

A large, light blue sun graphic with a central circle and eight triangular rays. The text is centered within the sun.

**Progetto VAMP**  
**VA**lorizzazione **M**ateriali e **P**rodotti di demolizione  
**VA**lorisation of building demolition **M**aterials and **P**roducts

Rif.: LIFE 98 ENV / IT / 000033

**Doc. Q15**

**RIFIUTI PERICOLOSI DA  
COSTRUZIONE&DEMOLIZIONE (C&D)**

A cura di: **Melissa Cantagalli (QUASCO)**

DATA: 07/12/99

## Indice

1.1 Rifiuti pericolosi da C&D.....	3
1.1.1 Amianto .....	5
1.1.2 Radon .....	7
1.1.3 PCB .....	9
1.1.4 Piombo .....	10
1.1.5 Mercurio .....	10
1.1.6 Il Cadmio ed i suoi composti .....	10
1.1.7 Cloro Fluoro Carburi (CFC).....	11
1.1.8 Solventi.....	11
1.1.9 Resine .....	12
1.1.10 Catrame .....	13
Bibliografia.....	13

## 1.1 Rifiuti pericolosi da C&D

La rimozione dei materiali pericolosi è di fondamentale importanza per poter ottenere, dal processo di demolizione, materiali non contaminati che possano essere facilmente avviati al riciclo.

Alcune sostanze rilasciate durante la demolizione possono infatti contaminare non solo gli altri rifiuti da C&D, ma anche penetrare nell'atmosfera o nel terreno, oltre ad esporre a rischi gli operatori che eseguono la demolizione.

In un processo di demolizione corretto, quindi, i materiali potenzialmente pericolosi devono essere rimossi per primi, per due motivi fondamentali:

1. fin tanto che i materiali sono riconoscibili e possono essere rimossi manualmente, i rischi per gli addetti ai lavori saranno minori;
2. la rimozione dei materiali contenenti sostanze pericolose permette di avere rifiuti C&D non contaminati da sostanze nocive, quindi riciclabili con maggiore facilità e riconducibili alla tipologia dei rifiuti non pericolosi, con i vantaggi normativi che ciò comporta.

I materiali ed i prodotti utilizzati in edilizia possono emettere composti altamente tossici (cancerogeni o allergenici), composti irritanti e composti con sconosciute proprietà tossiche. In generale i materiali ed i prodotti edilizi possono rilasciare i seguenti inquinanti:

- inquinanti di natura fisica: radon e prodotti di decadimento;
- composti organici volatili e semivolatili, in particolare formaldeide, solventi organici aromatici e antiparassitari;
- inquinanti biologici: funghi, muffe, batteri;
- fibre minerali naturali e artificiali: amianto, lana di vetro, lana di roccia.

La normativa tuttavia riconosce come "pericolosi" solo poche tipologie di rifiuti da C&D. Uno degli esempi più noti di questo piccolo gruppo ed anche il più frequentemente citato, è rappresentato dai materiali a base di amianto. Tuttavia anche altri materiali si possono definire pericolosi, quando possiedono una o più caratteristiche di quelle usate per definire la pericolosità (come la tossicità o l'inflammabilità), caratteristiche che si possono rivelare solo sotto specifiche condizioni, che non sempre vengono considerate e che quindi possono sfuggire.

I tipi di pericolosità che si possono avere nei rifiuti da C&D sono riassunti in Tabella 1:

	Rifiuti	Esempi
1	Alcuni C&DW sono pericolosi perché i materiali usati contengono un'alta proporzione di materiali considerati pericolosi	Es. Amianto, piombo, catrame, vernice e residui conservativi, adesivi, agenti leganti e certi tipi di plastica
2	Alcuni materiali diventano pericolosi come risultato della loro lunga permanenza nell'ambiente in cui si trovano	Es. Reazione superficiale tra i materiali da costruzione in origine non pericolosi e gli agenti chimici trasportati dall'inquinamento
3	Alcuni C&D diventano pericolosi sotto particolari condizioni	Es. Travi di legno trattate (con resine e/o con antiparassitari) se bruciate emettono gas tossici
4	Alcuni C&DW diventano pericolosi se contaminati con materiali pericolosi sono lasciati e/o mescolati in essi	Es. Lattine di vernice a base di piombo rovesciate su una pila di macerie che rendono queste ultime un rifiuto pericoloso

Tab. 1 – Tipi di pericolosità nei rifiuti da C&D

In Tabella 2 sono riassunti i materiali pericolosi o potenzialmente pericolosi che si possono incontrare comunemente sui luoghi di demolizione o di costruzione.

