

## **IL RISCHIO SILICOTIGENO NELLA SABBIAATURA DEI TESSUTI \***

Carella A., Papa G.

INAIL – Direzione Regionale Marche – ConTARP

### **PREMESSA**

La silice, o anidride silicica o biossido di silicio ( $\text{SiO}_2$ ), è una sostanza polimorfa largamente diffusa in natura in varie forme : macrocristalline (quarzo), micro- e criptocristalline (calcedonio, diaspro), colloidali (opale).

L'importanza dal punto di vista igienistico industriale del controllo della silice libera è dovuto al fatto che l'inalazione di questa sostanza può generare una classica malattia dell'apparato respiratorio, nota con il nome di silicosi. Di conseguenza, è stato proposto dall'ACGIH (1999) un valore di soglia per la silice libera pari ad un TLV-TWA di  $0,1 \text{ mg/m}^3$  per il quarzo respirabile e di  $0,05 \text{ mg/m}^3$  per la tridimite e cristobalite respirabili [1]. Dal punto di vista dell'instaurazione dell'obbligo assicurativo, l'INAIL ha adottato, a seguito dell'indicazione del Ministero del Lavoro, un valore di soglia pari a  $0,05 \text{ mg/m}^3$  di quarzo respirabile (esattamente la metà dell'ACGIH) [2] [3]. E' bene ricordare però, che la comunità scientifica ha proposto un ulteriore abbassamento di tale valore di soglia a  $0,04 \text{ mg/m}^3$  (WHO – World Health Organization). Recentemente (1997) lo IARC - *International Agency for Research on Cancer* - ha incluso la silice cristallina tra le sostanze cancerogene per l'uomo (gruppo 1) [4]. Alla luce di tutto ciò si è reso necessario, non solo dal punto di vista igienistico industriale ma anche dal punto di vista assicurativo, una rigorosa valutazione del rischio silicotigeno nelle varie attività lavorative e l'adozione di tutti i sistemi (di prevenzione e di protezione) atti alla sua riduzione.

Nel presente lavoro si descrivono alcuni aspetti relativi alla valutazione del rischio silicotigeno in un settore industriale la cui attività include il trattamento dei manufatti tessili mediante operazioni di sabbatura. Tale attività, benché non sia molto diffusa a livello nazionale, è particolarmente concentrata in una ristretta zona geografica delle Marche.

I risultati delle indagini analitiche, effettuate su di alcune aziende, sono stati correlati con misure anemometriche relative all'effettiva capacità di cattura della polvere dei vari sistemi di aspirazione da queste adottate. Si ritiene che queste ultime misure possano, per i casi di studio, essere correlate all'oscillazione del tasso medio di sovrappremio silicosi per quanto riguarda la voce *misure di igiene e prevenzione*.

### **IL CICLO LAVORATIVO**

In una ben definita zona geografica della Regione Marche (per la precisione nel territorio della Provincia di Pesaro - Urbino) sono presenti diverse aziende che si occupano di trattamento su articoli di abbigliamento in tessuto jeans (tale zona è anche nota come *valle dei jeans*). La lavorazione qui considerata riguarda la "sabbatura" dei jeans. Questo trattamento consiste nel lanciare, con una pressione compresa tra i 4 e gli 8 bar, sabbia quarzifera con un tenore di  $\text{SiO}_2$  di circa il 98%, sopra a dei capi di abbigliamento, in modo da ottenere un effetto di invecchiamento, particolarmente richiesto dal mercato giovanile. Di conseguenza le particelle, dall'impatto con il tessuto, riducono la loro grandezza originale, ottenendo alla fine una discreta percentuale di particolato avente dimensioni micrometriche.

Il monitoraggio è stato effettuato sottoponendo all'indagine ambientale un numero di sei aziende.

Da una prima osservazione è stato possibile evidenziare due diversi cicli produttivi :

1. Nel primo ciclo operativo, utilizzato da quattro aziende (indentificate con i numeri 1, 2, 4 e 6) la lavorazione risulta essere completamente manuale. Il trattamento di sabbatura avviene sopra banchi di lavoro (di dimensioni circa  $5 \times 1,5 \times 2\text{m}$ ) muniti di sistema di aspirazione.

