

# **OLII LUBRO-REFRIGERANTI: ASPETTI IGIENISTICO- PREVENZIONALI NELLE LAVORAZIONI DI ASPORTAZIONE DI TRUCIOLO**

M.R. FIZZANO, E. INCOCCIATI

INAIL – Direzione Generale – Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione

## **RIASSUNTO**

La produzione di manufatti metallici tramite lavorazioni per asportazione di truciolo comporta un larghissimo impiego di olii lubrorefrigeranti, normalmente additivati con numerose sostanze chimiche che, durante la lavorazione alle macchine utensili, possono costituire fonte di esposizione ad agenti tossici, anche cancerogeni.

L'esposizione professionale nel comparto è dovuta soprattutto al contatto cutaneo. Nel presente studio si analizzano gli aspetti di igiene e sicurezza legati all'uso degli olii lubro-refrigeranti: a partire dall'individuazione delle sostanze presenti nei preparati e dalle malattie professionali ad essi correlabili, vengono illustrate le modalità di lavoro alle macchine utensili e i possibili scenari di esposizione professionale. Infine si individuano le principali misure di prevenzione e protezione adottabili per limitare l'entità del rischio.

## **SUMMARY**

Lubricating oils are widely used to improve performance of machine tools in metal and mechanical industry. A lot of additives, causing health problems and originating professional diseases, enter into oils composition.

During working at machine tools, all these components give rise to vapours and fogs containing dangerous and carcinogenic chemicals.

The aim of this study is to offer a complete review of professional exposure to chemicals in mechanic divisions, with particular regard to exposure scenarios, and to describe prevention measures that could be adopted in order to reduce professional disease outbreaks.

## **1. INTRODUZIONE**

Il campo di applicazione degli olii lubrificanti è ampio: ne sono esempio l'utilizzo nei motori e nell'industria. Gli olii per il settore industria sono tutti quei prodotti destinati alla lubrificazione dei macchinari industriali, con caratteristiche specifiche in funzione del loro utilizzo finale. Sulla base dei principali impieghi cui sono destinati, gli olii si distinguono in: olii per sistemi idraulici, olii per la lubrificazione di ingranaggi, cuscinetti di turbine, di compressori, di guide e slitte di macchine utensili, olii diatermici e sformanti, olii da processo, olii per la lavorazione dei metalli, olii protettivi, fluidi da tempra. In questa sede si prendono in considerazione gli olii da taglio interi, ossia olii per la lavorazione dei metalli tramite asportazione di truciolo nel caso siano richieste prevalentemente proprietà lubrificanti nel contatto utensile-pezzo in lavorazione, e olii da taglio emulsionabili, utilizzati, al pari di quelli interi, nelle operazioni di asportazione di truciolo, ma più solubili e quindi adatti nel caso siano richieste proprietà raffreddanti (conferite dalla presenza di acqua). Nel comparto metalmeccanico viene fatto un larghissimo uso di olii da taglio. La loro funzione consiste nel ridurre l'attrito tra parti in movimento, nel raffreddare componenti che tendono a surriscaldarsi, nel rimuovere i trucioli, nel prevenire la corrosione dei metalli, e la formazione di ruggine: in ultima analisi nel migliorare l'efficienza e ridurre l'usura di macchine, utensili e motori.

## 2. TIPOLOGIE, CAMPI DI APPLICAZIONE E CONSUMI

Come lubrificanti possono essere usati olii di diversa origine e natura chimica: di origine animale (ormai in disuso), vegetale (usati solo in applicazioni particolari), minerali (soprattutto derivati dal petrolio), completamente o semisintetici, ottenuti cioè modificando la struttura chimica di olii naturali.