Prodotto/materiale	Componenti potenzialmente pericolosi	Proprietà potenzialmente pericolose	Trattamenti e/o opzioni di smaltimento
Amianto	Fibre	Tossico, cancerogeno	Rimuovere sotto condizioni controllate per smaltimento speciale
Tufi, calcari, graniti	Radon	Cancerogeno	Rimuovere sotto condizioni controllate per smaltimento speciale
Trasformatori elettrici	PCB	Ecotossico	Rimozione oli dei trasformatori sotto condizioni controllate
Tubazioni	Piombo	Tossico	Riciclo, rimozione per smaltimento speciale
Vernici	Piombo, cromo, vanadio, solventi	Infiammabile, tossico	Se legati al substrato possibile basso impatto; in forma di prodotto alto impatto Funi tossici se bruciati
Apparecchi e lampade per illuminazione	Sodio, mercurio, PCB	Tossico, escotossico	Riciclo, rimozione per smaltimento speciale
Sub-base formate con ceneri/scorie di forno	Metalli pesanti (Cd e Hg)	Tossico	Riciclare se è bassa la percolabilità Separare se è alta la percolabilità
Sistemi di aria condizionata	CFC	Sviluppo di ozono	Riciclo, rimozione per smaltimento speciale
Sistemi antincendio	CFC	Sviluppo di ozono	Riciclo, rimozione per smaltimento speciale
Additivi del cemento	Solventi idrocarburi	Infiammabile	Ritorno al fornitore, riciclo, rimozione per smaltimento speciale
Impermeabilizzanti, incatramenti	Solventi, bitumi	Infiammabile, tossico	Ritorno al fornitore, riciclo, rimozione per smaltimento speciale. Trattare prima di smaltire
Adesivi	Solventi, bitumi	Infiammabile, tossico, irritante	Ritorno al fornitore, riciclo, rimozione per smaltimento speciale. Trattare prima di smaltire. Cercare prodotti alternativi meno pericolosi.
Mastici/sigillanti	Solventi, isocianati	Infiammabile, tossico	Ritorno al fornitore, riciclo, rimozione per smaltimento speciale. Trattare prima di smaltire. Cercare prodotti alternativi meno pericolosi. Usare acqua
Legno trattato	Fibre respirabili	Tossico, ecotossico, Infiammabile	Riciclo Basso impatto per componenti pericolosi legati al legno Produzione fumi tossici e residui per incenerimento
Fibre minerali	Fibre respirabili	Irritante pelle e polmoni	Rimuovere per smaltimento speciale
Resine/riempitivi	Isocianati, anidridi	Tossico, irritante	Ritorno al fornitore, riciclo, rimozione per smaltimento speciale.
Pavimentazioni in conglomerati bituminosi	Catrame, asfalto, solventi	Infiammabile, tossico	Riciclare se trattati e bassa pericolosità Se presenti solventi e se è alta la percolabilità separare per lo smaltimento
Strutture dell'edificio	- Radionuclidi - Metalli pesanti (Cd, Hg) - Biohazard (antrace) <sup>1</sup>	- Tossico - Tossico - Tossico	- Decontaminazione mirata prima di demolizione o ristrutturazione - Decontaminazione mirata prima di demolizione o ristrutturazione - Decontaminazione mirata prima di demolizione o ristrutturazione
Prodotti animali	Biohazard (antrace) <sup>1</sup>	Tossico	Decontaminazione mirata prima di demolizione o ristrutturazione
Lastre in cartongesso	Possibile fonte di idrogeno solfureo	Infiammabile, tossico	Ritorno al fornitore, riciclo, rimozione per smaltimento speciale.

**Tab. 2 - Elementi potenzialmente pericolosi nei rifiuti da C & D**

<sup>1</sup> In passato il crine di cavallo era usato come legante per l'intonaco; le spore dell'antrace, molto robuste e resistenti, sono però pericolose per la salute umana e di conseguenza i muri che sono stati intonacati durante o prima del XIX secolo devono essere trattati durante la demolizione con molta cura.

Di seguito viene proposta una analisi dei principali componenti pericolosi che si possono trovare nei rifiuti da C&D.

### 1.1.1 Amianto

Esistono pochi materiali diffusi come l'amianto ed altrettanto pericolosi per la salute dell'uomo. La conferma della sua cancerogenicità risale agli anni '50 e '60, mentre il divieto totale di produzione in Italia è intervenuto solo nel 1994.

Le caratteristiche dell'amianto hanno fatto sì che nel passato sia stato largamente utilizzato in edilizia. L'utilizzazione più diffusa è stata certamente quella dell'impasto con cemento e/o con bitume (fibrocemento, nome commerciale Eternit), con il quale era possibile realizzare numerosi manufatti quali:

- lastre piane o ondulate;
- tubi;
- tegole;
- canne fumarie;
- serbatoi;
- intonaci;
- impermeabilizzazioni.

La pericolosità dei materiali di amianto dipende dall'eventualità che siano rilasciate nell'ambiente fibre aerodisperse che possono venire inalate. Il criterio più importante da valutare in tal senso è rappresentato dalla *friabilità* dei materiali. I materiali friabili infatti possono liberare spontaneamente fibre per la scarsa coesione interna (soprattutto se sottoposti a fattori di deterioramento quali vibrazioni, correnti d'aria, infiltrazioni di acqua) e possono essere facilmente danneggiati nel corso di interventi di manutenzione. In base alla friabilità i materiali contenenti amianto possono quindi essere classificati come:

- *friabili*: i materiali che possono essere sbriciolati o ridotti in polvere mediante la semplice pressione delle dita
- *compatti*: materiali duri che possono essere ridotti in polvere solo con l'impiego di attrezzi meccanici ( dischi abrasivi, frese, trapani...).

Nella Tabella 3 vengono schematicamente indicati i principali materiali che possono essere presenti negli edifici, con le loro caratteristiche di contenuto di amianto e friabilità.

Tipo di materiale	Note	Friabilità
Ricoprimenti a spruzzo e rivestimenti isolanti	Fino all'85% circa di amianto. Spesso Anfiboli (amosite, crocidolite), prevalentemente amosite spruzzata su strutture portanti di acciaio o su altre superfici come isolante termo – acustico.	Elevata
Rivestimenti isolanti di tubazioni o caldaie	Per rivestimenti di tubazioni tutti i tipi di amianto, talvolta in miscela al 6-10% con silicati di calcio. In tele, feltri, imbottiture in genere al 100%.	Elevato potenziale di rilascio di fibre se i rivestimenti non sono ricoperti con strato sigillante uniforme e intatto.

