

RISCHIO DA FIBRE ARTIFICIALI VETROSE NEI COMPARTI PRODUTTIVI UMBRI: RISULTATI PRELIMINARI DI UNO STUDIO DELLE ATTIVITÀ DI MANUTENZIONE NELLE AZIENDE SIDERURGICHE

*E. Della Penda**, *P. Garofani***, *R. Ceppitelli***, *G. miscetti***

* INAIL - Direzione Regionale Umbria - Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione

** SPSAL - Area Assisana USL 2 Perugia

RIASSUNTO

La CONTARP e gli SPSAL di alcune ASL umbre stanno effettuando una campagna di indagini ambientali finalizzate alla caratterizzazione dell'esposizione professionale a fibre ceramiche refrattarie nonché a fibre di lane minerali in alcuni comparti produttivi. Tali materiali hanno, già dalla fine degli anni ottanta, sostituito l'amianto in alcune tipologie d'impiego, ereditandone anche le problematiche igienistiche connesse al loro potenziale cancerogeno.

Nel presente lavoro vengono illustrati i risultati preliminari delle indagini eseguite presso alcune aziende siderurgiche, durante l'uso di materiali in fibra minerale artificiale da parte dei lavoratori addetti alle manutenzioni dei forni e di altre componenti d'impianto. Il campionamento del particolato fibroso aerodisperso e l'analisi microscopica sono stati condotti secondo le modalità e i criteri fissati nei metodi descritti dal WHO/EURO 1985 e dai D.lgs 277/91 e D.M. 6/9/1994. I dati mostrano livelli elevati di esposizione personale per i lavoratori che operano all'interno dei forni e manipolano materiali asciutti.

SUMMARY

CONTARP and SPSAL have been doing environmental studies in order to characterize professional exposition to man - made vitreous fibres (MMVF), particularly refractory ceramic fibres and mineral wool. These materials have substituted asbestos in high temperature productions since the end of 80's, but they have also been discovered to have a possible or probable carcinogenic potential. This paper presents the preliminary results of a hygienistic study concerning respiratory hazard to MMVF during maintenance works in iron factories. Air sampling and analyses have been conducted according to the methods WHO/EURO 1985, D.Lgs 277/91, D.M. 6/9/1994. Data shows high levels of personal exposition for people working inside the furnaces and in dry conditions.

1. INTRODUZIONE

Le fibre artificiali vetrose (MMVF) hanno sostituito l'amianto nei comparti in cui si svolgono cicli produttivi "a caldo", in modo intensivo dal 1992, anno in cui è stato sancito il divieto di produrre, commercializzare e utilizzare materiali contenenti amianto anche se, grazie alle elevate capacità isolanti, in alcune tipologie d'impiego sono state introdotte già dalla fine degli anni ottanta. Inizialmente considerati come valida alternativa all'amianto, per quanto attiene alle loro proprietà di resistenza chimica e resistenza termica, questi materiali hanno in seguito rivelato un possibile potenziale cancerogeno, anche se desunto da studi sperimentali e non da evidenze epidemiologiche (ALEXANDER *et al.*, 2002; MC CONNELL, 2000).

Dalla prima classificazione effettuata dal WHO nel 1988, che ha allocato le fibre ceramiche e le lane minerali tra i possibili agenti cancerogeni per l'uomo e nel gruppo 2 B in base ai criteri dello IARC, si è pervenuti, in sede di Unione Europea e in tempi più recenti, grazie all'evoluzione delle conoscenze scientifiche, ad una classificazione diversa per quanto riguarda la potenzialità oncogena, basata sulla composizione chimica e sulle caratteristiche dimensionali delle fibre.

La CEE, con il XXIII adeguamento al progresso tecnico della Dir 67/548/EC, ha classificato le fibre ceramiche refrattarie (tenore in ossidi alcalini e alcalino-terrosi pari o inferiore al 18% in peso) come cancerogeni di categoria 2, da etichettare con frasi di rischio R49-R38; mentre le lane minerali (composizione in ossidi alcalini e alcalino-terrosi superiore al 18% in peso) rientrano tra i cancerogeni di categoria 3, per cui è prevista l'etichettatura con frasi di rischio R40-R38.

Recentemente sono inoltre stati immessi nel mercato nuovi materiali fibrosi, efficaci nell'isolamento di temperature prossime ai 1000°C e definiti "ecologici" in virtù della loro composizione chimica (contenuto % di ossidi alcalino-terrosi > 18%) e di una ridotta biopersistenza polmonare (nota Q); essi, pur rientrando nel gruppo delle lane minerali, vengono classificati solo come Irritanti, con frase di rischio R38, grazie alla deroga prevista dalla nota Q.