Il processo di produzione degli olii lubrificanti varia in funzione del prodotto che si intende ottenere; in ogni caso il prodotto finito è costituito da:

- 1) olii base, che rappresentano la componente preponderante nella maggioranza dei lubrificanti, la cui qualità è strettamente correlata alle materie prime e ai processi di lavorazione. Si distinguono basi minerali, basi non convenzionali e sintetiche, basi raffinate e basi vegetali. Le basi minerali, miscele di idrocarburi ottenute a partire da petrolio greggio mediante processi di raffinazione o di idrogenazione, sono di gran lunga le più diffuse;
- 2) additivi, consistenti in sostanze che, aggiunte in quantità controllate, ne migliorano le caratteristiche al fine di ottenere un prodotto finito destinato a specifiche applicazioni. Si distinguono, tra gli altri, i modificatori dell'indice di viscosità, i miglioratori del punto di scorrimento, gli antischiuma, gli antiusura, i detergenti/disperdenti, gli anticorrosivi, gli antiossidanti.

Tra le proprietà di un olio lubrificante, di particolare rilevanza è la viscosità, consistente nella misura della resistenza allo scorrimento di un fluido e funzione della struttura molecolare dei costituenti l'olio. Tale parametro varia in modo inversamente proporzionale con la temperatura: le variazioni di viscosità differiscono per i vari tipi di olio e sono misurate dall'indice di viscosità. Tra le classificazioni in base alla viscosità degli olii destinati agli impieghi industriali una delle più diffuse è la ISO VG (International Organization for Standardization).

Il ciclo di vita dei lubrificanti industriali può prevedere un utilizzo a ricircolo o un impiego a perdita. Nel caso di impiego in impianti a circolazione, che costituiscono la maggior parte degli impieghi industriali, dopo aver svolto la loro vita operativa, gli olii vengono scaricati, recuperati e destinati alla ri-raffinazione. Nel caso di impiego a perdita la maggior parte del lubrificante si consuma durante l'uso a causa del calore generato nel corso delle lavorazioni, un'altra parte resta sui pezzi metallici da lubrificare e un'ultima piccola parte si perde nell'ambiente.

In Europa più del 50% degli olii lubrificanti prodotti è destinato al settore industria; nel nostro paese i volumi totali commercializzati nel 2006 sono stati pari a 542 mila tonnellate di cui il 55% destinati all'industria. Di questi i volumi più rilevanti sono gli olii idraulici e gli olii da processo mentre gli olii per la lavorazione dei metalli rappresentano il 16% circa del totale dei volumi in gioco.

## 3. COMPOSIZIONE E PROPRIETÀ

Gli olii minerali si distinguono in interi ed emulsionabili ed hanno una composizione estremamente variabile, a seconda del processo di raffinazione a cui sono stati sottoposti in sede di produzione [MENICHINI, 1986].

In generale sono disponibili in commercio quattro classi di fluidi: puri, solubili, semisintetici, sintetici. Eccetto i primi, tutti devono essere miscelati con acqua prima di essere utilizzati.

Gli *olii puri* (di base) sono di origine minerale (petrolio) o vegetale. Oggi quelli minerali sono ottenuti dopo severi trattamenti di raffinazione o con idrogeno. Si riconoscono per la loro viscosità, contengono additivi clorurati e zolfo. Sono generalmente usati nei casi in cui è richiesta un'azione di lubrificazione più che di raffreddamento.

Gli *olii solubili* sono anche detti emulsionabili: sono costituiti da 30 a 85% di olio minerale di base (severamente raffinato) e agenti emulsionanti che ne aiutano la dispersione in acqua. Di solito contengono additivi che ne aumentano le prestazioni e ne allungano la vita; possono contenere coloranti. In genere offrono una buona lubrificazione e un buon raffreddamento; svantaggi sono dati dal fatto che talora hanno poco controllo della corrosione, possono rendere le superfici delle

macchine molto sporche, con residui difficili da rimuovere e, in alcuni casi, la miscela può avere poca stabilità.

Gli *oli semisintetici* contengono basse quantità di olio puro, per esempio 5-30% nel prodotto concentrato. Offrono buone proprietà lubrificanti, di raffreddamento, di controllo della corrosione, e “sporcano” meno dei solubili. Contengono gli stessi ingredienti degli olii solubili ma additivi emulsionanti più complessi.