Funi, corde e tessuti	In passato sono stati usati tutti i tipi di amianto. In seguito solo crisotilo al 100%.	Possibilità di rilascio di fibre quando grandi quantità di materiali vengono immagazzinati.
Cartoni, carte e prodotti affini	Generalmente solo crisotilo al 100%	Sciolti e maneggiati, carte e cartoni, non avendo una struttura molto compatta, sono soggetti a facili abrasioni ed a usure
Prodotti in cemento-amianto	Attualmente il 10 – 15% di amianto in genere crisotilo. Crocidolite e amosite si ritrovano in alcuni tipi di tubi e di lastre	Possono rilasciare fibre se abrasi, segati, perforati o spazzolati, oppure se deteriorati
Prodotti bituminosi, mattonelle di vinile con intercapedini di carta di amianto, mattonelle e pavimenti vinilici, PVC e plastiche rinforzate ricoprenti e vernici, mastici, sigillanti, stucchi adesivi contenenti amianto	Dallo 0.5 al 2% per mastici, sigillanti, adesivi, al 10-25% per pavimenti e mattonelle vinilici	Improbabile rilascio di fibre durante l'uso normale. Possibilità di rilascio di fibre se tagliati, abrasi o perforati

Tab. 3 – Principali materiali presenti negli edifici, relativo contenuto in amianto e tipo di friabilità

L'amianto rappresenta un pericolo per la salute a causa delle fibre di cui è costituito e che possono essere inalate. L'esposizione a fibre di amianto è associata a malattie dell'apparato respiratorio (asbestosi, carcinoma polmonare) e delle membrane sierose, principalmente la pleura (mesoteliomi). Esse insorgono dopo molti anni dall'esposizione: da 10 - 15 per l'asbestosi ad anche 20 - 40 per il carcinoma polmonare ed il mesotelioma.

L'asbestosi è una patologia cronica, ed è quella che per prima è stata correlata all'inalazione di amianto. Essa consiste in una fibrosi con ispessimento ed indurimento del tessuto polmonare con conseguente difficile scambio di ossigeno tra aria inspirata e sangue. Si manifesta per esposizioni medio-alte ed è, quindi, tipicamente una malattia professionale che, attualmente, è sempre più rara.

Il carcinoma polmonare si verifica anche per esposizioni a basse dosi. Questa grave malattia è causata anche da: fumo di sigarette, cromo, nichel, materiali radioattivi, altri inquinanti ambientali (idrocarburi aromatici di provenienza industriale, derivati del catrame, gas di scarico dei motori). Il fumo di sigarette potenzia enormemente l'effetto cancerogeno dell'amianto e quindi aumenta fortemente la probabilità di contrarre tale malattia.

Il mesotelioma è un tumore raro, della membrana di rivestimento del polmone (pleura) o dell'intestino (peritoneo), che è fortemente associato alla esposizione a fibre di amianto anche per basse dosi. Sono state descritte, inoltre, patologie al tratto gastrointestinale e alla laringe per le quali l'associazione con l'asbesto è più debole e resta da stabilire in via definitiva una sicura dipendenza. Le esposizioni negli ambienti di vita, in generale, sono di molto inferiori a quelle professionali, pur tuttavia non sono da sottovalutare perché l'effetto neoplastico non ha teoricamente valori di soglia.

## Normativa

La normativa italiana in tema di protezione dal rischio amianto si è notevolmente arricchita, a partire dalla seconda metà degli anni '80 ed attualmente la norma più recente è rappresentata dal D.M. 06/09/94 che stabilisce le norme tecniche per la valutazione del rischio ed i metodi di bonifica dall'amianto negli edifici. Negli allegati al Decreto sono descritti anche i metodi per le analisi dei campioni in massa e delle fibre aerodisperse.

Di seguito vengono elencati i principali riferimenti normativi italiani sulla produzione ed utilizzo di amianto:

- Ordinanza Min. San. 26/06/1986, in cui si vieta, con alcune eccezioni, l'immissione sul mercato e l'uso della crocidolite
- Circolare Min. San. 10/07/1986 n. 45 "Piano di interventi e misure tecniche per l'individuazione del rischio connesso all'impiego di materiali contenenti amianto in edifici scolastici ed ospedali pubblici e privati". La Circolare è stata per molti anni il testo fondamentale di riferimento per la definizione delle procedure di valutazione del rischio da amianto indoor e per le conseguenti azioni di bonifica, in quanto vengono specificate le misure di sicurezza necessarie per minimizzare l'esposizione dei lavoratori nei lavori di rimozione dall'amianto. Peraltro la Circolare non indica i pavimenti in VA come possibile fonte di inquinamento.
- DPR 24/05/1988 n. 215, in cui si vieta definitivamente l'immissione sul mercato e la commercializzazione della crocidolite. Nell'allegato II viene definita la simbologia dell'etichettatura dei prodotti contenenti amianto.
- La legge fondamentale che recepisce in Italia le cinque direttive comunitarie in materia di prevenzione salute e sicurezza è il D.Lgs. n. 277 del 15/08/1991. Questo testo affronta tre problematiche chimiche-biologiche che riguardano la salute dei lavoratori esposti: il rumore, il piombo metallico e l'amianto. Riguardo all'amianto introduce i rischi connessi all'esposizione e definisce i metodi di prelievo ed analisi per la misurazione delle concentrazioni delle fibre nell'aria.
- D.Lgs. n.277 del 15/08/1991. E' una legge fondamentale in tema di protezione dei lavoratori. Il Capo III è specificamente dedicato alle problematiche dell'amianto. Vengono stabiliti obblighi particolari in caso di superamento dei valori limite di esposizione; l'articolo 34 stabilisce l'obbligo di redazione del piano di lavoro per le attività di demolizione e rimozione dei materiali contenenti amianto. L'organo di vigilanza ha 90 giorni di tempo per rilasciare particolari prescrizioni sulle modalità di lavoro.
- La Legge n. 257 del 27/03/1992 impone, a partire dal marzo del 1993 (con una proroga di un anno per i manufatti in lastra o in tubi a base di cemento) la cessazione dell'estrazione, dell'importazione, della commercializzazione e della produzione di manufatti di amianto in qualsiasi percentuale.
- Legge n. 257 del 27/03/1992. Norme relative la cessazione dell'impiego dell'amianto: La legge, oltre a stabilire la messa al bando dell'amianto (l'ultima deroga è scaduta nell'aprile '94), prende in esame vari altri aspetti, quali la definizione dei rifiuti contenenti amianto, l'abbassamento del valore limite di esposizione, l'obbligo della relazione annuale delle ditte alle USL ed alla Regione, ecc....In particolare prevede che le Regioni predispongano specifici piani di intervento secondo gli indirizzi definiti dal DPR 08/08/1994.
- D.M. 06/09/94 Min. San.

