

SESSIONE II

**INDAGINI IGIENICO-AMBIENTALI:
INQUINANTI CHIMICI**

Controllo dell'esposizione professionale a benzene in un impianto chimico di sintesi

G. SCANSETTI, I. PAVAN e G. C. BOTTA

Istituto di Medicina del Lavoro, Università di Torino

La legge n. 245 del 5 marzo 1963 ha notevolmente limitato l'uso del benzene, o di miscele di solventi che lo contengono, nelle attività lavorative, consentendo soltanto, nelle applicazioni da essa disciplinate, la presenza di impurezze variabili fino al 2 % in peso del solvente. Il Consiglio d'Europa [1] e l'Ufficio Internazionale del Lavoro [2] hanno concordemente fissato tale limite all'1 %.

Noi stessi abbiamo potuto verificare l'efficacia della citata legge numero 245 ponendo a confronto, come appare in Fig. 1, i risultati di una indagine svolta nel 1962 [3] su 122 campioni di collante per calzature, e quelli di un'altra analoga svolta quest'anno su 32 campioni usati in pelletteria. Sono riportate le percentuali di benzene sul solvente totale ottenute con metodo gascromatografico. Come si vede, 31 su 32 campioni oggi analizzati ricadono ampiamente nei limiti di legge, uno ne esce di poco (3,5 %), mentre nell'anno precedente l'entrata in vigore della legge (1962) oltre la metà dei campioni esaminati aveva un contenuto di benzene nel solvente superiore al 2%.

Fra i settori non coperti dalle limitazioni della legge n. 245 vi è quello chimico di sintesi, ove il benzene è molto usato quale importante punto di partenza per prodotti destinati ai settori dei coloranti, delle resine, dei farmaceutici, dei detersivi, degli insetticidi.

L'impianto oggetto di questo studio fa parte di una industria chimica di sintesi e sorge all'aperto, su più piani a traliccio: esso è deputato all'alchilazione del benzene trattato nella quantità media mensile di circa 400 t. Il rifornimento del benzene avviene per scarico di autocisterne in un piazzale di movimentazione situato in altra parte dello stabilimento: di lì il benzene va in circuito chiuso prima ai serbatoi di stockaggio, e da questi perviene per pompaggio dosato ai reattori di lavorazione. Il funzionamento dell'impianto è a ciclo continuo, salvo le pause di manutenzione, e ad esso provvedono squadre di quattro turnisti, il cui luogo di prevalente stazionamento è

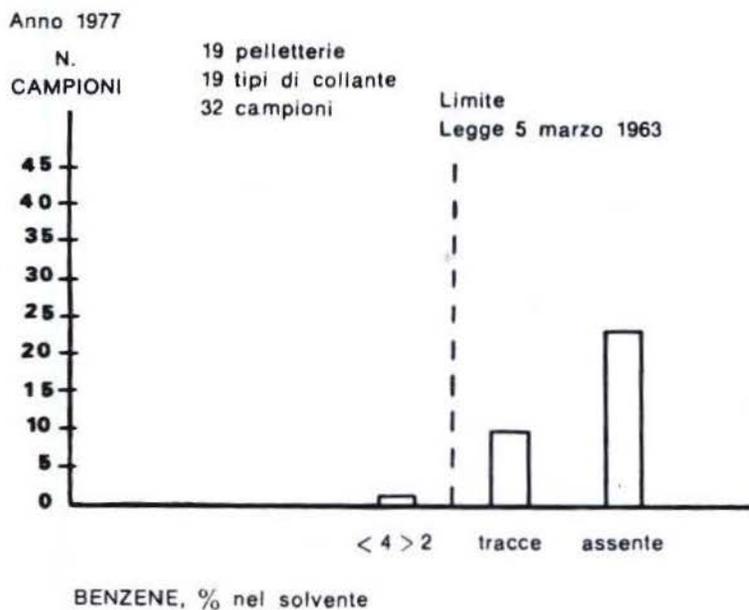
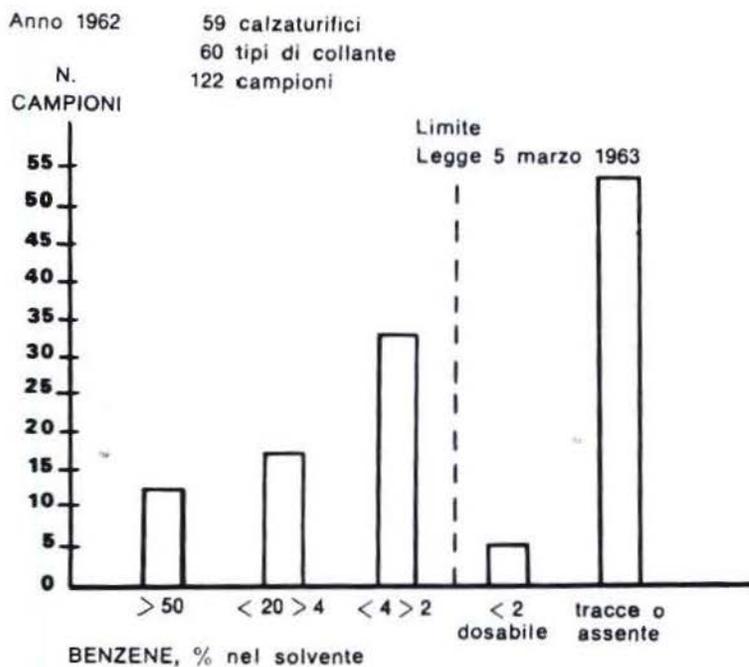