Su ciascun banco si evidenzia la presenza di due operatori: un *sabbiatore*, cioè colui che lancia la sabbia sul jeans per mezzo di bocchettoni manovrati manualmente; ed un *aiuto – sabbiatore*, che svolge la mansione di sistemare i capi di jeans sul banco per il trattamento e quando questo processo è avvenuto deve riporre i capi trattati in appositi carrelli manovrati manualmente e caricarne altri. Generalmente tutti gli operatori sono muniti di sistemi di protezione individuali per il rumore (cuffie) e per le polveri (mascherina).

2. Nel secondo ciclo di lavorazione (aziende 3 e 5) il processo è semi - automatizzato. Il trattamento avviene sempre sopra un banco di lavoro munito di sistemi di aspirazione, ma tutto il sistema è posto all'interno di un grosso box insonorizzato con il fine di ridurre i rischi dovuti sia alla dispersione della polvere sia alla propagazione del rumore nel resto dello stabilimento). In questo caso i capi vengono caricati su un piano scorrevole posto all'esterno della cabina. Questo piano viene mosso da un nastro trasportatore che fa percorrere ai jeans un breve tragitto fino a raggiungere, all'interno della cabina, la posizione in cui subiranno il trattamento. A questo punto, il piano di scorrimento viene fermato con un meccanismo a leva, azionato dagli stessi operatori presenti all'interno della cabina, che provvederanno a lanciare la sabbia tramite bocchettoni da loro stessi manovrati. Di fronte agli operatori è posto uno schermo trasparente con lo scopo di evitare che le particelle di sabbia, dopo che hanno colpito i jeans, possano di rimbalzo colpire l'operatore stesso (che comunque è sempre munito di dispositivi di protezione per le vie respiratorie e per il rumore).

### **INDAGINE ANALITICA**

L'indagine analitica ha comportato sia una determinazione della silice libera intesa come frazione respirabile sia una determinazione della velocità di cattura delle particelle aereodisperse da parte dei sistemi di aspirazione. Per questo motivo sono stati eseguiti campionamenti nella zona respiratoria dei lavoratori con apparecchi portatili della SKC (Airchek 2000), operando con un flusso d'aria di 1900 ml/min. Il dispositivo di ingresso per le polveri respirabili era costituito da un ciclone "CASELLA" con relativo stabilizzatore di flusso. La raccolta del particolato è stata eseguita con una membrana filtrante in argento, mod. FM-25-0,8 della OSMONICS. La determinazione della polvere respirabile è stata compiuta mediante metodo gravimetrico a pesata differenziale con una bilancia SARTORIUS modello MC5 (sensibilità  $10^{-6}$  gr). L'analisi del tenore di quarzo è stata eseguita dal laboratorio INAIL della Con.T.A.R.P. a Roma, mediante diffrattometria a raggi X utilizzando l'apparecchio automatico PHILIPS PW 1800, servito dal Personal Sistem/2 modello 50 dell'IBM (X-ray tube : Cu LFF 40 KV 40 mA).

Le misure della velocità di aspirazione delle cappe è stata eseguita mediante una sonda anemometrica a filo caldo modello BSV101 (NORME ISO 7726, soglia 0,01 m/sec) interfacciato con multiacquisitore BABUC A della ditta LSI.