Gli *oli sintetici* non contengono olii minerali di base ma componenti tipo “detergenti” che ne aiutano la bagnabilità e ne aumentano le prestazioni. Sono i più “puliti”, hanno le migliori proprietà di raffreddamento e di controllo della corrosione; inoltre sono trasparenti permettendo all’operatore di mantenere il controllo visivo del pezzo in lavorazione.

### 3.1 Classi di additivi

In generale ciascuna tipologia di olio contiene additivi che ne aumentano le prestazioni, ne allungano la vita, hanno funzione antiusura, antiossidante per prevenire l’irrancimento e variazioni di pH, corrosione (fenoli, esaclorofene), antiruggine (idrossilammina), antibatterica (cresoli), fungicida, antischiuma (siliconi), antinebbia, emulsionanti (solfonati, tensioattivi), coloranti (fluorescine), condizionatori di umidità (polifosfati), ecc..

Una sintesi dei principali additivi contenuti negli oli lubro-refrigeranti è riportata nelle Tabelle 1 e 2:

Tabella 1: Additivi presenti nei negli “oli puri” (OSHA, 2008)

Additivo	Prestazione	Esempi di classi di composti chimici
Agenti per oleosità	Aumento dell’efficacia del film	Olii vegetali, esteri di polioli
Agenti per pressioni alte	Lubrificazione ad alte pressioni	Grassi solforizzati, paraffine clorinate
Antiossidanti	Riduzione dell’ossidazione del fluido	Fenoli alchilati
Agenti passivanti	Protezione dei metalli dalla corrosione	Triazolo
Inibitori di corrosione	Protezione della macchina o di sue parti	Solfonati di calcio
Agenti anti nebbia	Riduzione della formazione di aerosol	Poli-isobutilene polimero

Tabella 2: Additivi negli olii “solubili”, “sintetici”, “semisintetici” (OSHA, 2008)

Additivo	Prestazione	Esempi di classi di composti chimici
Agenti per oleosità (indice di viscosità)	Aumento dell’efficacia del film	Esteri di polioli
Lubrificanti sintetici	Aumento della lubrificazione	Etilene o propilene ossido <sup>1</sup>
Agenti emulsionanti	Dispersione dell’olio in acqua, aumento della bagnabilità	Solforati (petroleum) <sup>2</sup> , sali di acidi grassi, tensioattivi non ionici
Alcalonammina	Fonte di alcalinità	Mono e tri – etanolammine, polimeri, ammidi
Agenti (antiusura) per pressioni estreme	Lubrificazione ad alte pressioni	Grassi solforizzati, paraffine clorinate, derivati del fosforo
Biocidi	Riduzione della presenza di microorganismi	Triazine, Ossazolidina
Agenti coupling	Miglioramento della solubilità degli additivi	Alcool grassi
Inibitori della corrosione	Prevenzione della corrosione dei pezzi o degli utensili	Solfonati di sodio, saponi acidi grassi, ammine, sali di ammine o acido borico

<sup>1</sup> Solo nei fluidi sintetici

<sup>2</sup> Solo nei fluidi solubili

Agenti chelanti	Riduzione degli effetti della durezza dell'acqua	EDTA
Antischiuma	Riduzione della produzione di schiuma	Alcool grassi a lunga catena <sup>3</sup>
Agenti passivanti	Protezione dei metalli dalla corrosione	Triazolo
Plasticizzanti		Glicole etilenico glicol etere

#### 4. ASPETTI IGIENISTICO-INDUSTRIALI

##### 4.1 La modalità di lavoro e gli scenari di esposizione

Le macchine utensili oggetto del presente studio sono quelle che provvedono all'asportazione meccanica di materiale a partire da un pezzo di metallo od alla rifinitura di un manufatto.

