



Università degli Studi di Trieste

DIPARTIMENTO UNIVERSITARIO CLINICO DI SCIENZE MEDICHE,
CHIRURGICHE E DELLA SALUTE

Corso di studi:

TECNICHE DELLA PREVENZIONE NELL'AMBIENTE E NEI LUOGHI DI LAVORO

ESPOSIZIONE A FIBRE ARTIFICIALI VETROSE: PROPOSTA METODOLOGICA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Tesi di laurea triennale

Relatore

Prof.ssa Francesca Larese Filon

Correlatore

Dott. Saro Giberna

Laureanda

Amanda Mascolini

Anno accademico 2021-2022

INDICE

1. INTRODUZIONE	3
2. OBIETTIVI	4
3. GLOSSARIO.....	6
4. LE FIBRE ARTIFICIALI VETROSE	7
4.1 DESCRIZIONE.....	7
4.2 PRODUZIONE	9
4.3 AMBITI DI APPLICAZIONE.....	10
5. CLASSIFICAZIONE DELLE FIBRE ARTIFICIALI VETROSE.....	11
5.1 Fibre di vetro a filamento continuo	11
5.2 Lana di vetro.....	13
5.3 Roccia e lana di scoria.....	13
5.4 Fibre ceramiche refrattarie (FCR)	14
5.5 Fibre di nuova generazione	16
6. PROPRIETÀ CHIMICO-FISICHE.....	17
6.1 Proprietà chimiche.....	17
6.2 Proprietà fisiche.....	19
7. EFFETTI SULLA SALUTE	21
7.1 Classificazione di pericolo	23
7.2 Criteri di classificazione delle FAV	24
8. ESPOSIZIONE LAVORATIVA.....	26
8.1 Limiti di esposizione	29
8.2 Altri effetti sulla salute: il contatto cutaneo	33
9. APPROCCIO ALLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DOVUTO A ESPOSIZIONE A FAV SULLA BASE DEL MODELLO Al.Pi.Ris.Ch.	35
9.1 Metodologia di valutazione	35
Classificazione delle fibre	36
Tipologia di fibra.....	38
Analisi di laboratorio	39
Diametro delle fibre.....	39
Tenore di ossido alcalino – terrosi.....	40
Test di biosolubilità	40
Giudizio finale	41

Valutazione del rischio per inalazione	42
10. MATERIALI E METODI	46
11. RISULTATI DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO	47
11.1 CASO STUDIO 1.....	47
11.2 CASO STUDIO 2.....	53
11.3 CASO STUDIO 3.....	59
11.4 CASO STUDIO 4.....	64
11.5 CASO STUDIO 5.....	70
12. DISCUSSIONE	76
12.1 MISURE DI PREVENZIONE.....	77
12.2 MISURE DI PROTEZIONE.....	78
12.3 MISURE DI PRIMO SOCCORSO.....	80
12.4 MONITORAGGI AMBIENTALI	80
12.5 GESTIONE DEI RIFIUTI	81
12.6 SCHEDE DI SICUREZZA E SCHEDE TECNICHE	82
13. CONCLUSIONI.....	90
14. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA.....	91

1. INTRODUZIONE

Nel 1992 con la Legge n. 257, l'Italia ha deciso di mettere al bando tutti i prodotti contenenti amianto, vietandone l'estrazione, l'importazione, la commercializzazione e la produzione. L'amianto è un materiale che è stato largamente utilizzato come isolante o coibentante e come materiale di rinforzo e di supporto per manufatti sintetici, in particolare per la sua alta resistenza alle alte temperature.

La struttura tipica dell'amianto comporta però la possibilità che le fibre, in seguito a un deterioramento dei materiali che lo contengono o al diretto danneggiamento degli stessi, possano liberarsi e causare effetti gravi per la salute in seguito a esposizione.

Dopo la messa al bando dell'amianto, sono state introdotte, in quanto ritenute idonee alla sostituzione e meno pericolose per la salute, diversi tipi di fibre, sia in applicazioni industriali che residenziali, in particolar modo come materiale isolante termico e di rinforzo.

L'utilizzo di questi materiali necessita, tuttavia, di una valutazione sia per quanto riguarda la salute sia per la sicurezza dei lavoratori che ne sono esposti professionalmente.

L'obiettivo è quello di scongiurare, negli anni a venire, effetti sulla salute dei lavoratori esposti come già accaduto per l'amianto.

Nel corso degli anni sono stati condotti diversi studi^{1 2} volti a definire la pericolosità di queste fibre, anche se non esistono tuttora procedure chiare e indicazioni univoche per la corretta valutazione. È tuttavia accertato che, in base alle loro dimensioni e caratteristiche chimico-fisiche, le fibre possono essere considerate più o meno pericolose per la salute umana.

¹ Occupational exposure to rock wool and glass wool and risk of cancers of the lung and the head and neck: a systematic review and meta-analysis. Loren Lipworth, Carlo La Vecchia, Cristina Bosetti, Joseph K McLaughlin (Pubmed, 2009)

² Man-made mineral fibers and interstitial lung diseases. Elizabeth Fireman (Pubmed, 2014)

2. OBIETTIVI

Obiettivo di questo elaborato è quello di valutare il rischio di esposizione nei luoghi di lavoro delle fibre artificiali vetrose.

Le fibre artificiali vetrose (e le fibre ceramiche refrattarie) costituiscono al momento un rischio per la salute dei lavoratori esposti che appare sottostimato, soprattutto in virtù del continuo progresso in ambito epidemiologico.

Se per le fibre ceramiche refrattarie è al momento definito un limite di esposizione professionale, in quanto le stesse sono considerate come potenziali cancerogene, per quanto riguarda le FAV attualmente non esiste alcun limite.

Non esiste inoltre alcun modello di valutazione dell'esposizione dei lavoratori con il rischio che, a distanza di anni, possano verificarsi situazioni ai danni degli esposti con malattie professionali o di rischio cancerogeno del tutto analoghe a quanto già accaduto con l'amianto.

La metodologia utilizzata parte da uno sviluppo dell'algoritmo di calcolo fornito da "Al.Pi.Ris.Ch.", un modello applicativo realizzato dalla Regione Piemonte per la valutazione del rischio da agenti chimici, al fine di comprendere quali siano le situazioni che comportano pericoli per la salute in seguito all'esposizione a diverse tipologie di fibre e con quali dispositivi di protezione individuale il livello di rischio possa essere considerato accettabile.

È stato quindi definito – a livello sperimentale – un modello di valutazione che tiene conto dell'esposizione dei lavoratori a diverse tipologie di fibre artificiali (vetrose e refrattarie ceramiche) dalla quale ne conseguono diversi livelli di rischio in seguito a differenti scenari di esposizione.

Nel presente studio sono stati considerati 5 casi studio riferiti a diversi contesti lavorativi (situazioni reali) in cui i lavoratori sono risultati esposti per periodi più o meno lunghi a fibre artificiali.

In particolare, nello studio sono stati elaborati i dati derivanti dai campionamenti eseguiti su:

- 1) Fibre ceramiche refrattarie pericolose su rifiuti presenti in azienda
- 2) Fibre ceramiche refrattarie non pericolose su rifiuti presenti in azienda
- 3) Fibre artificiali vetrose non pericolose all'interno di un cantiere in fase di installazione di materiale fibroso

4) Fibre artificiali vetrose pericolose all'interno di un cantiere in fase di installazione di materiale fibroso

5) Fibre a filamento continuo utilizzate come isolanti per conduzioni.

I campionamenti sono stati effettuati da ditte terze tramite campionatori personali e ambientali e le analisi di laboratorio sono state svolte con l'utilizzo di microscopio ottico a contrasto di fase (MOCF) e microscopio elettronico a scansione (SEM).

3. GLOSSARIO

- MMVFs: Fibre Artificiali Vetrose (Man-Made Vitreous Fibers)
- FRC: Fibre Ceramiche Refrattarie
- LM: Lane Minerali
- LR: Lana di Roccia (Rock Wool)
- LV: Lana di Vetro (Glass Wool)
- LS: Lana di Scoria (Slag Wool)
- AES: Lane di Silicati Alcalino Terrosi (Alcaline Earth Silicate Wools)
- HT wools: Lane per alta temperatura (High Temperature wools)
- PC: Fibre Policristalline
- EAS: Lane di Silicato Alcalino Terroso (Alkaline Earth Silicate)

4. LE FIBRE ARTIFICIALI VETROSE

Le fibre artificiali vetrose (FAV) sono un sottogruppo di fibre inorganiche a struttura amorfa, largamente diffuse soprattutto con la messa al bando dell'amianto. Hanno assunto, per le loro caratteristiche di isolamento termico e acustico, una rilevantissima importanza commerciale, con largo impiego in vari settori produttivi, in particolare nei settori dell'edilizia, tessile e dei settori plastici, grazie alle loro caratteristiche:

- Alta stabilità chimica e fisica
- Resistenza alle condizioni ambientali e ai microrganismi
- Non sono infiammabili
- Proprietà dielettriche e di isolamento da sollecitazioni termiche e acustiche

4.1 DESCRIZIONE

Conosciute anche come MMVF (Man-Made Vitreous Fiber) o SVF (Synthetic Vitreous Fiber), fanno parte della grande famiglia delle MMMF (Man-Made Mineral Fiber).

In particolare, le FAV sono: lana di vetro, lana di roccia, lana di scoria, fibre di vetro a filamento continuo, fibre ceramiche refrattarie (FCR) e lane di nuova generazione (Alkaline Earth Silicate e High Alumina, Low Silica Wools).

Le FAV costituiscono, attualmente, il gruppo di fibre commercialmente più importanti di tutte le fibre artificiali inorganiche e già intorno agli anni '30, grazie alle loro caratteristiche chimico-fisiche, venivano ampiamente utilizzate nell'isolamento termico e acustico e successivamente come rinforzo di materiali plastici, nell'industria tessile e in altre attività industriali.

Le fibre sono suddivise in naturali e artificiali e ciascuno di questi gruppi si può suddividere in fibre organiche e inorganiche. Esse presentano una forma allungata con un rapporto lunghezza/diametro superiore a 3; in particolare, presentano una lunghezza maggiore di 5 micron e un diametro minore di 3 micron. Le MMVFs hanno una struttura non cristallina, definita quindi come vetroso o amorfo.

Nella seguente figura è riportata la classificazione delle fibre.

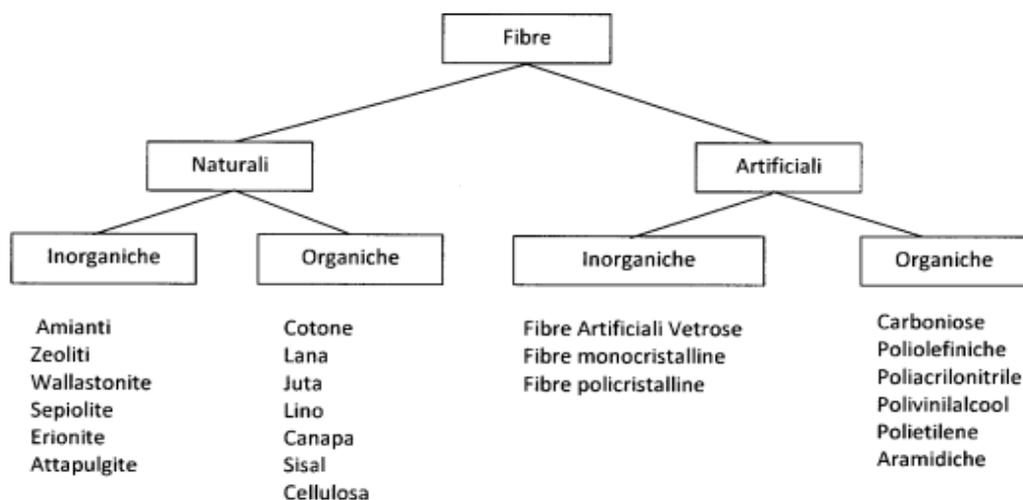


Figura 1 - Classificazione delle fibre³

Le fibre sono generalmente suddivise in fibre naturali ed artificiali (sintetiche) e ciascuno di questo gruppo può comprendere sia fibre organiche che inorganiche.

L'Agenzia Internazionale per la ricerca sul cancro (IARC) utilizza il termine fibre artificiali vetrose per descrivere genericamente un materiale inorganico fibroso che deriva dal vetro, da rocce e minerali vari, scorie e ossidi inorganici lavorati con particolari modalità.

Le MMVFs si distinguono dalle fibre minerali naturali per l'impossibilità di separarsi longitudinalmente in fibrille con diametro più piccolo ma che possono spezzarsi solo trasversalmente producendo frammenti più corti.

Le MMVFs includono una larga varietà di prodotti inorganici fibrosi ottenuti sinteticamente e usati in modo diffuso, per esempio, nell'isolamento termico ed acustico, come rinforzo di materiali plastici, nell'industria tessile ed in altre attività industriali.

Sono molto diffuse in diversi campi di applicazione grazie alle loro particolari proprietà. Hanno infatti un'elevata stabilità chimica e fisica, caratteristiche che le rendono resistenti e inestensibili, sono ininfiammabili e sono scarsamente attaccabili da umidità e agenti chimici corrosivi. Hanno anche ottime capacità di isolamento acustico e termico e non vengono degradate dai microrganismi.

³ "Le fibre artificiali vetrose" – linee guida per l'applicazione della normativa inerente ai rischi di esposizioni e le misure di prevenzione per la tutela della salute. Aggiornamento 2016

Lo IARC raggruppa le fibre vetrose in 5 categorie basate sui materiali primari, sul processo di produzione e sull'applicazione che avrà il prodotto finito. Le categorie sono: fibre di vetro, lana di vetro, lana di roccia, lana di scoria, fibre ceramiche refrattarie.

In figura 2 vengono raggruppate le fibre artificiali vetrose secondo la classificazione IARC.

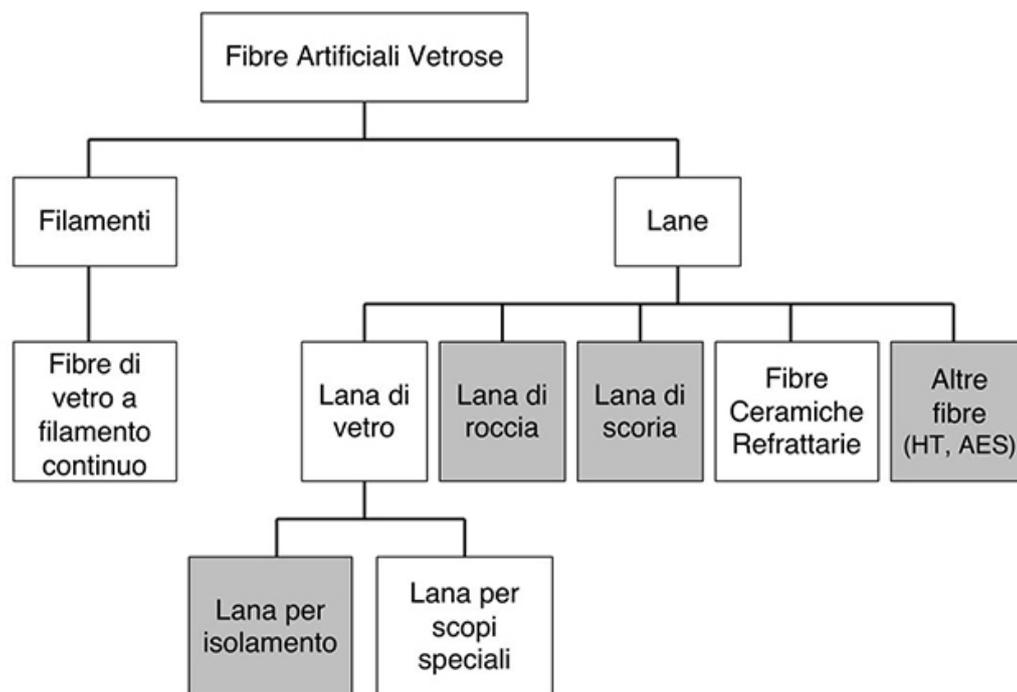


Figura 2 - classificazione delle FAV (IARC 2011) con evidenziate le lane minerali

4.2 PRODUZIONE

La maggior parte delle MMVF prodotta in tutto il mondo viene utilizzato come isolante. Fino agli anni '90, lana di vetro, lana di roccia e lana di scoria hanno soddisfatto insieme poco più della metà della domanda mondiale di isolamento, mentre il restante è costituito da plastica espansa come poliuretani e polistireni e altri prodotti minori, come cellulosa, perlite, vermiculite e altri. Circa il 75% del materiale isolante mondiale viene prodotto e utilizzato in Nord America e in Europa.

Circa l'88% della lana di vetro e l'80% della lana di roccia e di scorie sono utilizzati nella costruzione di edifici residenziali e commerciali. Il 12% di lana di vetro e il 20% di lana di roccia e di scorie sono utilizzati in applicazioni industriali, come riscaldamento, ventilazione, condizionamento, elettrodomestici e trasporti (The Freedonia Group, 2001).

La produzione di filamenti di vetro continui inizia negli anni '30; gli Stati Uniti sono il maggior produttore con oltre il 40% della produzione mondiale, l'Europa e l'Asia producono il 20-25% del totale.

I prodotti isolanti a base di lana di roccia e di scoria furono prodotti per la prima volta intorno al 1840 in Galles mentre la lana di vetro non è stata prodotta commercialmente fino alla fine degli anni '30 e inizio degli anni '40 (Mohr e Rowe, 1978). Nel 1885, impianti di produzione commerciale per la lana di roccia erano operativi anche in Inghilterra e successivamente si diffusero in Germania e negli Stati Uniti (IARC, 1988).

Nonostante alcuni impianti di lana di roccia e scorie fossero già operativi negli Stati Uniti e in tutta Europa nel 1900, l'industria iniziò a crescere solo dopo la Prima Guerra Mondiale. Nel 1928, almeno otto stabilimenti operavano negli Stati Uniti e nel 1939 il numero di stabilimenti di lana di vetro, roccia e scorie negli USA era aumentato a più di 25.

I produttori di fibre di vetro hanno aperto nuovi mercati come la produzione tessile, mentre i produttori di lana di roccia e di scoria hanno continuato a fornire il mercato dell'isolamento termico. Il numero di impianti di lana di roccia e di scoria ha raggiunto il picco compreso tra 80 e 90 negli anni '50, per poi diminuire quando la lana di vetro ha iniziato a essere utilizzata maggiormente nell'isolamento termico. In Europa, gli impianti di lana di roccia hanno predominato fino alla metà degli anni '70, quando è aumentato l'uso della lana di vetro (IARC, 1988).

4.3 AMBITI DI APPLICAZIONE

Le fibre artificiali vetrose presentano caratteristiche tali che permettono l'utilizzo in diversi ambiti sia civili che industriali.

Proprietà importanti sono per esempio l'isolamento termico e acustico.

Infatti, le lane di vetro, roccia e scorie, le fibre di piccolo diametro, rigide e avvolte formano dei gomitoli spugnosi con delle piccole sacche, in cui l'aria viene intrappolata. Quest'ultima crea una barriera contro la trasmissione di calore e dell'energia sonora. Soprattutto se utilizzati negli isolamenti degli edifici, le fibre artificiali contribuiscono a mantenerli caldi d'inverno e freschi in estate.

L'utilizzo delle fibre per l'isolamento acustico non trova applicazione solo per gli edifici (circa il 70% della produzione è dedicata a questa funzione), ma anche per insonorizzare macchinari, elettrodomestici e nei sistemi di trattamento e filtrazione dell'aria.

5. CLASSIFICAZIONE DELLE FIBRE ARTIFICIALI VETROSE

Le fibre artificiali vetrose sono, come visto precedentemente, di diverso tipo e, sulla base di caratteristiche chimico-fisiche differenti, trovano applicazioni differenti.

5.1 Fibre di vetro a filamento continuo

La maggior parte dei filamenti di vetro prodotta ha una componente di vetro E, utilizzato soprattutto per applicazioni elettriche. Questo tipo di vetro è un vetro di calcio-alluminosilicato, in cui la concentrazione di ossido alcalini di sodio e potassio è mantenuta bassa (<2 del peso%) per raggiungere uno stato di accettabilità delle proprietà elettriche. L'ossido di boro è stato per molto tempo il principale componente aggiuntivo per la formulazione del vetro E, ma, recentemente, la produzione di questo tipo di vetro è avvenuta senza l'introduzione dell'ossido boro, in modo da ridurre l'emissione in aria di composti di boro durante la produzione e per ridurre i costi delle materie prime. I materiali senza boro vengono utilizzati per circuiti e per applicazioni aerospaziali.

Altri tipi di fibre vengono usati per essere prodotti come filamento continuo e utilizzati per applicazioni che richiedono alcune specifiche proprietà, come ad esempio elevate resistenza meccanica, resistenza alle alte temperature, aumentata resistenza alla corrosione, resistenza agli alcali nel cemento o basse proprietà dielettriche.

Il vetro C è resistente agli acidi e trova applicazione in materiali che sono a contatto con acidi minerali e come rinforzo di materiali in foglio di copertura bituminoso.

Il vetro AR è utilizzato nel cemento come rinforzo e, a differenza degli altri vetri, contiene ossido di zirconio, che conferisce resistenza agli alcali.

Il vetro S è un vetro ad alta resistenza sviluppato intorno agli anni '60 per applicazioni che riguardano casse dei motori; è costoso ed è limitato ad usi tecnologici.

In tabella 2 sono sintetizzati i tipi di fibre di vetro con le concentrazioni di ossidi alcalino terrosi.