Fig. 1. — Risultati analitici su collanti.

una sala di controllo, costituita da un piccolo edificio ad un solo piano antistante il complesso di sintesi, donde è gestito l'intero ciclo di reazione. A parte questa attività di base i turnisti eseguono interventi periodici per provvedere: allo spillaggio di campioni delle diverse fasi di reazione per il controllo cinetico (sei postazioni di prelievo); ad immissioni in punti apribili dell'impianto; ad ispezioni per verificare la correttezza di funzionamento del ciclo. Al piano terreno sono pure presenti altri punti apribili, fra i quali le vasche di raccolta dei percolati.

I controlli eseguiti sono stati di ordine biologico (mesi di giugno, luglio ed agosto) e ambientale (mese di luglio).

I primi comprendono sessantanove determinazioni di fenolo totale sulle urine emesse al termine del turno di lavoro, quindici delle quali praticate in corrispondenza di turni nei quali erano in corso lavori di manutenzione [4]. Si è anzitutto proceduto all'idrolisi a 95° dei solfo-2 glicurono-coniugati del fenolo con acido perclorico, poi all'estrazione del fenolo con isopropil etero o con etere dietilico, e successiva determinazione gascromatografica. I valori di fenolo totale non sono stati corretti, però la densità di tutti i campioni di urina era uguale o superiore a 1016 (Gascromatografo Carlo Erba Fractovap GV, colonna in acciaio di 2 m. impaccata con Carbowax 1540 su Chromosorb W lavato con acidi) (temperatura di colonna 135°, gas trasportatore azoto, rivelatore a ionizzazione di fiamma a temperatura 250°; temperatura iniettore 200°).

Le determinazioni di benzene sull'aria ambiente sono state praticate: 1) a breve termine con pompa Dräger mod. 21/31, equipaggiata con fiale reattive specifiche tipo 5/a e 0,05; 2) a lungo termine, mediante campionature personale: a) mod. SP-IP della Sipin, equipaggiato con fiale di carbone attivo da 100 mg (Org-Vapour Sipin): velocità di campionamento 200 cc/min, durata di campionamento circa 3 h (36 l di aria filtrata) b) mod. C-200 MSA, con le stesse fiale e modalità del precedente. Deadsorbimento in tutti i casi in laboratorio a 3° con 1 ml di solfuro di carbonio per 12 h; 3) a lungo termine mediante pompa munita di contaltri OCRAS-Zambelli equipaggiata con tre bottiglie Drechsel in serie, ciascuna contenente 40 ml di xilene (velocità di campionamento 2,6 l al min, tempo di campionamento circa 4 h, circa 1 m³ di aria espirata).

Analisi del contenuto dello xilene e del solfuro di carbonio in gascromatografia, contro curva di taratura preparata in precedenza, ed in spettrometria di massa focalizzando lo strumento sul frammento di 78 m/e contro standard a concentrazione nota (gascromatografo Hewlett e Packard mod. 5710, spettrometro di massa Hewlett e Packard mod. 5980A).

La Fig. 2 espone i risultati dei dieci controlli ambientali praticati: con eccezione di quello derivante dal campionatore personale portato dal capoturno (con sede fissa in sala controllo) tutti gli altri campionamenti hanno