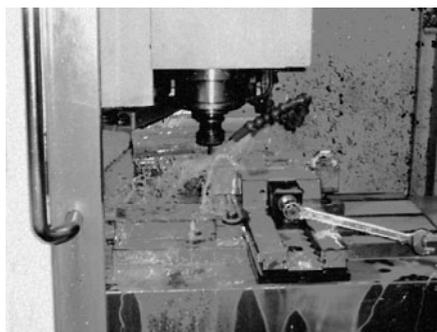


Fig. 1: Particolare di fresatrice a controllo numerico computerizzato

Tipici esempi sono le fresatrici, le foratrici, i torni, le alesatrici, le alesatrici-fresatrici. Per tali macchine ha avuto ampia applicazione la tecnologia del controllo numerico, che ne gestisce elettronicamente i movimenti. Normalmente l'operatore colloca il pezzo da lavorare nella opportuna posizione e, dopo aver avviato la macchina, lo rimuove solo al termine del ciclo di lavoro o per eventuali controlli intermedi. Ai fini dell'esposizione ai fluidi lubro-refrigeranti il ciclo può essere considerato "chiuso" per quanto riguarda l'esposizione inalatoria, mentre può avere importanza l'assorbimento cutaneo se i pezzi in lavorazione vengono manipolati senza opportuni DPI. E' possibile che si realizzi un "contatto diretto" con l'olio anche quando sia necessario pulire l'utensile o intervenire su di esso per operazioni di manutenzione ordinaria o straordinaria. Possono essere una fonte di esposizione per contatto cutaneo anche le nebbie d'olio aerodisperse che si formano per effetto della velocità con cui lavora l'utensile e per la condensazione di vapori generati dalle alte temperature in gioco.

##### 4.2 I rischi per la salute

Il rischio per la salute derivante dall'esposizione a olii lubrorefrigeranti è legato:

- ai procedimenti di raffinazione a cui l'olio è stato sottoposto;
- agli additivi che vengono aggiunti all'olio base;
- alle modalità con cui viene utilizzato e alle misure di protezione che vengono adottate.

I principali fattori di rischio derivanti dall'esposizione agli olii lubrorefrigeranti sono riconducibili al contatto cutaneo con il fluido e all'inalazione di nebbie, derivanti dall'aerosol d'olio, e fumi, derivanti della degradazione termica.

<sup>3</sup> Solo nei fluidi semisintetici

Diversi agenti chimici possono rappresentare fonte di rischio [ISPESL, 2008]:

- **IPA** (Idrocarburi Policiclici Aromatici), classe di composti considerata il principale fattore di rischio legato all'uso degli olii lubro-refrigeranti in quanto cancerogeni. Gli olii a blanda raffinazione, cioè trattati con acido e argilla o sottoposti ad un trattamento moderato con idrogeno, sono caratterizzati da un'elevata concentrazione di IPA; scarse concentrazioni di IPA sono contenute solo negli olii altamente raffinati, cioè sottoposti ad un'estrazione con solvente e/o ad un trattamento con idrogeno o acido solforico (fumante). Va tuttavia sottolineato che per gli olii che contengono in partenza anche piccole percentuali di IPA è possibile, con l'uso, un incremento della loro concentrazione. Esistono test analitici di tipo chimico per evidenziare il possibile contenuto in IPA.
- **PCB** (Policlorobifenili);
- **B (a) P [benzo, a - pirene]** : essa è pari a circa 350 ppm negli olii non raffinati e 0,004 ppm negli olii severamente raffinati;
- **metalli** (piombo, nichel, cromo ecc.);
- **nitrosammine** che si possono formare nel caso di fluidi additivati con ammine o nitriti. In particolare per gli olii che nella formulazione contengono dietanolammina, è possibile, con l'uso, la formazione di N-Nitrosodietanolammina, sostanza cancerogena.

Inoltre è possibile lo sviluppo di una flora batterica pericolosa che può causare dermatiti, allergie, patologie respiratorie, ecc. se gli agenti battericidi ed antifungini (ad es. formaldeide, antibiotici vari) presenti nella formulazione iniziale vengono consumati.

#### 4.3 Gli effetti sulla salute

Dermatiti, acne, asma, irritazione delle vie aeree superiori e diversi tipi di cancro sono stati associati con l'esposizione ad olii lubrorefrigeranti. La gravità della malattia è relazionata a diversi fattori, ad esempio il tipo di fluido, il grado di contaminazione, la durata e il livello dell'esposizione.