### **PRESENTAZIONE DEI DATI**

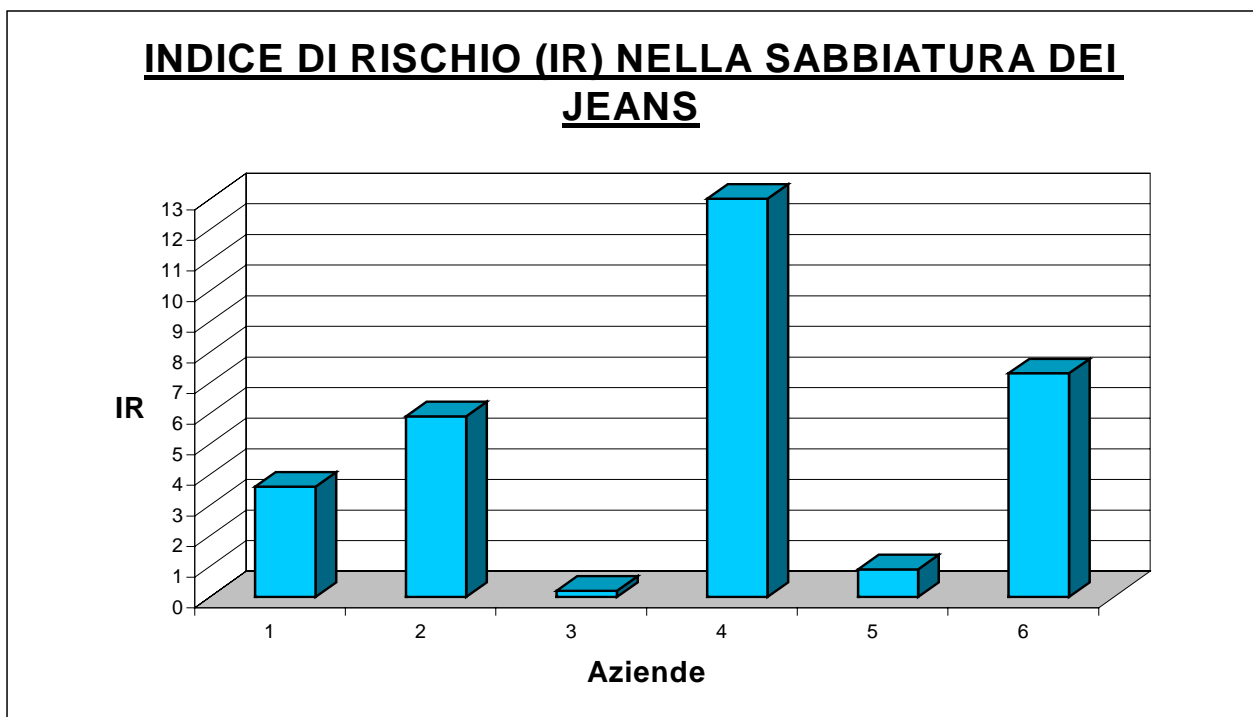
I risultati dell'indagine ambientale sono riportati nella tabella 1. Nella tabella sono riportati per ogni azienda campionata il valore di silice libera cristallina (intesa come frazione respirabile) determinata per ogni singola mansione.

Aziende	Mansione	Silice Libera Cristallina (mg/m <sup>3</sup> )
1	Sabbiatore	0,05
	Sabbiatore	0,33
	Aiuto Sabbiatore	0,41
	Aiuto Sabbiatore	0,67
2	Sabbiatore	0,38
	Sabbiatore	0,40
	Aiuto Sabbiatore	1,19
	Aiuto Sabbiatore	0,59
3	Addetto sabbiatura	0,03
	Addetto sabbiatura	0,02
4	Sabbiatore	0,40
	Sabbiatore	1,80
	Aiuto Sabbiatore	0,30
	Aiuto Sabbiatore	2,70
5	Sabbiatore	0,09
6	Addetto sabbiatura	0,77
	Addetto sabbiatura	0,68

**Tabella 1 – concentrazione di silice libera- frazione respirabile rilevata**

Considerando per ogni azienda il valore medio di silice libera determinato, è stato possibile calcolare l'Indice di Rischio (IR) caratteristico per ogni singola azienda (grafico 1).

Si ricorda che per Indice di Rischio si intende il rapporto tra la concentrazione dell'inquinante determinata sperimentalmente con il valore di TLV-TWA indicato dall'ACGIH (1999).



