

**SESSIONE VII**

**INTERVENTI CORRETTIVI E PROTEZIONE PERSONALE**

## Rilevazioni di igiene industriale e risanamento dell'ambiente di lavoro

F. BRIGHENTI, (a) E. DE ROSA, (a) E. CLONFERO, (a) e V. COCCHIO (b)

(a) Istituto di Medicina del Lavoro, Università degli Studi di Padova

(b) Centro di Medicina del Lavoro e di Igiene Industriale del Comune di Mira (Venezia)

Riportiamo in questa comunicazione alcune esperienze pratiche che dimostrano come sia possibile abbassare l'inquinamento ambientale apportando provvedimenti di ordine tecnico sia a livello di progettazione e di manutenzione, sia mediante interventi su impianti già funzionanti. La migliorata situazione lavorativa viene presa in considerazione sia dal punto di vista puramente igienistico, confrontando i dati ambientali prima e dopo le modifiche, sia da un punto di vista biologico (esperienze nell'industria ceramica e grafica) mediante valutazione della piombemia e dell'ippuricuria prima e dopo le stesse modifiche.

I nostri dati riguardano due aziende ceramiche per la produzione di piastrelle, tre aziende grafiche, due industrie tessili ed una azienda metalmeccanica, quest'ultima limitatamente al problema dell'inquinamento da umi di saldatura.

### RISULTATI DELLE INDAGINI AMBIENTALI E BIOLOGICHE

#### *Industria tessile*

Possiamo dimostrare come sia possibile, intervenendo su ogni singola macchina, abbattere notevolmente la polverosità riportandola a livelli decisamente accettabili (esperienze in cotonificio). Limitandosi invece ad una generica manutenzione dell'impianto generale di aspirazione dell'intero reparto si può ottenere un miglioramento senza peraltro rimanere sempre in quei limiti oggi considerati accettabili (esperienza in linificio). I nostri risultati sono riportati nelle Fig. 1 e 2. Gli intervalli considerati sono per concentrazioni di polvere minori di  $0,50 \text{ mg/m}^3$  (esposizione lieve), tra  $0,50$  e  $1 \text{ mg/m}^3$  (esposizione moderata) e maggiore di  $1 \text{ mg/m}^3$  (esposizione eccessiva).

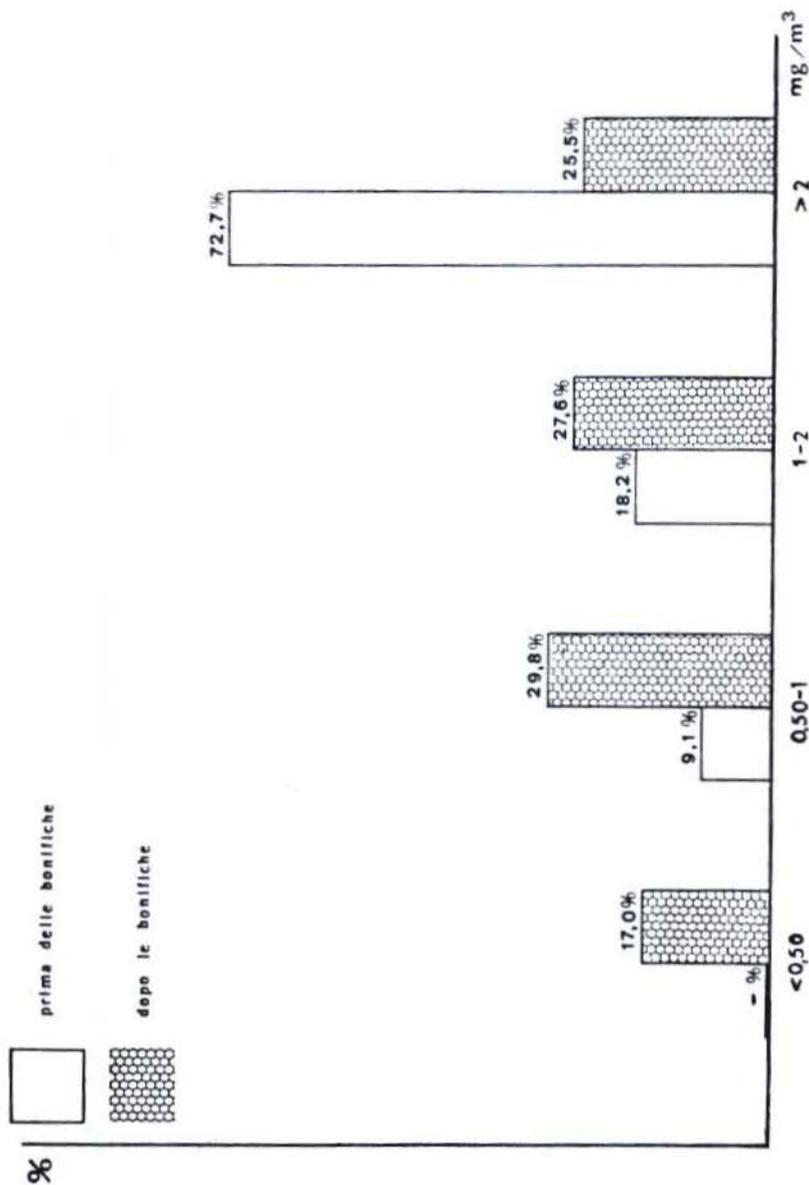


Fig. 1. — Linificio (58 prelievi). Distribuzione percentuale delle determinazioni a seconda di diverse concentrazioni di polvere prima e dopo bonifiche ambientali.

Dall'osservazione della Fig. 1 emerge chiaramente che i livelli di polverosità tendono ad abbassarsi nel linificio oggetto di indagine dopo pulizia e manutenzione dell'impianto generale di aspirazione; in particolare ci sembra importante segnalare la riduzione dei livelli più elevati di polverosità. Miglioramenti nettamente più sensibili abbiamo viceversa riscontrato dopo l'introduzione di un impianto di aspirazione localizzato su ogni singola macchina in un cotonificio. Possiamo osservare (Fig. 2) che le concentrazioni di polvere distribuite prima delle modifiche nelle classi comprese tra  $0,50 - 1 \text{ mg/m}^3$  si spostano dopo la bonifica ambientale nella quasi totalità al di sotto di  $0,50 \text{ mg/m}^3$ .

### *Industria ceramica*

La produzione di manufatti ceramici rappresenta oggi una delle maggiori fonti di rischio di intossicazione da piombo; in particolare il maggior rischio si riscontra nelle posizioni di smaltatura. Il problema si presenta sotto due aspetti: concentrazioni elevate di piombo nell'aria e rilevante presenza di ossido di piombo negli smalti. È chiaro che per realizzare un programma di medicina preventiva si deve intervenire a tutti e due i livelli e cioè ridurre le concentrazioni di piombo nell'aria e sostituire gli smalti con altri a minor contenuto di piombo o meglio apiombiferi.

Le esperienze che qui riportiamo si riferiscono a due aziende che usano diversi sistemi di smaltatura, rispettivamente ad umido e a secco. Contemporaneamente a prelievi ambientali effettuati da un altro Ente, il nostro Istituto ha eseguito nei propri laboratori il dosaggio della piombemia su tutti gli esposti.