### 1.1.2 Radon

Un aspetto alquanto problematico è rappresentato dal *radon*. Proveniente dal decadimento del Radio (Ra), il radon si trova ovunque, ma è diventato un problema per la coincidenza di due fattori: le attuali capacità tecniche di misurazione e la crisi energetica che, costringendoci a isolare meglio le case, lo ha di fatto intrappolato all'interno delle abitazioni.

Si tratta di un gas radioattivo, incolore, inodore, praticamente inerte, che, decadendo rapidamente, emette radiazioni "alfa", che colpiscono i tessuti organici. La sua concentrazione aumenta molto in prossimità di alcune rocce e minerali. Essendo un gas può fuoriuscire da un materiale solido attraverso condotti comunicanti con l'esterno e pertanto materiali litici lavorati, come le pozzolane polverizzate, i cementi, i pannelli di gesso e gli inerti granitici, emettono molto più radon di quanto ne emettano gli stessi materiali nelle loro forme originali, cioè ancora integri (tufi, calcari, graniti).

In Tabella 4 e 5 vengono schematicamente indicati il contenuto di Radio e di Radon<sup>222</sup> presente in alcuni materiali da costruzione.

Materiale	Concentrazione di Radio (pCi/Kg)
Cemento	270-1350
Calcestruzzo	270-2160
Mattoni	540-5405
Mattoni cotti al sole	540-5405
Granito	2700-5405
Tufo	2700-16216
Gesso (naturale)	135-540
Calcestruzzo con scisto alluminifero	8101-67567
Gesso (pannelli di gesso)	13510-54050
Ceneri volanti	1350-8108

Tab. 4 – Contenuto di Radio in alcune rocce e componenti dei materiali da costruzione

Materiale	Coefficiente di emanazione
Calcestruzzo	0.1-0.4
Mattoni	0.02-0.1
Gipso	0.03-0.2
Cemento	0.02-0.05
Ceneri volanti	0.002-0.02

Tab. 5 – Coefficienti di emanazione del Rn222 dei comuni materiali da costruzione

Il Italia la situazione è aggravata dalle caratteristiche geologiche del sottosuolo e dalle tecniche di costruzione (in molte zone è frequente la consuetudine di avere grotte o cantine direttamente comunicanti con l'interno dell'abitazione oppure svolgere attività lavorative o di svago in locali seminterrati). Nel nostro Paese esistono grandi quantità di rocce d'origine ignea particolarmente ricche di elementi radioattivi, in particolare quelle del centro Italia che, essendo di natura piroclastica (cioè di materiale poco coerente, fratturato e poroso) permette la fuoriuscita di grandi quantità di radon. Molte di queste rocce vulcaniche (tufi, pozzolane, peperoni) vengono impiegate nell'edilizia e non solo nel luogo d'origine.

Il Radon colpisce in particolare le zone bronco-polmonari. Se l'ambiente in cui avviene la respirazione presenta elevate concentrazioni di radon, la permanenza nelle ciglia bronchiali della materia inalata fa sì che i suoi derivati a vita breve (dell'ordine dei secondi o dei minuti) emettano la radiazione di semitrasformazione prima di essere eliminati per esalazione. Se le particelle  $\alpha$  riescono a raggiungere l'epitelio basale i danni sono più rilevanti. Mentre nello strato esterno dell'epitelio la divisione delle cellule è piuttosto infrequente, nello strato basale è molto accentuata e quindi le particelle  $\alpha$  riescono a colpire più facilmente le cellule. Non riescono ad attraversare la catena del DNA, poiché presentano una massa relativamente grande, ma ne causano nel passaggio la rottura in più punti. Processi continui di rottura e di riformazione naturale della catena di DNA originano imperfezioni nella catena stessa, causando formazione di cellule anomale e tumorali. L'esposizione al Radon ed ai suoi derivati può portare, quindi, al cancro ai polmoni, con rischi più elevati per i fumatori.