**Grafico 1 – Indice di rischio (IR) medio, nelle varie aziende sottoposte ad indagine ambientale**

E' interessante evidenziare una diversa entità del rischio silicotigeno in merito alla mansione svolta, ovvero se trattasi di *sabbiatore* o di *aiuto sabbiatore* (tabella 2).

Tipologia di attività	Silice cristallina libera (mg/m <sup>3</sup> )	IR
Sabbiatore	0,46	4,6
Aiuto Sabbiatore	1,19	11,9

Tabella 2 – Confronto tra l'esposizione a valori medi di silice libera cristallina per le figure professionali del sabbiatore e dell'aiuto sabbiatore .

Le misure dell'efficienza di captazione delle cappe aspiranti sono state effettuate mediante la determinazione della velocità di cattura. La velocità di cattura è definita come “la velocità dell'aria, misurata in qualsiasi punto di fronte alla cappa o alla bocca di aspirazione, necessaria per contrastare le correnti d'aria e catturare l'inquinante forzandolo ad entrare nella cappa”[5][6]. Le misure sono state eseguite con un anemometro a filo caldo posizionato nel punto in cui la sabbia colpisce il capo di abbigliamento. I valori ottenuti, che rappresentano la media di 10 misure, sono riportate nella tabella 3; si fa presente che tale dato non è disponibile per tutte le aziende campionate.

Aziende	1	2	3	4	5	6
Velocità di cattura (m/s)	0,86	0,70	1,77	0,61	n.d.	n.d.

Tabella 3 – valori anemometrici (n.d. = non disponibile)

Dai dati forniti dalla letteratura tecnica specializzata (*Industrial ventilation : a manual of recommended practice* – ACGIH 1998) emerge che per l'attività di sabbiatura è consigliata una velocità di cattura compresa tra i 2,5 – 10,0 m/s.

Condizioni di dispersione dell'inquinante (polveri, fumo, gas, vapori)	Esempi di lavorazione	Velocità di cattura m/s
Emesso praticamente senza velocità in aria quiete	- Evaporazioni di colle o vernici - Vasche di sgrassaggio	0,25 – 0,50
Emesso a bassa velocità in aria quasi quiete	- Saldatura - Galvanica - Riempimento di contenitori	0,50 – 1,00
Emesso a media velocità in zona d'aria perturbata	- Verniciatura a spruzzo - Nastri trasportatori	1,00 – 2,50
Emesso ad alta velocità in zona d'aria con forti correnti	- Molatura - Sabbiatura	2,50 – 10,00

Tabella 4 – velocità di cattura per le diverse lavorazioni (*Industrial ventilation : a manual of recommended practice* – ACGIH 1998 )

## CONCLUSIONI

Da questo studio emerge come l'attività di sabbiatura dei jeans sia una attività particolarmente esposta al rischio silicotigeno (in particolare per l'aiuto - sabbiatore).

Per tale motivo è necessario attuare tutti i sistemi possibili per la sua riduzione, ovvero :