La situazione ambientale è risultata precaria in entrambe le aziende con punte di maggior inquinamento da piombo ove la smaltatura avviene a secco. Nello stesso tempo i dosaggi della piombemia sono risultati mediamente elevati ed in misura maggiore sempre nell'azienda con smaltatura a secco.

In considerazione dell'inquinamento ambientale che trovava un perfetto riscontro nella situazione biologica, sono stati posti in atto provvedimenti di bonifica ambientale senza peraltro sostituire gli smalti in uso. A distanza di 6 mesi dall'attuazione delle opere di risanamento, la situazione ambientale è nettamente migliorata con riscontro di valori tutti inferiori al TLV. I nostri dati, riguardanti le piombemie prima e dopo le bonifiche medesime, dimostrano che nell'azienda con smaltatura ad umido si è passati da una piombemia media di  $590 \pm 222 \text{ } \mu\text{g/l}$  ad un valore di  $428 \pm 159 \text{ } \mu\text{g/l}$ . Notevole decremento dei valori di piombemia si è riscontrato anche nell'azienda con smaltatura a secco, con passaggio da una media di  $776 \pm 253 \text{ } \mu\text{g/l}$  ad una di  $584 \pm 138 \text{ } \mu\text{g/l}$ .

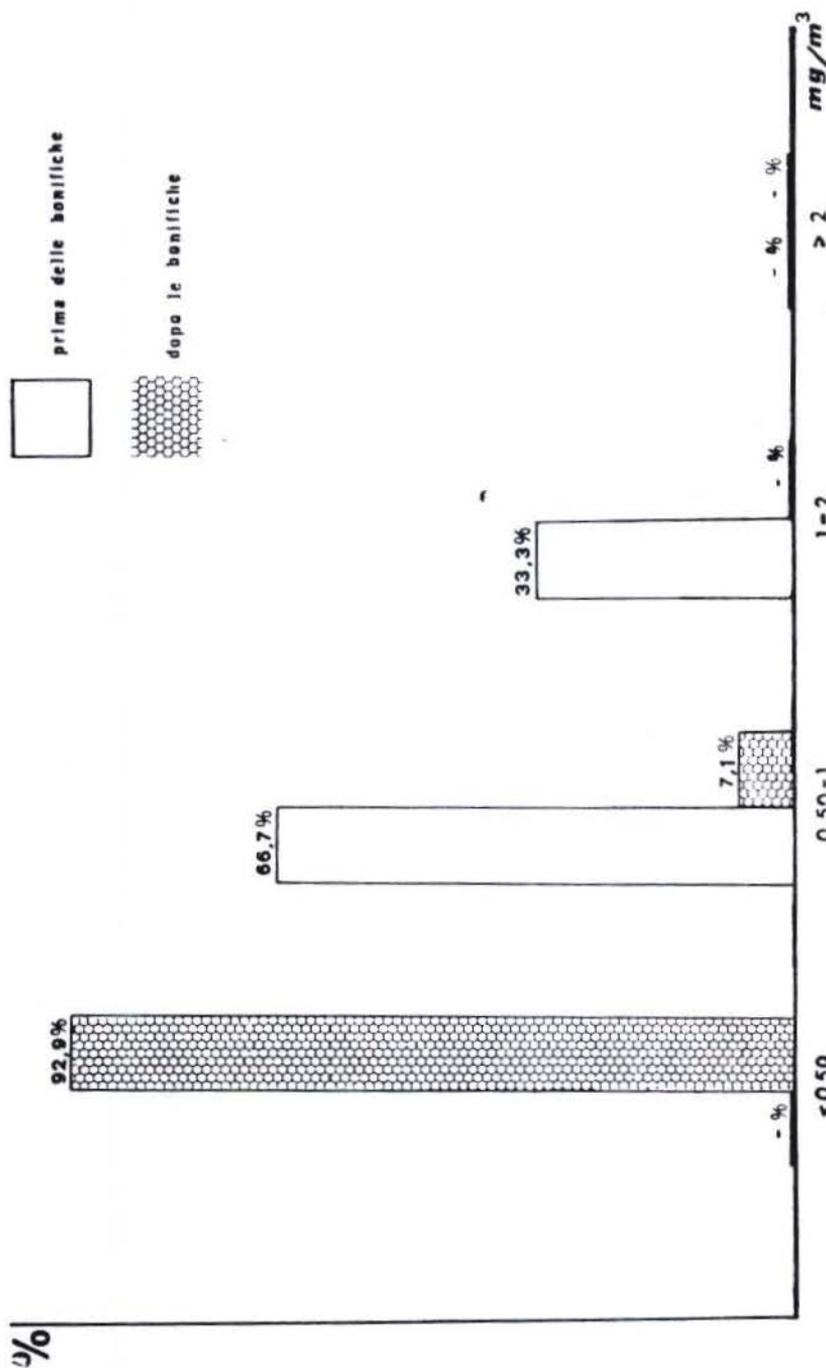


Fig. 2. — Cotonificio. Cardatura e pettinatura (23 prelievi). Distribuzione percentuale delle determinazioni a seconda di diverse concentrazioni di polvere prima e dopo bonifiche ambientali.

Evidentemente la messa in opera di sistemi di abbattimento ha prodotto buoni risultati relativamente alle concentrazioni ambientali di piombo, ma pur rimanendo al di sotto del TLV, si riscontrano ancora medie di piombemia superiori alla normalità ed in maggior misura nella smaltatura a secco dove le concentrazioni di ossidi di piombo erano più elevate.

### *Industrie grafiche*

La nostra esperienza in campo grafico è circoscritta a due fabbriche per la stampa su politene (procedimento di tipo flexografico) e ad una azienda per la stampa di periodici (procedimento rotocalcografico).

Abbiamo eseguito 12 prelievi e qui confrontiamo le concentrazioni ambientali dei solventi (usufruendo del concetto di valore limite per miscela) presenti nelle due aziende flexografiche, entrambe con lo stesso numero di macchine e con cubatura più o meno uguale. In una azienda, prima della messa in moto di tutti gli impianti, erano stati installati sistemi di aspirazione, studiati appositamente e localizzati nei punti di presumibile maggior inquinamento. Nell'altra azienda invece erano stati installati gli aspiratori soltanto dopo la messa in marcia degli impianti e funzionanti al momento dell'indagine. La validità del sistema è documentata dal confronto dei risultati ottenuti per i solventi, da cui risulta che in una azienda l'inquinamento complessivo è inferiore sempre alla metà del valore limite per miscela, mentre nell'altra in metà delle determinazioni tale limite viene superato.