### Normativa

La normativa di radioprotezione nel nostro paese è di fatto arretrata. Solo all'inizio del 1995 è stato approvato un Decreto Legislativo (D.L. 17 maggio 1995, n. 230) che recepisce le Direttive Comunitarie del 1980 e 1984 sulla protezione della popolazione e dei lavoratori dalle radiazioni ionizzanti.

In merito alla radioattività naturale ad eccezione della sicurezza e della protezione dei lavoratori delle industrie estrattive, le esposizioni a radiazioni di origine naturale indoors non vengono menzionate in nessuna norma italiana. Ciò è comunque coerente con quanto illustrato nel par. 3 dell'ICRP (Commissione Internazionale per le Protezioni Radiologiche) e con le stesse Direttive Comunitarie del 1980 e del 1984 che, esplicitamente non si applicano al radon nelle abitazioni.

### 1.1.3 PCB

La sigla PCB individua i policlorobifenili (policlorodifenili), molecole composte da due anelli benzenici combinati con un numero variabile di atomi di cloro. Si devono ritenere intesi, quando non specificato, anche i PCT (policlorotrifenili), le loro miscele ed i miscugli, in forza dell'affinità chimica, dell'impiego analogo e delle caratteristiche tossicologiche ed inquinanti molto simili.

Sono caratterizzati da notevole stabilità chimica e, non provocando né mantenendo la combustione, garantiscono un'elevata resistenza al fuoco; dette proprietà, unite alla semplicità di sintesi industriale, ne hanno favorito la diffusione e l'utilizzo quali fluidi idraulici, dielettrici e termoconvettori, tanto di sistemi aperti quanto a ciclo chiuso.

Il principale campo di impiego è rappresentato dall'impiantistica elettrica: si stima infatti che siano presenti sul territorio nazionale oltre 30.000 trasformatori elettrici con concentrazioni di PCB estremamente elevate, mentre è presunta l'esistenza di circa 45.000 condensatori contaminati di massa superiore a 1 Kg. A questi sono da aggiungere gli impianti connessi con altri impieghi. Si può capire quindi come possa essere estremamente facile trovare apparecchi di questo genere nei luoghi di demolizione.

I PCB essendo in grado di agire selettivamente sulle strutture delle cellule inibendone una o più funzioni biochimiche, sono da annoverare tra le sostanze tossiche. I rischi connessi con l'impiego dei PCB derivano quindi dalla stabilità chimica delle molecole, dalla scarsa metabolizzazione e dal conseguente pericolo di accumuli a lungo termine nelle catene alimentari. Gli effetti osservati sono molteplici, dalle malattie del fegato all'alterazione ematica e delle funzioni del sistema nervoso.

L'OMS ha comunque classificati i PCB come probabili agenti cancerogeni per l'uomo.

Normativa

Il quadro legislativo, in fase evolutiva, risulta complesso, dal momento che abbraccia tematiche diverse ed orizzonti internazionali.

- Per lo smaltimento si fa riferimento alle direttive comunitarie 75/442 (relativa ai rifiuti), 76/403 (divieto di discarica incontrollata di PCB ed obbligo del loro smaltimento a cura di imprese designate dallo Stato), 78/319 (rifiuti tossici e nocivi), recepite dal DPR 10 settembre 1982, n. 915. In base a tale Decreto sono rifiuti tossici e nocivi tutti i rifiuti contenenti PCB e PCT in concentrazione tale da presentare pericolo per la salute o per l'ambiente;
- Testo coordinato della delibera 27/07/84 emanata dal Comitato Interministeriale (oggi Ministero dell'Ambiente) in cui sono considerati tossici e nocivi i rifiuti speciali che contengono oltre 500 ppm in peso di PCB; tale limite rimane valido sia per l'apparecchiatura completa che per i contenitori vuoti, ritenendo che la contaminazione dell'olio di riempimento caratterizzi ugualmente l'olio residuo rimasto nell'apparecchio e quindi l'apparecchiatura medesima;
- Decreto Legislativo 27 gennaio 1992, n.95 (attuativo delle direttive 75/739/CEE e 87/101/CEE) in cui vengono assimilati ai rifiuti tossici e nocivi gli oli usati che contengono PCB, PCT e loro miscele in misura eccedente le 25 ppm.

Si possono comunque esporre le seguenti considerazioni:

- Per i sistemi fuori servizio ed i fluidi esausti sono individuati limiti diversi, mentre sono assimilati ai rifiuti tossici nocivi gli oli usati (in apparecchiatura o in fusto) che contengono PCB, PCT e relative miscele in misura eccedente le 25 ppm; per le apparecchiature (complete o già vuotate) tale limite è posto a 500 ppm;

- Se un'apparecchiatura ha denotato in servizio concentrazioni inferiori a 100 ppm si rende comunque indispensabile un'ulteriore verifica sull'olio in essa contenuto al momento del suo smaltimento; qualora si denotino contaminazioni superiori alle 25 ppm l'olio deve essere assimilato ai rifiuti tossici e nocivi (regime autorizzativo).

#### 1.1.4 Piombo

Come tutti i metalli anche il Piombo è caratterizzato da conducibilità termica ed elettrica, durezza e resistenza meccanica. Presenta inoltre un alto grado di lavorabilità; è infatti malleabile e duttile, per cui risulta indicato per rivestimenti e per la realizzazione di elementi di forma complessa.

Il Piombo colpisce tutti i sistemi all'interno del corpo. Ad alte concentrazioni può causare convulsioni, coma ed anche la morte. A bassi livelli può invece avere effetti deleteri sul cervello, il sistema nervoso centrale, le cellule sanguigne ed i reni.