	Vetro E	Vetro ECR	Vetro C	Vetro D	Vetro R	Vetro AR	Vetro S
SiO₂	52-56	54-62	64-68	72-75	55-65	55-75	64-66
Al₂O₃	12-16	9-15	3-5	0-1	15-30	0-5	24-25
CaO	16-25	17-25	11-15	0-1	9-25	1-10	0-0,1
MgO	0-5	0-4	2-4		3-8		9-10
BaO			0-1				
ZnO		2-5					
Na₂O+K₂O	0-2	0-2	7-10	0-4	0-1	11-21	0-0,2
Li₂O						0-1,5	
B₂O₃	5-10		4-6	21-24		0-8	
Fe₂O₃	0-0,8	0-0,8	0-0,8	0-0,3		0-5	0-0,1
TiO₂	0-1,5	0-4				0-12	
ZrO₂						1-18	
F₂	0-1				0-0,3	0-5	

Tabella 1⁴ – Range di composti chimici di fibre di vetro espressi in ossidi (% in peso)

Il National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) raccomanda di controllare l'esposizione alle fibre vetrose nei luoghi di lavoro. Lo standard è designato per proteggere la salute e la sicurezza dei lavoratori per una giornata lavorativa diore per 40 ore settimanali.

Il NIOSH propone di utilizzare due tipi di fibre come riferimento, distinguendole in base al diametro e fissando a 3,5 micrometri (μm) la soglia.

I principali effetti sulla salute associati alle fibre di diametro superiore riguardano pelle, occhi, irritazione delle alte vie respiratorie, una bassa incidenza di cambiamenti fibrotici al polmone e un lieve eccesso di rischio di mortalità legata a malattie respiratorie non maligne.

Per le fibre di diametro minore sono disponibili meno informazioni sugli effetti sulla salute. Studi sperimentali su animali hanno dimostrato una cancerogenicità, che non può però essere estrapolata direttamente a condizioni di esposizione umana a causa del tipo di test effettuato. Sulla base delle informazioni possedute al momento, il NIOSH non

⁴ Hartman *et al.* (1996)

considera le fibre vetrose come sostanza che produce cancro dopo aver subito esposizione occupazionale.

5.2 Lana di vetro

Nel commercio della manifattura del vetro, il numero di ossidi usati è limitato per ridurre i costi. Quasi tutti i prodotti manifatturieri di vetro hanno diossido di silicio e silice, che è il componente principale. È comunque necessario modificare la composizione utilizzando altri ossidi, comunemente indicati come ossidi intermedi (chiamati anche stabilizzatori) o modificatori (chiamati anche flussi). Gli intermedi sono, ad esempio: ossido di alluminio, ossido di titanio e ossido di zinco, mentre i modificatori possono essere: ossido di magnesio, ossido di litio, ossido di bario, ossido di calcio, ossido di sodio e ossido di potassio.

Il vetro contenente un'ampia frazione di flussi permette alla reazione di materie prime di avvenire ad una temperatura più bassa, ma alcune tipologie di vetro tendono ad avere una bassa resistenza chimica.

Molte lane di vetro sono usate per applicazioni di isolamento, attenuazione di fiamma, mezzi di filtrazione dell'aria ad alta efficienza, separatori di batterie ad acido.



Figura 3 – Lana di vetro (Teknoring)

5.3 Roccia e lana di scoria

Le tipiche rocce e lane di scoria sono composte da vetro di calcio, magnesio, alluminio e silicio e vengono prodotte tramite il riscaldamento di una miscela di scorie e materie prime rocciose in un forno coke a cupola oppure in una fornace elettrica o a gas caldo. Per la lana di roccia, la procedura viene effettuata usando un mix di materiali vari naturali e sintetici. Per la manifattura di lana di roccia e lana di scoria, di cui uno dei due di solito è il componente principale e gli altri vengono aggiunti per sopperire ad una particolare carenza.



Figura 4 – Lana di roccia (Foto e Immagini Stock – iStock)

5.4 Fibre ceramiche refrattarie (FCR)

Le fibre ceramiche refrattarie vengono prodotte scaldando una combinazione di alluminio (Al_2O_3) e silice (SiO_2) in uguale proporzione oppure scaldando argilla caolino. Possono essere aggiunti anche altri ossidi, come l'ossido di zirconio (ZrO_2), ossido borico (B_2O_3), ossido di titanio (TiO_2), ossido di cromo (Cr_2O_3) per alterare le proprietà delle fibre che verranno prodotte.

La composizione base delle FCR non è cambiata in modo significativo rispetto alla loro iniziale formulazione nel 1940, ma alcune modificazioni, come l'aggiunta di contenuti di alluminio e di ossido di zirconio e altri materiali, crea fibre che possono tollerare una temperatura massima di utilizzo più elevata.

Le fibre ceramiche refrattarie (FCR) trovano quindi applicazioni in diversi settori, anche in base alla forma in cui vengono prodotte.

Nella seguente tabella vengono riportate le principali applicazioni in relazione alla forma del prodotto contenente fibra e alle caratteristiche maggiori.

Forma	Applicazioni	Caratteristiche
Coperta, feltro, moduli	Rivestimenti dei forni, protezione dal fuoco, guarnizioni per le alte temperature e guarnizioni per giunti di dilatazione	Bassa conducibilità termica, flessibilità, forza, resilienza
In forma di blocco ("bulk")	Materiale da imballo di rivestimento per giunti di dilatazione, guarnizioni della base dei forni	Resilienza
Asse	Giunti di dilatazione, isolamento e	Resilienza, rigidità, resistenza

	rivestimento dei forni	all'aria ad alta velocità
Fogli, in forma laminare	Isolanti termici ed elettrici, fodere per lingottiere	Bassa conducibilità termica, proprietà dielettriche
Forme sottovuoto	Rivestimenti per forni, isolamento per componenti speciali di fonderia	Variabili
Miscele, tessili (stoffa, corde...)	Rappezzatura di crepe e fessure refrattarie, resilienza composita, isolamento per lanci spaziali, coperte per saldatura, guaina di protezione per tubi e cavi	Resilienza, proprietà isolanti

Tabella 2 - Principali applicazioni in relazione alla forma del prodotto contenente fibra e alle caratteristiche maggiori (ECA1996)

Altri esempi di applicazioni delle fibre ceramiche refrattarie sono: elettrodomestici, automobilistici (airbag, pastiglie dei freni, convertitori catalitici, airbag), applicazioni chimiche (isolamento di forni), protezione antincendio (rivestimenti resistenti alla temperatura delle porte, rivestimenti di camini, giunti di dilatazione), inceneritori di ferro e acciaio (coperture di preriscaldamento, colate continue, forni di riscaldamento, forni a coke), inceneritori metallici non ferrosi, produzione di energia (impianti di cogenerazione, lavori di scarico delle turbine, generatori di vapore e recupero di calore caldaie), ambito aerospaziale e della difesa (scudi termici).

(Horie, 1987; ICF, Inc., 1991; ERM. 1995; ECA, 1996).



Figura 5 – Fibre ceramiche refrattarie (ALDERO Industrial supplies)

5.5 Fibre di nuova generazione

In anni più recenti sono state nuove fibre che hanno proprietà simili ai prodotti più vecchi ma sono più solubili e quindi meno pericolose.

Un esempio sono le lane di silicato alcalino terroso (AES), le lane ad alto contenuto di alluminio e le lane a basso contenuto di silice.

Queste fibre, pur avendo caratteristiche che ne permettono l'applicazione nei settori di impiego delle fibre tradizionali, presentano alcuni limiti. Le lane di silicato alcalino terrose, per esempio, pur avendo caratteristiche simili alle fibre ceramiche refrattarie, non presentano una resistenza a temperature elevate analoga.

I produttori delle FCR e di altre MMVFs hanno sviluppato nuove fibre la cui composizione è progettata per resistere a elevate temperature di utilizzo ma con una significativa minor solubilità rispetto alle fibre precedenti. Sebbene queste fibre vengano prodotte negli stessi forni in cui vengono prodotte anche le FCR, le loro composizioni chimiche sono molto diverse tra loro. Le AES vengono commercializzate per la prima volta nel 1991, sono molto simili alla lana composta da ossidi alcalino terrosi (ossido di calcio e ossido di magnesio), nel range dal 18 al 43% del peso, silice per il 50-80% del peso e alluminio, titanio e zinco per una percentuale minore di 6; sono comunque presenti tracce di altri materiali.

Nei primi anni '90 è stato introdotto un altro materiale, la lana di roccia, a basso contenuto di alluminio e a basso contenuto di silice (conosciuto come "High Temperature o HT wool"). I materiali primari che vengono utilizzati per la produzione di lana di roccia sono i basalti di tipo roccioso in una miscela con gli agenti fondenti calcare o dolomite. I bricchetti o le forme rocciose spesso legate insieme dal cemento possono essere usate al posto delle rocce naturali, poiché permettono di utilizzare materie prime che hanno un punto di fusione molto più alto rispetto ai 1500-1550°C normalmente raggiunti per permettere l'inclusione di materie prime a grana fine ad alta temperatura, come ad esempio la sabbia di quarzo o la bauxite nella composizione fusa.

6. PROPRIETÀ CHIMICO-FISICHE

6.1 Proprietà chimiche

In relazione alle diverse tipologie di FAV, la composizione varia a seconda di:

- Destino finale: ogni prodotto richiede che le fibre abbiano specifiche caratteristiche chimiche e fisiche, a seconda delle diverse performance che il prodotto finale deve garantire; ad esempio, le fibre a filamento continuo includono 8 tipi di fibre differenti, ognuna delle quali possiede una propria formulazione con una ristretta gamma di variabilità. Ogni formulazione varia molto dalle altre perché ogni tipo è progettato per un insieme di criteri di prestazione, come la forza, l'alta resistività elettrica e la resistenza all'attacco di vari agenti chimici;
- Modalità di produzione: la composizione delle lane viene modificata in base alle variazioni dei processi e nella disponibilità di materie prime;
- Bio-persistenza: da quando è stato riconosciuto che la bio-persistenza delle fibre influisce sui potenziali effetti sulla salute delle vie respiratorie, sono stati introdotti componenti con una minor bio-solubilità. Per realizzare questo, l'industria ha esteso le gamme compositive tradizionali in diversi modi, come ad esempio aumentando il contenuto di ossidi alcalino terrosi e di boro, sostituendo l'alluminia con la silice o gli ossidi alcalino terrosi con l'alluminia nelle lane di roccia, oppure sviluppando i composti ad alta resistenza alla temperatura preferendo la AES come alternativa all'alluminosilicato.

A seconda della provenienza, le materie prime vengono suddivise in tre classi: materiali da miniere o cave sono estratti e selezionati per essere maggiormente utilizzati in produzione (e.g. sabbia, argilla, pietre calcaree, dolomite, rocce di basalto); prodotti chimici di sintesi derivanti spesso da minerali estratti, ma processati per ottenere composti chimici maggiormente puri (e.g. ceneri di soda, borace, acido borico e alluminia); prodotti secondari o scorie di altri processi produttivi (e.g. scorie di altoforno)⁵.

In base alla concentrazione di ossido alcalino terrosi si può definire la biosolubilità e quindi la non pericolosità della fibra stessa.

Nella Tabella 3 vengono schematizzate le concentrazioni di ossido alcalino terrosi dei diversi tipi di FAV.

⁵ “Le fibre artificiali vetrose” – linee guida per l'applicazione della normativa inerente ai rischi di esposizioni e le misure di prevenzione per la tutela della salute. Aggiornamento 2016

	Filamento continuo	Lana di vetro per isolamento	Fibra di vetro per scopi speciali	Lana di roccia	Lana di scoria	FCR	AES	HTwool
SiO ₂	52-75	55-70	54-69	43-50	38-52	47-54	50-82	33-43
Al ₂ O ₃	0-30	0-7	3-15	6-15	5-16	35-51	< 2	18-24
CaO	0-25	5-13	0-21	10-25	20-43	< 1		
MgO	0-10	0-5	0-4,5	6-16	4-14	< 1		
MgO+CaO	0-35	5-18	0-25,5	16-41	24-57		18-43	23-33
BaO	0-1	0-3	0-5,5					
ZnO	0-5		0-4,5					
Na ₂ O		13-18	0-16	1-3,5	0-1	< 1		
K ₂ O		0-2,5	0-15	0,5-2	0,3-2	< 1		
Na ₂ O+K ₂ O	0-21	12-20,5			0,3-3		< 1	1-10
B ₂ O ₃	0-24	0-12	4-11	< 1	< 1		< 1	
Fe ₂ O ₃	0-5	0-5	0-0,4		0-5	0-1	< 1	
FeO				3-8				3-9
TiO ₂	0-12	0-0,5	0-8	0,5-3,5	0,3-1	0-2		0,5-3
ZrO ₂	0-18		0-4			0-17	0-6	
Al ₂ O ₃ +TiO ₂ +ZrO ₂							< 6	
P ₂ O ₅				< 1	0-0,5			
F ₂	0-5	0-1,5	0-2					
S					0-2			
SO ₃		0,5						
LiO ₂	0-1,5	0,5						

Tabella 3 - Composizione chimica dei diversi tipi di FAV espressa in percentuale di peso (IARC 2002)

È importante notare l'abbondanza di ossido alcalini e alcalino terrosi nelle lane minerali e la loro assenza nelle FCR.

6.2 Proprietà fisiche

Le FAV presentano una struttura amorfa a differenza delle fibre minerali naturali che presentano una struttura interna ben determinata. Nel caso dei minerali, la sfaldatura dipende dalla loro struttura cristallina e questo spiega ad esempio come le fibre di amianto possano, a seguito di una sollecitazione meccanica esterna, suddividersi longitudinalmente in fibrille sempre più sottili, mentre le fibre amorfe, come le FAV, tendano a fratturarsi trasversalmente con tipica frattura concoide (detta "shell like"), creando fibre sempre più corte ma senza la riduzione del diametro della fibra stessa.

La distribuzione dei diametri delle fibre nelle FAV e la lunghezza delle fibre variano con il tipo di fibra considerato e con il processo produttivo adottato.

Diametro delle fibre

La distribuzione dei diametri delle MMVFs varia con il tipo di fibra e il processo produttivo adottato. Siccome le fibre son amorfe, non hanno piani di scissione che permetta loro di spezzarsi longitudinalmente ma solo di rompersi rendendo la fibra più corta ma mantenendo lo stesso diametro.

La World Health Organization (WHO) ha classificato le FAV in 4 categorie a seconda del loro processo di produzione e con il tipo di processo produttivo adottato:

Tipo di fibre	Diametro nominale (μm)	Metodo produttivo
Filamento continuo	6 – 24	Trafilatura
Lane isolanti	2 – 9	Centrifugazione/soffiatura
Lane refrattarie	1,2 – 3	Soffiatura
Fibre speciali	0,1 – 3	Attenuazione di fiamma

Il diametro dei filamenti di vetro continui varia da 5 a 25 μm . La lavorazione post-produzione del filamento non comporta una variazione del diametro, anche se, in uno studio citato nella Monografia IARC 2001, effettuando uno studio microscopico sulla polvere proveniente da un filamento di vetro continuo altamente tritato e polverizzato, si è notata la presenza di piccole quantità di particelle di polvere respirabili, alcune delle quali

avevano proporzioni uguali o superiori a 3:1. Queste particelle sono state chiamate “frammenti”.

I diametri all’interno di un prodotto di lana vetrosa hanno una distribuzione log-normale, che variano dai 3 ai 10 μm . Inoltre, altre tipologie di lavorazioni delle fibre di lana possono produrre delle particelle grandi e di forma arrotondata di circa 60 μm , che vengono chiamate “pallini”.

Lunghezza delle fibre

Come il diametro, anche la lunghezza delle fibre varia in relazione al processo di manifattura.

I filamenti di vetro continui vengono prodotti tramite un processo di disegno continuo che porta alla formazione di fibre estremamente lunghe, nell’ordine di grandezza di alcuni metri. In alcuni processi le fibre possono venir rotte in modo intenzionale oppure inavvertitamente, così la lunghezza delle fibre nei prodotti dei filamenti vetrosi continui dipende dalla natura dei processi che ne caratterizzano la produzione.

Le fibre di lana vengono prodotte come fibre discontinue e risultano lunghe alcuni centimetri nell’isolamento in lana di vetro. La lunghezza media è variabile e va dai diversi centimetri a meno di 1 centimetro. Fibre che hanno una lunghezza inferiore al limite superiore di respirabilità (250 μm) sono presenti nella maggior parte dei prodotti di lana e nei prodotti a filamento continuo dopo aver subito processi di post-fibrizzazione. Non ci sono metodi per quantificare il numero di queste fibre all’interno dei prodotti MMVF e, inoltre, la capacità delle fibre di auto disperdersi nell’aria dipende dalla modalità con cui esse vengono fissate nel prodotto, con sostanze leganti, additivi e rivestimenti, e dal modo in cui vengono manipolate, per cui il modo migliore per valutare la lunghezza delle fibre in relazione agli effetti sulla salute è analizzare la polvere nell’aria durante alcune fasi particolari nella vita delle MMVF, la produzione e la manipolazione.

Densità delle fibre

La densità tra le varie tipologie di fibre non varia molto. Le 4 classi delle MMVF hanno una densità che varia tra i 2,1 e i 2,9 g/cm³. Nella seguente si possono osservare gli intervalli di densità per ogni categoria di FAV.

Fibra	Densità g/cm ³
Filamento di vetro continuo	2,1 – 2,7 ⁶
Lana di vetro	2,4 – 2,6 ⁷
Lana di roccia e scorie	2,7 – 2,9 ⁸
Fibre ceramiche refrattarie	2,6 – 2,7 ⁹
Lane silicatiche alcaline terrose	2,6 ¹⁰
Lane ad alto contenuto di alluminia e basso contenuto di silice	2,8 ¹¹

Tabella 4 – Range di densità per le diverse categorie di FAV

Densità, lunghezza e diametro delle fibre sono le proprietà critiche che determinano il comportamento aerodinamico e la respirabilità delle FAV.

7. EFFETTI SULLA SALUTE

La pericolosità delle fibre artificiali vetrose risiede nella capacità di quest'ultime di penetrare nell'organismo attraverso le vie aeree. Le fibre che effettuano questo percorso attraverso il cavo orale sono dette "respirabili", in quanto sono contenute in sospensione nell'aria e possono facilmente penetrare all'interno nelle vie respiratorie e raggiungerne le parti più distali in relazione a diametro e lunghezza.

Forma, dimensioni, composizione chimica e mineralogica, reattività e biopersistenza sono caratteristiche chimico fisiche che permettono alla fibra di indurre effetti patologici. In particolare, la forma, le dimensioni e il rapporto tra la lunghezza e il diametro sono fondamentali per la tossicità della fibra perché determinano le loro proprietà

⁶ TIMA (1993) e Hartman et. al (1996)

⁷ TIMA (1993) e Hartman et. al (1996)

⁸ TIMA (1993) e Hartman et. al (1996)

⁹ TIMA (1993) e Hartman et. al (1996)

¹⁰ ECFIA e RCFC (2001)

¹¹ Hesterberg et al. (1998b)

aerodinamiche, le quali influenzano le caratteristiche di inalabilità, deposito e biopersistenza.

Come l'amianto e tutte le altre fibre volatili, anche in questo caso minore è il diametro della fibra e maggiore è la sua capacità di penetrare nelle zone più distali dell'albero bronchiale, arrivando fino ai bronchioli e agli alveoli.

Dopo la deposizione della fibra, data dalla deposizione gravitazionale e il meccanismo di deposizione per intercettamento (una particella aerotrasportata tocca con un punto della sua superficie la parete dell'albero bronchiale, mentre ruota su sé stessa se l'asse non è allineato rispetto al flusso aereo), le fibre si depositano sulle pareti delle vie aeree. Questo manifesta l'azione patogenetica dell'organismo che ne permette l'allontanamento grazie a due meccanismi fisiologici: il primo è rappresentato dalla capacità di intrappolamento delle fibre grazie al muco presente sulle cellule ciliate che rivestono le vie respiratorie e permettono la cattura e il successivo trasporto delle fibre all'esterno del cavo respiratorio.

Gli effetti sulla salute derivanti dall'esposizione a FAV sono dati quindi dall'interazione tra caratteristiche chimico-fisiche e tossicologiche presentate dalle diverse fibre, in relazione alle capacità dell'organismo di difendersi da esse.

La biopersistenza, cioè la capacità di una fibra di resistere ai normali processi di degradazione all'interno dell'organismo, dipende dalle caratteristiche di struttura e di composizione chimica. In particolare, nei tratti terminali dell'albero bronchiale, il sistema difensivo è di tipo cellulare, quindi, la biopersistenza dipende dall'insolubilità della fibra nel liquido extracellulare, citoplasmatico e lisosomiale. La patogenicità dipende dalla sua biopersistenza, quindi più tempo la fibra persiste nell'organismo e più alta è la probabilità che essa dia effetti nocivi nel medio-lungo periodo.

In particolare, le fibre con un elevato tenore di alcali in composti alcalino-terrosi e un basso livello di alluminio o boro sono caratterizzate da un alto tasso di solubilità, mentre fibre ceramiche e fibre vetrose con alto contenuto di alluminio silicato sono meno solubili e quindi permangono per più tempo all'interno dei distretti polmonari.

Quando le fibre arrivano in zone dell'albero bronchiale dove le ciglia delle cellule non sono più presenti, intervengono i macrofagi alveolari, i quali "spezzano" la fibra in frammenti più piccoli e la fagocitano, riducendo così la biopersistenza della fibra. Inoltre, possono subire dei processi chimico-fisici di dissoluzione ed eliminazione, portando alla persistenza della fibra di qualche giorno oppure di qualche anno.

Le fibre possono provocare effetti infiammatori dati dalla deposizione nelle vie respiratorie che causano l'attivazione di processi infiammatori grazie a cellule infiammatorie. Nel caso

in cui ci sia un'elevata persistenza, l'attivazione dei fibroblasti e la deposizione di matrice connettivale, possono verificarsi alterazioni anatomopatologiche del parenchima polmonare.

Gli effetti irritativi osservati sono attribuibili ad un'azione di tipo meccanico, ad esempio lo sfregamento, e non alla composizione chimica della fibra.

