel locale doccia, il secondo insaccamento nella chiusa d'aria, mentre il locale incontaminato sarà destinato al deposito. In tali casi dovranno essere previste tre squadre di operatori: la prima introduce i sacchi dall'area di lavoro nell'unità, la seconda esegue le operazioni di lavaggio e insaccamento all'interno dell'unità, la terza provvede all'allontanamento dei sacchi. In entrambi i casi tutti gli operatori, tranne quelli addetti all'ultima fase di allontanamento, devono essere muniti di mezzi di protezione e seguire le procedure di decontaminazione per uscire dall'area di lavoro. I sacchi vanno movimentati evitando il trascinarsi; è raccomandato l'uso di un carrello chiuso. Il percorso dal cantiere all'area di stoccaggio in attesa del trasporto in discarica deve essere preventivamente studiato, cercando di evitare, per quanto possibile, l'attraversamento di aree occupate dell'edificio.

I rifiuti devono essere depositati in un'area all'interno dell'edificio, chiusa e inaccessibile agli estranei, finché non saranno prelevati da parte di una ditta autorizzata al trasporto. Possono essere utilizzati in alternativa anche container scarrabili, purché chiusi anche nella parte superiore e posti in un'area controllata. La durata del deposito in quest'area dovrebbe, di regola, essere limitata ai tempi tecnici strettamente necessari per organizzare il trasporto o a realizzare quantità di rifiuti sufficiente a costituire il carico da trasferire.

Le operazioni di certificazione della restituibilità degli ambienti bonificati, da effettuarsi al termine dei lavori di bonifica da amianto friabile, dovranno essere eseguite da funzionari dell'Azienda sanitaria competente per territorio, al fine di assicurare che le aree interessate possano essere rioccupate con sicurezza, con spese poste a carico del committente i lavori di bonifica. Ai fini della certificazione di restituibilità degli ambienti bonificati, dovranno essere effettuate la verifica dell'assenza di residui di amianto all'interno dell'area bonificata e la verifica dell'accettabilità della concentrazione di fibre di amianto nell'atmosfera compresa nella medesima area (la concentrazione media di fibre di amianto aerodisperse nei locali bonificati, determinata mediante l'utilizzo della SEM, non deve essere superiore alle 2 fibre/litro).

## C. Bonifica mediante incapsulamento del pavimento consistente nel creare una pellicola superficiale protettiva

Un'alternativa alla rimozione del pavimento è rappresentata dall'incapsulamento. Come noto, il manufatto contenente amianto incapsulato deve essere strettamente monitorato per assicurare che nessun rilascio di fibre significativa stia avvenendo. Eventuali danni o deterioramento della superficie incapsulata devono essere riparati immediatamente.

Innanzitutto è necessario rimuovere residui di cere e lavare abbondantemente con acqua.

Dopo eventuali piccoli interventi di riparazione e restauro (piastrelle mancanti) è possibile applicare prodotti adeguatamente certificati costituendo un cappotto con forte azione legante distribuendoli sulla superficie con l'ausilio di spazzole spingi acqua (tipo tergivetri) e per la diffusione uniforme finale dei rulli.

## D. Bonifica mediante confinamento del pavimento consistente nel realizzare al di sopra un nuovo pavimento lasciando in loco il pavimento in amianto

È possibile lasciare in sito il pavimento in vinyl-amianto ricostituendo, in modo più economica-

mente conveniente, un nuovo pavimento al di sopra che costituisce di fatto una barriera a tenuta stagna al di sopra del materiale in amianto.

In tal caso le operazioni sono le seguenti:

- Aspirare la superficie del pavimento mediante idoneo aspiratore mobile, dotato di filtro contro i particolati HEPA, ad alta efficienza (99.97 DOP test).
- Incapsulare il pavimento in vinyl-amianto con adeguato prodotto incapsulante spruzzato con pompa airless.
- Il cambio dei filtri deve avvenire in modo protetto ad opera di personale munito di mezzi di protezione individuale per l'amianto.
- Realizzare il nuovo pavimento.
- Segnalare la presenza di amianto al disotto del nuovo pavimento e registrarla in apposito registro di modo che se ne abbia memoria storica per qualsiasi intervento a farsi, inclusi futuri interventi di demolizione e/o ristrutturazione.

### 2.3. *Proposte operative per la bonifica delle canne fumarie in cemento amianto*

Le canne fumarie in cemento amianto, murate o esterne, possono comportare problematiche anche rilevanti per la protezione ambientale e delle persone in caso di effettuazione di operazioni di pulizia e di manutenzione oltre che per quelle di bonifica.