Le problematiche igienistiche connesse a tale regolamentazione, hanno indotto la Con.T.A.R.P Umbria e i Servizi di Prevenzione e Igiene del Lavoro di alcune ASL, ad avviare un'attività di monitoraggio nelle aziende del territorio in cui si fa uso di materiali in fibra artificiale come coibente di impianti.

Nel presente lavoro vengono illustrati i risultati preliminari delle indagini ambientali eseguite presso i reparti "fusorio" e "trattamento termico" di aziende siderurgiche, durante l'utilizzo di materiali in fibra ceramica refrattaria e in lana minerale da parte dei lavoratori addetti alle manutenzioni dei forni e di altre componenti d'impianto.

2. METODI DI CAMPIONAMENTO E ANALISI

Le indagini ambientali hanno interessato tre aziende (Ditte A, B, C) che svolgono attività di manutenzione ordinaria e straordinaria, di cui due lavorano all'interno di un'acciaieria, la terza in una fonderia di ghisa. Sono state inoltre monitorate, in fonderia (Ditta D), le operazioni che comportano la manipolazione di lane minerali da parte del personale interno.

Il campionamento del particolato aerodisperso è stato condotto con le modalità e i parametri fissati dal D.Lgs 277/91 e dal D.M. 6/9/1994. Sono stati effettuati prelievi personali nella zona di respirazione degli operatori utilizzando i seguenti supporti: portafiltro a faccia aperta munito di cappa metallica cilindrica; filtro a membrana diafanizzabile di porosità 0,8 µm, con reticolo stampato e con diametro 25 mm; pompa a batteria tarata ad un flusso di 1 l/m o 2 l/m in funzione del livello di inquinamento e della durata dell'operazione.

L'analisi quantitativa delle fibre è stata eseguita al microscopio ottico in contrasto di fase, previo trattamento delle membrane filtranti con acetone e triacetina, applicando le regole di conteggio del metodo WHO/EURO 1985. Tale metodo è stato sviluppato appositamente per la valutazione delle fibre artificiali vetrose, ed è comunque conforme, nelle linee generali, al metodo riportato nel D.Lgs 277/91 per il conteggio delle fibre di amianto.

I limiti di esposizione (TLV-TWA) raccomandati dall'ACGIH nel 2002, sono pari a 1.0 ff/cm³ per le lane minerali (vetro, roccia, scoria) e 0.2 ff/cm³ per le fibre ceramiche refrattarie.

3. RISULTATI

3.1 Settore Acciaierie

Le ditte oggetto d'indagine svolgono attività lavorativa in reparti differenti. La Ditta A è addet-

ta, nel reparto fusorio, alla manutenzione dei coperchi siviera e degli schermi dei bruciatori, in particolare dello strato isolante applicato su tali supporti, costituito da blocchi ("pyrobloc" di dimensioni in media 30x30x25 cm) in fibra ceramica refrattaria per le alte temperature di esercizio (1600 °C). La Ditta B interviene nei reparti di trattamento termico e nei reparti di laminazione dell'acciaio per il ripristino del rivestimento coibente interno dei forni di riscaldamento, formato da blocchi e/o pannelli in fibra ceramica refrattaria se le temperature di esercizio superano 1200 °C oppure da materiali in lana minerale, del tipo "fibra ecologica", negli impianti in cui le temperature sono inferiori a 1100 °C.

La ditta A impiega due/tre addetti nelle operazioni di rimozione della fibra esausta e di installazione di quella nuova, effettuate nel reparto all'interno di un ampio capannone. I lavori interessano l'intera superficie del supporto, coperchio o schermo (diametro 3 metri), solo al termine del ciclo di vita della carpenteria, quando questa va rottamata; diversamente, gli interventi si limitano alle porzioni usurate dello strato coibente. L'estensione della superficie usurata influenza la durata delle operazioni, che può variare da 1 ora per piccoli interventi a 3 - 4 ore nel caso in cui venga sostituito tutto lo strato di fibra. La rimozione consiste essenzialmente nell'asportazione dei blocchi di fibra con pinze e leve per dissaldarne i fermi metallici dal supporto. Il materiale, ripetutamente bagnato nel corso delle operazioni, viene insaccato a mano con l'uso di una pala e trasportato verso il sito di raccolta. La posa in opera richiede l'apertura dell'imballo dei nuovi blocchi e per alcuni di questi anche operazioni di taglio con taglierino o con sega a nastro. Infine si esegue, con un apposito macchinario, il fissaggio alla carpenteria dell'armatura metallica interna al blocco di fibra.