TABELLA 1

#### **Concentrazioni di inquinanti con e senza bocchetta di aspirazione durante operazioni di saldatura**

TIPO DI ELETTRODO		Polveri totali mg/m <sup>3</sup>	Fluoruri mg/m <sup>3</sup>	NO+NO <sub>2</sub> ppm
Basico	senza aspirazione .	23,97	19,05	0,21
	con aspirazione . .	0,94	1,35	0,14
Acido	senza aspirazione .	16,64	2,68	0,55
	con aspirazione . .	1,53	0,27	0,21

Nell'azienda per la stampa dei periodici (rotocalcografia) il problema era rappresentato principalmente dall'inquinamento da toluene. Abbiamo eseguito due indagini prima e dopo un potenziamento dei ricambi/h; dopo le modifiche si hanno 6 ricambi di aria/h contro i 4 esistenti prima del poten-

ziamento. Nella prima indagine si era riscontrato il superamento del TLV per il toluene tre volte, con valori una volta leggermente superiore, in un altro caso doppio del TLV stesso, in un altro ancora triplo. Dopo il potenziamento precedentemente ricordato in un prelievo soltanto abbiamo raggiunto il TLV. Pur persistendo quindi presenza di toluene nell'ambiente, sono state abbattute le punte di inquinamento. Ulteriore elemento di convalida di un effettivo miglioramento ambientale è offerto dalla media dell'ippuricuria degli esposti dopo il turno di lavoro. Dopo le migliorie ambientali si è avuta una eliminazione media di  $1904 \pm 769$  mg/l di acido ippurico, mentre prima di tali bonifiche l'ippuricuria media era superiore di circa 800 mg/l.

#### *Industria metalmeccanica: fumi di saldatura*

Nella nostra indagine, che qui viene riportata, abbiamo eseguito tre tipi di prelievo (polveri totali, fluoruri, ossidi di azoto) all'altezza dell'operatore mentre venivano usati elettrodi basici ed elettrodi acidi. La prima serie di prelievi è stata eseguita senza alcun impianto di aspirazione; successivamente con le stesse modalità operative, in prossimità dell'operatore vi era una bocchetta di aspirazione estremamente semplice. Oltre che per la sua semplicità la bocchetta è da prendere in considerazione per la sua mobilità: può essere infatti portata su ogni punto di saldatura ed è inoltre estremamente efficace, come è possibile osservare considerando le concentrazioni degli inquinamenti riportate nella Tab. 1, in cui appare evidente come le concentrazioni degli inquinanti subiscano una drastica riduzione.

#### DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

I dati che abbiamo riportato ci paiono utili per una discussione di tipo preventivo.

Una prima considerazione importante è la dimostrata utilità di interventi di igiene industriale, ove non ci si fermi alla semplice constatazione di un rischio, ma si intraprenda un programma di bonifica ambientale, i cui risultati siano successivamente controllati mediante una nuova serie di rilevazioni. Dobbiamo a questo punto considerare che solo raramente ci troviamo di fronte ad impianti progettati tenendo conto anche del fattore inquinamento.

Nelle esperienze riportate, soltanto in una azienda per stampa flexografica si era tenuto conto del problema già a livello di progettazione impiantistica: negli altri casi si è dimostrato una volontà di operare solo successivamente, dopo cioè che ci si era resi conto di trovarsi di fronte a situazioni

anomale da un punto di vista igienico; eppure i risultati ottenuti sono da considerarsi per lo più soddisfacenti.

Il problema quindi ci pare quello di pretendere che tutti i nuovi insediamenti industriali siano dotati prima della loro entrata in funzione di tutti gli accorgimenti che la tecnica può fornire al momento dell'avvio. Ove tale programma a livello di progettazione non venga realizzato ci troveremo di fronte ad un successivo inquinamento da eliminare con costi maggiorati e con risultati meno soddisfacenti. Si passa allora al secondo aspetto, che è rappresentato dal risanamento degli impianti che non sono stati costruiti anche in funzione di un criterio igienistico. Indubbiamente sono queste le situazioni che ci troviamo ad analizzare più di frequente.

Il risanamento ambientale passa attraverso una serie di fasi che vanno da una frequente manutenzione dei sistemi di abbattimento esistenti ad una messa in opera di più efficaci provvedimenti tecnici.

Nelle esperienze da noi riportate abbiamo avuto per esempio un abbattimento delle punte di polverosità al linificio con la semplice pulizia degli impianti di aspirazione, ma laddove a questa sia associata la messa in opera di un nuovo impianto di depolveramento, i livelli di polverosità sono stati portati al di sotto dei limiti come verificato nel cotonificio.

Risultati discreti ma non del tutto confortanti abbiamo verificato nell'industria ceramica dove la mancata risoluzione del problema sta nel fatto che fino a quando si continueranno ad usare smalti ad elevato contenuto di piombo, le modifiche ambientali comporteranno soltanto una diminuzione del rischio, ma non la scomparsa dello stesso.

Nell'industria grafica abbiamo avuto con la progettazione impiantistica una pressoché totale abolizione del rischio da solventi.

Infine l'esperienza relativa ai fumi di saldatura dimostra come con dei mezzi estremamente semplici si possano ottenere risultati eccellenti. Questa ultima esperienza è anomala rispetto alle altre riportate, in quanto qui non abbiamo a che fare con un impianto da progettare in un modo determinato, ma soltanto con una mansione che va resa la più sicura possibile.

**Riassunto.** — Gli AA. riportano una serie di esperienze pratiche in alcuni settori industriali (tessile, ceramico, grafico, metalmeccanico) per dimostrare la necessità e l'utilità di interventi di igiene industriale, ove non ci si fermi alla semplice constatazione di un rischio ma si intraprenda un programma di bonifica ambientale i cui risultati siano successivamente controllati mediante una nuova serie di rilevazioni. I dati riportati si prestano per una discussione di tipo preventivo, in quanto dal confronto dei medesimi prima e dopo modifica ambientale viene valutata l'efficacia dell'intervento stesso, che può variare dalla semplice manutenzione degli impianti, alla messa in

opera di sistemi di abbattimento, alla necessità di interventi correttivi direttamente sulle materie prime.

**Summary** (*Industrial hygiene considerations and improvement of the work environment: practical experience*). — The AA. report a series of practical experiments in the following industries: textiles, ceramics, graphics and heavy industry, in order to demonstrate the necessity and utility of industrial hygiene in which an occupational hazard is not simply identified, but rather an improvement of the work environment is undertaken and the results of such a programme are again controlled and evaluated. The data presented lend themselves to a discussion of a preventive nature since, from a comparison of the data before and after modification, the efficacy of the modification itself is evaluated. The efficacy may vary from simple maintenance of equipment to environmental purification procedures and necessity of applying corrective modifications directly by the raw materials.

## **Il miglioramento dell'ambiente in una fonderia dell'industria meccanica: risultati ottenuti durante e dopo la sua ristrutturazione**

P. BATTINI (a), M. BERLINCIONI (a), A. CASTAGNOLI (b), G. CECCHETTI (b),  
G. GUAZZELLI (c), e R. ROSSELLI (c)

(a) *Laboratorio Chimico Provinciale, Firenze.*

(b) *Istituto di Medicina del Lavoro dell'Università Cattolica, Roma.*

(c) *Nuovo Pignone, Firenze.*

### **RIASSUNTO**

Gli AA. descrivono le bonifiche ambientali realizzate presso la fonderia « Nuovo Pignone » di Firenze durante la sua ristrutturazione.