In alcuni studi condotti tra gli anni '70 e gli anni '80, che prevedevano interviste strutturate e focus group a lavoratori impegnati in attività di isolamento e di consumatori fai-da-te con una recente esperienza di utilizzo di prodotti contenenti MMVF. I risultati di tale studio sono stati che la maggior parte degli intervistati ha provato irritazione cutanea durante la manipolazione dei prodotti. Le fibre di vetro hanno causato maggiori disturbi rispetto alle fibre di lana o di scoria. Le zone corporee più colpite sono polsi, avambracci, collo e viso; le diverse mansioni lavorative portavano a fastidi maggiori soprattutto se l'attività prevedeva di posizionare le mani sopra la testa o in spazi ristretti. (Lennart Lundgren, Cecilia Moberg, Carola Lidén, Jun. 2014)

7.1 Classificazione di pericolo

Le FAV hanno differenti proprietà chimiche e fisiche che assumono rilevanza fondamentale ai fini della tutela della salute. Le più importanti sono la composizione e la dimensione delle fibre.

La prima determina la **biopersistenza** (il tempo di ritenzione all'interno del polmone). Le fibre con elevate concentrazioni di questi ossidi sono bio-solubili e dunque poco biopersistenti; ciò significa che queste fibre vengono smaltite dall'organismo prima che possano dare luogo ad eventuali effetti nocivi.

La dimensione invece determina la **respirabilità** (le fibre più piccole sono in grado di penetrare profondamente all'interno delle vie respiratorie).

I valori assunti da queste due grandezze sono alla base dei criteri di valutazione delle FAV ai sensi delle Direttive 57/548/CE e 99/45/CE e s.m.i. e del Regolamento CE n. 1272/2008 (CLP) del Parlamento Europeo e del Consiglio del 26 dicembre 2008 relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele, entrato pienamente in vigore il 1° giugno 2015. Tale legislazione assegna classificazioni di pericolo, frasi di rischio e consigli di prudenza.

Alle FAV (alle lane minerali ed alle FCR) è assegnata una classificazione in merito alla cancerogenicità in base al diametro medio geometrico della fibra e alla presenza di ossido alcalino terroso, prendendo in considerazione le note Q ed R.

La potenziale tossicità delle FAV in seguito ad inalazione è determinata da diversi parametri, tra cui la dimensione delle fibre che ne determina l'inalabilità nei diversi distretti dell'apparato respiratorio, composizione chimica e biopersistenza, cioè la capacità di una fibra di riuscire a permanere nell'apparato respiratorio sfuggendo ai meccanismi fisiologici di clearance polmonare dell'ospite esplicando i suoi effetti tossici.

In associazione ad esposizione a FAV si riscontrano effetti irritativi sulla pelle per azioni di tipo meccanico quali sfregamento, irritazioni oculari o di mucose ed effetti infiammatori a carico delle strutture polmonari. Diversamente da altri tipi di FAV, per le FCR si riscontra infiammazione persistente dell'apparato respiratorio con evoluzione di placche pleuriche e fibrosi polmonare.

L'infiammazione cronica è ritenuta un fattore predisponente l'insorgenza di neoplasie.

I casi possibili di classificazione di cancerogenicità delle FAV ai sensi del Regolamento CLP vengono esplicitati in base al contenuto di ossidi alcalini/alcalino terrosi e alle note Q ed R. In base alla valutazione di queste caratteristiche, le FAV possono essere suddivise in categoria 1B (può provocare il cancro per inalazione) o categoria 2 (sospettato di provocare il cancro) oppure possono non essere pericolose.

7.2 Criteri di classificazione delle FAV

I criteri di classificazione delle FAV per l'attribuzione di cancerogeno tengono conto del contenuto in ossidi alcalini e alcalino-terrosi, del diametro medio geometrico pesato sulla lunghezza e della biopersistenza della fibra.

Secondo i principi previsti nell'Allegato VI del Regolamento (CE) n. 1272/2008, le FAV sono classificate in:

- lane minerali (FAV con un contenuto in ossidi alcalini e alcalino-terrosi superiore al 18% in peso)
- fibre ceramiche refrattarie (FAV con un contenuto in ossidi alcalini e alcalino-terrosi inferiore al 18% in peso).

Le fibre sono esonerate dalla classificazione di cancerogenicità se presentano un diametro geometrico medio ponderato sulla lunghezza meno due errori geometrici standard (DLG-2ES) superiore a 6 µm (Nota R).

Inoltre, la classificazione come cancerogeno non si applica per quelle fibre per cui è possibile dimostrare che hanno bassa biopersistenza (Nota Q).

Nota Q:

La classificazione come cancerogeno non si applica se è possibile dimostrare che la sostanza in questione rispetta una delle seguenti condizioni:

- una prova di persistenza biologica a breve termine mediante inalazione ha mostrato che le fibre di lunghezza superiore a 20 μ m presentano un tempo di dimezzamento ponderato inferiore a 10 giorni, oppure
- una prova di persistenza biologica a breve termine mediante instillazione intra tracheale ha mostrato che le fibre di lunghezza superiore a 20 μ m presentano un tempo di dimezzamento ponderato inferiore a 40 giorni, oppure
- un'adeguata prova intraperitoneale non ha rivelato evidenza di un eccesso di cancerogenicità, oppure
- una prova di inalazione appropriata a lungo termine ha dimostrato assenza di effetti patogeni significativi o alterazioni neoplastiche

Nota R:

La classificazione come cancerogeno non si applica alle fibre il cui diametro geometrico medio ponderato rispetto alla lunghezza, meno due errori geometrici standard, risulti superiore a 6 μ m

8. ESPOSIZIONE LAVORATIVA

La maggior parte dell'esposizione lavorativa alle FAV avviene in relazione alle diverse fasi lavorative che vengono svolte: fabbricazione, lavorazione, installazione¹², rimozione, bonifica e smaltimento di manufatti contenenti FAV. Di seguito le situazioni in cui c'è la possibilità di venir in contatto con le FAV nei luoghi di lavoro:

- a) Fasi di produzione della fibra e del prodotto;
- b) Immagazzinamento, in stabilimento, presso i rivenditori e in cantiere;
- c) Trasporto del prodotto;
- d) Fasi di lavorazione successive alla produzione;
- e) Fasi di rifinitura del prodotto;
- f) Fasi di rimozione, bonifica, smaltimento dai manufatti in posa.

I settori più esposti sono l'edilizia, con la lavorazione e la messa in posa dell'isolamento termoacustico, l'industria e i trasporti.

Il contatto avviene sia per inalazione che per contatto cutaneo.

Con i dati attualmente disponibili non si dimostra un aumento del rischio di mesotelioma polmonare correlato all'esposizione alle FAV.

In sostegno a ciò, sono stati condotti sette studi di coorte osservando lavoratori addetti alla produzione di lana di roccia/scoria, lana di vetro o filamento di vetro continuo negli Stati Uniti, in Canada e in Europa. L'obiettivo è studiare se i dati epidemiologici e tossicologici dimostrano un aumento del rischio di mesotelioma tra i lavoratori esposti a FAV. Sono stati identificati sei decessi per mesotelioma in questo studio, tre dei quali hanno subito esposizione all'amianto. È stata fatta una revisione dei certificati di morte dei lavoratori esposti alle FAV nella produzione di lana di roccia e ha identificato un'ulteriore probabile morte, ma un confronto formale con i decessi attesi non è fattibile. Sono stati identificati quattro studi caso-controllo basati sulla comunità, tre dei quali hanno riportato un aumento del rischio tra i lavoratori esposti alle FAV. Il numero dei casi non esposti all'amianto è inferiore e la confusione residua derivante dall'errata classificazione dell'esposizione all'amianto può spiegare l'associazione in questi studi. In conclusione, è

¹² Occupational risk resulting from exposure to mineral wool when installing insulation in buildings. Małgorzata Kupczewska-Dobecka, Katarzyna Konieczko, Sławomir Czerczak (Pubmed, 2020)

stato affermato che l'evidenza epidemiologica e tossicologica fornisce poche prove che l'esposizione a FAV aumenti il rischio di mesotelioma¹³.

In conformità a quanto previsto dal titolo IX D. Lgs. 81/08 l'esposizione a lane minerali artificiali ricade nel campo di applicazione del capo I "Protezione da agenti chimici"; l'esposizione a fibre ceramiche refrattarie ricade nel campo di applicazione del capo II "Protezione da agenti cancerogeni e mutageni", in quanto classificate cancerogene di categoria 1B. Il datore di lavoro ha l'obbligo di valutare preliminarmente la presenza di agenti chimici presenti sul luogo di lavoro e i relativi rischi associati all'esposizione a tali sostanze. In caso di presenza di materiali cancerogeni, la valutazione deve essere accompagnata dalla sostituzione e riduzione.

Nel documento "Le Fibre Artificiali Vetrose (FAV): Linee guida per l'applicazione della normativa inerente i rischi di esposizioni e le misure di prevenzione per la tutela della salute" si ricorda che le malattie associate alle FAV sono di "elevata probabilità" di origine lavorativa, oppure di "possibile" origine lavorativa secondo il Decreto del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali del 10/06/2014 "Aggiornamento dell'elenco delle malattie per le quali è obbligatoria la denuncia ai sensi e per gli effetti dell'articolo 139 del TU approvato, con DPR 1124/64 e smi".

Facendo riferimento all'articolo 236 del D. Lgs. 81/08, nelle attività in cui vengono utilizzati materiali cancerogeni per inalazione, ai fini della valutazione del rischio occorre tenere in considerazione "la durata della lavorazione e la frequenza, la capacità dei materiali di penetrare nell'organismo per le diverse vie di assorbimento, anche in relazione al loro stato di aggregazione e, qualora allo stato solido, se in massa compatta o in scaglie o in forma polverulenta e se o meno contenuti in una matrice solida che ne riduce o ne impedisce la fuoriuscita. La valutazione deve tener conto di tutti i possibili modi di esposizione, compreso quello in cui vi è assorbimento cutaneo". Il datore di lavoro, a seguito dei risultati della valutazione, adotta le misure preventive e protettive, relazionandole alle diverse situazioni lavorative.

Le operazioni di coibentazione e rimozione dei materiali costituiti da FCR devono rispettare le indicazioni tecniche fornite dal D.M. 06/09/1994 relativo alla bonifica dei materiali contenenti amianto, per garantire prevenzione e protezione della salute dei lavoratori.

¹³ "A systematic review of occupational exposure to synthetic vitreous fibers and mesothelioma"
Paolo Boffetta, Ken Donaldson, Suresh Moolgavkar, Jack S. Mandel

L'attivazione della sorveglianza sanitaria, prevista dall'articolo 242 del capo II del titolo IX del D. Lgs. 81/08, è sempre obbligatoria per i lavoratori che sono esposti alle FCR. Il datore di lavoro, tramite il medico competente, istituisce il Registro degli esposti (art. 243 D. Lgs. 81/08) in cui vengono riportati l'attività svolta dal lavoratore, la misura dell'esposizione all'agente che determina l'inserimento del nominativo del lavoratore all'interno del registro. Gli esami periodici devono essere effettuati almeno ogni anno oppure con maggiore frequenza determinata dal medico e i registri delle visite mediche devono essere conservati nel luogo di lavoro.

Di seguito viene riportato l'elenco aggiornato delle malattie di probabile/possibile origine lavorativa per le quali sussiste l'obbligo di denuncia da parte del medico, contenuto nel Decreto del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali del 10/06/2014.

	AGENTI	MALATTIA
LISTA I	Fibre minerali (lana di roccia e di scoria) Fibre vetrose Fibre lana di vetro	Tracheobronchite Tracheobronchite Dermatite irritativa da contatto
LISTA II	Nessuna voce	
LISTA III	Fibre ceramiche Fibre ceramiche refrattarie	Fibrosi polmonare Placche e/o ispessimenti della pleura Mesotelioma pleurico Tumori del polmone
Lista I: malattia la cui origine lavorativa è di elevata probabilità		
Lista II: malattia la cui origine lavorativa è di limitata probabilità		
Lista III: malattia la cui origine lavorativa è possibile		

Tabella 5 – Malattie di probabile/possibile origine lavorativa per le quali sussiste l'obbligo di denuncia da parte del medico

Per i lavoratori esposti a FCR è sempre obbligatoria l'attivazione della sorveglianza sanitaria prevista dal D.Lgs. 81/2008 all'art. 242 del Capo II del Titolo IX.

Sulla base dei risultati evidenziati dalla presente valutazione, per i lavoratori esposti a FAV è richiesta o raccomandata la sorveglianza sanitaria in base all'esito della valutazione.

Il medico competente nell'istituire e aggiornare la cartella sanitaria e di rischio deve registrare i livelli di esposizione e le relative annotazioni individuali e, in caso di

cessazione del rapporto di lavoro lo stesso è tenuto a consegnare copia al lavoratore interessato.

La sorveglianza sanitaria deve essere disponibile per i lavoratori e prevede esami preliminari, che comprendono la storia medica e lavorativa dando enfasi all'evidenza di condizioni acute o croniche della pelle, a malattie polmonari e a esposizioni precedenti a polvere occupazionale, come ad esempio silice, polvere di carbone e asbesto.

Viene poi effettuato un esame fisico con particolare riguardo alla pelle e all'apparato respiratorio, tramite alcuni test per la funzionalità polmonare. Anche la visita oculistica può essere effettuata, se opportuno.

Ove gli accertamenti sanitari effettuati dal medico competente abbiano evidenziato, nei lavoratori esposti in modo analogo a uno stesso agente, l'esistenza di una patologia imputabile a tale esposizione, lo stesso è tenuto a informare il datore di lavoro e, in caso di insorgenza di malattia rientrante nell'elenco delle malattie di possibile/probabile origine lavorativa, ad effettuare la denuncia.

8.1 Limiti di esposizione

Il D. Lgs. 81/2008 definisce come Valore limite di esposizione professionale (VLEP), il limite della concentrazione media, ponderata in funzione del tempo, di un agente cancerogeno o mutageno nell'aria, rilevabile entro la zona di respirazione di un lavoratore, in relazione a un periodo di riferimento determinato, stabilito nell'Allegato XLIII.

La determinazione dei VLEP è conseguente alla pubblicazione delle direttive sugli Occupational Exposure Limit Values (OELVs) europei.

È però opinione controversa ritenere che esista, per le sostanze cancerogene, un livello di soglia "sicuro" al di sotto del quale il rischio di contrarre il tumore sia nullo, poiché il comportamento di molte sostanze cancerogene è estremamente variabile così come la risposta individuale a tali sostanze.

Nonostante ciò, a livello nazionale ed internazionale sono fissati dei valori limite di esposizione professionale per gli agenti chimici cancerogeni e mutageni, nell'ottica che l'attribuzione di un limite possa comunque essere cautelativa per i lavoratori.

Sono inoltre fissati dei valori limite biologici definiti come il limite della concentrazione del relativo agente, di un suo metabolita, o di un indicatore di effetto, nell'appropriato mezzo biologico. Attualmente la normativa italiana prevede un solo valore limite biologico per il piombo.

Per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori è spesso necessario un confronto con i più importanti enti scientifici o governativi mondiali che raccomandano valori limite di esposizione per un ampio numero di sostanze.

Limiti di esposizione ACGIH

Annualmente l'ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) propone ed aggiorna per numerose sostanze una lista di Valori limite di soglia (Threshold Limit Values, TLV), come ausilio per la valutazione delle esposizioni alle sostanze chimiche negli ambienti di lavoro ma non come utilizzo quale standard di legge.

Il riferimento ai TLV dell'ACGIH può costituire soltanto un'indicazione di massima per una preliminare riduzione del rischio.

Sono suddivisi nelle seguenti categorie:

- TLV – TWA (Threshold Limit Value - Time Weighted Average)

Valore limite ponderato: rappresenta la concentrazione media, ponderata nel tempo, degli inquinanti presenti nell'aria degli ambienti di lavoro nell'arco dell'intero turno lavorativo ed indica il livello di esposizione al quale si presume che il lavoratore possa essere esposto 8 ore al giorno, per 5 giorni alla settimana, per tutta la durata della vita lavorativa, senza risentire di effetti dannosi per la salute.

- TLV – STEL (Threshold Limit Value - Short Term Exposure Limit)

Valore limite per brevi esposizioni: rappresenta le concentrazioni medie che possono essere raggiunte dai vari inquinanti per un periodo massimo di 15 minuti, e comunque per non più di 4 volte al giorno con intervalli di almeno 1 ora tra i periodi di punta.

- TLV – C (Threshold Limit Value - Ceiling)

Valore limite di soglia: rappresenta la concentrazione che non può essere mai superata durante tutto il turno lavorativo. Tale limite viene impiegato soprattutto per quelle sostanze ad azione immediata, irritante per le mucose o narcotica, tale da interferire rapidamente sullo stato di attenzione del lavoratore con possibili conseguenze dannose sulla persona stessa (infortuni) e/o sulle operazioni tecniche a cui è preposto.

Limiti di esposizione per FAV e FCR

Il D.Lgs. 44/2020 ha inserito all'interno del D.Lgs. 81/2008 (allegato XLIII), quali agenti cancerogeni, le FCR (Fibre ceramiche refrattarie), definendone il valore limite di esposizione professionale.

Dall' 11 febbraio 2021, con l'adozione del Decreto del Ministero del Lavoro, delle Politiche Sociali e del Ministro della Salute (che recepisce le direttive Europee sulla protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da un'esposizione ad agenti cancerogeni o mutageni durante il lavoro) è stato adottato un valore limite delle FCR: 0,3 f/ml.

Per quanto riguarda le fibre artificiali vetrose, non esistono valori limite di esposizione. Come sottolineato dalla circolare n.4 del Ministero della Sanità del 15/03/2000, si può utilizzare come riferimento l'indicazione relativa al limite soglia (TLV-TWA) dell'American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH).

Di seguito i limiti relativi al TLV-TWA dell'ACGIH relativi alla circolare n. 4 del Ministero della Sanità del 15/03/2000.

FIBRE ARTIFICIALI VETROSE	TLV-TWA
Fibre ceramiche refrattarie	0,3 f/cm ³
Lana di roccia	1 f/cm ³
Lana di scoria	1 f/cm ³
Lana di vetro	1 f/cm ³
Fibre di vetro a filamento continuo	1 f/cm ³

Tabella 6 – Limiti TLV-TWA dell'ACGIH

I controlli vengono effettuati se c'è la necessità di mantenere la concentrazione di fibre vetrose al di sotto dei limiti raccomandati. Quando necessario, i controlli possono essere implementati dall'utilizzo dei dispositivi di protezione individuale (DPI), che riguardano la protezione della pelle, degli occhi e delle vie respiratorie. In particolare, le uniche situazioni in cui il rispetto del limite ambientale raccomandato può essere raggiunto con l'uso dei respiratori sono durante il tempo necessario per installare o per i controlli tecnici richiesti, durante l'esecuzione di non routine di costruzioni, demolizioni o attività riparative che prevedono un eccesso di concentrazione di fibre vetrose oltre il limite e durante le operazioni che generano un grande volume di polvere.

Quando l'uso dei respiratori è permesso, essi devono essere selezionati e usati in conformità a dei requisiti. Il datore di lavoro deve stabilire e imporre una riunione per spiegare ai lavoratori come si utilizzano i DPI. Il datore, per determinare il tipo di DPI più adeguato, provvederà a misurare la concentrazione di fibre vetrose nel luogo di lavoro, all'inizio del lavoro e da allora in poi ad ogni controllo, processo, operazione, posto di lavoro o cambiamento climatico che possono aumentare la concentrazione in aria di FAV.

Il datore di lavoro provvede affinché i lavoratori siano istruiti, con cadenza annuale, anche tramite addestramento sull'uso dei respiratori, come testare per verificarne le perdite, la vestibilità adeguata e le operazioni appropriate. Stabilisce e conduce un programma di pulizia, sanificazione, ispezione, manutenzione, riparazione e conservazione per garantire che i lavoratori utilizzino DPI puliti e in buono stato; inoltre, periodicamente verifica l'utilizzo dei respiratori, per valutarne l'efficienza ed eliminarne le carenze.

Durante formazione lavoratori. È auspicabile che venga trattato questo argomento, soprattutto nel settore edile e per chi si trova a operare in contatto con FAV o FCR.

I lavoratori assegnati o riassegnati a lavori che prevedono esposizione a FAV devono essere informati su rischi, sintomi di sovraesposizione, appropriate procedure in caso di emergenza, precauzioni per garantire un uso sicuro e per minimizzare l'esposizione. I lavoratori devono essere sottoposti a continui programmi di formazione, condotti annualmente da una persona qualificata, istituiti per garantire che tutti i lavoratori siano a conoscenza dei rischi sul lavoro, delle procedure di manutenzione adeguate e dei metodi di pulizia.

Quando la ventilazione di scarico e il sistema di raccolta sono utilizzati, devono essere progettati e mantenuti per prevenire l'accumulo di fibre, mentre l'aria proveniente dalla ventilazione esausta non deve essere reimpressa in circolo nel luogo di lavoro.

Nelle operazioni in cui è presente esposizione professionale alle FAV, i lavoratori devono mettere in atto pratica di lavoro globali pertinenti alle situazioni specifiche, le quali dovranno seguire delle linee guida fornite dal NIOSH (cap. VI pag. 102).

Vengono forniti i principi con i quali le operazioni sopracitate devono venir svolte.

Per le operazioni stazionarie, ovvero quelle che implicano una manipolazione regolare di fibre vetrose in un'unica posizione, vengono tenute sotto controllo tramite delimitazione del cantiere e un buon sistema di scarico. Le procedure devono essere stabilite in modo tale da minimizzare l'accumulo di polvere o i materiali di scarto ed evitando così anche la possibilità di contaminazioni secondarie dell'aria. Per la pulizia sono stabilite procedure basate sul lavaggio ad acqua oppure con aspirapolvere.

Le operazioni non stazionarie prevedono esposizione a breve termine oppure lavori transitori che trovano fibre vetrose in diversi luoghi; in questo caso il datore valuta i vari aspetti dell'esposizione che può derivare dal lavoro. Anche in questo caso bisogna utilizzare DPI appropriati ed effettuare una pulizia con acqua o con aspirapolvere per minimizzare la possibilità di procedere con la contaminazione.