Il personale della Ditta B, quando manipola materiali in fibra minerale artificiale, opera spesso in ambienti semiconfinati o confinati, all'interno di forni (dimensioni da 2x2,5x70 m. a 6x6x20 m.) che hanno una carpenteria metallica di struttura scatolare rivestita internamente da fibra ceramica refrattaria in formato di pannelli e/o di blocchi simili a quelli già descritti. Per quanto riguarda la posa in opera dei pannelli, la prassi è quella di rifinire i materassini in fibra (dimensioni medie 60x5x50 cm) con un taglierino, passare sugli stessi del cemento apposito e poi applicarli alla parete pressandone e battendone la superficie manualmente. La rimozione del materiale in fibra avente questo formato viene effettuata a mano: si stacca il pannello dalla parete e poi si insacca il rifiuto con una pala. Il numero delle unità lavorative addette all'intervento, cambia in funzione delle dimensioni del settore di impianto che necessita di sostituzione del coibente, in genere non è inferiore a due. La durata delle lavorazioni, come si verifica per la Ditta A, è variabile con l'entità dell'intervento.

Nella tabella 1 sono riportate, per quanto riguarda la Ditta A e la Ditta B, le concentrazioni di fibre rilevate per tipo di lavorazione. Nelle Figure 1 e 2 si evidenziano immagini, osservabili al MOCF, del particolato fibroso relativo ad operazioni rispettivamente di rimozione e di applicazione a secco.

3.2 Settore Fonderie

E' stata valutata l'esposizione personale a fibre minerali artificiali dei lavoratori addetti al reparto fusorio di una fonderia di seconda fusione di ghisa (Ditta D) e del personale impiegato in alcuni interventi di manutenzione su forni fusori (Ditta C).

In fonderia l'uso di prodotti a base di fibre, legato alla necessità di isolare termicamente impianti sottoposti ad elevate temperature di esercizio (>1000°C), riguarda i forni elettrici ad induzione, dove il metallo viene fuso grazie all'attraversamento di una corrente elettrica prodotta per induzione elettromagnetica a temperature che si aggirano intorno ai 1500°C. La fibra ceramica refrattaria, accoppiata alla mica in fogli di 2,5 mm di spessore ("mica-fibra"), è collocata all'interno dei forni tra la pigiata refrattaria ed il cemento refrattario, così che le fibre

risultano confinate e, nelle normali condizioni di esercizio, non direttamente accessibili ai lavoratori della fonderia. L'unica situazione in cui si può verificare una loro aerodispersione è rappresentata dall'esecuzione degli interventi di manutenzione, ed in particolare la fase di rifacimento (demolizione / ricostruzione) del forno, con conseguente possibile esposizione da parte dei lavoratori addetti a tali operazioni.

In alcune parti dell'impianto, diversamente, le temperature in gioco non superano i 1100°C, come nel caso delle canalette di scorrimento della ghisa fusa, che si estendono dal forno "cap" alla staffa, e di tutte le zone di contatto metallo-metallo interessate da elevate temperature: qui la minore capacità isolante richiesta ha condotto all'impiego di materiali di nuova generazione rappresentati dalle cosiddette "ecofibre", differenti dalla fibra ceramica refrattaria per caratteristiche prestazionali e tossicologiche.

I risultati riportati nella Tabella 1 si riferiscono quindi, nel caso della Ditta C (Manutenzione), all'esposizione personale degli addetti, durante la demolizione e la ricostruzione del forno elettrico ad induzione, a fibre ceramiche refrattarie (FCR) provenienti dal foglio di mica-fibra; nel caso della Ditta D (Fonderia), all'esposizione personale dei lavoratori a lana minerale ("ecofibra"), nelle normali condizioni di esercizio del reparto fusorio, compresa la fase in cui il materassino di fibra viene tagliato ed applicato sull'impianto. I valori sono espressi in termini di range di concentrazione di fibre rilevate nei singoli campionamenti effettuati.