I tessuti giovani, sempre molto vulnerabili, risultano particolarmente sensibili all'esposizione del Piombo. Per questo motivo i feti ed i bambini piccoli esposti a questa sostanza sviluppano effetti dannosi che si manifestano con ritardi nello sviluppo fisico e mentale e con problemi comportamentali durante la crescita.

Nel settore delle costruzioni l'impiego del Piombo è andato diminuendo nel tempo ed oggi, dopo l'emanazione della direttiva CEE ed il recepimento della stessa attraverso il DL 277/91, il suo utilizzo è ancora più limitato. Dal momento però che è stato utilizzato per secoli è opportuno citare gli impieghi più usuali nelle costruzioni, visto e considerato che si possono incontrare in fase di demolizione:

- lastre, fogli, bandelle impiegate come elementi di copertura;
- tubazioni e scarichi di apparecchi igienico – sanitari;
- elementi di completamento di abbaini, lucernari, camini;
- isolante acustico nei muri e nei solai.

#### 1.1.5 Mercurio

Le particolari proprietà chimico fisiche del Mercurio (stato liquido a temperatura ambiente, elevata densità e tensione superficiale, conducibilità ed espansione uniforme al calore) rendono il mercurio utile in numerose lavorazioni industriali ed è insostituibile in diverse apparecchiature.

Lo si può ritrovare sul luogo di demolizione in lampada a vapore (lampade fluorescenti, lampade ad alta intensità di luminescenza HID), interruttori elettrici, batterie ed insegne luminose.

E' stabile a temperatura ordinaria e non reagisce con aria, ossigeno, anidride carbonica o biossido di azoto, mentre si combina con alogeni e viene attaccato da acido solforico concentrato a caldo, ma non dall'acido cloridrico. Inoltre il Mercurio reagisce violentemente con bromo, biossido di cloro ed ammoniaca.

Il Mercurio metallico, se ingerito, non viene assorbito dal tratto gastrointestinale; mentre il 70-80 %, se inalato, viene trattenuto negli alveoli polmonari ed in seguito ossidato a ione bivalente, che è ritenuta la forma più tossica del mercurio inorganico. Una volta assorbito, il Mercurio si distribuisce a tutti gli organi corporei con un'emivita di 60 giorni.

L'inalazione di vapori di Mercurio nell'uomo causa intossicazione acuta, provocando un danno permanente al sistema nervoso con possibilità di morte; l'intossicazione cronica invece, detta "*mercurialismo*", colpisce il sistema nervoso in maniera insidiosa, così che gli effetti tossici non si possono osservare se non dopo mesi dall'esposizione.

#### 1.1.6 Il Cadmio ed i suoi composti

La maggior parte del Cadmio, oltre ad essere utilizzata industrialmente nell'elettroplaccatura (cadmiatura), viene impiegato per produrre pigmenti che, essendo inalterabili al riscaldamento, trovano il loro maggior uso nelle vernici, inchiostri, colori ecc.

Sul luogo di demolizione è infatti possibile trovarlo in impianti Rcv e in batterie.

Le polveri di cadmio costituiscono un rischio d'incendio quando vengono esposte al calore, alla fiamma o a contatto con forti agenti ossidanti. Il metallo reagisce violentemente con il nitrato di ammonio, con il selenio e con il tellurio per riscaldamento. Il selenio di Cadmio costituisce un pericolo quando viene esposto al calore, inoltre per contatto con umidità ed acidi emette fumi di seleniuro di idrogeno, gas estremamente tossico. Inoltre i seguenti composti del cadmio sono pericolosi perché possono reagire violentemente o esplodere quando vengono riscaldati: cianuri, fulminato, propinato, diammidi, nitruro e diazide.

Le vie respiratorie ed il tratto gastrointestinale sono le due maggiori vie di assorbimento del Cadmio nell'uomo. L'assorbimento per via cutanea è praticamente trascurabile. Il Cadmio è un elemento che si accumula nell'organismo, aumentando con l'età, con valori più elevati nei fumatori. Circa l'80% del Cadmio è trattenuto nel fegato e nei reni. L'emivita del Cadmio nell'organismo è di 10-30 anni e la concentrazione del metallo nei tessuti aumenta, pertanto, per tutta la vita.

E' un elemento altamente tossico e per di più tende ad accumularsi nell'organismo. I suoi composti sono irritanti ed al contempo sono tossici. L'azione irritante è a carico della cute, della mucosa nasale e bronchiale, mentre l'azione sistemica si esprime soprattutto a livello renale.

### **1.1.7 Cloro Fluoro Carburi (CFC)**

Fino al 1997 i CFC sono stati considerati prodotti chimici perfetti. Erano inodori, non erano tossici né infiammabili e chimicamente erano inerti. Per questa loro "affidabilità" vennero a lungo impiegati nei frigoriferi e nei condizionatori d'aria ed in molti altri settori industriali.

I CFC sono gas talmente stabili da poter rimanere in sospensione nell'atmosfera anche più di cento anni prima di raggiungere la stratosfera dove iniziano a distruggere le molecole di Ozono che proteggono la terra dalle radiazioni solari. Sono ritenuti i principali fattori della formazione del buco dell'ozonofera e nello stesso tempo la loro presenza nella stratosfera contribuisce al rallentamento della dispersione delle radiazioni terrestri, alterando l'equilibrio termodinamico della troposfera: l'effetto serra. La conseguenza più evidente della formazione di ozono è probabilmente lo smog fotochimico che peggiora la qualità della vita nelle grandi città, ma che arreca anche danni ai polmoni.