Tra le applicazioni più diffuse del cemento amianto, oltre alle lastre delle coperture, troviamo anche le canne fumarie, le quali sono state utilizzate largamente per la loro buona resistenza termica.

#### 2.3.1. *Tecniche di bonifica*

Le canne fumarie in cemento amianto, impiegate in edilizia, sono costituite da materiale non friabile che, quando è nuovo o in buono stato di conservazione, non tende a liberare fibre spontaneamente. Infatti, il cemento amianto, quando si trova all'interno degli edifici, anche dopo lungo tempo, non va incontro ad alterazioni significative tali da determinare un rilascio di fibre, se non viene manomesso. Invece, lo stesso materiale esposto ad agenti atmosferici subisce un progressivo degrado per azione delle piogge acide, dello stress termico, dell'erosione eolica e di microrganismi e vegetali.

Di conseguenza, dopo anni dall'installazione si possono determinare alterazioni corrosive superficiali con affioramento delle fibre e fenomeni di liberazione.

Considerando la casistica ricorrente, di fatto, i metodi di bonifica applicabili sono:

- A. *Bonifica delle canne fumarie esterne mediante incapsulamento delle pareti esterne.*
- B. *Bonifica delle canne fumarie interne mediante incapsulamento delle pareti interne.*
- C. *Bonifica delle canne fumarie mediante confinamento interno con intubamento.*
- D. *Bonifica delle canne fumarie esterne mediante rimozione.*

Infine, è opportuno precisare che la rimozione delle canne fumarie murate (interne) deve comunque prevedere le stesse procedure indicate per la rimozione delle canne in cemento amianto esterne.

Si riportano qui di seguito requisiti e procedure, ritenuti idonei per questo tipo di bonifica.

#### *Adeguata sottocategoria d'iscrizione della categoria 10 da parte dei soggetti preposti alla bonifica*

Per i lavori di bonifica in esame, si ritiene appropriata la sottocategoria A o in alternativa la B.

Inoltre, a proposito dello smaltimento dei rifiuti, è necessario precisare che non tutti gli impianti di stoccaggio e/o le discariche autorizzate a ricevere materiali da costruzione a base di amianto (come il cemento amianto), con codice CER o EER 170605, possono ricevere in aggiunta delle comuni lastre in cemento amianto anche tubazioni o, comunque, manufatti cavi.

#### *Opere provvisorie per la protezione dal rischio di caduta*

Inoltre, è doveroso precisare che la bonifica delle canne fumarie in cemento amianto comporta un rischio specifico di caduta dall'alto per cui, fermo restando quanto previsto dalle norme antinfortunistiche del Testo Unico Sicurezza, dovranno essere realizzate, in particolare, idonee opere provvisorie per la protezione dal rischio di caduta, ovvero adottati opportuni accorgimenti.

#### A. *Bonifica delle canne fumarie esterne mediante incapsulamento delle pareti esterne*

Conviene scegliere l'intervento di incapsulamento nel caso in cui le pareti esterne delle canne fumarie presentino ancora un normale/discreto stato di conservazione.

Generalmente, l'incapsulamento richiede un trattamento preliminare della superficie del manufatto, al fine di pulirla e di garantire l'adesione del rivestimento incapsulante. Il trattamento deve essere eseguito con attrezzature idonee che evitino la liberazione di fibre di amianto nell'ambiente e consentano il recupero e il trattamento delle acque di lavaggio.

Per la bonifica mediante incapsulante, le pareti esterne delle canne fumarie in cemento amianto devono essere trattate con un rivestimento incapsulante di tipo A, a vista all'esterno, ai sensi dell'Allegato 2 al D.M. 20 agosto 1999 e s.m.i. Per quanto riguarda i requisiti prestazionali minimi, tale rivestimento incapsulante deve avere uno spessore medio a secco non inferiore a 300  $\mu\text{m}$  e, in nessun punto, deve essere inferiore a 250  $\mu\text{m}$ . Inoltre, gli ultimi due strati di questo rivestimento incapsulante dovranno essere realizzati con prodotti ricoprenti e di colore diverso e contrastante.