Tabella 1: Range di concentrazioni delle fibre aerodisperse per tipo di attività

Ditta	Attività	Operazioni / mansioni (numero di prelievi)	Range (fibre/cm ³)
Ditta A	Rimozione "pyrobluc" FCR da coperchio siviera, bagnatura del materiale	Rimozione s.s. (2) Insaccamento (1) Assistenza e movimentazione (2)	0,07 - 0,120 0,20 0,022 - 0,067
	Posa in opera di "pyrobluc" FCR su coperchio siviera, senza bagnatura del materiale	Montaggio (2) Apertura imballo e montaggio (1) Movimentazione e taglio (2)	0,160 - 0,258 0,18 0,089 - 0,091
Ditta B	Rimozione pannelli in FCR all'interno di un forno, sulla parete di fondo, senza bagnatura del materiale	Rimozione e insaccamento (1)	5,53
	Posa in opera di blocchi/pannelli in FCR, all'interno di un forno, senza bagnatura dei materiali	Montaggio (3) Assistenza e taglio - esterno (3)	0,76 - 1,05 0,27 - 0,45
	Posa di pannelli in lana minerale su componenti d'impianto, al di sotto di una tettoia in esterno, senza bagnatura del materiale	Compattazione, applicazione (1) Taglio, compattazione (1) Taglio e sistemazione finale (1)	0,42 0,26 0,20
Ditta C	Demolizione e ricostruzione forno CAP (pietola refrattaria, materassino mica-fibra)	Assistente demolizione (2) Conduttore automezzo con utensile demolitore (1) Ricostruzione-taglio e apposizione mica-fibra (2)	0,11-0,12 0,02 0,07-0,24
Ditta D	Uso di lana minerale come isolante di parti di impianto	Addetti al reparto fusorio nelle normali condizioni di esercizio (8) Taglio e applicazione materassino in fibra (2)	0,003-0,006 0,03-0,08

Nota: i dati si riferiscono alla singola operazione e non sono mediati sulle 8 ore.

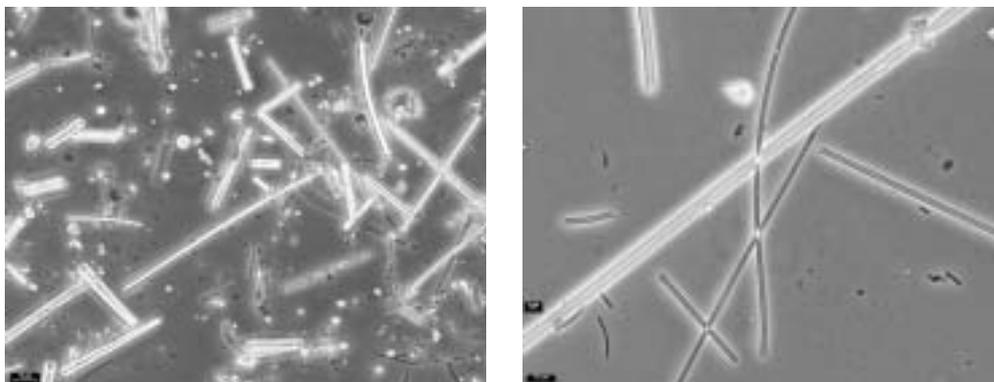


Figura 1 e 2: Immagini al MOCF (obiettivo 40x) di campioni di particolato aerodisperso relativi alla rimozione (sx) e all'applicazione (dx), a secco, di FCR.

4. COMMENTO E CONCLUSIONI

Il presente studio conferma che i materiali a base di fibre utilizzati a scopo isolante nel comparto siderurgico appartengono a varie tipologie in relazione alle caratteristiche prestazionali richieste rispetto alle temperature di esercizio dell'impianto ($< 0 >$ a 1100°C). Essi comprendono le fibre ceramiche refrattarie e le lane minerali, così come definite dalla normativa (Circolare M.S. n 4 del 15/03/2000), oltre alle cosiddette "ecofibre" di più recente introduzione.

I risultati ottenuti nel corso dell'indagine, seppur preliminari, sono in linea con quelli riportati in letteratura relativi ad operazioni analoghe (MAXIM *et al.*, 2000; MARCONI, 2001; CATANI *et al.*, 2003) dimostrando che le fasi di lavoro critiche sono rappresentate dalla manipolazione di materiale fibroso asciutto, dall'esecuzione di lavori di rimozione e di installazione all'interno di ambienti confinati, privi o con scarsi sistemi di ricambio dell'aria, dal trattamento "aggressivo" dei materiali.

In particolare, per quanto riguarda il settore acciaierie, si è riscontrato che i materiali in FCR sono utilizzati come coibente per l'interno di alcuni forni di preriscaldamento e di trattamento termico nonché come isolante dei coperchi siviera, mentre i materiali in lana minerale del tipo "ecofibra" hanno ad oggi, nei reparti indagati, un uso limitato. I prelievi hanno evidenziato che i livelli di esposizione a fibre aerodisperse degli addetti alle manutenzioni raggiungono valori elevati quando si eseguono operazioni di ripristino del coibente dei forni manipolando materiali non bagnati; in particolare le concentrazioni di fibre sono risultate maggiori nella fase di rimozione rispetto a quella di montaggio (vedi Figure 1 e 2). Si è rilevato, inoltre, che in ambiente non confinato la rimozione dei materiali fibrosi, anche se usurati, purché bagnati, genera livelli di fibre in concentrazione aerodispersa inferiore a quella riferibile al montaggio dei materiali nuovi asciutti.