Sul luogo di demolizione è possibile ritrovare i CFC nei sistemi antincendio e/o nei sistemi di aria condizionata.

#### **Normativa**

Nel 1987 è stato firmato a Montreal un protocollo in cui 23 paesi, tra cui l'Italia, si impegnavano a ridurre del 30% entro il 1999 il consumo di CFC. E' probabile però che tali accordi sortiranno un effetto solo tra qualche anno.

### **1.1.8 Solventi**

In origine il termine "VOC" (Composti Organici Volatili) veniva utilizzato per indicare le sostanze chimiche che contribuivano alla produzione di ozono nella troposfera. Negli ultimi tempi tale termine è passato invece ad indicare praticamente tutti i solventi organici le cui emissioni possono in qualche modo nuocere alla salute dell'uomo o all'ambiente.

I solventi sono un gruppo vasto ed eterogeneo di sostanze: alcune centinaia di composti concorrono a produrre oltre trentamila prodotti commerciali con questo uso.

Gli effetti tossici dei solventi sono strettamente correlati alle loro caratteristiche fisico-chimiche. La capacità di sciogliere i grassi, che è appunto la caratteristica per cui i solventi sono impiegati industrialmente, condiziona l'assorbimento percutaneo e la distribuzione dei composti nell'organismo. La volatilità dei solventi determina la quantità di sostanza presente nell'atmosfera e quindi condiziona l'assorbimento respiratorio (solventi vengono assorbiti soprattutto per via respiratoria).

Una volta inalati, una percentuale elevata di solventi supera la membrana alveolare: quando assorbiti, i solventi si distribuiscono preferenzialmente nei tessuti ricchi di lipidi, come il tessuto adiposo, quello nervoso ed il fegato.

I solventi possono esplicare diversi effetti nocivi. Tutti i solventi, a dosi adeguate, possono causare una depressione acuta del sistema nervoso centrale. L'esposizione cronica induce a carico del sistema nervoso centrale un insieme di fenomeni neurocomportamentali. Anche il sistema nervoso periferico può essere danneggiato dall'esposizione a solventi.

I solventi sono responsabili di dermatiti irritative, dovute alla dissoluzione dei lipidi cutanei. Analogo effetto irritativo può essere esplicito a carico dell'apparato respiratorio. In questo caso, oltre alla dissoluzione della barriera cellulare, l'effetto può essere causato dalla presenza nella molecola del solvente di gruppi amminici o di residui acidi che ne aumentano l'effetto irritante.

A dosi elevate, i solventi possono esplicare un effetto cardiottossico diretto, sensibilizzando il miocardio alle catecolamine e causando così aritmie e morti improvvise. Sempre a dosi elevate, non raggiungibili negli ambienti confinati, può aversi, dopo esposizioni a taluni solventi (soprattutto alogenati o nitrati) un'epatopatia tossica. Sono anche segnalati, in rari casi, danni della funzione renale e, nel caso del benzolo e di pochi altri composti, di quella ematopoietica. Poiché superano la barriera ematoencefalica, tutti i solventi sono sospettati di poter indurre effetti sfavorevoli della gravidanza, anche se a proposito sono disponibili solo segnalazioni aneddotiche.

A titolo puramente esemplificativo vengono comunque analizzati due composti comunemente utilizzati come solventi, l'ossido di etilene e il dicloruro di propilene, in quanto alcune delle loro caratteristiche (infiammabilità, irritazione delle mucose e delle cute) si possono ritenere comuni a tutti i tipi di solventi.

L'ossido di etilene è un intermedio nella produzione di materie plastiche, solventi, fibre tessili. Reagisce violentemente con polialcoli (glicolo, glicerina) per formare monomeri, che danno origine a resine epossidiche. E' relativamente stabile, ma i vapori sono infiammabili in aria a concentrazioni superiori al 3%. Reagisce violentemente a contatto con rame, magnesio, argento e mercurio. Molto solubile nel sangue, l'assorbimento dipende solo dalla ventilazione polmonare e dalla concentrazione del composto nell'aria ispirata. Ad alte concentrazioni esplica azione lesiva diretta sulla cute e sulle mucose. Se assorbito ha azione prevalente sul sistema nervoso centrale (SNC). Esposizioni anche a basse concentrazioni comportano un'immediata irritazione delle mucose oculari e respiratorie con congiuntivite, rinite, senso di soffocamento, tosse. Si sospetta che sia cancerogeno per l'uomo.

Il dicloruro di propilene è presente negli smalti sintetici, nei solventi di lavaggio e nei collanti. Facilmente infiammabile ha una discreta volatilità e a contatto con ossigeno, alluminio o con sostanze fortemente ossidanti può formare miscele esplosive. Quando riscaldato si decompone emettendo fumi tossici di cloro. E' uno degli idrocarburi alogenati più tossici. L'inalazione di elevate concentrazioni provoca sonnolenza, mancanza di coordinamento, vertigini, nausea, vomito, dolore addominale fino al coma e morte. In caso di ingestione si possono notare anche lesioni necrotico-emorragiche al cavo orale, accompagnate da bruciore esofageo e gastrico. E' un irritante della cute.

I solventi utilizzati nelle verniciature contribuiscono fortemente alla quantità totale dei VOC emessi in atmosfera nella misura del 47.2% e tra questi quelli utilizzati nelle verniciature del legno sono circa il 9%.