Le bonifiche sono state realizzate attraverso una serie di interventi al ciclo tecnologico e agli impianti ed hanno interessato soprattutto la modifica del sistema di formatura, realizzato attualmente, interamente, con resina furaniche-processo « nobake ». Vengono confrontati i dati relativi alle situazioni igienico ambientali riscontrate prima della ristrutturazione con quelli riscontrati attualmente. Si mette in evidenza il diminuito rischio di silicosi e pneumoconiosi, il diminuito rischio di ipoacusia e di stress termico.

Per quanto riguarda, viceversa, la concentrazione nell'aria ambiente dei monomeri dei prepolimeri, delle resine impiegate si mette in risalto come la concentrazione di questi inquinanti, ed in modo particolare dello alcool furfurilico, usato come tracciante, si sia mantenuta al di sotto dei più recenti limiti adottati per gli ambienti di lavoro.

**Summary** (*The environment improvement in the mechanical foundry*). — The AA. describe the environmental improvements realized in the « Nuovo Pignone » foundry in Florence. The improvements were obtained with a series of technological changes, namely concerning the furanic forming system (nobake process). The Authors point out the lower sylicosis risk, the reduced noise levels and heat stress. The furfuril alcohol air concentration was found less than TLV.

## **La lotta contro le polveri di refrattari nelle acciaierie con colata continua**

G. RIPANUCCI

*Centro Tecnico Accertamento Rischi Professionali INAIL, Roma*

Gli ambienti di lavoro delle acciaierie sono caratterizzati dalla presenza di una vasta gamma di inquinanti a differente grado di nocività. Alcuni di essi sono esclusivi del particolare tipo d'impianto, in funzione del materiale trattato e del processo siderurgico seguito, altri invece sono comuni e si rinvergono in tutti gli ambienti delle acciaierie.

Tra gli inquinanti comuni, caratterizzanti tutto il settore siderurgico, sono certamente da considerarsi le polveri dei refrattari utilizzati per il rivestimento dei forni, delle siviere, dei canali di colata, ecc. Il consumo di tali materiali è notevole: la attività siderurgica espone quindi all'inalazione di polveri da essi prodotte. Poichè inoltre alcuni refrattari contengono percentuali, anche rilevanti, di silice cristallina, per alcune specifiche mansioni può concretizzarsi la possibilità di un'esposizione al rischio di contrarre la silicosi.

Per brevità di esposizione il discorso viene delimitato ad un solo particolare processo siderurgico: la produzione dell'acciaio in forno elettrico ad arco e colata in continuo, un processo che sta sempre più diffondendosi, in sostituzione di cicli siderurgici più tradizionali.

In queste acciaierie gli inquinamenti da polveri di refrattari sono principalmente dovuti alle operazioni sui rivestimenti dei forni, delle siviere e delle paniere.

Per il forno i rivestimenti delle pareti e della suola sono di norma basici. Per la volta invece permane ancora l'uso di refrattari silico-alluminosi, anche se essi sono in via di sostituzione, con preferenza per materiali a più alto tenore in allumina. L'uso di mattoni basici invece è, per ora, limitato ai primi 3-5 anelli periferici ed al centro volta. Per le siviere e per il rivestimento di sicurezza delle paniere prevale l'impiego di materiali ad elevato contenuto in silice libera cristallina.

Il quarzo, praticamente assente nei materiali dolomitici ed in quegli magnesiaci e cromo-magnesiaci, è da ritenersi invece trascurabile negli alluminosi soltanto quando le percentuali in allumina superano l'85-90 %.

Da indagini svolte presso due impianti del settore è risultato che in uno stabilimento i nove addetti alla manutenzione dei rivestimenti in un mese eseguono la demolizione e la ricostruzione di 3 tini, 2 volte, 7 siviere e 6-7 paniere, mentre i due operai del secondo impianto debbono provvedere, in un mese, alla demolizione e ricostruzione di 1 tino, 1 volta, 4 siviere e due paniere: per il singolo operaio dunque la demolizione rappresenta un'operazione abbastanza frequente.

Oltre ai rifacimenti sopra indicati, inoltre, lo stesso personale esegue anche altri lavori su materiali refrattari. Gli stessi operai infatti provvedono al rifacimento della suola dei forni, alla stuccatura del tino, alla demolizione e ricostruzione, dopo ogni colata, del rivestimento d'usura delle paniere, ecc.

Nelle acciaierie indagate, per demolire i principali rivestimenti si fa ricorso al martello pneumatico manovrato a mano da due operai che si alternano ogni 10-15 minuti.

Specifiche rilevazioni strumentali hanno mostrato che durante la ricostruzione di refrattari gli ambienti di lavoro sono inquinati in prevalenza dai « fumi » dei forni: l'apporto dovuto ai refrattari è molto limitato. Opposto invece è stato il risultato delle misure riguardanti la segagione e soprattutto la demolizione: queste operazioni danno luogo ad un impolveramento dovuto in prevalenza alla comminazione del materiale refrattario. In particolare, l'impiego manuale del martello pneumatico espone gli operatori a impolveramenti del tutto inaccettabili, anche se si demoliscono refrattari privi di quarzo. Ad esempio, i dati relativi ad una misura effettuata durante la demolizione di una siviera hanno superato di 16,9 volte il limite numerico proposto per polveri silicotigene dall'A.I.D.I. (\*). L'entità del rischio non può certo considerarsi ridotta dall'impiego di un fazzoletto posto davanti alla bocca o dall'uso di una semplice mascherina a filtro, uniche forme prevenzionali che si è soliti adottare, rispettivamente, nelle due acciaierie visitate.

Per fare della prevenzione tecnica in maniera corretta è necessario sollecitare la ricerca di soluzioni che discendano dalle diverse linee di possibile intervento.

Senz'altro prioritaria deve essere l'eliminazione dei materiali altamente silicei: con questi materiali, infatti, sono sufficienti impolveramenti anche modesti per raggiungere già condizioni di concreto pericolo. L'auspicabile

---

(\*)  $VLP = \frac{4500}{q+3}$  pp/cc, dove q è il percento numerico delle particelle di quarzo determinato in contrasto di fase.

sostituzione con materiali a minor contenuto in silice libera non solo sembra possibile, ma essa, il più delle volte, non risulta nemmeno essere di costo più gravoso, in quanto soddisfa anche ad esigenze fondamentali di riduzione dei tempi operativi di fabbricazione dell'acciaio. È il caso, ad esempio, della sostituzione dei mattoni siliciosi delle volte dei forni con materiali a più alto tenore d'allumina. Infatti, se la durata di una volta del forno, realizzata con mattoni silico-alluminosi è di circa 60 colate, essa è invece di 110 colate per volte alluminose e quindi pari alla durata di un rivestimento del tino, se in blocchi di dolomite. È evidente, in tal caso, il vantaggio rappresentato dalla coincidenza dei due interventi di sostituzione. Fra i materiali alluminosi, poi, sono preferibili quelli a più alto titolo d'allumina (85-90 %) perchè più resistenti all'attacco chimico da parte delle polveri di calce e degli ossidi di ferro. Anche per i rivestimenti delle siviere i refrattari ad alto tenore d'allumina (e quindi con poco quarzo) sono già preferibili, per la loro maggiore resistenza chimica, agli usuali silico-alluminosi, anche se sono necessari particolari accorgimenti, come un'idonea coibentazione e un'appropriata tecnica di preriscaldamento, per ridurre gli effetti dovuti alla loro maggiore conducibilità termica.