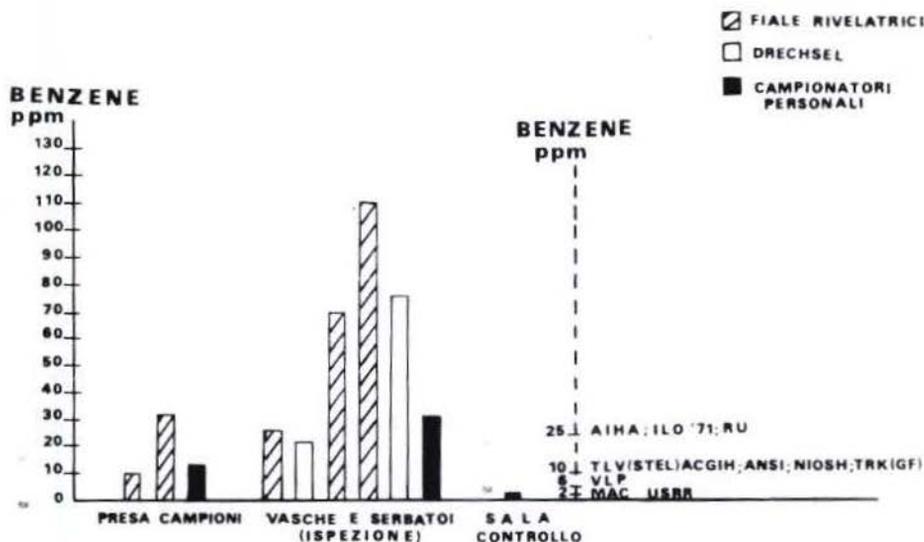


Fig. 2. — Dati ambientali.

dato risultati uguali o superiori alle 10 ppm, e precisamente fra le 10 e le 110 le fiale rivelatrici, fra 12 e 30 i campionatori personali, e fra 22 e 75 i gorgogliatori.

I risultati degli esami biologici, praticati lungo un più vasto arco di tempo, compaiono in Fig. 3: circa la metà hanno dato risultati inferiori ai 25 mg/l; circa un terzo fra 25 e 50 mg/l i restanti, circa un sesto dell'intero gruppo, oltre 50 mg/l.

Appaiono evidenti dalla descrizione degli aspetti igienici della situazione lavorativa delineata, le seguenti considerazioni:

a) in un impianto chimico di sintesi, utilizzante grandi quantità di benzene, la esposizione dei lavoratori origina quasi esclusivamente da «punte» di assorbimento coincidenti con gli interventi in corrispondenza dei punti aperti del cielo;

b) questi ultimi possono condurre sia ad assorbimento percutaneo (spillaggio, manutenzione) che polmonare (ispezioni, immissioni);

c) la saltuarietà delle «punte» di esposizione rende poco valido il controllo ambientale, se non finalizzato alla localizzazione di interventi preventivi di bonifica, rivelandosi anzi più utile per il monitoraggio dell'esposizione quello biologico. A quanto attuato attraverso il dosaggio del fenolo totale nelle urine di fine turno di lavoro verrà prossimamente associato il dosaggio diretto del benzene nella frazione alveolare dell'aria espirata raccolta in sacchi apposti e analizzata allo spettrofotometro I.R. equipaggiato con cella a lungo cammino [5].

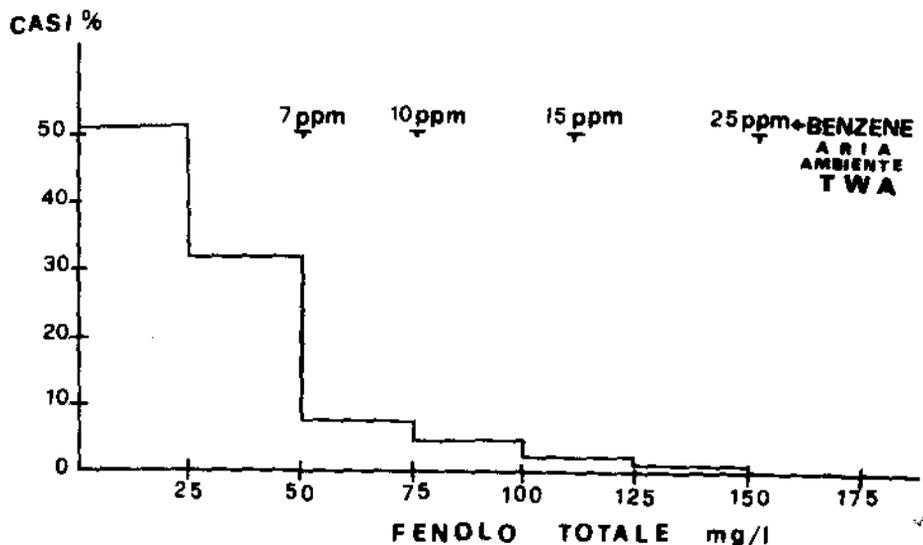


Fig. 3. — Dati biologici.

Resta comunque ardua una precisa connotazione del livello di rischio nel caso in questione, mancando una nozione precisa sugli effetti delle « punte » di esposizione. In campo igienistico ambientale si assiste oggi per il benzene al passaggio (ACGIH, RFT, Svizzera) dalla loro ammissione allo stabilimento di soli valori *ceiling*.

In campo biologico, i valori equivalgono sinteticamente, in una parte non trascurabile di casi, ad un accumulo nell'organismo che corrisponderebbe ad un livello di esposizione, mediato per il turno di lavoro, superiore ai limiti ambientali ritenuti oggi accettabili.