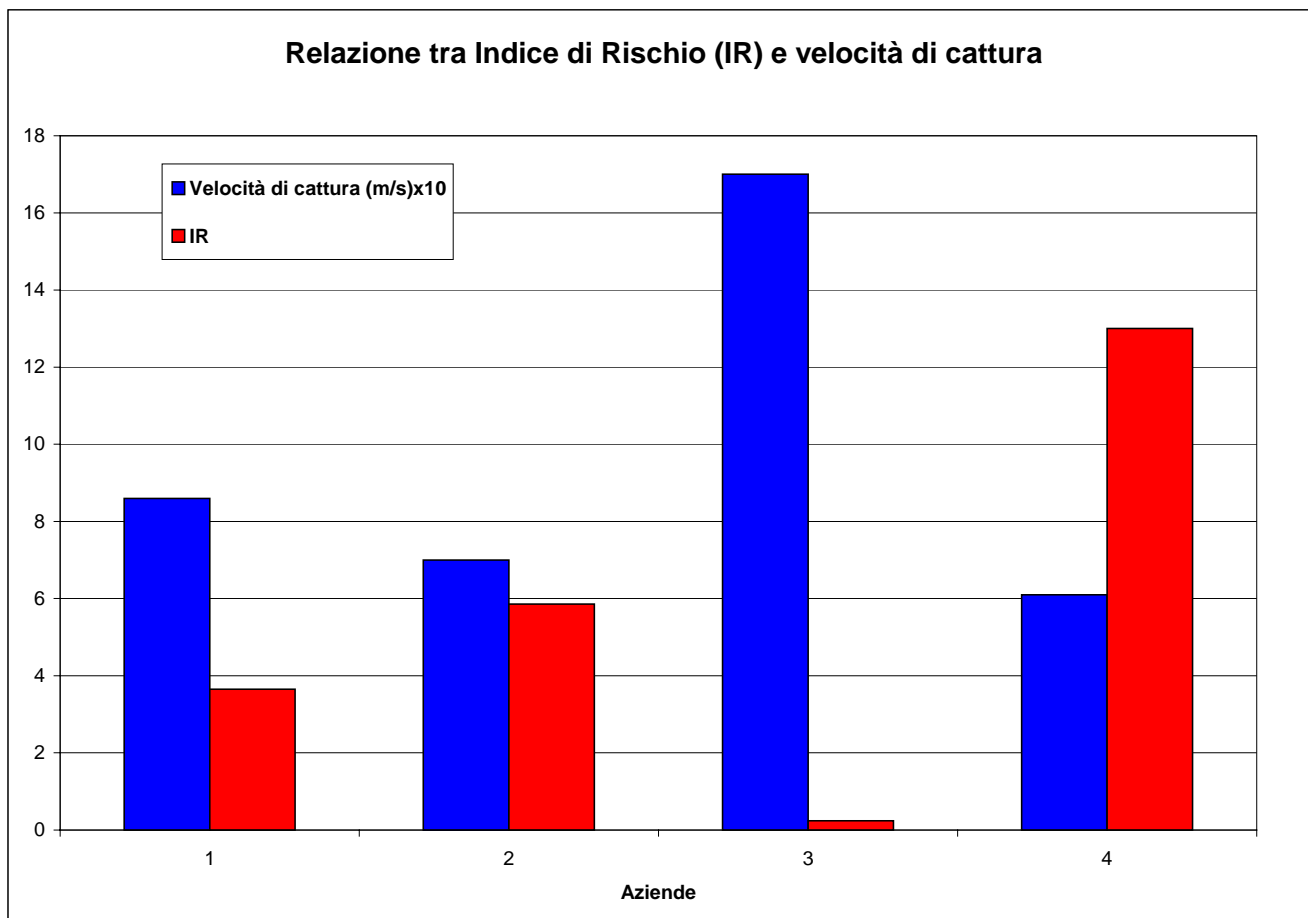
- ⇒ *sostituire l'agente patogeno con un altro non patogeno o meno patogeno;*
- ⇒ *attuare un efficace sistema di captazione delle polveri prodotte;*
- ⇒ *utilizzare sistemi di protezione individuali.*

E' bene ricordare che tutti gli addetti alla sabbiatura sono sempre muniti di sistemi di protezione individuale per le vie respiratorie.

Per quanto riguarda la possibile sostituzione della sabbia con altri materiali, è stato tentato in alcuni casi la sostituzione della sabbia con graniglia metallica. Ma tale tentativo ha dato esiti negativi, in

quanto ciò causava un deterioramento troppo spinto del tessuto lavorato. Onde evitare questo inconveniente si ritiene possibile l'utilizzazione di sabbia olivinicca per il trattamento di sabbiatura. L'uso di tale sostanza che è priva di materiale quarzifero, dovrebbe garantire, da un lato lo stesso effetto di invecchiamento del tessuto e dall'altro ridurrebbe del tutto lo specifico rischio silicotigeno nel comparto produttivo.

In relazione a ciò rimane, come alternativa, l'adozione di sistemi di aspirazione idonei a catturare le particelle di sabbia disperse nell'ambiente di lavoro. Infatti, correlando l'Indice di Rischio ottenuto con l'efficienza di aspirazione delle varie cappe si nota un andamento, dal punto di vista qualitativo, di proporzionalità inversa. Ovvero, dove si è registrato una alta efficienza di aspirazione delle cappe si è ottenuto un basso valore di IR e viceversa.