Negativo, ai fini della sicurezza, appare quindi il consolidarsi dell'uso, per i rivestimenti delle secchie di colata, di materiali non formati costituiti in assoluta prevalenza da quarzo (85-90 % in silice). In questo campo non c'è che da augurarsi solleciti risultati di quegli studi intesi a ricercare materiali sintetici alternativi a refrattari di questo tipo [1].

Passando all'esame di metodi di lavorazione che diano minor sviluppo di polveri, è evidente che ci si debba riferire soprattutto alle tecniche di demolizione, l'operazione di gran lunga la più inquinante, specie se eseguita con martello pneumatico.

È da premettere che risulta senz'altro controproducente la consuetudine di una troppo ristretta delimitazione delle competenze delle singole squadre, delimitazione che comporta l'assegnazione dell'opera di demolizione o della volta o del tino del forno o della secchia di colata o della panierina sempre agli stessi operai. Permettendo invece una continua rotazione nelle diverse demolizioni, si impedisce che siano sempre gli stessi ad essere esposti alla polvere a maggior contenuto in quarzo, riducendo notevolmente le probabilità che uno degli addetti ai refrattari contragga la specifica tecnopatia. Una spinta specializzazione, se indispensabile nella fase di ricostruzione del rivestimento, appare infatti non necessaria nel disfaccimento dello stesso.

Durante le citate indagini ci è stata riferita la preferenza accordata da alcuni operai ai martelli di maggiore dimensione, nel comprensibile interesse a ridurre i tempi di un'operazione comunque poco gradita. Ma la maggiore potenza dell'attrezzo meccanico, oltre a migliorare la polverosità prodotta

che risultati ottimali possono raggiungersi soltanto agendo nelle diverse direzioni di possibile intervento. Mai limitarsi alla singola misura preventiva.

**Riassunto.** — Le polveri di materiale refrattario caratterizzano gli inquinamenti degli ambienti di lavoro delle acciaierie. Per ridurre la pericolosità dell'operazione più polverosa sui refrattari — la demolizione dei rivestimenti — si esaminano le possibilità di una prevenzione tecnica basata, non sulla protezione individuale, bensì sull'impiego di materiali a minor contenuto in silice libera, su modalità operative che espongono meno le maestranze e sull'aspirazione alla fonte della polvere prodotta.

**Summary** (*Prevention against refractory-dusts in the continuous casting of steel*). — Dusts from refractory material are indicated as determining steel plant work site pollutions. To reduce the danger from the dustiest operation—the demolition of coating—the A. examines the possibility of technical prevention based not on the individual protection, but on the use of lower content in free silica materials, on operative ways that underexpose the workers and on the aspiration at source of the produced dust.

#### BIBLIOGRAFIA

1. ALIPRANDI, G. 1973. Recenti evoluzioni nei rivestimenti refrattari per siviere. *Metallurgia Ital.* 1: 39-49.
2. GARZELLO, F. 1973. Demolizione e ricostruzione del rivestimento refrattario in forni elettrici ad arco da 70 t. *Metallurgia Ital.* 6: 369-371.
3. BOISSELIER, J. 1975. La Démolition. Choix du procédé. Mesures de sécurité. *Trav. Sécurité.* 7: 354-371.
4. GETSBERGER, K. 1966. Staubbekämpfung bei der Werksteinbearbeitung. *Staub.* 11: 491-495.
5. HUBBLE, D. N. & SHAPLAND, J. T. 1971. New demande on pouring pit refractories. *Open Hearth Proc.* vol. 54. pp. 152-162.

## **L'intervento preventivo nella fase di progettazione di un nuovo stabilimento industriale: contributo di un servizio di base per l'installazione di un colorificio ceramico**

L. GHISELLI, S. GRILLO, R. MONTANARI e M. RICCI

*Consorzio Socio-Sanitario di Lugo (Ravenna), Servizio Medicina Preventiva Lavoro*

### **PREMESSA**

L'intervento preventivo, perchè sia realmente efficace, deve spostare l'attenzione dal risanamento e dalla ristrutturazione dell'esistente al momento della progettazione dei nuovi stabilimenti industriali.

I vari momenti di partecipazione dei servizi di igiene industriale possono essere così schematizzati:

- 1) esecuzione di indagini sul territorio; si comprendono prelievi del terreno, della vegetazione, delle acque e dell'aria;
- 2) indicazione dei parametri di massimo inquinamento producibile dalle lavorazioni, senza induzione di effetti negativi sulla salute dei lavoratori e sul territorio in cui lo stabilimento viene installato;
- 3) proposta di opportuni sistemi di abbattimenti degli inquinanti gassosi e particolati e di riciclo delle acque, nonché di dispositivi di emergenza e di analisi in continuo delle immissioni, e così via.

Un intervento di tal fatta prevede la collaborazione di competenze tecniche e scientifiche estremamente articolata, comprendendo i tecnici dei servizi di base e dei laboratori provinciali, gli organismi regionali di consulenza (CRIA).

Le indicazioni ed i suggerimenti devono concretizzarsi in prescrizioni aventi valore vincolante; nelle zone escluse dalla 615 è indispensabile stipulare convenzioni tra l'Ente Locale e la Ditta, le quali comprendano le prescrizioni stesse, cui è subordinato il rilascio della licenza edilizia.

## PARTE SPERIMENTALE

Nel nostro caso, si tratta di un Colorificio Ceramico, industria insalubre di 1<sup>a</sup> classe, già esistente nella zona urbana di uno dei Comuni del Comprensorio Lughese, e fortemente inquinante, sia per la arretratezza tecnologica e la inadeguatezza dei sistemi antinquinamento messi in opera nel corso degli anni senza razionalità, sia per la vicinanza di abitazioni civili.

L'Azienda ha chiesto il trasferimento in un altro Comune del Comprensorio, in una zona a bassa concentrazione industriale, per cui era stata prevista, dagli organismi programmatori, la funzione di decongestionamento rispetto a zone fortemente industrializzate.

Riconosciuto al piombo il massimo carico inquinante, sono state date le seguenti indicazioni:

*interno della fabbrica:* polvere totale respirabile 5 mg/mc (valori massimi);  
piombo totale respirabile 0,15 mg/mc (valori massimi);

*esterno della fabbrica:* emissione di polveri 30 mg/mcN (valori massimi);  
emissione di piombo 5 mg/mcN (valori massimi).

Si è richiesto anche il trattamento e il riciclo delle acque delle lavorazioni.

Il progetto finale presentato dall'Azienda ed approvato ha previsto:

1) Ciclo chiuso delle lavorazioni, dall'insilamento alla carica dei forni fusori, ecc.