#### *Preparazione della superficie delle pareti esterne della canna fumaria in cemento amianto*

Se la superficie deve essere trattata, prima dell'intervento, al fine di garantire l'efficacia del rivestimento incapsulante, il trattamento preliminare deve essere effettuato con attrezzature idonee che impediscano la liberazione di fibre di amianto nell'ambiente. Le eventuali acque reflue di lavaggio, opportunamente trattate, assieme agli eventuali rifiuti contenenti amianto e ai fanghi di risulta, saranno smaltite come disposto dalla normativa vigente. In ogni caso, il datore di lavoro che effettua le operazioni di bonifica sulla base delle condizioni del supporto e delle indicazioni fornite dal produttore sui limiti dell'impiego del prodotto incapsulante, dovrà individuare la preparazione del supporto adatta al ciclo incapsulante che intende realizzare. Per evitare la dispersione delle fibre di amianto, eventualmente emerse in superficie a seguito della preparazione del supporto, le successive fasi del ciclo incapsulante dovranno avvenire al più presto possibile, dopo la preparazione.

#### *Notifica all'Organo di vigilanza*

Il committente è tenuto a dare comunicazione dei lavori all'Organo di vigilanza competente per territorio e alla Direzione provinciale del lavoro, territorialmente competenti, in quanto ricorrono le condizioni previste dall'art. 99, comma 1, lettera a), Testo Unico Sicurezza.

#### *Igiene e sicurezza degli addetti*

Per quanto riguarda l'igiene e sicurezza degli addetti, i lavori dovranno svolgersi secondo quanto disposto dal Testo Unico Sicurezza. Per interventi di incapsulamento che prevedano un trattamento preliminare o la sostituzione di parte della canna fumaria, il titolare dell'impresa dovrà presentare,

all'Organo di vigilanza, competente territorialmente, anche il piano di lavoro previsto dall'art. 256 del Testo Unico Sicurezza. Nelle operazioni che possono dar luogo a dispersione di fibre di amianto, i lavoratori devono essere muniti di idonei mezzi di protezione individuali delle vie respiratorie e di indumenti protettivi.

#### *Attestazione dell'esecuzione dei lavori*

L'impresa di bonifica, dopo aver messo in opera il rivestimento incapsulante, dovrà rilasciare, a firma del proprio responsabile dei lavori, un'attestazione che gli stessi sono stati eseguiti in conformità alle disposizioni di legge, secondo le indicazioni trasmesse dal fornitore e con le caratteristiche prescritte dal decreto del Ministro della Sanità 20 agosto 1999 e s.m.i. L'esecutore della bonifica è tenuto ad attestare gli spessori del rivestimento incapsulante secco e a indicare i metodi, nazionali o internazionali, per la loro misura. Nell'attestato dovranno essere indicati i diversi colori delle ultime due mani del rivestimento incapsulante e la durata minima del trattamento e questo al fine di consentire al committente di programmare il piano di controllo e di manutenzione *ex* Decreto ministeriale 6 settembre 1994. L'attestazione deve essere conservata dal committente e deve essere presentata, a richiesta, all'organo di vigilanza competente per territorio.

#### *B. Bonifica delle canne fumarie interne mediante incapsulamento delle pareti interne*

Per la bonifica o il "risanamento" delle canne fumarie interne in cemento amianto mediante incapsulamento delle pareti interne occorre prevedere:

- Utilizzo di prodotti e di tecnologie adeguate, idonee e certificate.
- Resistenza del rivestimento interno alle normali condizioni di esercizio previste, ai componenti chimici presenti nei prodotti della combustione, alle sollecitazioni termiche e meccaniche nonché alle operazioni di pulizia o di manutenzione.
- Rivestimento incapsulante assimilato per analogia al tipo B, a vista all'interno, o al tipo C, non a vista, ai sensi dell'allegato 2 al D.M. 20 agosto 1999 e s.m.i., munito di regolare attestato di conformità e di attestazione dell'esecuzione dei lavori ai sensi dello stesso decreto.

Per il resto, relativamente al rivestimento incapsulante, vale tutto quanto riportato in riferimento alle procedure di bonifica delle canne fumarie esterne in cemento amianto mediante incapsulamento.

### C. Bonifica delle canne fumarie mediante confinamento interno con intubamento

Ai sensi del decreto del Ministero della Sanità 6 settembre 1994, come noto, l'intervento di confinamento di manufatti contenenti amianto consiste nell'installazione di una barriera a tenuta che separi l'amianto dal resto; inoltre, se non è associato a un trattamento incapsulante, il rilascio di fibre continua all'interno del confinamento. Rispetto all'incapsulamento, presenta il vantaggio di realizzare una barriera resistente agli urti.

L'intervento di confinamento interno può essere realizzato mediante "intubamento", conformemente alla norma UNI 10865:2018, inserendo una nuova tubazione all'interno, di sezione ridotta rispetto a quella oggetto di bonifica, con tutte le prescrizioni previste.