Nel settore fonderie, le FCR, qualora presenti, sono confinate nello strato isolante dei forni elettrici; le altre fibre utilizzate routinariamente nell'impianto appartengono ormai quasi esclusivamente alle lane minerali e spesso sono del tipo "ecologico". Ne consegue che gli operatori di esercizio, in fonderia, sono esposti a livelli di concentrazione di fibre minerali aerodisperse quasi trascurabili; diversamente, per gli addetti alla manutenzione dei forni (demolizione, rifacimento e/o riparazione del materiale isolante) possono verificarsi esposizioni a livelli di concentrazione di fibre ceramiche refrattarie di maggiore entità.

I dati presentati forniscono una misura indicativa dell'esposizione a fibre artificiali degli operatori addetti a particolari attività di manutenzione. Non è sempre possibile effettuare un numero di prelievi sufficiente a produrre un campione di misure statisticamente significativo, anche

a causa della ridotta ripetibilità delle condizioni operative dei lavori manutentivi. Sarà pertanto verificata la possibilità di realizzare ulteriori indagini ambientali.

Ad oggi, considerando che i risultati ottenuti trovano comunque riscontro nei dati di letteratura, lo studio condotto consente di focalizzare l'attenzione su alcuni dei possibili interventi da segnalare alle aziende per contenere la dispersione di fibre nonché l'esposizione degli addetti; in particolare sarà evidenziato:

che la bagnatura dei materiali, ove possibile, comporta significativi abbattimenti delle concentrazioni aerodisperse;

che le lavorazioni in ambiente confinato o semiconfinato, in particolare se riguardano materiali in FCR (cancerogeni di categoria 2) richiedono, oltre all'utilizzo da parte degli addetti dei dispositivi di protezione individuale a media ed alta protezione, anche la delimitazione dell'area di lavoro e l'installazione di sistemi di aspirazione e di ricambio d'aria.

BIBLIOGRAFIA

ACGIH 2002 Valori limite di soglia. Indici biologici di esposizione AIDII *GIORNALE DEGLI IGIENISTI INDUSTRIALI*. Supplemento al Volume 28 n.1 Gennaio 2003.

ALEXANDER M. W., L. DANIEL MAXIM AND MARK UTELL: Risk analysis for mortality from respiratory tumors in a cohort of refractory ceramic fiber workers, *REG. TOXIC. PHARM.* 2002, 35: 95-104

CATANI J., CERTIN J.F., CHARRETON M. ET AL.: Exposition professionnelle aux fibres ceramiques refractaires, *HYGIENE ET SECURITE' DU TRAVAIL* 2003, 191: 5-28.

CIRCOLARE M. S. n.4, 15 marzo 2000 *G.U. N.88 DEL 14/4/2000, SERIE GENERALE*

CORRAO C.R.N., OTTAVIANI G., FEDERICI F. ET AL.: Esposizione occupazionale a fibre minerali artificiali *FOGLI D'INFORMAZIONE ISPESL*. 1/2001.

D.Lgs 277/1991 Attuazione delle DIR. 89/1107/CEE, 83/477/CEE, 86/188/CEE e 88/642/CEE. *G.U. n. 200 del 27/08/1991, SERIE GENERALE, SUPPLEMENTO ORDINARIO*

DIR n. 97/69/CEE del 05/12/1997, *G.U. U.E. L343 del 13/12/1997*.

DM Sanità 6 settembre 1994. *G.U. n. 288 del 10/12/1995, SERIE GENERALE, SUPPLEMENTO ORDINARIO*.

IARC: Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to human. Man made mineral fibres and radon. Vol.43, 1988.

MARCONI A., Livelli di esposizione durante l'utilizzo di fibre vetrose sintetiche: una rassegna delle informazioni disponibili. *19° CONGRESSO NAZIONALE AIDII*, 2001

MAXIM L.D., ALLSHOUSE J.N. ET AL.: WorkplacE monitoring of refractory ceramic fiber in the United States, *REG. TOXIC. PHARM.* 2000, 32: 293-309

MC CONNELL E. E.: A science paradigm for the classification of syntetic vitreous fibers, *REG. TOXIC. PHARM.* 2000, 32: 14 -21.

WHO: Reference methods for measuring airborne man-made mineral fibres. Copenhagen, World Health Organization Regional Office for Europe (Environmental Health Report No. 4), 1985.