Per quanto riguarda le pratiche igienico-sanitarie da rispettare in presenza di FAV, il NIOSH propone quanto segue. Devono essere presenti degli spogliatoi in cui poter indossare i DPI, che dovranno poi essere lavati separatamente dagli abiti puliti, asciugati e controllati prima di un altro utilizzo. Viso, mani e braccia devono essere lavati accuratamente per rimuovere le fibre, alla fine di ogni turno e prima di mangiare i pasti che non potranno essere consumati, stoccati o preparati in aree di lavoro contaminate da fibre.

Ogni datore di lavoro, che possiede un luogo di lavoro che è inquinato da FAV, deve determinare, tramite un'indagine di igiene industriale, se l'esposizione a fibre può portare ad un livello di concentrazione in aria superiore al livello d'azione. L'indagine deve essere effettuata una volta ogni 3 anni e in ogni modifica del ciclo produttivo.

I registri vengono poi conservati e contengono: date della misurazione, attività lavorativa, luogo, sito di lavoro al momento del campione, campionamenti e metodi analitici utilizzati, quantità, durata, risultati, determinazione dei TWA basata sui campioni, tipo di DPI, nome del lavoratore, informazioni riguardo ai cambi di mansione.

Obiettivo di questa tesi è valutare il rischio di esposizione alle fibre artificiali vetrose in alcune realtà produttive.

8.2 Altri effetti sulla salute: il contatto cutaneo

Il regolamento CLP non assegna alle FAV frasi di rischio "IRRITANTE".

Nel 2009 è stata eliminata la frase di rischio "R38 - irritante per la pelle" (cfr. H315 in base alla nuova classificazione) perché gli effetti irritanti sono da ascrivere ad azione di tipo meccanico (sfregamento) e non alla composizione chimica.

Fibre artificiali vetrose antecedenti al 2009			
	R38		H315

	GHS07	Tossicità acuta (per via orale, per via cutanea, per inalazione), categoria di pericolo 4 Irritazione cutanea, categoria di pericolo 2 Irritazione oculare, categoria di pericolo 2 Sensibilizzazione cutanea, categoria di pericolo 1 Tossicità specifica per organi bersaglio — esposizione singola, categoria di pericolo 3 Irritazione delle vie respiratorie Narcosi
---	--------------	---

Una diretta conseguenza di ciò è che le lane minerali prodotte e distribuite non devono essere accompagnate da Schede Dati Sicurezza (SDS).

Alle altre FAV, in aggiunta alla classificazione di cancerogenicità, il CLP assegna determinati consigli di prudenza, in merito alla prevenzione, alla manipolazione e allo smaltimento.

9. APPROCCIO ALLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DOVUTO A ESPOSIZIONE A FAV SULLA BASE DEL MODELLO Al.Pi.Ris.Ch.

In questa tesi si è voluto applicare un metodo di valutazione del rischio sviluppato sulla base del modello applicativo Regionale del Piemonte “Al.Pi.Ris.Ch”. Questo modello fornisce alle aziende indicazioni operative per la valutazione del rischio derivante dalla presenza di sostanze chimiche in ambiente di lavoro (ad esclusione delle sostanze cancerogene e mutagene).

Il modello di valutazione utilizzato è un modello sperimentale non validato che rappresenta un punto di partenza per la valutazione del rischio di esposizione a FAV.

I presupposti per aver utilizzato questo modello nascono dal fatto che attualmente il rischio di esposizione a FAV e FCR non viene adeguatamente considerato (pur essendo le FCR classificate come potenzialmente cancerogene) e questo potrebbe rappresentare, per il futuro, un grosso problema per la salute dei lavoratori.

9.1 Metodologia di valutazione

Di seguito vengono descritti i criteri adottati al fine di valutare il rischio di esposizione alle fibre artificiali vetrose e alle fibre refrattarie ceramiche.

La valutazione si basa su due step.

Nel primo step si fa riferimento alla classificazione delle fibre, ovvero alle caratteristiche chimico-fisiche delle fibre in seguito ad analisi eseguita da laboratorio. Viene pertanto definita la pericolosità o meno del materiale e, qualora risulti pericoloso, la classe di pericolo.

Nota: questo step, nel modello di valutazione, può essere considerato facoltativo in caso di mancata classificazione delle fibre, attribuendo però il punteggio equivalente alla situazione peggiore di classificazione.

L’algoritmo di calcolo utilizzato permette una stima del rischio anche in assenza di dati ambientali utilizzando i criteri di cancerogenicità stimati delle lane minerali, la fase

operativa, le quantità utilizzate durante la fase operativa, l'ambiente di lavoro e la durata dell'esposizione. Ciò consente un approccio valutativo standardizzato anche in caso di non misurabilità del dato ambientale e semplifica, almeno in una prima fase, la valutazione (rischio stimato).

Se dalla valutazione del rischio stimato emergono risultati che non permettono di considerare un livello di rischio BASSO, il datore di lavoro dovrà provvedere affinché il rischio sia ridotto al minimo mediante l'applicazione di misure specifiche e dovrà procedere, ove possibile, alle misure ambientali; successivamente potrà stimare l'entità del rischio sulla base delle misure effettuate.

Al fine di ridurre l'incertezza sull'esposizione professionale, le misurazioni devono essere eseguite in un numero sufficiente di giornate e durante diverse operazioni specifiche per conoscere a fondo la situazione di esposizione, nonché su più lavoratori che effettuano operazioni simili.

In considerazione della normale variabilità delle misure ambientali nei luoghi di lavoro, valutazioni effettuate su una o poche misure dell'esposizione professionale presentano un livello di incertezza che nella procedura di identificazione del fattore di esposizione misurato verrà ponderato attraverso un percorso differenziato.

La modalità di esecuzione dell'indagine ambientale riveste particolare importanza nella valutazione dei risultati delle attività di igiene industriale. Le scelte operate devono essere esplicitate ed i criteri seguiti devono essere conformi alle Norme UNI indicate nel D. Lgs. 81/2008 e s.m.i.

Tra queste si richiama, per la sua importanza, la norma UNI EN 689:2019 "Guida alla valutazione dell'esposizione per inalazione a composti chimici ai fini del confronto con i valori limite e strategia di misurazione".

A tale valutazione va comunque sempre associata la verifica del rispetto del valore limite di esposizione professionale attraverso quanto previsto dalle norme tecniche di riferimento ed in particolare dai contenuti della norma UNI EN 689:2019.

Classificazione delle fibre

La classificazione di pericolosità delle lane minerali avviene attraverso l'esecuzione di analisi di laboratorio. Di seguito si riportano i passaggi considerati nel processo di valutazione.

In assenza di analisi di laboratorio e di non determinazione della fibra, viene attribuito, precauzionalmente, un giudizio di PERICOLOSITA' H350i - Categoria 1B.

TIPOLOGIA FIBRA		NOTE
indicare la tipologia di fibra, se conosciuta, altrimenti selezionare N.D.		
N.D.		
FCR		
FAV		
SELEZIONARE		
ANALISI LABORATORIO		NOTE
SI		
NO		
SELEZIONARE		
DIAMETRO FIBRE		NOTE
selezionare solo se eseguita analisi di laboratorio		
< 6 µm		
> 6 µm		
SELEZIONARE		
TENORE OSSIDI ALCALINO-TERROSI		NOTE
selezionare solo se eseguita analisi di laboratorio e diametro fibre < 6 µm		
< 18%		
> 18%		
SELEZIONARE		
TEST BIOSOLUBILITA'		NOTE
SI		
NO		
SELEZIONARE SE APPLICABILE		
GIUDIZIO FINALE		
SELEZIONARE		

Tipologia di fibra

Va considerata la tipologia di materiale distinguendo tra fibre artificiali vetrose (FAV) e Fibra refrattarie ceramiche (FCR). Qualora l'informazione non sia disponibile, selezionare "N.D."

TIPOLOGIA FIBRA			NOTE
indicare la tipologia di fibra, se conosciuta, altrimenti selezionare N.D.			
N.D.			
FCR			
FAV	x		
		PERICOLOSO H351 - CAT. 2	POSSIBILE

TIPOLOGIA FIBRA			NOTE
indicare la tipologia di fibra, se conosciuta, altrimenti selezionare N.D.			
N.D.			
FCR	x		
FAV			
		PERICOLOSO H350i - CAT. 1B	POSSIBILE

TIPOLOGIA FIBRA			NOTE
indicare la tipologia di fibra, se conosciuta, altrimenti selezionare N.D.			
N.D.	x		
FCR			
FAV			
		PERICOLOSO H350i - CAT. 1B	PRECAUZIONALE

Nel primo caso, selezionando la voce "FAV", compare la dicitura "Pericoloso H351 – CAT. 2", secondo il Regolamento CE n. 1272/2008 (Regolamento CLP). La frase H351 caratterizza le sostanze che sono sospettate di provocare il cancro, mentre la categoria di cancerogenicità 2 rappresenta sostanze di cui si sospettano effetti cancerogeni per l'uomo; si basa sui risultati su studi sull'uomo e/o sugli animali non sufficientemente convincenti per classificarli nella categoria 1.

Nel secondo caso, selezionando la voce "FCR", compare la dicitura "Pericoloso H350i – CAT. 1B", secondo il Regolamento CE n. 1272/2008 (Regolamento CLP). La frase H350i caratterizza le sostanze possono provocare il cancro se inalate, mentre la categoria di cancerogenicità 1B rappresenta sostanze di cui si presumono effetti cancerogeni per l'uomo, prevalentemente sulla base di studi su animali.

Analisi di laboratorio

Va considerata o meno la presenza di analisi di laboratorio (anche pregresse) relativamente alla classificazione delle lane minerali trattate.

In assenza di analisi di laboratorio, si rimanda al giudizio del punto precedente “Tipologia di fibra”.

ANALISI LABORATORIO		NOTE
SI	x	
NO		
		INSERISCI DIAMETRO FIBRE

ANALISI LABORATORIO		NOTE
SI		
NO	x	
		PERICOLOSO H351 - CAT. 2
		POSSIBILE

Nel primo caso le analisi di laboratorio sono state effettuate e bisognerà quindi inserire il diametro delle fibre nelle matrici successive quando sarà richiesto.

Nel secondo caso non sono state svolte analisi di laboratorio, per cui la fibra viene considerata pericolosa H351 e cancerogena di categoria 2.

Diametro delle fibre

Se eseguita l'analisi di laboratorio, va considerato il diametro medio delle fibre - Diametro geometrico medio pesato su lunghezza - 2 err. (DLG - 2ES).

Il giudizio ottenuto in base al diametro medio delle fibre tiene conto anche della tipologia di fibra, qualora conosciuta.

In assenza di analisi di laboratorio, si rimanda al giudizio del punto precedente “Tipologia di fibra”.

Selezionando “tipologia di fibra” FAV:

DIAMETRO FIBRE		NOTE
selezionare solo se eseguita analisi di laboratorio		
< 6 µm	x	
> 6 µm		
		PERICOLOSO H351 - CAT. 2

Selezionando “tipologia di fibra” FCR:

DIAMETRO FIBRE		NOTE
selezionare solo se eseguita analisi di laboratorio		
< 6 µm	x	
> 6 µm		
		PERICOLOSO H350i - CAT. 1B

Selezionando “tipologia di fibra” N.D:

DIAMETRO FIBRE		NOTE
selezionare solo se eseguita analisi di laboratorio		
< 6 µm	x	
> 6 µm		
		PERICOLOSO H350i - CAT. 1B

Selezionando “diametro” > 6 µm:

DIAMETRO FIBRE		NOTE
selezionare solo se eseguita analisi di laboratorio		
< 6 µm		
> 6 µm	x	
		NON PERICOLOSO

Tenore di ossido alcalino – terrosi

In presenza di analisi di laboratorio, se il diametro delle fibre è minore a 6 µm, selezionare la percentuale di ossidi alcalini e alcalino-terrosi presenti nelle fibre.

TENORE OSSIDI ALCALINO-TERROSI		NOTE
selezionare solo se eseguita analisi di laboratorio e diametro fibre < 6 µm		
< 18%	x	
> 18%		
		PERICOLOSO H350i - CAT. 1B

TENORE OSSIDI ALCALINO-TERROSI		NOTE
selezionare solo se eseguita analisi di laboratorio e diametro fibre < 6 µm		
< 18%		
> 18%	x	
		PERICOLOSO H351 - CAT. 2

Test di biosolubilità

Il campo va compilato solamente nel caso in cui sia stato eseguito un test di solubilità o nei seguenti casi:

- Installazione di lana di roccia con SDS attestante non pericolosità in seguito a esecuzione test biosolubilità;

- Rimozione di lana di roccia precedentemente installata e per la quale si è conservata la SDS attestante la non pericolosità

TEST BIOSOLUBILITA'		NOTE
SI	x	
NO		
VALUTA ESITO TEST		

Selezionando “tenore ossido alcalino-terrosi” > 18%:

TEST BIOSOLUBILITA'		NOTE
SI		
NO	x	
PERICOLOSO H351 - CAT. 2		

Selezionando “tenore ossido alcalino-terrosi” < 18%:

TEST BIOSOLUBILITA'		NOTE
SI		
NO	x	
PERICOLOSO H350i - CAT. 1B		

Giudizio finale

Il giudizio finale espresso tiene conto dei campi compilati nei punti precedenti e può presentare le seguenti risultanze.

in presenza di test di biosubilità
GIUDIZIO FINALE
VALUTA ESITO TEST

con analisi di laboratorio e in assenza di test di biosolubilità
con diametro fibre < 6 µm e tenore di ossidi alcalino terrosi < 18%
GIUDIZIO FINALE
PERICOLOSO H350i - CAT. 1B

con diametro fibre < 6 µm e tenore di ossidi alcalino terrosi > 18%
GIUDIZIO FINALE
PERICOLOSO H351 - CAT. 2
con diametro fibre > 6 µm
GIUDIZIO FINALE
NON PERICOLOSO

in assenza di analisi di laboratorio e tipologia di fibre non definita
GIUDIZIO FINALE
PRECAUZIONALE
PERICOLOSO H350i - CAT. 1B

Valutazione del rischio per inalazione

Ai fini del processo di valutazione del rischio inalatorio, calcolato con la formula $R = G \times E$, tiene conto di Gravità ed Esposizione.

- Gravità

Relativamente alla gravità, tenuto conto della classificazione della fibra, si è deciso di considerare 3 livelli di gravità, ai quali viene attribuito un punteggio specifico compreso tra 1 e 5.

GRAVITA' (G)		
VEDASI CLASSIFICAZIONE FIBRA		
NON PERICOLOSO		1
PERICOLOSO H351 - CAT. 2		3
PERICOLOSO H350i - CAT. 1B		5
	PUNTEGGIO	0

- Esposizione

ESPOSIZIONE (E)
COME SOMMATORIA DEI PUNTEGGI SEGUENTI

L'esposizione viene calcolata come sommatoria dei punteggi attribuiti ai seguenti contributi:

- Fase operativa

Vengono prese in considerazione le fasi di installazione o rimozione (compresa bonifica).

FASE OPERATIVA (F)		
INSTALLAZIONE		0,5
RIMOZIONE/PRODUZIONE		1
	PUNTEGGIO	0

- Durata esposizione (rispetto l'orario di lavoro)

Vengono presi in esame quattro tipologie di esposizione, rispetto l'orario di lavoro: occasionale, frequente, abituale, continua

DURATA ESPOSIZIONE (D) rispetto all'orario di lavoro		
OCCASIONALE	< 10%	0,5
FREQUENTE	10-25%	1
ABITUALE	26-50%	1,5
CONTINUA	> 50%	2
	PUNTEGGIO	0

- Quantità esposizione

Viene preso in esame il quantitativo di materiale lavorato/movimentato. La quantità di esposizione viene considerata come: trascurabile, bassa, media, alta.

QUANTITA' ESPOSIZIONE (Q)		
TRASCURABILE	< 0,1 kg	0,5
BASSA	0,1 - 1 kg	1
MEDIA	1 - 10 kg	1,5
ALTA	> 10 kg	2
	PUNTEGGIO	0

- Ambiente di lavoro

L'ultimo aspetto che viene considerato riguarda l'ambiente di lavoro. In particolare, vengono prese in esame le seguenti condizioni: ambiente aperto o chiuso, aereazione, presenza di cappa laminare o sistema di ventilazione.

AMBIENTE DI LAVORO (A)		
APERTO / CAPP A LAMINARE		0,5
CHIUSO AEREATO / VENTILATO		1
CHIUSO POCO/NON AEREATO		2
	PUNTEGGIO	0

L'esposizione, definita come sommatoria dei suddetti contributi secondo la formula:

$$E = (F + D + Q + A)$$

Viene valutata come BASSA, MEDIA o ALTA:

livello di esposizione	punteggio ottenuto	punteggio attribuito
ALTO	≥ 6	4
MEDIO	$> 2 - < 6$	2
BASSO	≤ 2	1

A ciascun livello di esposizione viene attribuito un punteggio che sarà utilizzato per la definizione del livello di rischio, secondo la formula

$$Ri = G \times E$$

Gravità	5	5	10	20
	3	3	6	12
	1	1	2	4
		1	2	4
		Esposizione		

Ne deriva un livello di rischio così definito:

MOLTO ALTO	≥ 15
ALTO	$\geq 9 - < 15$
MEDIO	$\geq 3 - < 9$
BASSO	< 3

Rischio residuo

Stabilito il valore del **Rischio iniziale Ri** ed effettuata la sua normalizzazione si perviene al **Rischio residuo Rk** introducendo nel processo di valutazione un **parametro K** di riduzione non considerato nel calcolo iniziale di **Ri** in quanto non parte integrante della fonte di pericolo (tipologia di fibra, esposizione, contesto lavorativo), ma che contribuisce alla definizione del rischio residuo **Rk** effettivo.

L'utilizzo di DPI e in particolare di maschere protettive riduce il livello di esposizione abbassando il rischio.

Ne deriva un rischio residuo così definito:

$$R_k = R_i / K$$

Dove K tiene conto della tipologia di maschera filtrante utilizzata.

UTILIZZO MASCHERA FILTRANTE (K)		
SEMIFACCIALE FILTRANTE FFP3		7
MASCHERA PROTETTIVA FFP3		5
MASCHERA PROTETTIVA FFP2		3
MASCHERA PROTETTIVA FFP1		2
NESSUNA MASCHERA		1
	PUNTEGGIO	0

L'attribuzione del punteggio al parametro K riferito alla tipologia di maschera protettiva utilizzata è progressiva e ha tenuto conto di diversi fattori, in primis le caratteristiche del DPI e la propria efficienza filtrante¹⁴. Il secondo aspetto considerato, non di secondaria importanza, è la possibilità, ricorrendo a una maschera protettiva di tipo semifacciale filtrante FFP3, di rientrare in un livello di rischio residuo basso.

Parimenti, al migliorare delle condizioni operative (ambiente chiuso ma areato) o durata dell'esposizione (< 50% dell'orario lavorativo) anche la maschera protettiva di tipo FFP3 è sufficiente a ricondurre il rischio residuo a un livello basso.

Ne consegue che, minore è l'efficienza del dispositivo filtrante utilizzato, a parità di condizioni operative e di esposizione, minore sarà la riduzione del rischio iniziale e maggiore sarà il livello del rischio residuo.

¹⁴ *Le buone pratiche nell'uso e trattamento delle fibre artificiali vetrose. Aspetti formativi e informativi – INAIL. Stefano Massera*

10.MATERIALI E METODI

Vengono illustrati di seguito i casi applicativi di prelievi effettuati da laboratori terzi in contesti lavorativi differenti.

I casi studi considerati si riferiscono a diversi contesti lavorativi (situazioni reali) in cui i lavoratori sono risultati esposti per periodi più o meno lunghi, a fibre artificiali.

In particolare, nello studio sono stati elaborati i dati derivanti dai campionamenti eseguiti su:

1. Fibre ceramiche refrattarie pericolose su rifiuti presenti in azienda
2. Fibre ceramiche refrattarie non pericolose su rifiuti presenti in azienda
3. Fibre artificiali vetrose non pericolose all'interno di un cantiere in fase di installazione di materiale fibroso
4. Fibre artificiali vetrose pericolose all'interno di un cantiere in fase di installazione di materiale fibroso
5. Fibre a filamento continuo utilizzate come isolanti per conduzioni

I risultati dell'indagine ambientale sono stati esaminati al fine di definire la tipologia di fibra e se queste sono considerate pericolose per la salute o meno.

I prelievi sono stati effettuati con campionamenti di tipo massivo (consistenti nel prelievo di un campione di materiale).

Le analisi di laboratorio sono state effettuate tramite le tecniche M.O.C.F. (Microscopia Ottica in Contrasto di Fase).

11. RISULTATI DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Nello studio vengono descritti brevemente i luoghi di lavoro dove sono stati fatti i campionamenti e le condizioni operative e di esposizione alle fibre artificiali.

Successivamente nel modello di valutazione sono stati inseriti i dati ottenuti all'interno della matrice di calcolo per poterne valutare la pericolosità, in base alle caratteristiche delle fibre, ai luoghi di lavoro e ai DPI utilizzati.

Di seguito vengono esposti i risultati dei campionamenti elaborati all'interno della matrice Excel per la valutazione dell'eventuale pericolosità delle fibre.

11.1 CASO STUDIO 1

Nel caso studio preso in esame, è stato eseguito il campionamento di FCR categoria 1B sui rifiuti di lana di roccia/lana di vetro derivanti da un'azienda della Regione FVG che si occupa della produzione di laterizi. Tutti i dati relativi ai risultati sono stati gentilmente offerti da ditte esterne.