Inoltre, occorre precisare che:

- nel caso sia necessaria una pulizia delle superfici delle pareti interne occorre prioritariamente attuare tutto quanto sopra riportato per gli interventi di manutenzione su canne fumarie in cemento amianto;
- ai sensi dell'Allegato 2 al D.M. 20 agosto 1999 e s.m.i., a supporto degli interventi di confinamento, è necessario prioritariamente applicare alle pareti interne della canna fumaria preesistente un rivestimento incapsulante conforme al tipo C, munito di regolare attestato di conformità e di attestazione dell'esecuzione dei lavori ai sensi dello stesso decreto;
- in caso di necessità, si dovrà far ricorso esclusivamente a utensili manuali o ad attrezzi meccanici provvisti di sistemi di aspirazione idonei per la lavorazione del cemento-amianto, dotati di filtrazione assoluta in uscita;
- se l'inserimento della nuova/e tubazione/i comporta eventualmente operazioni di foratura delle pareti della canna fumaria in cemento amianto, per evitare aerodispersione di fibre di amianto è necessario dotarsi di sistemi di aspirazione muniti di filtri assoluti in uscita;
- è necessario sigillare adeguatamente lo spazio tra le pareti interne della preesistente canna fumaria in cemento amianto e la/e parete/i esterna/e della/e tubazione/i inserite.

### D. Bonifica delle canne fumarie esterne mediante rimozione

Le operazioni devono essere condotte salvaguardando l'integrità del materiale in tutte le fasi dell'intervento. Le pareti esterne e anche quelle interne della canna fumaria in cemento amianto devo-

no essere adeguatamente trattate con incapsulante di tipo D, prima di qualsiasi manipolazione o movimentazione. L'incapsulante di tipo D, denominato anche ausiliario, deve essere munito di regolare attestato di conformità *ex* D.M. 20 agosto 1999 e s.m.i. e deve essere applicato per evitare la dispersione di fibre nell'ambiente a supporto degli interventi di rimozione. Dovrà essere di colore contrastante con quello del supporto. Il fornitore dovrà indicare lo spessore del film secco, la quantità da applicare per metro quadrato e il tempo di essiccazione. L'incapsulamento dovrà essere effettuato mediante nebulizzazione o a pioggia, con pompe a bassa pressione. In nessun caso si dovrà fare uso di getti d'acqua ad alta pressione.

Le canne fumarie in cemento amianto deve essere rimossa senza romperla evitando l'uso di strumenti demolitori. Deve essere smontata rimuovendo ganci, viti o chiodi di fissaggio, avendo cura di non danneggiare la canna stessa. Non devono essere utilizzati trapani, seghetti, flessibili o mole abrasive ad alta velocità. In caso di necessità, si dovrà far ricorso esclusivamente a utensili manuali o ad attrezzi meccanici provvisti di sistemi di aspirazione idonei per la lavorazione del cemento amianto, dotati di filtrazione assoluta in uscita. I materiali asportati non devono in nessun caso essere frantumati dopo la rimozione. Non devono assolutamente essere lasciati cadere a terra. Un idoneo mezzo di sollevamento deve essere previsto per il calo a terra dei tubi. I tubi smontati devono essere accatastati e pallettizzati in modo da consentire un'agevole movimentazione con i mezzi di sollevamento disponibili in cantiere. L'accatastamento temporaneo deve avvenire separatamente dagli altri detriti, preferibilmente nel *container* destinato al trasporto, oppure in una zona appositamente destinata, in luogo non interessato dal traffico di mezzi che possano provocarne la frantumazione. I materiali in cemento amianto rimossi devono essere chiusi in imballaggi non deteriorabili o rivestiti con teli di polietilene sigillati. Eventuali pezzi acuminati o taglienti devono essere sistemati in modo da evitare lo sfondamento degli imballaggi. Gli eventuali rifiuti in frammenti minuti devono essere raccolti al momento della loro formazione e racchiusi in sacchi di materiale impermeabile non deteriorabile e immediatamente sigillati.

Giornalmente deve essere effettuata una pulizia a umido e/o con aspiratori a filtri assoluti della zona di lavoro e delle aree del cantiere che possano essere state contaminate da fibre di amianto. Tutti i materiali di risulta devono essere etichettati a norma di legge.