Il contatto cutaneo può realizzarsi nel caso in cui il lavoratore, non indossando DPI, immerge le dita nel fluido, prende pezzi bagnati o tocca parti di macchine o attrezzi sporchi. Importanti possono essere anche gli schizzi. Tuttavia anche abiti contaminati, scarsa igiene personale, uso di concentrazioni superiori a quelle raccomandate, elevata alcalinità che rimuove i grassi della pelle, contatto prolungato, lavaggio delle mani con saponi abrasivi o acqua troppo fredda o calda possono contribuire allo sviluppo di problemi della pelle. Come conseguenza dell'assorbimento cutaneo sono stati evidenziati sia la dermatite che l'acne: secondo uno studio del NIOSH [NIOSH, 1998] fino al 67% dei lavoratori esposti possono essere colpiti da dermatite da contatto. Persone che lavorano con olii emulsionabili sono maggiormente esposti a rischio di dermatite mentre all'acne sono associati gli olii di base.

I disturbi respiratori comprendono sintomi vari tra cui anche irritazioni acute delle vie respiratorie, asma, bronchiti croniche, ecc.. In questo caso va sottolineato che molti componenti possono indurre asma e che, in generale, possono comportare l'aggravamento di situazioni preesistenti.

Molti studi hanno messo in evidenza un legame tra lavorazioni effettuate in presenza di olii lubrorefrigeranti e cancro del retto, pancreas, laringe, pelle e vescica, manifestatosi anche dopo decenni. Tuttavia va sottolineato che la concentrazione in aria di composti pericolosi è diminuita rispetto a quella degli anni '70 e '80. Infatti prima del 1985 i fluidi potevano contenere nitriti, olii non raffinati, ed altri composti chimici poi eliminati per i problemi di salute connessi. In tal modo, anche se non vi sono sufficienti prove per dimostrarlo, è ragionevole supporre che il rischio di cancro è sia stato notevolmente abbassato.

#### 4.4 Le malattie lavoro-correlate

Al fine di verificare l'incidenza delle malattie connesse all'uso di olii lubro-refrigeranti è stata condotta un'indagine sulle malattie professionali correlate alla voce di tariffa INAIL 6240 – *“Lavorazione alle macchine utensili per asportazione di materiali: lavori di tornitura, fresatura, trapanatura, ecc.”* delle gestioni industria e artigianato.

Le malattie professionali evidenziate sono state raggruppate nelle tre tipologie mostrate in Tabella 3. I risultati numerici di tale elaborazione sono riportati nelle tabelle 4 e 5 che riguardano, rispettivamente, le malattie professionali denunciate ed indennizzate mentre la Figura 2 ne visualizza l'andamento temporale. Le affezioni cutanee denunciate negli anni 2003-2008 variano tra un massimo del 14 e un minimo del 5%: tra tutte spiccano le dermatiti da contatto e gli eczemi. I tumori, con sedi vescica, laringe, pleura, oscillano tra 1 o 2%. Risultano comprese tra il 2 e il 4% anche le affezioni respiratorie denunciate. I dati riscontrati dal database dell'INAIL, quindi, confermano quanto riportato in letteratura (cfr. par. 4.3)

Tabella 3: malattie professionali correlate alla voce INAIL di tariffa 6240

Affezioni cutanee	Altre malattie della cute e del tessuto cellulare sottocutaneo
	Dermatite da contatto ed altri eczemi
	Affezioni eritematose
	Dermatosi eritemato-squamose, eczemi infantili
	Orticaria
Affezioni respiratorie	Asma
	Affezioni croniche del rinofaringe e dei seni paranasali
	Affezioni respiratorie da inalazioni di fumi e vapori
	Altre malattie polmonari
	Bronchite cronica
	Placche pleuriche, ispessimenti pleurici
	Polmonite da sostanze solide e liquide
	Broncopolmonite
	Enfisema
Tumori	Maligno della prostata
	Maligno della pleura
	Tumore maligno della trachea, dei bronchi, del polmone non specificato come secondario
	Maligno delle cavità nasali
	Maligno della vescica
	Benigno di altri o non specificato