MATERIALE PERICOLOSO

Lana di roccia FCR CAT. 1B azienda su rifiuto (lana di roccia/lana di vetro)

Nel primo caso viene eseguito il campionamento di FCR categoria 1B sui rifiuti di lana di roccia/lana di vetro derivanti da un'azienda. Tutti i dati relativi ai risultati sono stati forniti da ditte esterne che hanno eseguito il campionamento e sono i seguenti:

RISULTATI ANALITICI ANALYTICAL RESULTS						
parameters	value	u.o.m.	RL	limit value	analytical method	start/end date of analysis
TENORE DI OSSIDI ALCALINO E ALCALINO TERROSI CONTENT OF ALKALINE AND ALKALINE-EARTHY OXIDES						
Na ₂ O	<0,1	%	0,1		EPA 3052 + ISO 11885:2009	15.4.2021 16.4.2021
K ₂ O	0,2	%	0,1		EPA 3052 + ISO 11885:2009	15.4.2021 16.4.2021
MgO	1,3	%	0,2		EPA 3052 + ISO 11885:2009	15.4.2021 16.4.2021
CaO	5,5	%	0,1		EPA 3052 + ISO 11885:2009	15.4.2021 16.4.2021
BaO	<0,1	%	0,1		EPA 3052 + ISO 11885:2009	15.4.2021 16.4.2021
Ossidi alcalini e alcalini terrosi totali total alkaline and alkaline-earthly ox.	7,3	%	0,1	18	per vie di calcolo	15.4.2021 16.4.2021 (1)
Fibre artificiali vetrose artificial vitreous fibers	12,0	%	1		metodo interno	15.4.2021 16.4.2021
DIAMETRO MEDIO DELLE FIBRE MINERALI ARTIFICIALI AVERAGE DIAMETER OF ARTIFICIAL MINERAL FIBERS						
Diametro minimo rilevato min diameter	4	µm			metodo interno + analisi MOCF	12.4.2021 12.4.2021
Diametro massimo rilevato max diameter	7	µm			metodo interno + analisi MOCF	12.4.2021 12.4.2021
Diametro prevalente prevailing diameter	5	µm			metodo interno + analisi MOCF	12.4.2021 12.4.2021
Diametro medio average diameter	5,3	µm			metodo interno + analisi MOCF	12.4.2021 12.4.2021
Scarto quadratico medio standard deviation	0,6	µm			metodo interno + analisi MOCF	12.4.2021 12.4.2021
Diametro geometrico medio pesato su lunghezza – 2 err. (DLG – 2ES)	5,2	µm		< 6 HP7	metodo interno + analisi MOCF	12.4.2021 12.4.2021 (1)

Inserendo i dati all'interno della matrice Excel otteniamo i seguenti risultati:

TIPOLOGIA FIBRA		NOTE
indicare la tipologia di fibra, se conosciuta, altrimenti selezionare N.D.		
N.D.		
FCR	X	
FAV		
		PERICOLOSO H350i - CAT. 1B
		POSSIBILE

Per quanto riguarda la tipologia di fibra, viene segnalata la voce “FCR”, le quali sono pericolose H350i – categoria 1B di cancerogenicità.

ANALISI LABORATORIO		NOTE
SI	X	
NO		
		INSERISCI DIAMETRO FIBRE

DIAMETRO FIBRE		NOTE
selezionare solo se eseguita analisi laboratorio		
< 6 µm	X	
> 6 µm		
		PERICOLOSO H350i - CAT. 1B

TENORE OSSIDI ALCALINO-TERROSI		NOTE
selezionare solo se eseguita analisi laboratorio e diametro fibre < 6 µm		
< 18%	X	
> 18%		
		PERICOLOSO H350i - CAT. 1B

TEST BIOSOLUBILITA'		NOTE
SI		
NO	x	
		PERICOLOSO H350i - CAT. 1B

Dalle analisi di laboratorio effettuate, si evince che il diametro delle fibre è inferiore ai 6 µm e la percentuale di ossidi alcalino terrosi è inferiore al 18%. Inoltre, non è stato effettuato un test di biosolubilità.

GIUDIZIO FINALE
PERICOLOSO H350i - CAT. 1B

In conclusione, si può affermare che le FCR campionate all'interno dell'azienda sono classificate come pericolose H350i di categoria 1B.

GRAVITA' (G)		
VEDASI CLASSIFICAZIONE FIBRA		
NON PERICOLOSO		1
PERICOLOSO H351 - CAT. 2		3
PERICOLOSO H350i - CAT. 1B	x	5
PUNTEGGIO		5

Per quanto riguarda la Gravità, viene selezionata la categoria di pericolo di cui questa fibra fa parte, in questo caso H350i di categoria 1B e viene attribuito punteggio 5.

ESPOSIZIONE (E)		
COME SOMMATORIA DEI PUNTEGGI SEGUENTI		
FASE OPERATIVA (F)		
INSTALLAZIONE		0,5
RIMOZIONE/PRODUZIONE	x	1
PUNTEGGIO		1

Per quanto riguarda l'esposizione, è stata selezionata la voce "rimozione/produzione" attribuendone punteggio 1.

DURATA ESPOSIZIONE (D)			
rispetto all'orario di lavoro			
OCCASIONALE	< 10%		0,5
FREQUENTE	10-25%		1
ABITUALE	26-50%		1,5
CONTINUA	> 50%	x	2
PUNTEGGIO			2

La durata dell'esposizione è continua, cioè con una percentuale maggiore del 50% dell'orario lavorativo che corrisponde a punteggio 2.

QUANTITA' ESPOSIZIONE (Q)			
TRASCURABILE	< 0,1 kg		0,5
BASSA	0,1 - 1 kg		1
MEDIA	1 - 10 kg		1,5
ALTA	> 10 kg	x	2
PUNTEGGIO			2

La quantità dell'esposizione è alta, quindi maggiore di 10 chili, poiché il campionamento ha riguardato una grossa quantità di materiale considerato rifiuto (punteggio 2).

AMBIENTE DI LAVORO (A)			
APERTO / CAPPA LAMINARE	x		0,5
CHIUSO AERATO / VENTILATO			1
CHIUSO POCO/NON AERATO			2
PUNTEGGIO			0,5

L'ambiente di lavoro è all'aperto e viene assegnato punteggio 0,5.

E = (F + D + Q + A)		5,5	
			PUNTEGGIO ATTRIBUITO
ALTO		≥ 6	4
MEDIO		> 2 - < 6	2
BASSO		≤ 2	1
ESPOSIZIONE (E)		2	

L'esposizione, data dalla somma di tutti i punteggi considerati finora tranne la Gravità, è pari quindi a 5,5. Questo valore corrisponde ad un livello considerato "medio" siccome si trova nel range >2 e <6 e viene attribuito punteggio 2

R = G x E		10,0
MOLTO ALTO		≥ 15
ALTO		≥ 9 - < 15
MEDIO		≥ 3 - < 9
BASSO		< 3

Il rischio è dato dalla moltiplicazione della Gravità e del valore di Esposizione, in questo caso $5 \times 2 = 10,0$ che corrisponde ad un valore "alto".

Il valore del rischio è dato dalla matrice:

Gravità	5	5	10	20
	3	3	6	12
	1	1	2	4
		1	2	4
		Esposizione		

Dopo aver ottenuto il valore del rischio inalatorio, si procede a verificare con quale dispositivo di protezione delle vie respiratorie il punteggio arriva ad un valore basso, considerato quindi accettabile.

Vengono di seguito dimostrate le varie casistiche nell'utilizzo delle diverse mascherine filtranti, ognuna delle quali ha assegnato un punteggio che, rapportato al rischio inalatorio calcolato in precedenza, fornisce uno dei valori di rischio, raggruppati come segue:

MOLTO ALTO	≥ 15
ALTO	≥ 9 - < 15
MEDIO	≥ 3 - < 9
BASSO	< 3

Semifacciale filtrante FFP3:

UTILIZZO MASCHERA FILTRANTE (K)		
SEMIFACCIALE FILTRANTE FFP3	x	7
MASCHERA PROTETTIVA FFP3		5
MASCHERA PROTETTIVA FFP2		3
MASCHERA PROTETTIVA FFP1		2
NESSUNA MASCHERA		1
PUNTEGGIO		7
$R_k = R_i / K$		1,4

Con l'utilizzo del semifacciale facciale FFP3 si ottiene un valore di rischio basso.

Maschera protettiva FFP3:

UTILIZZO MASCHERA FILTRANTE (K)		
SEMIFACCIALE FILTRANTE FFP3		7
MASCHERA PROTETTIVA FFP3	x	5
MASCHERA PROTETTIVA FFP2		3
MASCHERA PROTETTIVA FFP1		2
NESSUNA MASCHERA		1
PUNTEGGIO		5
$R_k = R_i / K$		2,0

Indossare una maschera protettiva FFP3 fornisce un valore di rischio basso.

Maschera protettiva FFP2:

UTILIZZO MASCHERA FILTRANTE (K)		
SEMIFACCIALE FILTRANTE FFP3		7
MASCHERA PROTETTIVA FFP3		5
MASCHERA PROTETTIVA FFP2	x	3
MASCHERA PROTETTIVA FFP1		2
NESSUNA MASCHERA		1
PUNTEGGIO		3
$R_k = R_i / K$		3,3

È evidente che indossare una maschera protettiva FFP2 non è sufficiente a proteggersi dall'esposizione a questa tipologia di fibre, perché il rischio sale ad un livello medio.

Maschera protettiva FFP1:

UTILIZZO MASCHERA FILTRANTE (K)		
SEMIFACCIALE FILTRANTE FFP3		7
MASCHERA PROTETTIVA FFP3		5
MASCHERA PROTETTIVA FFP2		3
MASCHERA PROTETTIVA FFP1	x	2
NESSUNA MASCHERA		1
PUNTEGGIO		2
$R_k = R_i / K$		5,0

Anche nel caso della maschera protettiva FFP1, il rischio è medio e non è sufficiente alla protezione delle vie respiratorie.

Nessuna maschera:

UTILIZZO MASCHERA FILTRANTE (K)		
SEMIFACCIALE FILTRANTE FFP3		7
MASCHERA PROTETTIVA FFP3		5
MASCHERA PROTETTIVA FFP2		3
MASCHERA PROTETTIVA FFP1		2
NESSUNA MASCHERA	x	1
PUNTEGGIO		1
$R_k = R_i / K$		10,0

Non utilizzare nessuna tipologia di protezione facciale, comporta un aumento del rischio a valori considerati alti.

11.2 CASO STUDIO 2

MATERIALE NON PERICOLOSO

Lana di roccia FCR NP (non pericolosa) – azienda che ha necessità di smaltimento scarti di produzione come rifiuto (lana di roccia/lana di vetro).

In questo caso il campionamento è stato eseguito con le caratteristiche medesime del punto precedente, ovvero campionando una parte di rifiuto derivante dagli scarti di lavorazione dell'azienda.

I dati raccolti dal campionamento sono i seguenti:

RISULTATI ANALITICI ANALYTICAL RESULTS							
parameters	value	u.o.m.	RL	limit value	analytical method	start/end date of analysis	note
TENORE DI OSSIDI ALCALINO E ALCALINO TERROSI CONTENT OF ALKALINE AND ALKALINE-EARTHY OXIDES							
Na ₂ O	0,86	%	0,1		EPA 3052 + ISO 11885:2009	12.4.2021 16.4.2021	
K ₂ O	0,79	%	0,1		EPA 3052 + ISO 11885:2009	12.4.2021 16.4.2021	
MgO	5,09	%	0,2		EPA 3052 + ISO 11885:2009	12.4.2021 16.4.2021	
CaO	6,22	%	0,1		EPA 3052 + ISO 11885:2009	12.4.2021 16.4.2021	
BaO	0,11	%	0,1		EPA 3052 + ISO 11885:2009	12.4.2021 16.4.2021	
Ossidi alcalini e alcalini terrosi totali total alkaline and alkaline-earthly ox.	13,07	%	0,1	18	per vie di calcolo	12.4.2021 16.4.2021	(1)
Fibre artificiali vetrose artificial vitreous fibers	37,5	%	1		metodo interno	12.4.2021 16.4.2021	
DIAMETRO MEDIO DELLE FIBRE MINERALI ARTIFICIALI AVERAGE DIAMETER OF ARTIFICIAL MINERAL FIBERS							
Diametro minimo rilevato min diameter	7	µm			metodo interno + analisi MOCF	12.4.2021 16.4.2021	
Diametro massimo rilevato max diameter	10	µm			metodo interno + analisi MOCF	12.4.2021 16.4.2021	
Diametro prevalente prevailing diameter	9	µm			metodo interno + analisi MOCF	12.4.2021 16.4.2021	
Diametro medio average diameter	7,8	µm			metodo interno + analisi MOCF	12.4.2021 16.4.2021	
Scarto quadratico medio standard deviation	0,6	µm			metodo interno + analisi MOCF	12.4.2021 16.4.2021	
Diametro geometrico medio pesato su lunghezza – 2 err. (DLG – 2ES)	7,4	µm		< 6 HP7	metodo interno + analisi MOCF	12.4.2021 16.4.2021	(1)

Inserendo i dati all'interno della matrice, si nota che inizialmente le FCR vengono classificate come “pericolose H350i – cat. 1B” ma proseguendo con la compilazione, tramite l’inserimento dei risultati dell’analisi di laboratorio, in particolare il diametro delle fibre, e il tenore di ossidi alcalino terrosi, la classificazione viene modificata in “non pericoloso”.

TIPOLOGIA FIBRA		NOTE
indicare la tipologia di fibra, se conosciuta, altrimenti selezionare N.D.		
N.D.		
FCR	X	
FAV		
		PERICOLOSO H350i - CAT. 1B
		POSSIBILE
ANALISI LABORATORIO		NOTE
SI	X	
NO		
		INSERISCI DIAMETRO FIBRE

DIAMETRO FIBRE		NOTE
selezionare solo se eseguita analisi di laboratorio		
< 6 µm		
> 6 µm	x	
		NON PERICOLOSO
TENORE OSSIDI ALCALINO-TERROSI		NOTE
selezionare solo se eseguita analisi di laboratorio e diametro fibre < 6 µm		
< 18%	x	
> 18%		
		NON PERICOLOSO
TEST BIOSOLUBILITA'		NOTE
SI		
NO	x	
		NON PERICOLOSO
GIUDIZIO FINALE		
NON PERICOLOSO		

GRAVITA' (G)		
VEDASI CLASSIFICAZIONE FIBRA		
NON PERICOLOSO	x	1
PERICOLOSO H351 - CAT. 2		3
PERICOLOSO H350i - CAT. 1B		5
PUNTEGGIO		1

Per quanto riguarda la Gravità, la fibra non è pericolosa e quindi le viene assegnato punteggio 1.

ESPOSIZIONE (E)		
COME SOMMATORIA DEI PUNTEGGI SEGUENTI		
FASE OPERATIVA (F)		
INSTALLAZIONE		0,5
RIMOZIONE/PRODUZIONE	x	1
PUNTEGGIO		1

Anche in questo caso l'Esposizione viene definita come "rimozione/installazione" siccome i rifiuti da cui si è prelevato il campionamento vengono rimossi e poi depositati nell'apposita zona. In questo caso viene attribuito punteggio 1.

DURATA ESPOSIZIONE (D)			
rispetto all'orario di lavoro			
OCCASIONALE	< 10%		0,5
FREQUENTE	10-25%		1
ABITUALE	26-50%		1,5
CONTINUA	> 50%	x	2
PUNTEGGIO			2

La Durata dell'esposizione è definita "continua" poiché occupa una quantità di ore lavorative superiore rispetto alla metà (punteggio 2).

QUANTITA' ESPOSIZIONE (Q)			
TRASCURABILE	< 0,1 kg		0,5
BASSA	0,1 - 1 kg		1
MEDIA	1 - 10 kg		1,5
ALTA	> 10 kg	x	2
PUNTEGGIO			2

La Quantità dell'esposizione è definita alta, in quanto si ha a che fare con molti chili di rifiuti. Il punteggio attribuito è 2

AMBIENTE DI LAVORO (A)			
APERTO / CAPPA LAMINARE	x		0,5
CHIUSO AERATO / VENTILATO			1
CHIUSO POCO/NON AERATO			2
PUNTEGGIO			0,5

Il valore 0,5 è dato dall'Ambiente di lavoro in cui si trova il rifiuto, cioè all'esterno con una buona ventilazione naturale.

E = (F + D + Q + A)	5,5	
		PUNTEGGIO ATTRIBUITO
ALTO	≥ 6	4
MEDIO	> 2 - < 6	2
BASSO	≤ 2	1
ESPOSIZIONE (E)	2	

L'Esposizione, data dalla somma di Fase operativa, Durata dell'esposizione, Quantità di esposizione, e Ambiente di lavoro, è uguale a 5,5, corrispondente al rischio medio, e le viene attribuito un punteggio di 2.

R = G x E		2,0
MOLTO ALTO		≥ 15
ALTO		≥ 9 - < 15
MEDIO		≥ 3 - < 9
BASSO		< 3

Il rischio, dato dalla moltiplicazione tra Gravità (1) ed Esposizione (2) è uguale a 2,0, corrispondente ad un rischio basso.

I valori di rischio per definire la tabella soprariportata sono dettati dalla seguente matrice:

Gravità	5	5	10	20
	3	3	6	12
	1	1	2	4
		1	2	4
		Esposizione		

Avendo ottenuto un rischio basso, qualunque tipo di maschera filtrante va bene per la protezione dell'esposizione, perché il rischio avrà in ogni caso un valore basso. Il rischio è ottenuto dal rapporto tra il Rischio inalatorio (Ri) e il fattore K dato dall'utilizzo della maschera filtrante. Può essere basso, medio, alto oppure molto alto come di seguito riportato:

MOLTO ALTO		≥ 15
ALTO		≥ 9 - < 15
MEDIO		≥ 3 - < 9
BASSO		< 3

Nelle sottostanti tabelle vengono dimostrate le varie casistiche:

Maschera protettiva FFP3:

UTILIZZO MASCHERA FILTRANTE (K)			
SEMIFACCIALE FILTRANTE FFP3		7	
MASCHERA PROTETTIVA FFP3	x	5	
MASCHERA PROTETTIVA FFP2		3	
MASCHERA PROTETTIVA FFP1		2	
NESSUNA MASCHERA		1	
PUNTEGGIO		5	
$R_k = R_i / K$			0,4

Maschera protettiva FFP2:

UTILIZZO MASCHERA FILTRANTE (K)			
SEMIFACCIALE FILTRANTE FFP3		7	
MASCHERA PROTETTIVA FFP3		5	
MASCHERA PROTETTIVA FFP2	x	3	
MASCHERA PROTETTIVA FFP1		2	
NESSUNA MASCHERA		1	
PUNTEGGIO		3	
$R_k = R_i / K$			0,7

Maschera protettiva FFP1:

UTILIZZO MASCHERA FILTRANTE (K)			
SEMIFACCIALE FILTRANTE FFP3		7	
MASCHERA PROTETTIVA FFP3		5	
MASCHERA PROTETTIVA FFP2		3	
MASCHERA PROTETTIVA FFP1	x	2	
NESSUNA MASCHERA		1	
PUNTEGGIO		2	
$R_k = R_i / K$			1,0

Nessuna maschera:

UTILIZZO MASCHERA FILTRANTE (K)			
SEMIFACCIALE FILTRANTE FFP3		7	
MASCHERA PROTETTIVA FFP3		5	
MASCHERA PROTETTIVA FFP2		3	
MASCHERA PROTETTIVA FFP1		2	
NESSUNA MASCHERA	x	1	
PUNTEGGIO		1	
$R_k = R_i / K$			2,0

Si può vedere che anche senza l'utilizzo di nessun tipo di maschera filtrante il rischio rimanga comunque basso. Questo è dato dalle caratteristiche delle FCR campionate. Ciò non significa che i lavoratori possano svolgere la loro attività senza nessun tipo di protezione siccome queste fibre, anche se non pericolose H350i o H351, possono comunque dare comunque altri tipi di lievi disturbi, quali irritazione delle vie aeree o della pelle.

11.3 CASO STUDIO 3

MATERIALE NON PERICOLOSO

Lana di roccia FAV NP – cantiere (installazione)

In questo caso è stato eseguito un campionamento massivo di materiale isolante costituito da FAV che è stato installato durante le operazioni volte in un cantiere. Le analisi di laboratorio hanno accertato la non pericolosità del materiale. I dati risultanti sono stati i seguenti:

RISULTATI ANALITICI ANALYTICAL RESULTS							
parameters	value	u.o.m.	RL	limit value	analytical method	start/end date of analysis	note
TENORE DI OSSIDI ALCALINO E ALCALINO TERROSI CONTENT OF ALKALINE AND ALKALINE-EARTHY OXIDES							
Na ₂ O	0,7	%	0,1		EPA 3052 + ISO 11885:2009	6.5.2021 7.5.2021	
K ₂ O	0,7	%	0,1		EPA 3052 + ISO 11885:2009	6.5.2021 7.5.2021	
MgO	6,3	%	0,2		EPA 3052 + ISO 11885:2009	6.5.2021 7.5.2021	
CaO	12,5	%	0,1		EPA 3052 + ISO 11885:2009	6.5.2021 7.5.2021	
BaO	<0,1	%	0,1		EPA 3052 + ISO 11885:2009	6.5.2021 7.5.2021	
Ossidi alcalini e alcalini terrosi totali total alkaline and alkaline-earthly ox.	20,3	%	0,1	18	per vie di calcolo	6.5.2021 13.5.2021	(1)
Fibre artificiali vetrose artificial vitreous fibers	29,7	%	1		metodo interno	6.5.2021 7.5.2021	
DIAMETRO MEDIO DELLE FIBRE MINERALI ARTIFICIALI AVERAGE DIAMETER OF ARTIFICIAL MINERAL FIBERS							
Diametro minimo rilevato min diameter	5	µm			metodo interno + analisi MOCF	13.5.2021 17.5.2021	
Diametro massimo rilevato max diameter	11	µm			metodo interno + analisi MOCF	13.5.2021 17.5.2021	
Diametro prevalente prevailing diameter	8	µm			metodo interno + analisi MOCF	13.5.2021 17.5.2021	
Diametro medio average diameter	8	µm			metodo interno + analisi MOCF	13.5.2021 17.5.2021	
Scarto quadratico medio standard deviation	1,1	µm			metodo interno + analisi MOCF	13.5.2021 17.5.2021	
Diametro geometrico medio pesato su lunghezza – 2 err. (DLG – 2ES)	8	µm		< 6 HP7	metodo interno + analisi MOCF	13.5.2021 17.5.2021	(1)

Nella matrice è stata selezionata la voce “FAV” trattandosi appunto di questa tipologia di fibra, che con determinate caratteristiche è considerata pericolosa:

TIPOLOGIA FIBRA		NOTE
indicare la tipologia di fibra, se conosciuta, altrimenti selezionare N.D.		
N.D.		
FCR		
FAV	x	
		PERICOLOSO H351 - CAT. 2
		POSSIBILE

ANALISI LABORATORIO		NOTE
SI	x	
NO		
		INSERISCI DIAMETRO FIBRE

Tramite le analisi di laboratorio eseguite, si giunge a conclusione che le FAV in questo caso non sono pericolose, grazie al diametro maggiore di 6 µm:

DIAMETRO FIBRE		NOTE
selezionare solo se eseguita analisi di laboratorio		
< 6 µm		
> 6 µm	x	
		NON PERICOLOSO

TENORE OSSIDI ALCALINO-TERROSI		NOTE
selezionare solo se eseguita analisi di laboratorio e diametro fibre < 6 µm		
< 18%		
> 18%	x	
		NON PERICOLOSO

Gli ossidi alcalino terrosi sono in concentrazione maggiore di 18%.