#### 2.4. *Proposte operative per la bonifica dei terreni ordinari contaminati da amianto*

Come visto, il citato Decreto Ministero Sanità 14 maggio 1996, all'Allegato 1, tratta la bonifica dei siti industriali dismessi, intendendo per tali aree ed edifici industriali in cui la contaminazione, certamente rilevante, proviene dalla lavorazione dell'amianto o di prodotti che lo contengono oppure altre situazioni in cui l'eventuale inquinamento da amianto è determinato dalla presenza di locali adibiti a stoccaggio di materie prime o manufatti o dalla presenza di depositi di rifiuti.

In particolare, nel caso in cui il sito industriale dovesse essere riutilizzato con necessità di escavazione del suolo stesso, per fondazioni o altro, tale Allegato precisa che si dovrà procedere alla bonifica del suolo, alla luce dei sondaggi eseguiti. È altresì stabilito che, ai fini della bonifica del suolo, occorre installare due sale tecniche spostabili realizzate con strutture in carpenteria metallica e rivestite con fogli di polietilene di adeguato spessore. Le sale devono essere mantenute in depressione attraverso gruppi di aspirazione a filtrazione assoluta. La prima sala deve avere le dimensioni di metri 20 per 10 e deve essere adibita alla decontaminazione ed al condizionamento dei cassoni di trasporto prima di essere allontanati. Inoltre, le dimensioni della seconda sala devono essere stabilite in funzione delle dimensioni dei cassoni di trasporto al fine di consentirne una corretta gestione. È altresì precisato che gli operatori preposti alla bonifica dei terreni devono indossare indumenti a perdere (tute col cappuccio, guanti e calzari) e devono evidentemente essere dotati di maschere a filtro assoluto P3, per la protezione delle vie respiratorie. Anche in questo caso gli operatori dovranno uscire dalla zona di lavoro attraverso un'area di decontaminazione, come sopra descritta. Infine si precisa che, in caso di riutilizzo del sito senza prevedere l'escavazione futura ed in assenza di particolari situazioni di rischio derivanti dall'assetto idrogeologico del territorio, si potrà non procedere alla rimozione degli eventuali rifiuti interrati d'amianto risultanti dal carotaggio eseguito. In tal caso dovrà comunque essere data comunicazione all'Azienda Sanitaria competente per territorio la quale vincolerà il riutilizzo del sito stesso per utilizzazioni diverse da quella che invece prevede di lasciare ove sono i rifiuti d'amianto interrati.

Ciò premesso, la normativa non prevede però, come detto, alcuna norma specifica riguardante i terreni contaminati da amianto, compatto e/o friabile,

per i quali si indicano pertanto qui di seguito alcune proposte operative.

*Necessità di iscrizione alla categoria 9 e adeguata sottocategoria d'iscrizione della categoria 10 da parte dei soggetti preposti alla bonifica*

Si ritiene che la ditta preposta alle operazioni di bonifica dei terreni contaminati da amianto deve essere iscritta all'Albo nazionale gestori ambientali nella categoria 9 "Bonifici di siti" e nella categoria 10 "Bonifica dei beni contenenti amianto", sottocategoria B.

*Tecniche di rimozione di terreni contaminati da amianto*

Per quanto riguarda la bonifica dei terreni contaminati da amianto, almeno nei casi particolari, diventa necessario concordare con l'Azienda sanitaria competente per territorio l'intervento di bonifica più appropriato, nel primario rispetto della protezione delle persone e dell'ambiente.

L'intervento in genere consiste nella rimozione di uno strato di terreno, di spessore variabile, contaminato con fibre di amianto (più frequentemente con elementi di manufatti in cemento amianto) e nel suo successivo smaltimento.

Per tutta la durata dell'intervento, la zona dovrà essere interdetta alle persone non autorizzate. A seconda delle circostanze il cantiere potrà essere o meno confinato (mediante confinamento statico e dinamico). La zona di cantiere dovrà essere delimitata con nastro bianco-rosso nonché sgomberata e dovranno poi essere poste le segnaletiche a norma per evitare che persone non autorizzate possano entrare all'interno della zona di cantiere.

Preventivamente, si procederà alla nebulizzazione e incapsulamento del terreno con liquido tensioattivo. Mediante ossatura metallica e/o lignea e teli di polietilene saranno eventualmente realizzati tunnel, accuratamente sigillati (in bonifiche nelle quali è previsto il confinamento statico e dinamico) (V. Figura 3 a pagina seguente).

Sempre mediante ossatura metallica e/o lignea e teli di polietilene, potrà essere realizzata anche un'unità mobile di cantiere (UMC), accuratamente sigillata ogni qual volta è posizionata.