2) Abbattimento delle polveri, con maniche filtranti ai sili di stoccaggio e di carico dei forni ed integrazione con unità di soccorso, per le rotture accidentali.

3) Abbattimento dei fumi, con filtri a manica ed emissione in atmosfera attraverso un unico camino ad altezza efficace di diffusione pari almeno a 40 m, con temperatura non inferiore a 120 °C e velocità non inferiore a 12 m/sec.

Un corretto raffreddamento dei fumi dovrà evitare disfunzioni a seguito di condense o di ustioni alle maniche. È previsto un filtro di riserve per sopperire a guasti e disfunzioni. La pulizia dei filtri è automatica, con lavaggio in controcorrente mediante aria compressa. I filtri per i fumi, inizialmente previsti ad umido, sono stati sostituiti con quelli a secco e più volte verificati.

4) Trattamento delle acque industriali:

a) acque di raffreddamento dei forni: ciclo chiuso e separato, con recupero e riciclo previo raffreddamento;

b) acque raffreddamento fritte (shock termico): ciclo chiuso e separato e recupero in vasca;

c) acque di lavaggio dei mulini.

- bianco: depurazione con trattamento chimico-fisico in apposito impianto e riutilizzo integrale, con recupero delle parti solide precipitate;
- colorato: impianto di depurazione passante in una serie di pozzetti separati per recuperare la maggior quantità possibile di materiali in sospensione.

5) Rifiuti solidi:

a) sacchi di imballaggi: incenerimento in impianto completo di abbattimento e di depurazione dei fumi;

b) fanghi: addensamento ed estrazione per riutilizzarli all'interno dello stabilimento.

Prima dell'inizio delle attività, sono state effettuate indagini per definire lo stato sanitario della popolazione residente e le condizioni dei terreni e delle colture all'interno di cerchi concentrici di territorio, a 300 m (Zona A) e a 900 m (Zona B) dallo stabilimento.

I valori di piombo riscontrati in campioni di erba, di albicocco, di terreno e di foglie di betulle e di vite variavano ampiamente (da 0,10 a 42 ppm).

Nel corso di un anno di esercizio provvisorio (con 2 forni fusori, rispetto ai 5 previsti), le analisi delle emissioni hanno dato, al camino, i seguenti valori massimi:

- Piombo = 0,95 mg/Nmc
- Polveri = 2,9 mg/Nmc

I livelli di piombo presenti nel terreno e nelle colture non hanno subito variazioni significative. Non sono stati ancora eseguiti prelievi all'interno dello stabilimento.

Questa esperienza dimostra come la definizione di vincoli nel corso della costruzione di una nuova fabbrica da una parte stimoli la ricerca di nuovi strumenti tecnici di lotta contro l'inquinamento industriale e dall'altra assicuri una buona efficacia preventiva.

**Riassunto.** — L'intervento nella fase di progettazione di uno stabilimento industriale rappresenta una prevenzione reale. Qui si parla di un Colorificio Ceramico, già esistente e fortemente inquinante, il quale è stato trasferito in un'altra zona a bassa concentrazione industriale. È stato necessario disporre di un ciclo chiuso delle lavorazioni, un sistema di abbattimento delle polveri e dei fumi e un riciclo completo delle acque.

Controlli effettuati all'esterno della fabbrica durante le lavorazioni hanno verificato che le immissioni di polveri e di piombo erano al di sotto dei valori massimi indicati (30 e 5 mg/Nmc).

**Summary** (*Control during the planning of a new factory as prevention: an occupational medicine service experience*). — The control during the plan-

ning of a factory is a sort of prevention. For instance, we suggested industrial hygiene standards for a new chemical plant, wich have been into account. According to our suggestions they set up a closed factory process, a dust and fumes filtering plant and the water recycle. After some controls outside the factory, lead and dust concentrations were below the maximum allowed levels (30 and 5 mg/Nmc).

## La scelta di idonei mezzi di protezione individuale delle vie respiratorie in funzione dell'ambiente di lavoro

E. CAMPANELLA e F. PANKE

*Centro Studi e Controlli, ENPI, Monteporzio Catone (Roma)*

Una premessa è d'obbligo da parte di chi, nell'ambito di un convegno di igiene industriale, interviene sul tema dei mezzi di protezione individuale delle vie respiratorie.

Se nell'aria di un ambiente di lavoro sono o possono essere presenti inquinanti particolari (polveri, fumi e nebbie) e/o gassosi (gas e vapori) o, contemporaneamente o meno, può venire a determinarsi un'insufficienza di ossigeno, ciò significa evidentemente un rischio per la salute di coloro che in questo ambiente devono prestare la propria opera.

Deve però essere altrettanto evidente che il problema non può ritenersi risolto facendo semplicemente ricorso ai mezzi di protezione individuale, anche quando essi siano in grado di fornire un'adeguata protezione delle vie respiratorie. Un simile metodo, oggi decisamente antistorico, contrasta con l'atteggiamento ergonomico che predilige l'adattamento dell'ambiente all'uomo. Ormai, del resto, è patrimonio della sensibilità non soltanto degli « addetti ai lavori » il convincimento che l'approccio corretto al problema dell'inquinamento è di concepire ambienti di lavoro ed impianti in grado di garantire processi produttivi che non diano luogo a manifestazioni inquinanti né per l'ambiente di lavoro né, più generalmente, per l'ambiente in senso ecologico. E quando ciò non sia stato preventivato in fase di progettazione, è negli interventi correttivi per il risanamento dell'ambiente (automazione e confinamento dei processi, impianti di aspirazione, ricambi d'aria, ecc.) che va visto il perseguimento di un'effettiva protezione.

Tuttavia, a fronte delle aspirazioni teoriche, c'è spesso una realtà assai diversa dovuta a specificità di ambienti, di impianti obsoleti, di materiali usati. In questi casi l'adozione dei mezzi di protezione individuale ha una sua giustificazione, almeno in una fase di transitorietà, quando esista la disponibilità ad intervenire a monte delle cause inquinanti. Si hanno infine situa-

zioni nelle quali i mezzi di protezione individuale hanno una loro giustificata necessità in relazione, per esempio, all'impiego di materiali che le attuali conoscenze tecnologiche rendono insostituibili, o per lavorazioni occasionali ed interventi di manutenzione o, in ogni caso, per l'opportunità di prevedere situazioni di emergenza.

Sgombrato quindi il campo dal sospetto, talvolta avvertibile, che coloro i quali si occupano di mezzi di protezione individuale intendano proporre tali apparecchiature per far fronte alle specifiche nocività riscontrabili sul posto di lavoro, il problema che si pone riguarda la scelta del mezzo più opportuno da adottare in un determinato contesto igienico-ambientale.

Tale problema, di per sé non banale, diventa più complicato nella realtà del nostro Paese. Questo perché, non essendo ancora operanti in Italia norme legislative che realizzino « l'omologazione di macchine, impianti e mezzi personali di protezione », già prevista dal D.P.R. 24 luglio 1977, n. 616 (« Attuazione della delega di cui all'art. 1 della legge 22 luglio 1975, n. 382 »), il mercato rende disponibili prodotti privi dei requisiti di idoneità che l'utilizzatore dovrebbe poter presupporre nel momento in cui deve operare una scelta.