Tabella 4: malattie professionali denunciate negli anni 2003-2008

Anno	Affezioni cutanee (%)	Affezioni respiratorie (%)	Tumori (%)	Indeterminate	Altre	Totale
2003	52 (14%)	14 (4%)	7 (2%)	84	226	383
2004	40 (11%)	13 (3%)	4 (1%)	49	269	375
2005	35 (9%)	15 (4%)	5 (1%)	5	310	370
2006	23 (9%)	5 (2%)	6 (2%)	3	219	256
2007	24 (9%)	5 (2%)	3 (1%)	6	218	256
2008	18 (5%)	11 (3%)	7 (2%)	29	280	345

Tabella 5: malattie professionali indennizzate negli anni 2003-2008

Malattie indennizzate	Affezioni cutanee (%)	Affezioni respiratorie (%)	Tumori (%)	Indeterminate	Altre	Totale
2003	31 (46%)	2 (3%)	4 (6%)	0	20	67
2004	4 (5%)	13 (17%)	4 (5%)	0	54	75
2005	8 (11%)	2 (3%)	2 (3%)	-	63	75
2006	9 (15%)	1 (2%)	4 (6%)	0	48	62
2007	10 (14%)	0	1 (1%)	0	62	73
2008	8 (15%)	9 (17%)	2 (4%)	0	33	52

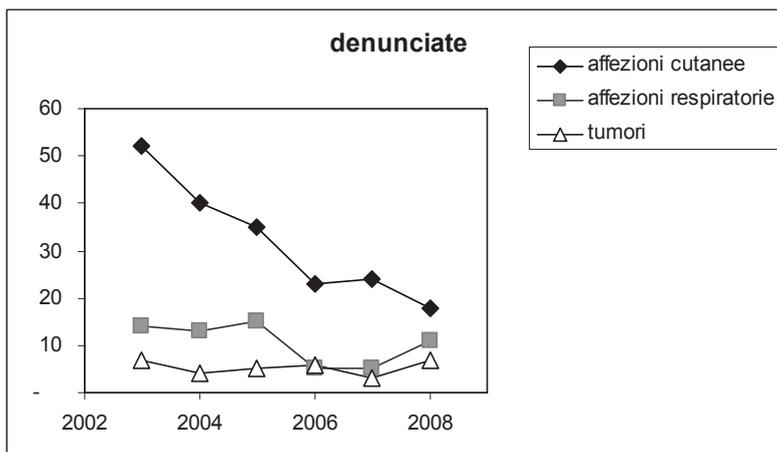


Figura 2a: malattie professionali denunciate per la voce di tariffa INAIL 6240 - gestioni industria e artigianato - anni 2003-2008 (fonte INAIL).

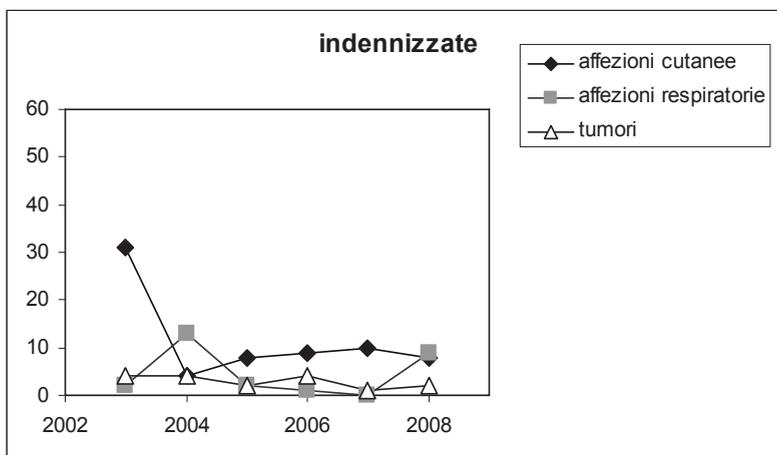


Figura 2b: malattie professionali indennizzate per la voce di tariffa INAIL 6240 - gestioni industria e artigianato - anni 2003-2008 (fonte INAIL).