Con tale unità mobile di cantiere, l'intero terreno oggetto d'intervento potrà essere bonificato attraverso bonifiche successive.

L'impianto elettrico di cantiere dovrà essere derivato da apposito quadro elettrico, provvisto di tutte le protezioni. La procedura che si adotterà per rimuovere lo strato di terreno contaminato può o me-



Figura 3 – Rimozione di terreno contaminato in area confinata. (Fonte: S. Clarelli, *La gestione tecnica del rischio amianto, Tecniche Nuove, 2020*)

no prevedere l'utilizzo di mini escavatore con cingoli in gomma, del peso di 15/18 quintali, con carico variabile. Se è prevista un'unità mobile di cantiere essa potrà essere successivamente spostata nelle varie posizioni, fino alla bonifica completa del terreno contaminato, mediante carrello munito di braccio telescopico. La rimozione del terreno contenente amianto dovrà essere fatta ad umido. Si utilizzerà una soluzione incapsulante spruzzata a bassa pressione, mediante pompa airless. Il terreno contaminato così rimosso dovrà essere insaccato immediatamente e sigillato. Una volta rimosso lo strato superficiale del terreno, il piano di campagna residuo sarà successivamente bagnato con sostanze incapsulanti.

Tutto il terreno rimosso sarà insaccato; la chiusura del sacco (generalmente big bag di 1,00 m<sup>3</sup>, come in Figura 4) sarà eseguita con doppio legaccio previa aspirazione dell'aria contenuta. Il secondo insaccamento avverrà fuori dalla zona di lavoro, previo lavaggio ad umido del primo sacco in UDM, se prevista (in Figura 2 lo schema di area di decontaminazione dei materiali).

Durante i lavori di rimozione verranno eseguite pulizie della zona di lavoro, per limitare al minimo il



Figura 4 – Big bag

rischio della dispersione di fibre. Tutti i fogli di plastica, nastri, materiale di pulizia, indumenti, ecc. alla fine del lavoro saranno anch'essi decontaminati a secco ed a umido e imballati in doppio sacco e destinati allo smaltimento come rifiuto contaminato.

L'area di lavoro sarà nebulizzata costantemente con la soluzione fissante; dall'ispezione visiva deve risultare l'assenza di elementi contenenti amianto.

Le superfici bonificate dopo il controllo visivo da parte dell'Organo di vigilanza saranno trattate con una soluzione incapsulante per bloccare eventuali microfibre aereo disperse. Al termine di ogni fase di bonifica tutto il materiale di pulizia, sarà imballato in doppio sacco e destinato allo smaltimento come rifiuto contaminato.

Tutte le superfici dell'area di lavoro, comprese le attrezzature saranno pulite con l'aspiratore assoluto e successivamente ad umido. L'area di lavoro sarà pulita ad umido e se, dopo l'ispezione dell'Organo di vigilanza, non ci sarà presenza di polvere, si potrà procedere all'incapsulamento di tutta l'area di cantiere con una soluzione incapsulante per eseguire i monitoraggi in SEM per la restituzione del cantiere, se prevista. Nel caso in cui le analisi superino il limite di legge previsto si procederà ad eseguire ulteriori controlli della pulizia e trattamenti con soluzioni fissanti ed ulteriori analisi. Nel caso di analisi nel limite di legge previsto

dopo la certificazione dell'Azienda sanitaria si procederà all'incapsulamento finale ed allo smontaggio del cantiere; sempre con gli estrattori in funzione, si procederà alla rimozione dei fogli di polietilene che saranno insaccati e smaltiti come rifiuto speciale pericoloso.

Inoltre, in ambienti estesi e non confinabili, ai fini dell'abbattimento delle polveri aerodisperse, è possibile impiegare cannoni nebulizzatori, come ad esempio il *Fog cannon*<sup>®</sup>, qui di seguito illustrato a proposito della rimozione del ballast ferroviario, il quale consente di realizzare una sorta di "confinamento dinamico", che consiste in una nube di acqua pressurizzata. Si renderà poi necessario, in concomitanza, eseguire opportuni monitoraggi ambientali per il controllo delle concentrazioni di fibre di amianto nell'aria.