GIUDIZIO FINALE
NON PERICOLOSO

Il giudizio finale darà come risultato che la fibra campionata nel cantiere in esame non è pericolosa.

GRAVITA' (G)		
VEDASI CLASSIFICAZIONE FIBRA		
NON PERICOLOSO	x	1
PERICOLOSO H351 - CAT. 2		3
PERICOLOSO H350i - CAT. 1B		5
PUNTEGGIO		1

La fibra, come confermato dai test di laboratorio, non è pericolosa e ha un punteggio di 1.

ESPOSIZIONE (E)		
COME SOMMATORIA DEI PUNTEGGI SEGUENTI		
FASE OPERATIVA (F)		
INSTALLAZIONE	x	0,5
RIMOZIONE/PRODUZIONE		1
PUNTEGGIO		0,5

Il campionamento è stato effettuato in fase di installazione, che corrisponde ad un valore di 0,5.

DURATA ESPOSIZIONE (D)			
rispetto all'orario di lavoro			
OCCASIONALE	< 10%		0,5
FREQUENTE	10-25%		1
ABITUALE	26-50%		1,5
CONTINUA	> 50%	x	2
PUNTEGGIO			2

La durata dell'esposizione rispetto all'orario lavorativo è maggiore del 50%, corrispondente al valore 2.

QUANTITA' ESPOSIZIONE (Q)			
TRASCURABILE	< 0,1 kg		0,5
BASSA	0,1 - 1 kg		1
MEDIA	1 - 10 kg		1,5
ALTA	> 10 kg	x	2
PUNTEGGIO			2

La quantità di materiale installato è maggiore di 10 chili, quindi il punteggio sarà 2.

AMBIENTE DI LAVORO (A)		
APERTO / CAPP A LAMINARE	x	0,5
CHIUSO AERATO / VENTILATO		1
CHIUSO POCO/NON AERATO		2
PUNTEGGIO		0,5

L'ambiente di lavoro nel quale si opera si trova all'aperto (0,5).

E = (F + D + Q + A)		5,0	
			PUNTEGGIO ATTRIBUITO
ALTO		≥ 6	4
MEDIO		> 2 - < 6	2
BASSO		≤ 2	1
ESPOSIZIONE (E)		2	

L'Esposizione, data dalla somma di Fase operativa, Durata dell'esposizione, Quantità di esposizione, e Ambiente di lavoro, è uguale a 5, corrispondente al rischio medio, e le viene attribuito un punteggio di 2.

R = G x E		2,0
MOLTO ALTO		≥ 15
ALTO		≥ 9 - < 15
MEDIO		≥ 3 - < 9
BASSO		< 3

Il rischio, dato dalla moltiplicazione tra Gravità (1) ed Esposizione (2) è uguale a 2,0, corrispondente ad un rischio basso.

Avendo ottenuto un rischio basso, qualunque tipo di maschera filtrante va bene per la protezione dell'esposizione, perché il rischio avrà in ogni caso un valore basso. Il rischio è ottenuto dal rapporto tra il Rischio inalatorio (Ri) e il fattore K dato dall'utilizzo della maschera filtrante. Può essere basso, medio, alto oppure molto alto

Nelle sottostanti tabelle vengono dimostrate le varie casistiche:

Maschera protettiva FFP3:

UTILIZZO MASCHERA FILTRANTE (K)			
SEMIFACCIALE FILTRANTE FFP3		7	
MASCHERA PROTETTIVA FFP3	x	5	
MASCHERA PROTETTIVA FFP2		3	
MASCHERA PROTETTIVA FFP1		2	
NESSUNA MASCHERA		1	
PUNTEGGIO		5	
R_k = R_i / K		0,4	

Maschera protettiva FFP2:

UTILIZZO MASCHERA FILTRANTE (K)			
SEMIFACCIALE FILTRANTE FFP3		7	
MASCHERA PROTETTIVA FFP3		5	
MASCHERA PROTETTIVA FFP2	x	3	
MASCHERA PROTETTIVA FFP1		2	
NESSUNA MASCHERA		1	
PUNTEGGIO		3	
R_k = R_i / K		0,7	

Maschera protettiva FFP1:

UTILIZZO MASCHERA FILTRANTE (K)			
SEMIFACCIALE FILTRANTE FFP3		7	
MASCHERA PROTETTIVA FFP3		5	
MASCHERA PROTETTIVA FFP2		3	
MASCHERA PROTETTIVA FFP1	x	2	
NESSUNA MASCHERA		1	
PUNTEGGIO		2	
$R_k = R_i / K$			1,0

Nessuna maschera:

UTILIZZO MASCHERA FILTRANTE (K)			
SEMIFACCIALE FILTRANTE FFP3		7	
MASCHERA PROTETTIVA FFP3		5	
MASCHERA PROTETTIVA FFP2		3	
MASCHERA PROTETTIVA FFP1		2	
NESSUNA MASCHERA	x	1	
PUNTEGGIO		1	
$R_k = R_i / K$			2,0

Si può vedere che anche senza l'utilizzo di nessun tipo di maschera filtrante il rischio rimanga comunque basso. Questo è dato dalle caratteristiche delle FAV campionate. Ciò non significa che i lavoratori possano svolgere la loro attività senza nessun tipo di protezione siccome queste fibre, anche se non pericolose H350i o H351, possono comunque dare comunque altri tipi di lievi disturbi.

11.4 CASO STUDIO 4

MATERIALE PERICOLOSO

Lana di roccia FAV categoria 2 – cantiere

I campionamenti di lana di roccia potenzialmente cancerogena sono stati eseguiti all'interno di un cantiere, durante la fase di rimozione di materiali contenenti fibre. I dati risultanti dalle analisi di laboratorio sono:

RISULTATI ANALITICI ANALYTICAL RESULTS							
parameters	value	u.o.m.	RL	limit value	analytical method	start/end date of analysis	note
TENORE DI OSSIDI ALCALINO E ALCALINO TERROSI CONTENT OF ALKALINE AND ALKALINE-EARTHY OXIDES							
Na ₂ O	0,4	%	0,1		EPA 3052 + ISO 11885:2009	17.9.2021 23.9.2021	
K ₂ O	0,7	%	0,1		EPA 3052 + ISO 11885:2009	17.9.2021 23.9.2021	
MgO	4,8	%	0,2		EPA 3052 + ISO 11885:2009	17.9.2021 23.9.2021	
CaO	15,2	%	0,1		EPA 3052 + ISO 11885:2009	17.9.2021 23.9.2021	
BaO	0,1	%	0,1		EPA 3052 + ISO 11885:2009	17.9.2021 23.9.2021	
Ossidi alcalini e alcalini terrosi totali total alkaline and alkaline-earthly ox.	21,2	%	0,1	18	per vie di calcolo	17.9.2021 23.9.2021	(1)
Fibre artificiali vetrose artificial vitreous fibers	21,5	%	1		metodo interno	17.9.2021 23.9.2021	
DIAMETRO MEDIO DELLE FIBRE MINERALI ARTIFICIALI AVERAGE DIAMETER OF ARTIFICIAL MINERAL FIBERS							
Diametro minimo rilevato min diameter	4	µm			metodo interno + analisi MOCF	17.9.2021 17.9.2021	
Diametro massimo rilevato max diameter	8	µm			metodo interno + analisi MOCF	17.9.2021 17.9.2021	
Diametro prevalente prevailing diameter	5	µm			metodo interno + analisi MOCF	17.9.2021 17.9.2021	
Diametro medio average diameter	5,5	µm			metodo interno + analisi MOCF	17.9.2021 17.9.2021	
Scarto quadratico medio standard deviation	1,2	µm			metodo interno + analisi MOCF	17.9.2021 17.9.2021	
Diametro geometrico medio pesato su lunghezza - 2 err. (DLG - 2ES)	5,3	µm		< 6 HP7	metodo interno + analisi MOCF	17.9.2021 17.9.2021	(1)

Inserendo nella matrice i dati raccolti, si ottengono i seguenti risultati:

TIPOLOGIA FIBRA		NOTE
indicare la tipologia di fibra, se conosciuta, altrimenti selezionare N.D.		
N.D.		
FCR		
FAV	X	
		PERICOLOSO H351 - CAT. 2
		POSSIBILE

In questo caso le fibre campionate sono le FAV, pericolose H351 di categoria 2, ovvero “esistono prove sufficienti per ritenere verosimile che l’esposizione dell’uomo alla sostanza possa provocare lo sviluppo di alterazioni genetiche ereditarie, in generale sulla base di: adeguati studi su animali; altre informazioni rilevanti”.

ANALISI LABORATORIO		NOTE
SI	X	
NO		
		INSERISCI DIAMETRO FIBRE

Sono state eseguite le analisi di laboratorio.

DIAMETRO FIBRE		NOTE
selezionare solo se eseguita analisi di laboratorio		
< 6 µm	x	
> 6 µm		
		PERICOLOSO H351 - CAT. 2

Il diametro delle fibre è minore di 6 µm, caratteristica che ne conferma la pericolosità.

TENORE OSSIDI ALCALINO-TERROSI		NOTE
selezionare solo se eseguita analisi di laboratorio e diametro fibre < 6 µm		
< 18%		
> 18%	x	
		PERICOLOSO H351 - CAT. 2

La concentrazione di ossidi alcalino terrosi è maggiore del 18%, quindi se ne conferma la pericolosità.

TEST BIOSOLUBILITA'		NOTE
SI		
NO	x	
		PERICOLOSO H351 - CAT. 2

Non è stato eseguito il test di biosolubilità, quindi si conferma ulteriormente la pericolosità della fibra.

GIUDIZIO FINALE
PERICOLOSO H351 - CAT. 2

Infatti, in conclusione il giudizio finale si esprime come “pericoloso H351 categoria 2”.

GRAVITA' (G)		
VEDASI CLASSIFICAZIONE FIBRA		
NON PERICOLOSO		1
PERICOLOSO H351 - CAT. 2	x	3
PERICOLOSO H350i - CAT. 1B		5
PUNTEGGIO		3

Per quanto riguarda la gravità, viene riportato il risultato dei test di laboratorio svolti in precedenza (punteggio 3).

ESPOSIZIONE (E)		
COME SOMMATORIA DEI PUNTEGGI SEGUENTI		
FASE OPERATIVA (F)		
INSTALLAZIONE		0,5
RIMOZIONE/PRODUZIONE	x	1
	PUNTEGGIO	1

L'esposizione è data dalla rimozione di materiale contenente fibre (1).

DURATA ESPOSIZIONE (D)		
rispetto all'orario di lavoro		
OCCASIONALE	< 10%	0,5
FREQUENTE	10-25%	x 1
ABITUALE	26-50%	1,5
CONTINUA	> 50%	2
	PUNTEGGIO	1

In particolare, in questo caso la durata dell'esposizione è frequente, quindi la percentuale di ore lavorate a contatto con la fibra, in confronto alle ore totali lavorative, varia dal 10 al 25% (1).

QUANTITA' ESPOSIZIONE (Q)		
TRASCURABILE	< 0,1 kg	0,5
BASSA	0,1 - 1 kg	1
MEDIA	1 - 10 kg	x 1,5
ALTA	> 10 kg	2
	PUNTEGGIO	1,5

Tra 1 chilo e 10 chili è la quantità con la quale il lavoratore è esposto durante le operazioni di installazione (1,5).

AMBIENTE DI LAVORO (A)		
APERTO / CAPP A LAMINARE		0,5
CHIUSO AEREATO / VENTILATO		1
CHIUSO POCO/NON AEREATO	x	2
	PUNTEGGIO	2

L'ambiente di lavoro in cui si trova ad operare è chiuso oppure è poco areato (2).

E = (F + D + Q + A)		5,5	
			PUNTEGGIO ATTRIBUITO
ALTO		≥ 6	4
MEDIO		> 2 - < 6	2
BASSO		≤ 2	1
ESPOSIZIONE (E)		2	

L'Esposizione, data dalla somma di Fase operativa, Durata dell'esposizione, Quantità di esposizione, e Ambiente di lavoro, è uguale a 5, corrispondente al rischio medio, e le viene attribuito un punteggio di 2.

R = G x E		6,0
MOLTO ALTO		≥ 15
ALTO		≥ 9 - < 15
MEDIO		≥ 3 - < 9
BASSO		< 3

Il rischio, dato dalla moltiplicazione tra gravità ed esposizione, è uguale a 6, quindi è medio.

Di seguito vengono riportate le varie casistiche date dall'utilizzo di diverse tipologie di protezioni delle vie respiratorie.

Il valore di rischio (Rk) è dato dal rapporto tra il rischio calcolato in precedenza e l'esposizione.

MOLTO ALTO		≥ 15
ALTO		≥ 9 - < 15
MEDIO		≥ 3 - < 9
BASSO		< 3

Maschera protettiva FFP3:

UTILIZZO MASCHERA FILTRANTE (K)		
SEMIFACCIALE FILTRANTE FFP3		7
MASCHERA PROTETTIVA FFP3	x	5
MASCHERA PROTETTIVA FFP2		3
MASCHERA PROTETTIVA FFP1		2
NESSUNA MASCHERA		1
	PUNTEGGIO	5
$R_k = R_i / K$		1,2

Maschera FFP2:

UTILIZZO MASCHERA FILTRANTE (K)		
SEMIFACCIALE FILTRANTE FFP3		7
MASCHERA PROTETTIVA FFP3		5
MASCHERA PROTETTIVA FFP2	x	3
MASCHERA PROTETTIVA FFP1		2
NESSUNA MASCHERA		1
	PUNTEGGIO	3
$R_k = R_i / K$		2,0

Indossando la maschera protettiva FFP3 oppure la FFP2, il rischio rimane ad un livello basso.

Maschera protettiva FFP1:

UTILIZZO MASCHERA FILTRANTE (K)		
SEMIFACCIALE FILTRANTE FFP3		7
MASCHERA PROTETTIVA FFP3		5
MASCHERA PROTETTIVA FFP2		3
MASCHERA PROTETTIVA FFP1	x	2
NESSUNA MASCHERA		1
	PUNTEGGIO	2
$R_k = R_i / K$		3,0

L'utilizzo di una maschera FFP1 comporta l'aumento del rischio ad un livello medio.

UTILIZZO MASCHERA FILTRANTE (K)			
SEMIFACCIALE FILTRANTE FFP3		7	
MASCHERA PROTETTIVA FFP3		5	
MASCHERA PROTETTIVA FFP2		3	
MASCHERA PROTETTIVA FFP1		2	
NESSUNA MASCHERA	x	1	
	PUNTEGGIO	1	
$R_k = R_i / K$			6,0

Anche non utilizzando nessun tipo di dispositivo di protezione, il rischio rimane ad un livello medio.

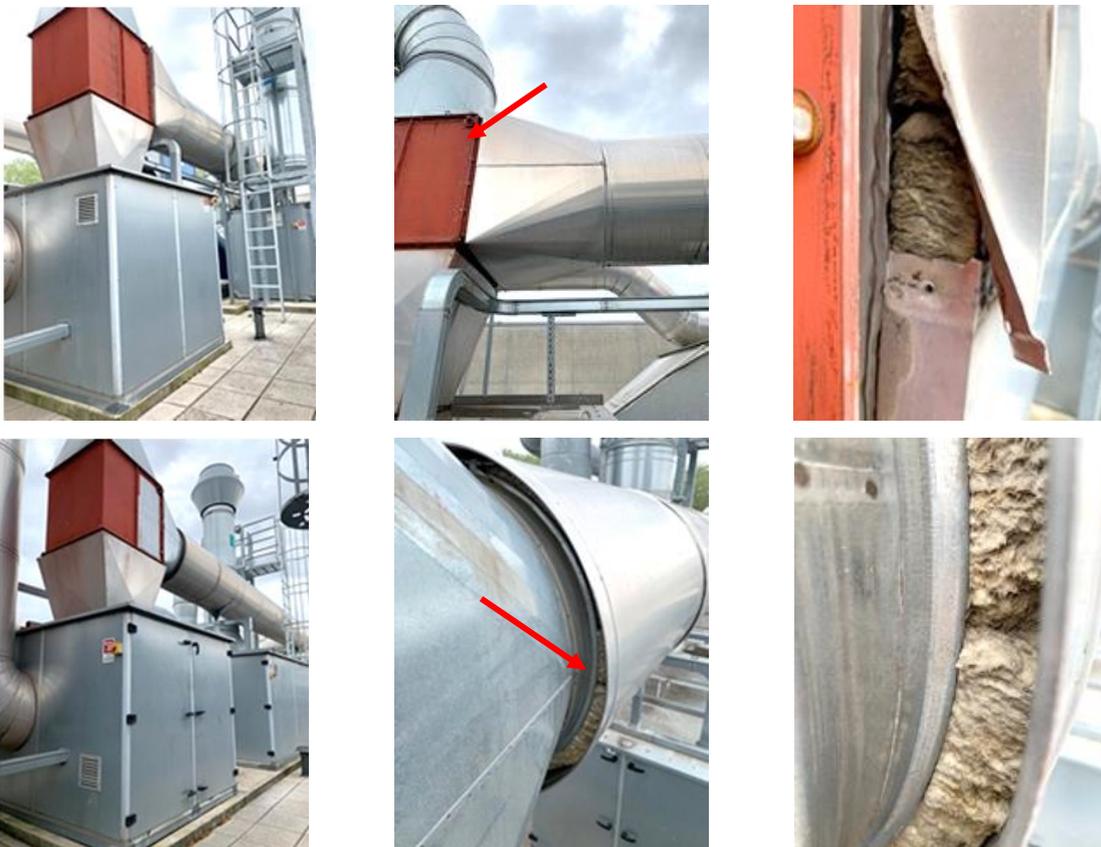
11.5 CASO STUDIO 5

COIBENTAZIONI – FIBRA A FILAMENTO CONTINUO

In questo caso il campionamento è stato eseguito in occasione di attività di manutenzione e verifica di coibentazioni preesistenti sugli impianti di aspirazione polveri in una fabbrica.

In particolare, sono stati prelevati dei campioni contenenti fibre.

Vengono riportate le immagini con l'indicazione del luogo di prelievo.





In particolare, le fibre campionate hanno un diametro nettamente superiore rispetto al limite dei 6 μm de questo indica fin dal principio che la fibra non sarà pericolosa. Il diametro medio misurato è infatti di 20-25 μm , indicando che si è in presenza di fibre a filamento continuo.

Nei risultati di laboratorio che seguono si vede che è presente anche la ricerca di eventuali fibre di amianto all'interno del materiale campionato, che lo avrebbe reso pericoloso. Si può vedere che non è stata rilevata la presenza di questo materiale.

La concentrazione di ossido alcalino terrosi è maggiore di 18%, confermandone la non pericolosità

Elemento	Valore misurato	Limite. Rilevab.	Valore limite
Fibre di vetro (diam.<6 μm) MET.: MOCF A 100X, contrasto di fase	< 10 mg/kg	10 mg/kg	10.000 mg/kg
Diametro medio FAV MET.: MOCF A 500X, contrasto di fase	20 -25 μm	0,1 μm	> 6 μm
Sommatoria ossidi alcalini e alcalino-terrosi (Na ₂ O+K ₂ O+CaO + MgO + BaO)	27,5 % p/p	1 % p/p	> 18 % p/p
Fibre di amianto MET.: MOCF A 100X, Contrasto di fase	Non rilevate	10 mg/kg	1.000 mg/kg

Sono stati inseriti i dati all'interno della matrice per il calcolo del rischio ed è risultato che il materiale campionato non rappresenta un rischio per la salute dei lavoratori.

TIPOLOGIA FIBRA		NOTE
indicare la tipologia di fibra, se conosciuta, altrimenti selezionare N.D.		
N.D.		
FCR		
FAV	x	
		PERICOLOSO H351 - CAT. 2
		POSSIBILE
ANALISI LABORATORIO		NOTE
SI	x	
NO		
		INSERISCI DIAMETRO FIBRE
DIAMETRO FIBRE		NOTE
selezionare solo se eseguita analisi di laboratorio		
< 6 µm		
> 6 µm	x	
		NON PERICOLOSO
TENORE OSSIDI ALCALINO-TERROSI		NOTE
selezionare solo se eseguita analisi di laboratorio e diametro fibre < 6 µm		
< 18%		
> 18%	x	
		NON PERICOLOSO
TEST BIOSOLUBILITA'		NOTE
SI		
NO	x	
		NON PERICOLOSO
GIUDIZIO FINALE		
NON PERICOLOSO		

GRAVITA' (G)		
VEDASI CLASSIFICAZIONE FIBRA		
NON PERICOLOSO	x	1
PERICOLOSO H351 - CAT. 2		3
PERICOLOSO H350i - CAT. 1B		5
	PUNTEGGIO	1

La fibra viene classificata quindi come non pericolosa e le viene attribuito un punteggio di 1.