Per fare un esempio, chiunque può vedere, perché pubblicate in un'opera di larga diffusione che informa sugli sviluppi della scienza e delle tecnologie in questo secolo [1], due fotografie di Barnard mentre si prepara all'atto operatorio e durante l'esecuzione dell'intervento, nelle quali il celebre cardiocirurgo indossa una certa semimaschera. La stessa semimaschera è reclamizzata come un valido sistema filtrante protettivo, consigliato per svariatissimi settori di attività: dall'industria metalmeccanica a quella cementiera, in autocarrozzeria come in agricoltura, dall'industria del vetro a quella farmaceutica. Ora, se già si potesse fare riferimento ad una struttura pubblica omologante che confermasse o smentisse (o comunque delimitasse senza equivoci) le prestazioni vantate dai fabbricanti, l'utilizzatore non avrebbe motivo di porsi alcun interrogativo (quando se li pone) circa le affinità ambientali fra una sala operatoria, che deve egli evitare di inquinare, e, per esempio, l'interno di una torre di raffreddamento di un cementificio, in cui deve invece difendersi dall'inquinamento.

È utile osservare che l'uso di un mezzo non idoneo comporta, per un ignaro utilizzatore, non soltanto l'inefficacia della protezione ma anche un aumento del rischio a causa della maggiore disponibilità ad esporsi all'inquinante nella convinzione, appunto, di esserne protetto.

Ricordiamo che l'ENPI, già dal 1965, ha pubblicato alcune norme tecniche riguardanti i requisiti e le modalità di prova per i respiratori contro le polveri, i fumi e le nebbie [2]. In base a tali norme vengono ancora effettuati i nostri collaudi, ma sempre a carattere volontaristico da parte del committeente. Se l'esito è positivo, esso si concretizza nel rilascio del contrassegno di

idoneità, ma se è negativo non esiste uno strumento legislativo che consenta la pubblicizzazione dei risultati.

Torniamo dunque al problema della scelta, dopo aver cercato di chiarire come le carenze, delle quali si è detto, rendano più complicata la questione. Dimentichiamo adesso, comunque, tale motivo di complicazione supponendo che sul mercato siano reperibili esclusivamente prodotti conformi ai requisiti suggeriti da qualificati istituti normativi. Il contenuto di questo intervento vuole sottolineare che, anche in questa auspicabile ipotesi, sussiste sempre un problema di scelta in relazione sia alla natura dell'inquinante cui l'operatore è o può venire a trovarsi esposto, sia al grado di sicurezza che si ritiene utile raggiungere tenuti presenti i TLV delle sostanze inquinanti e le concentrazioni presumibilmente riscontrabili, sia alla specificità del posto di lavoro ed alle esigenze di mobilità che esso comporta.

Non esporremo la materia in modo organico esaurendo la casistica di tutti i mezzi di protezione individuale delle vie respiratorie. Ci interessa piuttosto fare alcune considerazioni ed offrire qualche spunto sull'argomento, in ciò avvalendoci delle raccomandazioni attualmente in fase di elaborazione presso il CEN (Comitato Europeo di Normalizzazione) le quali costituiranno una normativa completa sui requisiti e le modalità di prova per tutti gli apparecchi di protezione delle vie respiratorie.

Il primo criterio di scelta, il più ovvio, è in funzione della natura dell'inquinante. Non si adotterà un respiratore antipolvere (dizione abbreviata che sta ad indicare un respiratore contro inquinanti particolati, cioè polveri, fumi e nebbie) se l'inquinante è un gas o un vapore, né un respiratore antigas per filtrare materiale particolato. Va però tenuta presente la necessità, spesso trascurata, di usare un respiratore con filtro « combinato » quando sono contemporaneamente presenti, come nel caso della verniciatura a spruzzo, inquinanti sia gassosi che aerosolici.

Se invece, nel caso di un inquinante gassoso, c'è la possibilità che la sua concentrazione, in conseguenza ad un peggioramento delle condizioni ambientali, possa raggiungere un determinato valore, che attualmente si tende a fissare nella misura dell'1 % in volume, non si dovranno più adottare apparecchi che dipendono dall'aria ambiente, ma si dovrà operare una scelta fra gli apparecchi che ne sono indipendenti e forniscono ossigeno o aria non inquinata. Allo stesso modo ci si comporterà se è prevedibile che la concentrazione dell'ossigeno nell'aria possa scendere al disotto del 17 % in volume.

Nell'ambito degli apparecchi che filtrano l'aria ambiente, è necessario un criterio di scelta che porti all'adozione di una semimaschera o di una maschera a facciale intero o di un boccaglio. Questa scelta dipende sia dalle caratteristiche di ciascuno di questi apparecchi, sia dalla concentrazione e dal relativo TLV dell'inquinante presente. Il CEN ha introdotto a questo scopo

un criterio che si avvale di due parametri [3.1]: il « fattore di protezione nominale », caratteristico di un determinato tipo di apparecchio di protezione delle vie respiratorie, ed il « fattore di protezione » *tout court*, che potremmo caratterizzare con l'attributo « reale » o « pratico », correlato al momento di effettiva utilizzazione di un ben preciso esemplare di quel tipo di apparecchio di protezione.

Il fattore di protezione nominale (FPN) è definito come il rapporto fra la concentrazione dell'inquinante nell'atmosfera ambiente e la sua concentrazione all'interno del mezzo di protezione quando si attribuiscono i massimi valori consentiti sia alla penetrazione attraverso i filtri sia all'ulteriore penetrazione dell'inquinante, cui globalmente si dà il nome di *leakage*, imputabile essenzialmente ai difetti di tenuta lungo il bordo del facciale e, in misura minore, alla valvola di espirazione.

La relazione che fornisce il valore del FPN è la seguente:

$$\text{FPN} = \frac{100}{P_{\max} (\%) + L_{\max} (\%)} \quad (1)$$

in cui  $P_{\max} (\%)$  indica il massimo valore della penetrazione attraverso i filtri ed  $L_{\max} (\%)$  il massimo valore ammesso per il *leakage* (entrambi espressi in %). Evidentemente il fattore di protezione nominale ha un immediato contenuto informativo sull'efficienza protettiva di un determinato tipo di mezzo di protezione: se per es. è  $\text{FPN} = 10$ , vuol dire che l'apparecchio è in grado di ridurre 10 volte la concentrazione dell'inquinante nell'aria inspirata dall'operatore.

Il fattore di protezione (FP) rappresenta invece il rapporto fra le concentrazioni dell'inquinante nell'atmosfera ambiente e nell'aria effettivamente inspirata dal soggetto.

È evidente che, noto il TLV dell'inquinante e la sua concentrazione nell'ambiente (eventualmente ipotizzata al massimo valore realisticamente probabile) si dovrà scegliere l'apparecchio di protezione in modo che il suo fattore di protezione nominale sia non inferiore al fattore di protezione che la situazione richiede quando si imponga che l'operatore inspiri aria in cui l'inquinante sia almeno pari al relativo TLV.