#### 4.5 I valori limite di esposizione

Lo IARC ha classificato gli olii scarsamente raffinati come a “sufficiente evidenza di cancerogenicità”; attualmente la maggior parte degli olii in commercio risulta negativa al test di mutagenicità di Ames.

Valori limiti sono stati fissati da diversi organismi internazionali:

- l'ACGIH (American Conference of Governmental Hygienists) ha proposto per gli olii minerali usati nelle lavorazioni dei metalli un TLV-TWA pari a  $0.2 \text{ mg/m}^3$  e per gli olii minerali altamente raffinati un TLV-TWA pari a  $5 \text{ mg/m}^3$ . Inoltre ha classificato in classe A2 - cancerogeno sospetto per l'uomo - gli olii minerali scarsamente o mediamente raffinati e in classe A4 - non classificabile come cancerogeno per l'uomo - gli olii minerali altamente raffinati;
- l'OSHA, in un lavoro del 1993, fa riferimento a due valori:  $5 \text{ mg/m}^3$  ( TLV-TWA ) per le nebbie di olio minerale e  $15 \text{ mg/m}^3$  (TLV-TWA) per il particolato non altrimenti classificato (PNOC), applicabile agli olii refrigeranti non appartenenti alla prima categoria (oli puri di base). Inoltre nel 1999, la Commissione OSHA “Metalworking Fluids Standards Advisory

Committee”, basandosi su studi relativi all’asma, ha raccomandato un limite di esposizione permessa per 8-ore (PEL) di  $0.4 \text{ mg/m}^3$  per la frazione toracica di particolato e di  $0.5 \text{ mg/m}^3$  per quella totale;

- Il NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) nel 1998, ha raccomandato un valore limite REL (Recommended Exposure Limit), finalizzato a prevenire o ridurre i disturbi respiratori associati all’esposizione a olii lubro-refrigeranti, per gli aerosol pari a  $0.4 \text{ mg/m}^3$  di particolato toracico come media pesata (TWA) di 10 ore al giorno in settimana lavorativa di 40 ore.

## 5. ASPETTI PREVENZIONALI

Nelle lavorazioni con macchine utensili la scelta dell’impianto di aspirazione e di diluizione degli inquinanti aerodispersi rappresenta un’importante priorità ai fini prevenzionali. La relativa progettazione deve essere tale da garantire efficienza (l’impianto deve essere rispondente al complesso di regole di fluidodinamica e di igiene industriale) ed efficacia (l’esposizione professionale deve essere quanto più possibile contenuta).

La tipologia di ventilazione da installare deve tener conto della qualità dell’olio impiegato nelle lavorazioni alle macchine utensili: quanto più l’olio si rivela pericoloso per la salute degli operatori tanto più sarà necessario preferire le cappe avvolgenti alle cappe esterne quali terminali di aspirazione. Infatti le cappe esterne (o a induzione) che non racchiudono la sorgente ma sono poste, in genere, superiormente o lateralmente alle sorgenti di emissione dell’inquinante, devono essere installate solo quando sia impossibile o difficoltoso l’utilizzo di cappe avvolgenti. Queste ultime, d’altra parte, racchiudono completamente la sorgente degli inquinanti garantendone l’aerodispersione solo all’interno della cappa. Le portate di aspirazione necessarie sono in genere ridotte in quanto l’impianto deve mantenere in depressione la zona protetta senza che siano garantite velocità di cattura elevate; occorre comunque che le superfici di apertura tra la cappa e l’ambiente esterno siano ridotte al minimo e che attraverso le relative sezioni siano mantenute adeguate velocità di captazione. Le schermature delle cappe possono essere:

-completamente chiuse, consistenti in schermi fisso e mobili privi di aperture per cui consentono portate ridotte;

-con aperture limitate e ben definite per cui la velocità di captazione va fissata in funzione della velocità e delle traiettorie con cui gli inquinanti le attraversano.