## Normativa

La CEE sta attualmente elaborando una direttiva sulle emissioni di VOC relative ad alcuni impianti e processi. Le prime bozze contengono una serie di provvedimenti che riguardano le imprese che si occupano di verniciatura del legno:

- Obbligo di autorizzazione per tutte le aziende che consumano più di 5.000 Kg/anno di solventi. L'approvazione viene concessa in base ad *un piano di gestione dei solventi* che indichi la destinazione dei solventi utilizzati;
- Limiti di emissione rigidi per le sostanze chimiche ritenute dannose e prescrizioni di sostituirle per quanto possibile con altre non dannose.

### 1.1.9 Resine

Le resine sono un capitolo difficile da individuare e da definire, dal momento che esistono una miriade di resine di natura e composizione differente.

Sono attualmente molto utilizzate le resine epossidiche, che entrano nella composizione di additivi per malte, protettivi del cemento, leganti per malte, collanti, adesivi e pavimentazioni. Le resine

poliuretaniche presentano una maggiore reattività alle basse temperature, una gamma più vasta di proprietà meccaniche, ma hanno l'inconveniente che gli isocianati reagiscono spesso con l'umidità del calcestruzzo.

Tra i vari tipi di resina la formaldeide è probabilmente considerata la sostanza più pericolosa. Viene utilizzata nei settori più disparati. Tra questi si contano, solo per citare alcuni esempi, le colle impregnanti per pannelli di masonite, per pannelli di legno compensato e truciolati.

La formaldeide è dotata di grande reattività a causa della presenza di alcuni caratteri chimici: contiene la funzione carbonilica (C=O) ed ha una disposizione spaziale di tipo planare senza impedimenti sterici. Reagisce violentemente con agenti ossidanti. E' infiammabile sia quando viene esposta alle fiamme che al calore.

Nel 1983 è stata inserita nella lista delle sostanze sospette cancerogene.

Fra i principali effetti tossici, provocati nell'uomo, vanno segnalati quelli a carico della cute. Si possono anche osservare manifestazioni irritative a carico della congiuntivite e delle mucose delle vie respiratorie. Più precisamente, alla concentrazione di 1-2 ppm si hanno irritazioni delle mucose congiuntivali e naso faringee, a 10-20 ppm si hanno difficoltà respiratorie e alla concentrazione di 50 ppm, per 5-10 minuti c'è il rischio di gravi lesioni infiammatorie alle vie aeree. L'intossicazione acuta è nota soprattutto per ingestione accidentale o dolosa. L'intossicazione cronica è stata osservata per lo più per inalazione. Per via cutanea provoca dermatiti.

## Normativa

La circolare n. 57/1983 del Ministero della Sanità "Usi della formaldeide – rischi connessi alle possibili modalità d'impiego", considerando i possibili rischi e danni alla salute, fissa in via sperimentale e provvisoria il limite massimo di 0.1 ppm negli ambienti di vita e di soggiorno.

### 1.1.10 Catrame

Il termine "catrame" non deve essere erroneamente confuso con il termine "bitume". Si tratta infatti di due materiali completamente diversi nella composizione chimica e nelle caratteristiche tecnico-prestazionali.

Il catrame è un derivato del carbone, di colore nero, classificato dalla direttiva 67/548/CEE e dal D. Lgs. N. 52 del 3 febbraio 1997 come cancerogeno. Attualmente in edilizia non viene quasi più utilizzato nei principali impieghi.

## Bibliografia

Report to DGXI, European Commission, *Construction and Demolition waste Management Practices, and their Economics Impacts*, February 1999.

*Dove è stato utilizzato*, rif. Internet 28/10/99, [www.regione.emilia-romagna.it/amianto/dove.htm](http://www.regione.emilia-romagna.it/amianto/dove.htm).

Briganti, F. Aumento, *C'è poco da respirare*, Costruire n. 91 12/1990, pp.68-74.

F. Patania, *Origini, patologie e controllo dell'inquinamento da radon*, Condizionamento dell'aria, n. 11 11/1995, pp. 1160-1167.

G. Campos Venuti, S. Piermattei, *Evoluzione della normativa sul radon indoors: analisi delle prospettive italiane*, Condizionamento dell'aria n. 2 02/1996, pp. 202-209.

L. Papanti, *Il problema "radon" negli ambienti di lavoro*, Energia e Innovazione n. 2-3 03/1993, pp. 15-17.

M. Longo, *La riduzione dei rischi da PCB*, Lavoro Sicuro n. 4 05/1993, pp. 53-58.

C. Macchia, *I metalli in edilizia*, Il Nuovo Cantiere n.9 10/1996, pp. 82-87.

C. Casale, *Refrigeranti ecologici e sicurezza nei condizionatori d'ambiente*, L'installatore Italiano n. 7 07/1997, pp. 911-914.

G. Bressa, *Mercurio e composti inorganici*, Lavoro Sicuro n. 4 15/1993, pag. 61.

- G. Bressa, *Cadmio e i suoi composti CD*, Lavoro Sicuro n. 6 09/1996, pp. 61-62.
- G. Bressa, *Ossido di etilene*, Lavoro Sicuro n. 5 06/1994, pag. 57.
- G. Bressa, *Dicloro propano*, Lavoro Sicuro n. 3 04/1993, pag. 59.
- Legislazione, *L'Europa e i solventi*, Verniciatura del Legno n. 66 01/1994, pp. 25-27.
- G. Bressa, *Formaldeide*, Lavoro Sicuro n. 6 06/1993, pag. 65.
- N. Magnavita, *Inquinanti chimici negli ambienti chiusi*, Lavoro Sicuro n. 5 06/1992, pp.50-55.