FASE OPERATIVA (F)		
INSTALLAZIONE	x	0,5
RIMOZIONE/PRODUZIONE		1
PUNTEGGIO		0,5

Nella fase di installazione, il valore è di 0,5.

DURATA ESPOSIZIONE (D)			
rispetto all'orario di lavoro			
OCCASIONALE	< 10%	x	0,5
FREQUENTE	10-25%		1
ABITUALE	26-50%		1,5
CONTINUA	> 50%		2
PUNTEGGIO			0,5

La durata dell'esposizione è stata definita occasionale (0,5) in quanto, essendo la lavorazione data dalla rimozione del materiale, essa avviene in un tempo limitato.

QUANTITA' ESPOSIZIONE (Q)			
TRASCURABILE	< 0,1 kg		0,5
BASSA	0,1 - 1 kg		1
MEDIA	1 - 10 kg		1,5
ALTA	> 10 kg	x	2
PUNTEGGIO			2

La quantità di esposizione è alta (2) poiché il quantitativo di materiale da prelevare è maggiore di 10 chili.

AMBIENTE DI LAVORO (A)		
APERTO / CAPPA LAMINARE	x	0,5
CHIUSO AERATO / VENTILATO		1
CHIUSO POCO/NON AERATO		2
PUNTEGGIO		0,5

Il lavoro prevede attività svolte all'aperto (05), quindi con una buona ventilazione naturale.

E = (F + D + Q + A)		4,0	
			PUNTEGGIO ATTRIBUITO
ALTO		≥ 6	4
MEDIO		> 2 - < 6	2
BASSO		≤ 2	1
ESPOSIZIONE (E)		2	

L'Esposizione, data dalla somma di Fase operativa, Durata dell'esposizione, Quantità di esposizione, e Ambiente di lavoro, è uguale a 4, corrispondente al rischio medio, e le viene attribuito un punteggio di 2.

R = G x E		2,0
MOLTO ALTO		≥ 15
ALTO		≥ 9 - < 15
MEDIO		≥ 3 - < 9
BASSO		< 3

Il rischio, dato dalla moltiplicazione tra gravità ed esposizione, è 2, quindi basso.

Nelle sottostanti tabelle vengono dimostrate le varie casistiche:

Maschera protettiva FFP3:

UTILIZZO MASCHERA FILTRANTE (K)		
SEMIFACCIALE FILTRANTE FFP3		7
MASCHERA PROTETTIVA FFP3	x	5
MASCHERA PROTETTIVA FFP2		3
MASCHERA PROTETTIVA FFP1		2
NESSUNA MASCHERA		1
PUNTEGGIO		5
R_k = R_i / K		0,4

Maschera protettiva FFP2:

UTILIZZO MASCHERA FILTRANTE (K)		
SEMIFACCIALE FILTRANTE FFP3		7
MASCHERA PROTETTIVA FFP3		5
MASCHERA PROTETTIVA FFP2	x	3
MASCHERA PROTETTIVA FFP1		2
NESSUNA MASCHERA		1
	PUNTEGGIO	3
$R_k = R_i / K$		0,7

Maschera protettiva FFP1:

UTILIZZO MASCHERA FILTRANTE (K)		
SEMIFACCIALE FILTRANTE FFP3		7
MASCHERA PROTETTIVA FFP3		5
MASCHERA PROTETTIVA FFP2		3
MASCHERA PROTETTIVA FFP1	x	2
NESSUNA MASCHERA		1
	PUNTEGGIO	2
$R_k = R_i / K$		1,0

Nessuna maschera:

UTILIZZO MASCHERA FILTRANTE (K)		
SEMIFACCIALE FILTRANTE FFP3		7
MASCHERA PROTETTIVA FFP3		5
MASCHERA PROTETTIVA FFP2		3
MASCHERA PROTETTIVA FFP1		2
NESSUNA MASCHERA	x	1
	PUNTEGGIO	1
$R_k = R_i / K$		2,0

Si può vedere che anche senza l'utilizzo di nessun tipo di maschera filtrante il rischio rimanga comunque basso. Questo è dato dalle caratteristiche delle FAV campionate. Ciò non significa che i lavoratori possano svolgere la loro attività senza nessun tipo di protezione siccome queste fibre, anche se non pericolose H350i o H351, possono comunque dare comunque altri tipi di lievi disturbi alle vie respiratorie.

12. DISCUSSIONE

- 1) Nel primo caso studiato, le fibre prese in considerazione sono le fibre ceramiche refrattarie (FCR), normalmente definite con una frase di pericolo H350i e rientrano nella categoria di cancerogeni 1B.

La misurazione del diametro delle fibre, che risulta essere inferiore ai 6 μm , ne conferma ulteriormente la pericolosità, come anche la concentrazione di ossido alcalino terrosi inferiore al 18%. Non sono stati eseguiti test di biosolubilità, quindi il giudizio finale è che le FCR sono cancerogene di categoria 1B e sono accompagnate da una frase di pericolo h350i.

L'esposizione avviene in fase di rimozione del materiale contenente le fibre, con una continuità che ricopre un valore maggiore del 50% dell'orario lavorativo dell'operatore, con un'esposizione ritenuta alta in un ambiente aperto, porta alla conclusione che, per avere un valore di rischio basso per la salute e la sicurezza per i lavoratori, è necessario l'utilizzo di un semifacciale filtrante FF3 oppure una maschera protettiva FFP3.

- 2) Il secondo caso sottoposte allo studio considera delle FCR non pericolose presenti come rifiuto in un'azienda. Normalmente le FCR vengono considerate pericolose H350i e cancerogene 1B; nel caso specifico preso in considerazione, avendo un diametro superiore ai 6 μm e una concentrazione di ossido alcalino terrosi inferiore al 18%, le fibre vengono classificate come non pericolose, a prescindere dal tempo e dalla modalità di esposizione.

Nel caso "peggiorativo" in cui l'esposizione prevede la rimozione come fonte principale di contatto con il materiale contenente FCR, in modo continuo e con una concentrazione alta, il valore di rischio rimane comunque basso. Ciò significa che l'esposizione del lavoratore, anche senza l'utilizzo dei DPI per le vie respiratorie, è da considerarsi a rischio basso. Il lavoratore è tenuto in ogni caso ad indossare un dispositivo di protezione per le vie respiratorie per evitare lievi irritazioni che le fibre possono comunque causare.

- 3) Come nel caso precedente, anche per le FAV considerate come non pericolose, il rischio rimane basso anche senza l'utilizzo del DPI, che rimane comunque consigliato per proteggersi da ulteriori lievi irritazioni.
- 4) Nel caso considerato le fibre a cui sono esposti i lavoratori sono le FAV, categorizzate come cancerogene 2 e sono caratterizzate dalla frase di pericolo H351. Il diametro minore di 6 μm e la concentrazione di ossido alcalino terrosi superiore al 18% ne confermano la pericolosità.
Questa tipologia di fibra viene trattata in fase di installazione, con un'esposizione frequente e con una quantità di esposizione media, per cui il DPI più adeguato affinché il livello di rischio risulti basso è la maschera protettiva FFP2.
- 5) L'ultimo caso preso in esame riguarda le fibre a filamento continuo, che hanno un diametro che varia dai 20 ai 25 μm e che quindi, nonostante la concentrazione di ossido alcalino terrosi sia maggiore del 18%, non sono pericolose. Per cui, con ogni tipo di lavorazione, esposizione e quantità trattata, il rischio rimane basso anche senza l'utilizzo dei DPI, che rimangono comunque fortemente consigliati per ridurre eventuali rischi residui a danno dell'apparato respiratorio.

Al fine di minimizzare gli effetti sulla salute dei lavoratori esposti a FAV e FCR, risulta necessario che il Datore di Lavoro provveda a un'adeguata informazione, formazione e addestramento dei lavoratori, provveda ad attuare misure di prevenzione, fornisca adeguati dispositivi di protezione collettiva o individuali e fornisca istruzioni operative efficaci.

12.1 MISURE DI PREVENZIONE

Al fine di ridurre i livelli di esposizione a FAV, il Datore di Lavoro deve fornire ai lavoratori adeguata formazione e informazione circa le modalità operative di installazione e rimozione del materiale.

Misure di prevenzione generale

- lavorare, se possibile, in ambienti areati;
- coprirsi con indumenti da lavoro;
- sciacquarsi con acqua fredda prima di lavarsi;
- imballare adeguatamente i prodotti con contenitori adeguati e robusti;

- evitare di sottoporre a successive movimentazioni il materiale isolante già posto in opera;
- delimitare e segnalare l'area di lavoro, onde consentirne l'accesso ai soli addetti ai lavori;
- creare una zona sgombra da tutti gli oggetti non necessari allo svolgimento del lavoro, al fine di facilitare le operazioni di pulizia, tramite aspiratore con filtro ad alta efficienza, durante ed al termine del lavoro;
- manipolare con cura i prodotti, con particolare attenzione ad un loro eventuale taglio, che dovrà essere effettuato con utensili manuali;
- tenere costantemente pulita l'area di lavoro, rimuovendo prontamente (tramite imbustamento o aspirapolvere) gli sfridi di lavorazione ed evitandone il calpestio;
- tenere adeguatamente gli operatori informati e formati sui rischi ed i danni derivanti dall'esposizione a FAV e FCR e sulle modalità di utilizzazione dei DPI e DPC.

Precauzioni per la manipolazione sicura

- utilizzare preferibilmente un coltello o una taglierina per tagliare il materiale;
- in caso di utilizzo di attrezzo elettrico, questo deve essere munito di efficiente aspiratore;
- assicurare un'adeguata ventilazione dell'ambiente di lavoro;
- evitare di maneggiare il prodotto non imballato, se non necessario.

Condizioni per l'immagazzinamento sicuro, comprese eventuali incompatibilità

- se possibile, i materiali devono restare nel loro imballaggio originale;
- i materiali senza imballaggio devono essere sempre immagazzinati in luogo asciutto;
- in caso di rimozione del materiale, i rifiuti in attesa di avvio a smaltimento devono essere depositati in big bags o almeno in sacchi neri chiusi, in luogo asciutto e al riparo da vento e pioggia.

12.2 MISURE DI PROTEZIONE

Al fine di ridurre i livelli di esposizione a FAV, il Datore di Lavoro deve fornire ai lavoratori gli adeguati dispositivi di protezione individuali (DPI) fornendo loro tutte le informazioni necessarie al fine di limitarne gli effetti come riportato nel Titolo IX (Sostanze pericolose) del D. Lgs. 81/2008.

Di seguito la dotazione minima di Dispositivi di Protezione Individuale che deve essere fornita dal Datore di lavoro ai lavoratori esposti.

Esposizione cutanea a FAV e FCR

guanti protettivi	occhiali protettivi	tuta intera in Tyvek monouso
EN 388	EN 166	UNI EN 340 UNI EN 465
		

Esposizione inalatoria a FAV

maschera protettiva usa e getta	guanti protettivi	occhiali protettivi
EN 149 (FFP1)	EN 388	EN 166
		

Esposizione inalatoria a FCR

maschera semifacciale filtrante	guanti in nitrile monouso	occhiali protettivi a tenuta	tuta intera in Tyvek monouso
EN 149	UNI EN 374	EN 166	UNI EN 340 UNI EN 465
			

12.3 MISURE DI PRIMO SOCCORSO

Di seguito sono riportate le regole da seguire in seguito a contatto accidentale/esposizione con le fibre minerali.

Cosa fare in caso di:	
INALAZIONE	Allontanarsi dall'esposizione. Sciacquare la gola e soffiarsi il naso per eliminare la polvere.
CONTATTO CON LA PELLE	In caso di prurito, rimuovere gli indumenti contaminati e lavare delicatamente la pelle con acqua fredda
CONTATTO CON GLI OCCHI	Sciacquare abbondantemente con acqua per almeno 15 minuti
INGESTIONE	Bere molta acqua in caso di ingestione accidentale
Principali sintomi ed effetti, sia acuti che ritardati:	
Lo sfregamento meccanico delle fibre più grosse a contatto della gola, della pelle o degli occhi può causare un temporaneo prurito/disagio	
Indicazione dell'eventualità necessità di consultare immediatamente un medico e trattamenti speciali:	
Non previsto. Se differenti reazioni o discomfort causati dalle esposizioni sopra citate persistono, chiedere un parere medico	
MISURE IN CASO DI RILASCIO ACCIDENTALE	
Precauzioni personali, dispositivi di protezione e procedure in caso di emergenza	
In caso di presenza di concentrazioni elevate di polveri, mettere in atto le misure di protezione previste.	
Precauzioni ambientali	
Non previsto.	
Metodi e materiali per il contenimento e la pulizia	
Pulire con un'aspirapolvere o inumidire con acqua prima di spazzare.	

12.4 MONITORAGGI AMBIENTALI

Se il rischio risulta essere rilevante per la salute, è necessario procedere con un monitoraggio ambientale e con la sorveglianza sanitaria. Se invece il rischio è basso o medio, il monitoraggio ambientale può non essere necessario.

Nel caso si ritenga necessario eseguire dei monitoraggi in ambiente di lavoro atti a valutare l'esposizione dei lavoratori esposti, questi dovranno essere eseguiti secondo le modalità previste dalla norma tecnica UNI EN 689:2019, con periodicità in funzione dei risultati ottenuti e in base a quanto previsto dalla norma tecnica stessa.

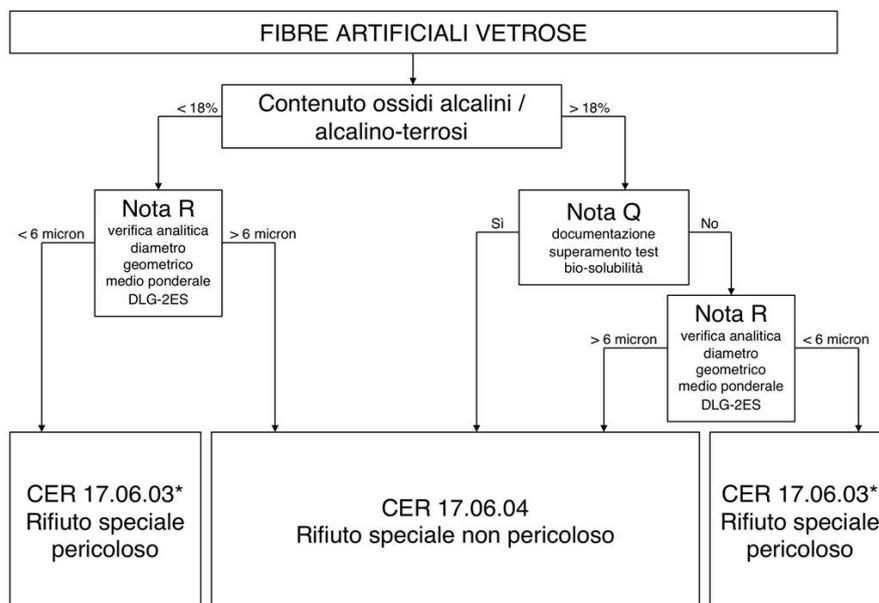
12.5 GESTIONE DEI RIFIUTI

Secondo quanto previsto dal D. Lgs. 152/06 e successive modifiche, i produttori devono identificare correttamente i rifiuti assegnando ad essi l'idoneo Codice CER. L'individuazione del corretto codice avviene seguendo le indicazioni date dalla Direttiva 2009/2/CE del 15 gennaio 2009, recante adeguamento al progresso tecnico della Direttiva 67/548/CEE del Consiglio concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose.

In particolare, le FAV sono state attribuite ai seguenti codici:

- 17.06.03* (rifiuto speciale pericoloso): altri materiali isolanti contenenti o costituiti da sostanze pericolose
- 17.06.04 (rifiuto speciale non pericoloso): materiali isolanti diversi da quelli di cui alle voci 170601 (materiali contenenti amianto) e 170603 (altri materiali isolanti contenenti o costituiti da sostanze pericolose)

Nella seguente Tabella si riassume l'attribuzione del codice CER in base alle caratteristiche chimico-fisiche del materiale.



12.6 SCHEDE DI SICUREZZA E SCHEDE TECNICHE

Se disponibili, è necessario fornire ai lavoratori la Scheda Tecnica o la Scheda di Sicurezza (SDS) del materiale, poiché al suo interno è certificata la biosolubilità della fibra, che definisce se il materiale/rifiuto possa essere considerato NON PERICOLOSO.

	Scheda di istruzioni corretto uso (Safe Use Instructions Sheet)¹
---	--

Sezione 1: IDENTIFICAZIONE DELLA SOSTANZA / MISCELA E DELLA SOCIETA'

1.1 Identificatore del prodotto LANA DI ROCCIA – ad elevato tenore di allumina, basso tenore di silice²

1.2 Usi pertinenti identificati della sostanza o miscela e impieghi sconsigliati

Utilizzo raccomandato: Isolamento termico, acustico e protezione al fuoco per l'edilizia e per applicazioni industriali e navali.

Non esistono controindicazioni in base alle considerazioni sanitarie e ambientali contenute nel regolamento REACH.

Per quanto riguarda il luogo di utilizzo, il prodotto deve essere usato in conformità alle indicazioni tecniche pubblicate da ROCKWOOL®.

1.3 Dettagli relativi al fornitore della Scheda di istruzioni corretto uso (Safe Use Instruction Sheet)

Rockwool Italia S.p.A.³
Via Londonio, 2 - 20154 Milano (MI) Italia
Tel. (+39) 02/34.613.1
Fax (+39) 02/34.613.321
E-mail: inforockwool@rockwool.it

1.4 Numero telefonico di emergenza Tel.: (+39) 02/34.613.1

Sezione 2. IDENTIFICAZIONE DEI PERICOLI

2.1 Classificazione della sostanza o miscela

Non esistono indicazioni di pericolo associate a questo prodotto. La lana di roccia Rockwool è classificata come non pericolosa secondo le Direttive UE 67/548/CEE e 1999/45/CE modificate e abrogate dal Regolamento (CE) n° 1272/2008 per la classificazione, l'etichettatura e l'imballaggio delle sostanze e delle miscele.

2.2 Elementi dell'etichetta

La conclusione complessiva, secondo il regolamento REACH, non prevede alcuna classificazione di pericolo associata alle fibre ROCKWOOL® per quanto riguarda le considerazioni fisiche, sanitarie e ambientali.

2.3 Altri pericoli

L'uso di utensili da taglio ad alta velocità può produrre polveri.

La prima volta che viene riscaldato a circa 200 °C, può avvenire il rilascio dei componenti del legante e dei suoi prodotti di decomposizione che possono causare irritazioni agli occhi e al sistema respiratorio se in concentrazioni elevate. Nella Sezione 8 sono reperibili ulteriori informazioni.

Sezione 3. COMPOSIZIONE / INFORMAZIONE SUGLI INGREDIENTI

Sostanza	Numero E.C. (III)	Quantità in peso (%)	Classificazione ed etichettatura (Regolamento (CE) n°1272/2008)	Classificazione ed etichettatura (Direttiva Europea 67/548/CEE)	Numero di registrazione REACH della sostanza
Lana di roccia (I)	926-099-9	95 – 100%	Non classificato (III)	Non classificato	01-211-947-2313-44
Legante		0 – 5%	Non classificato	Non classificato	
Olio minerale		0 – 0.5%	Non classificato	Non classificato	

(I): Fibre artificiali vetrose (silicati) con orientamento casuale e tenore di ossidi alcalini ed alcalino terrosi (Na₂O+K₂O+CaO+MgO+BaO) maggiore del 18% in peso e che soddisfano una delle condizioni della Nota Q.

¹ Il Regolamento Europeo (CE) sulle sostanze chimiche N° 1907/2006 (REACH), in vigore dal 1° giugno 2007, richiede l'adozione di schede di dati di sicurezza (Safety Data Sheet - SDS) solo per le sostanze e le miscele/preparati classificati come pericolosi. I prodotti in lana minerale (pannelli o feltri-rotoli), sono articoli secondo il Regolamento REACH e quindi la SDS non è legalmente richiesta. Tuttavia, Rockwool ha deciso di fornire ai propri clienti le informazioni più appropriate per assicurare la manipolazione e il corretto utilizzo della lana minerale attraverso questa Scheda di istruzioni corretto uso (Safe Use Instructions Sheet).

² Questo prodotto appartiene alle HT wools (high-alumina, low-silica) (Monografia IARC, 2002)

³ I prodotti Rockwool provengono da diversi stabilimenti produttivi del Gruppo.

SCHEDA DI ISTRUZIONI CORRETTO USO - SAFE USE INSTRUCTIONS SHEET

(II): Non classificato H351 "sospettato di provocare il cancro". le fibre di lana di roccia sono classificate non cancerogene secondo la nota Q della Direttiva 97/69/CEE e il Regolamento n° 1272/2008 (G.U.C.E. L.353 del 31 Dicembre 2008, pag. 335).
(III): E.C.: n° E.C., stabilito dalla Commissione Europea per l'identificazione dei materiali.

Possibili materiali di rivestimento: velo minerale, film di alluminio, film di alluminio rinforzato da rete in fibra minerale, carta kraft politenata, rete metallica, film di polipropilene, lastra in gesso rivestito, tessuto minerale.

Sezione 4. MISURE DI PRIMO SOCCORSO

4.1 Informazione per i diversi tipi di esposizione:

4.1.1 Inalazione

Allontanarsi dall'esposizione. Sciacquare la gola e soffiarsi il naso per eliminare la polvere.

4.1.2 Contatto con la pelle

In caso di prurito, rimuovere gli indumenti contaminati e lavare delicatamente la pelle con acqua fredda e sapone.

4.1.3. Contatto con gli occhi

Sciacquare abbondantemente con acqua per almeno 15 minuti.