Facciamo un esempio. Per semplicità limitiamoci al caso di inquinanti gassosi: in tale ipotesi la (1) si semplifica essendo  $P_{\max} (\%) = 0$ . Poiché i massimi valori consentiti per il *leakage* della semimaschera e della maschera intera (o del boccaglio) sono rispettivamente il 5 % e lo 0,05 % [3.2, 3.3, 3.4], i relativi fattori di protezione nominale risultano 20 nel primo caso e 2.000 per la maschera intera (o per il boccaglio). Pertanto, se nell'aria ambiente sono presenti 25 ppm di anidride solforosa (TLV = 5 ppm, FP = 5) si potrà tranquillamente usare una semimaschera (la maschera intera sarebbe in tal caso un sistema sovradimensionato); in presenza invece di 25 ppm di

cloro (TLV = 1 ppm, FP = 25) la protezione offerta dalla semimaschera è insufficiente.

È necessario precisare che i massimi valori consentiti per il *leakage* devono essere verificati da prove di laboratorio effettuate su un campione di 10 individui, tutti rasati, con diverse caratteristiche somatiche del volto ma escludendo casi vistosamente abnormi. Per questi casi particolari o per individui dotati di barba o lunghe basette, il *leakage*, anche con maschere idonee, può risultare molto più elevato, tanto da essere consigliabile, in molti casi, l'adozione di mezzi di protezione a pressione positiva. In questi apparecchi, un'adduzione di aria pulita all'interno del facciale crea in questa regione un'atmosfera a pressione positiva rispetto all'ambiente esterno, portando il *leakage* a valori molto bassi. Così per esempio, il fattore di protezione nominale di un apparecchio a pressione positiva collegato ad una linea di aria compressa, del tipo a domanda, è dell'ordine di 10.000, sia esso una semimaschera, una maschera o un cappuccio. Saranno poi le esigenze del posto di lavoro a fare preferire una di queste apparecchiature.

Si dovrà ricorrere ad apparecchi di protezione con i più alti valori realizzabili per il FPN nel caso di inquinanti ad azione cancerogena. L'operatore deve infatti essere opportunamente equipaggiato, in modo da escludere virtualmente qualsiasi contatto con le sostanze riconosciute come cancerogene, specie quando per esse non sia stato ancora assegnato un TLV [4].

Accenniamo ancora brevemente alla tendenza, che si va attualmente manifestando soprattutto in agricoltura, ad adottare mezzi di protezione costituiti da caschi nei quali un'elettroventola, azionata da batterie, immette aria dall'ambiente esterno filtrandola. Trattandosi di apparecchi privi di tenuta, essi devono essere alimentati da un volume d'aria sensibilmente superiore al normale fabbisogno fisiologico, al fine di isolare l'operatore nei confronti dell'ambiente inquinato. Pur non disponendo ancora di norme al riguardo, l'orientamento è di richiedere un flusso d'aria dell'ordine di 150 l/min. Anche per questo motivo i modelli che abbiamo avuto occasione di collaudare non sono risultati sufficienti. Vogliamo peraltro notare che i caschi dei quali stiamo parlando, differiscono dai cappucci e dai caschi già da tempo noti per la verniciatura a spruzzo o per la sabbiatura. Si tratta infatti di apparecchi, dotati di autonomia propria, che dipendono dall'aria ambiente, mentre quelli erano collegati ad una rete di aria compressa.

Sarà bene terminare citando ancora due criteri di scelta, non perché ritenuti utili, ma perché sembrano molto diffusi.

Il primo porta a preferire modelli di più semplice impiego, più confortevoli e leggeri. Non avrebbe motivo di essere criticato se intervenisse fra apparecchi tutti idonei: in attesa che ciò avvenga rischia di essere concorrenziale con la richiesta di efficacia protettiva, cioè di sicurezza.

Il secondo criterio è quello che si basa sul costo, meglio sull'economicità, del mezzo di protezione (spesso questo criterio è correlato al precedente, quello della confortevolezza, nel quale trova una preziosa giustificazione). Forse, dire che la salute non ha prezzo suona retorico, ma l'affermazione secondo cui « la protezione costa » è uno *slogan* pubblicitario che ha fondati motivi di essere ospitato su un periodico sindacale.

**Riassunto.** — L'adozione dei mezzi di protezione individuale delle vie respiratorie, sia pur limitatamente alle situazioni nelle quali essi trovano una giustificazione, deve essere conseguente ad una scelta ragionata in relazione sia alla natura dell'inquinante cui l'operatore è o può venire a trovarsi esposto, sia alla specificità del posto di lavoro, sia infine al grado di sicurezza che si ritiene utile raggiungere. Tale affermazione, di per sé non trascurabile pur nell'ipotesi che tutti gli apparecchi di protezione delle vie respiratorie rispondano positivamente a requisiti suggeriti da qualificati istituti normativi, appare tanto più essenziale nella realtà del nostro Paese in cui la carenza legislativa in tema di omologazione, rende disponibili prodotti non in grado di garantire la domanda di sicurezza e quindi, più che superflui, pericolosi per la protezione dell'utilizzatore.

Sono questi i motivi per i quali si ritiene utile illustrare le caratteristiche ed i relativi campi di applicazione dei più diffusi mezzi di protezione individuale delle vie respiratorie prendendo come riferimento, fin dove è possibile, le raccomandazioni che il CEN (Comitato Europeo di Normalizzazione) sta approntando in materia.

**Summary** (*The selection of suitable individual respiratory protective equipments in relation with the workroom environment*). — Adopting individual respiratory protective equipments, even if in those limited situations in which they are justified, must be consequent to a selection related with the nature of the pollutants to which the operator is, or may be, exposed, with the peculiarity of the workroom environment and, lastly, with the degree of security to be achieved. This statement is not to be neglected even if all respiratory protective equipments are fit to meet the suggestions of qualified standard making institutions. The same is to be considered of capital importance in Italy where the lack of legislation as far as omologation is concerned, allows products not fit to guarantee the request for security which are, consequently, not only superfluous, but dangerous for wearers.

For these reasons it has been considered useful to illustrate the characteristics and proper application-fields of the most widely spread respiratory protective equipments referring, as far as possible, to the recommendations being prepared on the matter by the CEN (European Committee for Standardization).

## BIBLIOGRAFIA

1. *Scienziati e Tecnologi Contemporanei*, Ed. Mondadori (1974).
2. Respiratori contro le polveri i fumi e le nebbie – Requisiti e modalità di prova, *Securitas*. **50**: 147 (1965).
3. *Recommendations for a European standard covering respiratory protective equipment*, CEN/WG 79:
  - 3.1 Terminology, Classification, Documentation and Selection, SG 1 – 46 E, nov. 1976.
  - 3.2 Technical Requirements for Half Masks, SG 3 – 36 E, genn. 1977.
  - 3.3 Technical Requirements for Full Face Masks, SG 3 – 25 E, revisione genn. 1977.
  - 3.4 Technical Requirements for Mouthpiece Assemblies, SG 3 – 37 E, genn. 1977.
4. *Threshold Limit Values*, American Conference of Governmental Industrial Hygienists (1977).