Infine negli ambienti industriali che ospitano tali macchine utensili il ricircolo dell’aria inquinata non è ammesso: la presenza negli inquinanti di componenti altamente tossici e con sufficiente evidenza di effetti cancerogeni sull’uomo, impone che l’impianto di aspirazione localizzata espella all’esterno, previa depurazione se necessaria, gli inquinanti convogliati.

Rispetto alla possibilità di schermare completamente le macchine di lavorazione va detto che, oltre a confinare la sorgente di emissione degli inquinanti aerodispersi e ad evitare lo spargimento di spruzzi dei fluidi lubro-refrigeranti e il loro contatto con gli operatori, tale soluzione progettuale è, ove possibile, la migliore adottabile. Essa garantisce infatti anche rispetto alla proiezione di trucioli o pezzi in lavorazione e la propagazione del rumore.

Una tecnologia di processo utile a limitare il problema ambientale connesso all’uso di fluidi da taglio nelle lavorazioni per asportazione di truciolo è la lubrificazione minimale. Impiegata in alternativa ai processi di taglio mediante inondazione con il fluido, essa garantisce il completo consumo del meato d’olio nella lavorazione abbattendo la generazione e l’aerodispersione di nebbie oleose. D’altra parte anche il problema dello stoccaggio di composti chimici che necessitano particolari procedure di dismissione una volta esaurita la loro funzione, viene in tal modo ad essere notevolmente ridimensionato. Studi condotti nella fresatura dell’acciaio (ARCARI, 1994) hanno dimostrato che, ottimizzando il processo, la tecnica della lubrificazione minimale è preferibile rispetto al taglio a secco e a umido sia per quanto riguarda la dinamica d’usura che per la finitura superficiale dei pezzi lavorati. Inoltre, laddove ottimizzata, tale tecnica pur considerando

l'investimento aggiuntivo in attrezzature, permette di garantire costi di prodotto inferiori al taglio a secco e ad umido.

## 6. CONCLUSIONI

Lo studio svolto, sebbene non accompagnato dal riscontro di rilievi analitici, ha permesso di apprezzare il rischio chimico nel comparto delle lavorazioni per asportazione di truciolo e di dedurre che l'interesse principale per l'igienista industriale risiede soprattutto nell'esposizione cutanea dei lavoratori ai componenti pericolosi presenti negli olii lubrificanti. Si intravede, quindi, la possibilità di approfondire, attraverso una campagna di monitoraggi, la tematica dell'assorbimento cutaneo delle sostanze chimiche.

## RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano la CSA (Consulenza Statistico Attuariale dell'INAIL) per i dati statistici forniti e l'ing. Enrico Ferro della CONTARP per i suggerimenti e le indicazioni forniti.

Si ringrazia, inoltre, il sig. Pierluigi Gattamelata, titolare della ditta PALSMEC di Nettuno (RM), per la disponibilità dimostrata.

## BIBLIOGRAFIA

**C. Arcari et al.** Impianti di ventilazione nelle lavorazioni con macchine utensili, Regione Emilia-Romagna, Assessorato alla Sanità, 1994

**E. Meneghini:** L'esposizione professionale agli olii lubrificanti: criteri per l'individuazione, il controllo e la prevenzione dei rischi, Rapporti ISTISAN, maggio 1986

**ISPESL - Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza sul Lavoro:** Profilo di rischio nel comparto macchine utensili (metalmecanica), [www.ispesl.it](http://www.ispesl.it), marzo 2008

**NIOSH - National Institute for occupational Safety and Health:** Criteria for a Recommended Standard - Occupational Exposure to Metalworking Fluids, 1998.

**OSHA - Occupational Safety & Health Administration:** Metalworking Fluids: Safety and Health Best Practices Manual, [www.osha.gov](http://www.osha.gov), aggiornato marzo 2008