4.1.4. Ingestione

Bere molta acqua in caso di ingestione accidentale.

4.2 Principali sintomi ed effetti, sia acuti che ritardati

Lo sfregamento meccanico delle fibre più grosse a contatto della gola, della pelle o degli occhi può causare un temporaneo prurito/disagio.

4.3 Indicazione dell'eventuale necessità di consultare immediatamente un medico e trattamenti speciali

Non previsto.

Se differenti reazioni o discomfort causati dalle esposizioni sopra citate persistono, chiedere il parere di un medico.

Sezione 5. MISURE ANTINCENDIO

5.1 Mezzi estinguenti

5.1.1. Mezzi estinguenti idonei

Acqua, schiuma, anidride carbonica (CO₂) e polvere

5.1.2. Mezzi estinguenti non idonei

Nessuno

5.3. Raccomandazione per gli addetti all'estinzione degli incendi

I prodotti non rivestiti sono incombustibili, mentre alcuni materiali usati nell'imballaggio o i rivestimenti possono essere combustibili. In caso di incendi estesi in aree poco ventilate o che coinvolgono materiali di imballaggio, potrebbero essere necessari mascherine di protezione o respiratori.

Sezione 6. MISURE IN CASO DI RILASCIO ACCIDENTALE

6.1 Precauzioni personali, dispositivi di protezione e procedure in caso di emergenza

In caso di presenza di concentrazioni elevate di polveri, usare la medesima dotazione di protezione personale descritta nella Sezione 8.

6.2. Precauzioni ambientali

Non previsto

6.3. Metodi e materiali per il contenimento e la pulizia

Pulire con un aspirapolvere o inumidire con acqua prima di spazzare.

SCHEDA DI ISTRUZIONI CORRETTO USO - SAFE USE INSTRUCTIONS SHEET

6.4. Riferimento ad altre sezioni

Si veda la Sezione 8 per ulteriori dettagli.

Section 7. MANIPOLAZIONE E IMMAGAZZINAMENTO

7.1. Precauzioni per la manipolazione sicura

Nessuna misura specifica. Utilizzare preferibilmente un coltello per tagliare. In caso di utilizzo di attrezzo elettrico, questo deve essere munito di efficiente aspiratore.

Assicurare un'adeguata ventilazione dell'ambiente di lavoro. Si veda la Sezione 8.

Evitare di maneggiare il prodotto non imballato, se non necessario. Si veda la Sezione 8.

7.2. Condizioni per l'immagazzinamento sicuro, comprese eventuali incompatibilità

Misure tecniche	Nessuna misura speciale necessaria.
Condizione idonea di stoccaggio	I prodotti devono essere stoccati in luogo asciutto. Se possibile i materiali devono restare nel loro imballaggio originale. I materiali senza imballaggio devono essere sempre immagazzinati in luogo asciutto.
Materiali incompatibili	Nessuno
Materiale di imballaggio	I prodotti sono imballati con film di polietilene o cartone su pallet di legno o di lana di roccia.

Sezione 8. CONTROLLI DELL'ESPOSIZIONE / PROTEZIONE INDIVIDUALE

8.1. Parametri di controllo

Nella legislazione italiana non esistono valori limite di esposizione per le fibre di lane minerali nei luoghi di lavoro.

Come sottolineato anche dalla circolare n.4 del Ministero della Sanità del 15/03/2000, si può pertanto utilizzare come riferimento l'indicazione relativa al limite soglia (TLV-TWA) dell'*American Conference of Governmental Industrial Hygienist* (ACGIH).

8.2. Controlli dell'esposizione

8.2.2 Dispositivi di protezione individuale

(a) Protezione degli occhi

Indossare occhiali protettivi quando si applicano prodotti al di sopra della testa. La protezione degli occhi secondo EN 166 è consigliata.

(b) Protezione della pelle,

i. Protezione delle mani

Utilizzare guanti per prevenire prurito in conformità a EN 388.

ii. Altro

Coprirsi con idonei indumenti da lavoro.

(c) Protezione respiratoria

Se si lavora in ambienti non ventilati o durante operazioni che possono generare emissioni di polveri, indossare una maschera protettiva usa e getta. Si raccomanda un tipo conforme a EN 149 FFP1. La prima volta che l'isolante in lana viene riscaldato a circa 200 °C, può avvenire il rilascio dei componenti del legante e dei suoi prodotti di decomposizione. Queste emissioni possono essere riconosciute dal loro odore acre e possono causare irritazioni agli occhi e al sistema respiratorio se in concentrazioni elevate. In generale i prodotti della decomposizione della pirolisi o combustione di materiali organici può provocare una sensibilizzazione respiratoria. Non esistono casi registrati di sensibilizzazione respiratoria dovuta ai gas rilasciati dai prodotti ROCKWOOL®. Per controllare l'esposizione ai fumi la prima volta che si utilizzano apparecchiature operanti ad elevate temperature d'esercizio, è opportuno provvedere alla ventilazione generale per la diluizione e/o alla ventilazione del locale per l'eliminazione. Operare in queste condizioni di lavoro, richiede l'uso di una maschera con la fornitura di aria fresca. La decomposizione del legante in applicazioni a caldo può durare fino a 96 ore, in relazione alle temperature d'esercizio.

SCHEDA DI ISTRUZIONI CORRETTO USO - SAFE USE INSTRUCTIONS SHEET

Le seguenti frasi e/o pittogrammi sono riportate sugli imballaggi:

“Lo sfregamento meccanico di fibre sulla pelle può causare una sensazione momentanea di prurito.”



Ventilare preferibilmente gli ambienti di lavoro



Procedere alla raccolta dei rifiuti secondo le norme vigenti



Coprirsi con indumenti di lavoro. Se si lavora in ambienti non ventilati indossare mascherine usa e getta



Pulire l'ambiente di lavoro con aspiratore



Indossare occhiali protettivi quando si applicano prodotti al di sopra della testa



Sciocquarsi con acqua fredda prima di lavarsi

Sezione 9 PROPRIETA' FISICHE E CHIMICHE

9.1. Informazioni sulle proprietà fisiche e chimiche di base

- | | |
|--|--|
| a) Aspetto | Solido, articolo in rotoli, pannelli o forme sagomate. Colore grigio - verde - giallo (lana di roccia) |
| b) Odore | Inodore |
| c) Limite di odore | Vedi sopra - limite non applicabile |
| d) pH | Non applicabile, il materiale è solido |
| e) Punto di fusione | >1000 °C |
| f) Punto di ebollizione | Non pertinente |
| g) Punto di infiammabilità | Non pertinente |
| h) Tasso di evaporazione | Non pertinente |
| i) Infiammabilità | Non pertinente, materiale incombustibile |
| j) Proprietà esplosive | Non pertinente |
| k) Temperatura di autocombustione | Incombustibile |
| l) Temperatura di decomposizione | La prima volta che la lana viene riscaldata alla temperatura di 200°C può verificarsi il rilascio dei componenti del legante e dei suoi prodotti di decomposizione |
| m) Densità | A seconda del prodotto (circa da 20 a 320 kg/m ³) |
| n) Solubilità in acqua | Generalmente chimicamente inerte e insolubile in acqua |
| o) Solubilità grassi | Non pertinente |

SCHEDA DI ISTRUZIONI CORRETTO USO - SAFE USE INSTRUCTIONS SHEET

p) **Proprietà ossidanti**

Materiale non ossidante, e pertanto non pertinente

Sezione 10. STABILITA' E REATTIVITA'

10.1. Reattività

Non reattivo

10.2. Stabilità chimica

Stabile

10.3. Possibilità di reazioni pericolose

Non reattivo

10.4. Condizioni da evitare

Nessuna specificata

10.5. Materiali incompatibili

Nessuno specificato

10.6. Prodotti di decomposizione pericolosi

Il riscaldamento della lana minerale a più di 200 °C dà luogo ad una reazione di decomposizione del legante, percepibile per il caratteristico odore. Le emissioni si verificano solitamente al primo riscaldamento di un elemento isolato con lana minerale. Si raccomanda di assicurare una ventilazione adeguata quando si utilizzano tali apparati per la prima volta. I prodotti di decomposizione sono gli stessi previsti per qualsiasi materiale organico e derivano principalmente dalla pirolisi o combustione della resina. Questi prodotti di decomposizione sono essenzialmente costituiti da CO₂, CO, particelle di carbonio e acqua. La decomposizione del legante in applicazioni a caldo può durare fino a 96 ore, secondo le temperature d'esercizio.

Sezione 11. INFORMAZIONI TOSSICOLOGICHE

11.1. Informazioni sugli effetti tossicologici

a) **Tossicità acuta**

Nessuna tossicità acuta

b) **Irritazione**

Le fibre possono causare effetti cutanei (per es. prurito), nel tratto respiratorio superiore (membrane mucose) e oculari, che scompaiono spontaneamente. Nessun effetto di carattere chimico.

c) **Corrosività**

Nessuna corrosività

d) **Sensibilizzazione**

Nessuna sensibilizzazione

e) **Tossicità a dose ripetuta**

Nessuna tossicità a dose ripetuta

f) **Cancerogenicità**

Assente.

Grazie alla loro elevata biosolubilità, le fibre usate nei materiali isolanti in la lana di roccia ROCKWOOL® sono considerate esenti da qualsiasi sospetto di possibili effetti cancerogeni in accordo alla Direttiva UE 97/69/CE (Nota Q). Nell'ottobre 2001 l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) ha classificato gli isolanti in lana di roccia nel Gruppo 3 (non classificabile quanto alla sua cancerogenicità per l'uomo).

Inoltre, nella UE, la classificazione di cancerogenicità non si applica alle lane minerali, tra queste la lana di roccia, che risulta conforme alla nota Q della Direttiva 97/69/CE e del Regolamento Europeo 1272/2008. (vedere anche la Sezione 15). Le fibre ROCKWOOL® non sono classificate come pericolose nel regolamento REACH.

g) **Mutagenicità**

Non mutageno

Data di pubblicazione: Maggio 2015

page : 5 of 8

SCHEDA DI ISTRUZIONI CORRETTO USO - SAFE USE INSTRUCTIONS SHEET

- h) **Tossicità per la riproduzione**
Nessuna tossicità per la riproduzione

Sezione 12. INFORMAZIONI ECOLOGICHE

12.1. Tossicità

Assente. Questo prodotto non provoca alcun danno a piante o animali nelle normali condizioni d'uso. La lana di roccia è principalmente prodotta da materiale roccioso e lana di roccia riciclata.

12.2. Persistenza e degradabilità

Nessuna

12.3. Potenziale di bioaccumulo

Nessuno

12.4. Mobilità nel suolo

Nessuno

12.5. Risultato della valutazione PBT e vPvB PBT

Nessuna valutazione richiesta

12.6. Altri effetti avversi

Facendo affidamento sulle proprietà termiche dell'aria intrappolata al suo interno, la lana di roccia ROCKWOOL® non ha mai richiesto l'uso di agenti espandenti dannosi per lo strato di ozono o per l'effetto serra (Ozone Depleting Potential o Global Warming Potential).

Sezione 13. CONSIDERAZIONI SULLO SMALTIMENTO

13.1. Metodi di trattamento dei rifiuti

- (a) **Scarti**
Smaltire in modo conforme alle normative e procedure vigenti nel Paese di utilizzo o di smaltimento
- (b) **Materiali di imballaggio**
Smaltire in conformità ai regolamenti vigenti (locali)
- (c) **Codice CER (Catalogo Europeo dei Rifiuti)**
17 06 04
- (d) **Informazioni sullo smaltimento**
In Italia, i rifiuti costituiti da lana minerale possono essere smaltiti nelle discariche per rifiuti non pericolosi. Il deposito dei rifiuti avviene direttamente all'interno della discarica in celle dedicate, realizzati con gli stessi criteri adottati per rifiuti inerti.

Sezione 14. INFORMAZIONI SUL TRASPORTO

14.1. Numero ONU

Non applicabile

14.2. Nome di spedizione dell'ONU

Non applicabile

14.3. Classi di pericolo connesse al trasporto

Non applicabile

14.4. Gruppo di imballaggio

Non applicabile

Data di pubblicazione: Maggio 2015

page : 6 of 8

SCHEDA DI ISTRUZIONI CORRETTO USO - SAFE USE INSTRUCTIONS SHEET

14.5 Pericoli per l'ambiente

Non applicabile

14.6 Precauzioni speciali per gli utilizzatori

Nessuna specificata

Sezione 15. INFORMAZIONI SULLA REGOLAMENTAZIONE

15.1. Norme e legislazione su salute, sicurezza e ambiente specifiche per la sostanza o miscela

Per gli isolanti ROCKWOOL®, secondo il regolamento REACH, non è prevista alcuna classificazione di rischio, per quanto riguarda gli aspetti fisici, sanitari e ambientali.

15.2. Valutazione della sicurezza chimica Nessuna valutazione richiesta

Sezione 16 ALTRE INFORMAZIONI

Sebbene secondo il regolamento REACH non sia richiesta una scheda di dati di sicurezza per i prodotti ROCKWOOL®, questo documento è usato da ROCKWOOL® per fornire informazioni sulla salute e la sicurezza, secondo un modello codificato.

Questa scheda con informazioni sulla sicurezza è conforme alla Direttiva UE 91/155/CEE, e alle successive modifiche e integrazioni della 93/112/CE e 2001/58/CE. Sono incluse delle modifiche relative al modello, come descritto nell'Allegato II del REACH (maggio 2010).

Le fibre di lana di roccia di questo prodotto sono esonerate dalla classificazione di sospetta cancerogenicità secondo la Direttiva Europea 97/69/CE e il Regolamento (CE) 1272/2008 se soddisfano uno dei criteri della nota Q da loro richiamati.

Tutti i prodotti commercializzati da ROCKWOOL® sono costituiti da fibre classificate come non cancerogene e sono certificati da EUCEB o RAL.

Entrambe le certificazioni attestano la classificazione del prodotto in base alla completa soddisfazione dei parametri riportati nella Nota Q, definiti dalla Direttiva 97/69/CE e dal Regolamento (CE) n° 1272/2008.

RAL identifica la certificazione emessa dalla Gutegemeinschaft Mineralwolle E.V. (GGM) di Francoforte (Associazione per la qualità della lana minerale, <http://www.ral-mineralwolle.de>).

EUCEB (European Certification Board for Mineral Wool Products - www.euceb.org) è pubblicata da un ente di certificazione indipendente.

Per garantire la conformità delle fibre ai criteri di esonero tutti i test e le procedure di supervisione sono eseguiti da istituti indipendenti, esperti e qualificati. Lo EUCEB garantisce l'attuazione di misure di autocontrollo da parte dei produttori di lane minerali.

I produttori di lana minerali aderenti a EUCEB si impegnano:

- a fornire rapporti di campionamento ed analisi effettuati da laboratori riconosciuti da EUCEB, dimostrando il rispetto delle fibre ad uno dei quattro criteri di esonero descritti nella Nota Q della Direttiva 97/69/CE,
- ad essere sottoposti a due controlli all'anno, in ciascuna unità produttiva, da parte di enti terzi indipendenti riconosciuti da EUCEB (campionamento e conformità alla composizione chimica originale),
- ad attuare procedure interne di autocontrollo in ciascuna unità produttiva.

I prodotti che rispondono alla certificazione EUCEB sono riconoscibili dal logo EUCEB sull'imballo.  EUCEB è un ente certificato ISO 9001:2000.

Per ulteriori informazioni si rimanda al documento approvato dalla Conferenza Stato/Regioni, il 25 marzo 2015, su proposta del Ministero della Salute, dal titolo "LE FIBRE ARTIFICIALI VETROSE (FAV) Linee guida per l'applicazione della normativa inerente ai rischi di esposizioni e le misure di prevenzione per la tutela della salute".

Le persone che desiderano informazioni più dettagliate possono contattare il produttore (indirizzo sulla prima pagina di questa scheda). Le informazioni fornite nel presente documento rispondono allo stato delle nostre conoscenze al momento della pubblicazione e sono fornite in buona fede.

Si richiama l'attenzione degli utenti a possibili rischi nei casi in cui il prodotto sia utilizzato per applicazioni diverse da

Data di pubblicazione: Maggio 2015

page : 7 of 8

SCHEDA DI ISTRUZIONI CORRETTO USO - SAFE USE INSTRUCTIONS SHEET

quelle per le quali è stato progettato. Le presenti informazioni riflettono valori tipici e non sono specifiche di prodotto. Nessuna garanzia espressa o implicita.

Le informazioni fornite nel presente documento rispondono allo stato delle nostre conoscenze al momento della pubblicazione. Si richiama l'attenzione degli utenti a possibili rischi nei casi in cui il prodotto sia utilizzato per applicazioni diverse da quelle per le quali è stato progettato.

13. CONCLUSIONI

L'utilizzo di un algoritmo di valutazione del rischio dato dall'esposizione alle fibre artificiali vetrose nasce dalla necessità di standardizzare i criteri per la definizione di un livello di rischio al quale sono esposti gli operatori del settore.

Le FAV, dopo la messa al bando dell'amianto, vengono largamente usate in sostituzione dello stesso, soprattutto nel campo edilizio, cantieristico e in quello residenziale, grazie alle caratteristiche delle fibre stesse, le quali si stanno rivelando essere meno pericolose.

Il livello di rischio varia in base alle caratteristiche chimico-fisiche delle fibre presenti nei materiali di lavorazione, dalle modalità di lavorazione, ad esempio che si tratti di installazione o rimozione del materiale trattato, dalla frequenza di esposizione e dalla quantità del materiale stesso.

Per quanto riguarda le caratteristiche chimico-fisiche, a influenzare gli esiti della valutazione sono parametri quali diametro, concentrazione di ossido alcalino terrosi, biosolubilità (accertabile in seguito a presenza risultati dei test).

Attraverso l'algoritmo di valutazione viene pertanto definito un livello di rischio per i lavoratori esposti alle fibre artificiali vetrose.

L'utilizzo di DPI adeguati nonché la redazione di procedure atte a minimizzare il rischio di contatto e di esposizione per i lavoratori, sia in fase di installazione che di rimozione dei materiali nonché istruzioni operative per una corretta gestione dei rifiuti, permette la riduzione del livello di rischio.

Risulta tuttavia necessario che i lavoratori siano adeguatamente formati sui rischi specifici e in particolare sul rischio di esposizione ad agenti chimici e cancerogeni.

14. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

1. Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province autonome di Trento e Bolzano (10/11/2016) [pp. 5 – 12, 14, 19 – 20, 22 – 32, 34 – 36]
2. *Modello applicativo proposto dalla Regione Piemonte per la valutazione del rischio da agenti chimici Al.Pi.RiS.Ch.* (set. 2016 rev.02) [pp. 6 – 7, 10 – 11, 16]
3. *IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans – vol. 81 “Man-made vitreous fibres”* (2002) [pp. 43 – 45, 48, 52 – 60]
4. Lennart Lundgren, Cecilia Moberg, Carola Lidén: “*Do insulation products of man-made vitreous fibres still cause skin discomfort?*”
5. “*Io scelgo la sicurezza*” – Bollettino regionale sulla salute e sicurezza nei luoghi di lavoro, Regione Piemonte; settembre 2015
6. DM 10/06/2014 – *Elenco delle malattie per le quali è obbligatoria la denuncia di malattia professionale* [Allegato, pp. 13, 47]
7. DM 09/04/2008 – *Nuove tabelle delle malattie professionali* [pp. 17]
8. DM 06/09/94 – *Normativa e metodologie tecniche di applicazione dell’art. 6, co. 3, e dell’art. 12 co. 2, della Legge 27 marzo 1992, n. 257 relativa alla cessazione dell’impiego dell’amianto* [pp. 1]
9. REGOLAMENTO (UE) N. 1357/2014 DELLA COMMISSIONE del 18 dicembre 2014 che sostituisce l'allegato III della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive [pp. 6 – 7]
10. DIRETTIVA 2009/2/CE DELLA COMMISSIONE del 15 gennaio 2009 recante trentunesimo adeguamento al progresso tecnico della direttiva 67/548/CEE del

Consiglio concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose [pp. 14]

11. D. Lgs. 152/06 – *Norme in materia ambientale* [Parte IV, Titolo I, Capo I]
12. “*Evoluzione della Normativa in materia di Amianto*” – Dott. Fulvio d’Orsi, Responsabile del Servizio di Prevenzione Igiene e Sicurezza nei Luoghi di Lavoro – Azienda USL C Roma [pp. 6]
13. Ministero della Salute – *Linee guida amianto* (2015)
14. Carla Fanizza, Delia Cavallo, Giuseppe Spagnoli - “*Fibre sostitutive dell’amianto: studio in vitro degli effetti biologici indotti*” – Tratto da “*RisCh – sostanze e preparati pericolosi per la salute e la sicurezza dei lavoratori*”, Volume degli atti del convegno svoltosi a Bologna il 15 settembre 2005 nell’ambito di “*AMBIENTE LAVORO*” X° Salone della sicurezza e igiene in ambiente di lavoro. [pp. 1, 3]
15. Stefano Massera – “*Le buone pratiche nell’uso e trattamento delle fibre artificiali vetrose. Aspetti formativi e informativi*” - *INAIL*. [pp. 19, 20]
16. *Agenti cancerogeni e mutageni; i dispositivi di protezione individuale*. www.puntosicuro.it (01.10.2015). Visitato il 04/10/2022
17. Małgorzata Kupczewska-Dobecka, Katarzyna Konieczko, Sławomir Czerczak. “*Occupational risk resulting from exposure to mineral wool when installing insulation in buildings*”. (*Pubmed*, 2020)
18. Loren Lipworth, Carlo La Vecchia, Cristina Bosetti, Joseph K McLaughlin. “*Occupational exposure to rock wool and glass wool and risk of cancers of the lung and the head and neck: a systematic review and meta-analysis*”. (*Pubmed*, 2009)

Elizabeth Fireman. “*Man-made mineral fibers and interstitial lung diseases*”. (*Pubmed*, 2014)