**Grafico 2 – correlazione tra velocità di cattura e IR**

Questo studio evidenzia anche un funzionamento non completamente soddisfacente di alcuni di questi sistemi di protezione collettiva adottati dalle singole aziende campionate, come si dimostra confrontando i valori ottenuti con i valori guida dell'ACGIH.

Le misure anemometriche di sistemi aspiranti sono, generalmente, di facile attuazione e costituiscono un parametro utile, se non essenziale, ai fini della valutazione della efficacia dei mezzi di prevenzione che il datore di lavoro deve necessariamente adottare per ridurre al minimo i rischi dovuti a sostanze pericolose aerodisperse [7]. Inoltre, queste misure risultano utili al fine di migliorare la valutazione dell'oscillazione del tasso medio per il sovrappremio silicosi. Si ricorda infatti che l'oscillazione del tasso medio, prevista nella misura massima del 35% (in aumento o in diminuzione), è costituito da due voci:

- $\pm 10\%$  per l'entità del rischio;
- $\pm 25\%$  per le misure di igiene e prevenzione.

In base alla tipologia del ciclo produttivo studiato, la principale misura che l'azienda dovrebbe adottare per ridurre al massimo la concentrazione di silice libera cristallina aerodispersa è costituita da un sistema di aspirazione efficace con valori rappresentativi della velocità di captazione dell'aria compresi tra 2.5 e 10 m/s. Di conseguenza, è possibile definire un'oscillazione del tasso medio del sovrappremio silicosi in funzione soprattutto di tali dati anemometrici.

Si ritiene possibile, con opportune considerazioni, applicare queste conclusioni anche ad altre lavorazioni sottoposte all'obbligo assicurativo per quanto riguarda il rischio silicotigeno.

### **Riassunto**

La valutazione del rischio silicotigeno può coinvolgere anche particolari attività lavorative che a prima vista possono apparire estranee a tale rischio specifico. Una siffatta situazione è stata riscontrata nella Regione Marche, dove nell'ambito del settore tessile può essere prevista una particolare fase lavorativa che comporta l'utilizzazione di sabbia quarzifera (sabbatura). Vista la peculiarità del processo produttivo e la significativa presenza di tale attività nella Regione, si è attuato un monitoraggio sul rischio specifico. I risultati ottenuti sono stati correlati a misure anemometriche riguardanti l'efficacia di captazione degli inquinanti aerodispersi. Si ritiene che queste ultime misure possano, per i casi in studio, essere correlate all'oscillazione del tasso medio di sovrappremio silicosi per quanto riguarda la voce "*misure d'igiene e prevenzione*".

### **Bibliografia**

- [1] AIDII (Associazione Italiana degli igienisti Industriali); **Valori limiti di soglia ed indici biologici di esposizione ACGIH 1999.**
- [2] VERDEL U., **Aspetti assicurativi**; Atti 17° Congresso Nazionale AIDII (92) 1998.
- [3] NIOSH, **Pocket Guide to Chemical Hazards – Silica, crystalline (as respirable dust)**; sito internet.
- [4] IARC (International Agency for Research on Cancer); **Silica, Some Silicates, Coal Dust and Para-Aramid Fibrils, Monographs on the evaluation of Carcinogenic Risk to Human, 68 (1997).**
- [5] THIEME B., **I sistemi di aspirazione localizzata per la bonifica degli ambienti di lavoro**; Assessorato alla Sanità della Regione Lombardia - Clinica del Lavoro "L. Devoto" dell'Università di Milano, Tipografia Mattioli sns - Luglio 1980.
- [6] ROTA R., **Ventilazione Industriale**; Guide Operative di Igiene Industriale, I<sup>a</sup> Edizione – 1998.
- [7] D.Lgs. 19 settembre 1994, n. **626** e succ. mod.