### 2.5. *Proposte operative per la bonifica del ballast ferroviario contenente amianto*

Come noto, la presenza di amianto oltre che di natura antropica può anche essere di origine naturale. Il pietrisco naturale, utilizzato in ambito ferroviario (ballast), ha una duplice classificazione secondo il catalogo europeo dei rifiuti:

- Codice CER o EER 170507\*: *Pietrisco per massicciate ferroviarie contenente sostanze pericolose.*
- Codice CER o EER 170508: *Pietrisco per massicciate ferroviarie diverso da quello di cui alla voce 170507.*

L'Allegato I del Codice Ambiente, recante "Caratteristiche di pericolo per i rifiuti", assegna il codice H7 al materiale classificato "Cancerogeno", vale a dire a: "sostanze e preparati che, per inalazione, ingestione o penetrazione cutanea, possono produrre il cancro o aumentarne la frequenza". Inoltre, l'Allegato D, del medesimo Codice, riguardante "Elenco dei rifiuti istituito conformemente all'articolo 1, lettera a), della direttiva 75/442/CEE relativa ai rifiuti e all'articolo 1, paragrafo 4, della direttiva 91/689/CEE relativa ai rifiuti pericolosi di cui alla decisione della Commissione 2000/532/Ce del 3 maggio 2000 (direttiva Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio 9 aprile 2002)", precisando che i rifiuti contrassegnati nell'elenco con un asterisco "\*" sono rifiuti pericolosi, prevede per il codice H7: "una sostanza riconosciuta come cancerogena (categorie 1 o 2) in concentrazione  $> o = 0,1\%$ ". Pertanto, il ballast non pericoloso, con codice CER o EER 170508, può contenere amianto in concentra-

zione inferiore al limite di pericolosità ( $0,1\% = 1000 \text{ mg/kg}$ ). È bene per l'accertamento del contenuto di amianto affidarsi alla Microscopia elettronica in scansione (SEM), più precisa, anche perché individua esattamente le fibre di amianto, che non alla meno affidabile Microscopia ottica in contrasto di fase (MOCF), che comunque necessita dell'occhio attento e competente dell'analista.

#### *Necessità di iscrizione alla categoria 9 e adeguata sottocategoria d'iscrizione della categoria 10 da parte dei soggetti preposti alla bonifica*

Si ritiene che la ditta preposta alle operazioni di bonifica del ballast ferroviario contenente amianto debba essere iscritta all'Albo nazionale gestori ambientali nella categoria 9 "Bonifici di siti" e nella categoria 10 "Bonifica dei beni contenenti amianto", sottocategoria B, dal momento che il pietrisco è materiale naturale, quindi non un materiale da costruzione a base di amianto, come previsto per la sottocategoria A.

#### *Tecniche di rimozione del ballast ferroviario contenente amianto*

Per quanto riguarda la bonifica del ballast ferroviario contenente amianto, almeno nei casi particolari, diventa necessario concordare con l'Azienda sanitaria competente per territorio l'intervento di bonifica più appropriato, nel primario rispetto della protezione delle persone e dell'ambiente.

Per tale bonifica, nei casi di aree di notevole estensione, si potrebbe effettuare una suddivisione in vari settori delimitati con recinzioni/pareti basse, realizzate con pareti o reti metalliche con sovrapposti teli di polietilene, installando un'unità di decontaminazione (in genere prefabbricata, a tre celle, come quelle che si utilizzano nei cantieri delle coperture in cemento amianto), individuando percorsi *ad hoc* per i mezzi di trasporto. Come visto per i terreni contaminati da amianto, è possibile utilizzare come mezzi d'opera preferibilmente mini escavatori. È poi necessario evitare eccessiva polverosità mediante nebulizzazione con agenti surfattanti, utilizzando, in caso di cantieri di maggiori dimensioni, in condizioni di lavoro non confinabili, un cannone nebulizzatore (*fog cannon*<sup>®</sup>), come in Figura 5 (già da anni utilizzato ad esempio nella cava di amianto di Balangero, in provincia di Torino, da parte di RSA Srl, durante la bonifica e riqualificazione ambientale, nelle operazioni di movimentazione dei materiali naturali). Tale sistema è utilizzato nei casi in cui è necessario procedere all'abbattimento di polveri generate dalla movimentazio-

ne del materiale sfuso in genere in spazi aperti o molto vasti. La macchina “fog cannon®” permette un abbattimento significativo delle polveri libere e volatili, con funzionamento anche interamente automatizzato per mezzo di un PC di controllo. Esso opera mediante il lancio a distanza considerevole di un getto trifase (aria/acqua nebulizzata/tensioattivo). La gittata operativa varia da 50 a 250 m di raggio a seconda del modello di macchina e con una apertura angolare anche di 360° in piano. È poi necessario eseguire monitoraggi ambientali in MOCF, al fine di verificare eventuali aumenti delle concentrazioni di fibre di amianto nell’aria durante le operazioni di movimentazione del ballast. Come già visto per il terreno, occorre confezionare il ballast rimosso in big bag oppure in cassoni in caso di grandi quantità. A fine bonifica si ritiene necessario rimuovere lo strato superficiale del terreno sottostante il ballast rimosso, per qualche decina di centimetri (20/30 cm), al fine di eliminare ogni dubbio in merito a residua contaminazione. Poi, al fine di decidere sull’efficacia dell’intervento di bonifica, occorrerà sottoporre ad analisi il terreno per accertarne l’effettiva assenza di amianto. Infine, per quanto riguarda lo smaltimento dei materiali, dovranno essere correttamente indicati il Codice CER o EER non solo del pietrisco contenente amianto (CER o EER 170507\*: *Pietrisco per massicciate ferroviarie contenete sostanze pericolose*) ma anche quello del terreno rimosso (CER o EER 170503\*: *Terra e rocce contenenti sostanze pericolose* oppure CER o EER 170504: *Terra e rocce diverse da quelle di cui alla voce 170503*).

### 3. CONCLUSIONI

Come visto, la normativa di settore ha disciplinato soltanto la bonifica di qualche tipologia di manufatti contenenti amianto e solo alcuni approcci di bonifica, lasciando nell’incertezza bonifiche ricorrenti in alcuni contesti specifici, necessariamente quindi votate all’iniziativa e alla sensibilità dei singoli, ancorché sotto la vigilanza, diretta o indiretta, dell’Organo preposto, competente per territorio, per la necessità di dover elaborare il Piano di lavoro previsto dal Testo Unico Sicurezza prima di eseguire i lavori rimozione e demolizione dell’amianto. Questo non è accettabile perché manufatti molto utilizzati in passato, quali ad esempio i pavimenti vinilici in amianto e le canne fumarie in cemento amianto, vengono a volte bonificati con approcci molto diversi passando dalla vigilanza di un Organo competente per territorio ad un altro, anche nel-



Fig. 5 – Fog cannon®. Fonte: RSA SrL

lo stesso ambito regionale. Stesso discorso vale per le bonifiche speciali, non codificate dalla normativa, quali ad esempio quelle riguardanti i terreni contaminati da amianto e il ballast ferroviario contenente amianto e così via.

Pertanto, si auspica ancora una volta un sollecito aggiornamento e ampliamento delle normative tecniche riguardanti sia la bonifica dei molteplici manufatti contenenti amianto sia le bonifiche speciali in vari contesti, le quali non possono più essere lasciate nell’incertezza per cui occorre fare in modo che ci siano approcci univoci di bonifica su tutto il territorio nazionale, evitando le discrasie fin qui emerse.

### 4. PER APPROFONDIMENTI

- Clarelli S. (2020) La gestione tecnica del rischio amianto. Milano: Tecniche Nuove.
- Clarelli S. (2019) La bonifica dei pavimenti vinilici contenenti amianto e delle canne fumarie in cemento amianto, Atti della Conferenza nazionale “Bonifiche da amianto: non specificamente regolamentate e speciali”, RemTech Expo, Ferrara, 1-12.
- Clarelli S. (2017) Osservatorio amianto: Procedure e adempimenti per andare a colpo sicuro. Ambiente & Sicurezza, New Business Media, 5, 69-78.
- Clarelli S. (2012) Pavimenti in vinyl amianto: indicazioni procedurali per la rimozione, Atti del Convegno “Novità ed Innovazione nella gestione e bonifica sostenibile di siti, suoli, sedimenti ed acque contaminati: stato dell’arte e prospettive”, Ecomondo, Rimini Fiera, 1-6.
- Clarelli S. (2011) Amianto: bonificare i siti con lo smaltimento di rifiuti. Ambiente & Sicurezza, Il Sole 24 Ore, 21, 71-83.
- Clarelli S. (2010) Alcune proposte operative per manutenzione e bonifica. Ambiente & Sicurezza, Il Sole 24 Ore, 7, 64-79.
- Clarelli S. (2009) La tutela degli spazzacamini in caso di cemento amianto nelle canne fumarie. Ambiente & Sicurezza, Il Sole 24 Ore, 15, 36-51.
- Clarelli S. (2001) Pavimenti in vinyl-amianto: come mantenere un buono stato di conservazione. Ambiente & Sicurezza, Il Sole 24 Ore, 22, 22.



# INGEGNERIA DELL'AMBIENTE

per il 2020 è sostenuta da:



better together