Riassunto. — La legge n. 245 del 1963 ha notevolmente limitato l'impiego industriale del benzene, ottenendo praticamente la sua scomparsa, come gli AA. hanno potuto controllare, dalle formulazioni dei collanti, un tempo fonte di gravi episodi di intossicazione con effetti mielotossici.

Il suo uso è rimasto aperto nelle sintesi chimiche: gli AA. hanno controllato il livello di rischio in un impianto chimico per la produzione di alchilbenzeni, situato all'aperto, ove gli addetti alla sorveglianza del ciclo sono occasionalmente esposti negli interventi di ispezione, immissione, manutenzione.

In 9 su 10 campionamenti ambientali si sono trovati livelli di benzene nell'aria superiori a 10 ppm, con punte di 110 ppm, e valori fra 12 e 75 ppm nei prelievi a lungo termine.

Su 69 controlli gascromatografici di fenolo totale nelle urine, circa un sesto hanno dato risultati superiori a 50 mg/l. Viene discussa la difficoltà del controllo igienico dell'esposizione a benzene in impianti chimici di sintesi, non integralmente chiusi, con possibilità di assorbimento anche percutaneo del solvente ed il possibile effetto delle punte di esposizione, dando la priorità nel monitoraggio al dosaggio del fenolo nelle urine e del benzene nell'aria espirata a fine turno di lavoro.

Summary. (*The control of occupational exposure to benzene in a chemical plant*). — Later on detection of several cases of acute myelotoxic intoxications the use of benzene as a solvent has been banned in Italy since 1963 (Law n. 245).

Its consumption has therefore been confined to synthesis processes in petrolchemical industry. The hazards arising from the operations performed in an open air chemical plant which produces alkylbenzene were monitored by the AA.

The synthesis occurs in a closed system which provides opportunities for benzene exposure during filling, control and maintenance operations. Nine environmental samples out of 10 showed benzene concentrations above 10 ppm with peaks up to 110 ppm. Long term air sampling showed values ranging from 12 to 75 ppm. Urinary phenol elimination has been measured showing values above 50 mg/l for approximately 20 % of workmen.

The difficulties pertaining to an adequate control of benzene exposure in chemical plants are discussed.

Being skin contact a mode of entry of appreciable concern, the AA. stress out that priority in exposure monitoring should be given to biological tests such as urinary phenol level and benzene concentration in expired air measurements.

BIBLIOGRAFIA

1. Consiglio d'Europa. Remplacement du benzène par des dissolvants moins toxiques. Strasburgo, 1967.
2. Bureau International du Travail. Le benzene, ses utilisations, ses risques pour la santé, son remplacement. Serie Sécurité, n. 12, Ginevra 1968.
3. DETTORI, G., SCIASCIA, E., AMORETTI, A. & SCANSETTI, G. 1963. L'igiene del lavoro nei calzaturifici. *Fed. Med.* **46**: 1115-1120.
4. ROUSH, G. J. & OTT, M. G. 1975. A study of benzene exposure versus urinary phenol levels. *Amer. Ind. Hyg. Assoc. J.* **36**: 820-824.
5. SHERWOOD, R. J. & CARTER, F. W. C. 1970. The measurement of occupational exposure to benzene vapour. *Ann. Occ. Hyg.* **13**: 125-146.

Inquinamento industriale da solventi con particolare riferimento ai valori limite per miscele

E. DE ROSA (a) F. BRIGHENTI (a) V. COCCEO (b) e G. B. BARTOLUCCI (a)

(a) *Istituto di Medicina del Lavoro dell'Università di Padova*

(b) *Centro di Igiene Industriale del Comune di Mira (Venezia)*

La contemporanea presenza di più inquinanti nello stesso ambiente di lavoro e la possibilità che questi agiscano sinergicamente sugli esposti rappresentano senza dubbio un grosso problema nel campo della Medicina del Lavoro. Nella presente comunicazione riportiamo i dati relativi alla nostra esperienza nel campo dell'inquinamento da solventi con particolare riferimento alle industrie calzaturiera, grafica e della utilizzazione dei prodotti vernicianti. Un settore industriale nel quale sono presenti contemporaneamente più solventi è quello calzaturiero, dove come è noto, si verificano le ormai famose « polineuropatie da collanti » attribuite, oltre che ai plastificanti, anche all'azione di solventi diversi sia considerati singolarmente che in miscela. Il problema di un'esposizione multipla, ricordato a proposito dei calzaturifici, è sicuramente estensibile ad altri ambienti di lavoro.

Chiappino [1], a proposito dell'esposizione contemporanea a più solventi, ritiene semplicistica un'impostazione che consideri l'effetto globale di una miscela equivalente alla somma degli effetti dei singoli componenti, poiché ipotizza che l'azione tossica esercitata da questi è probabilmente legata ad un fenomeno di potenziamento. Condividiamo queste osservazioni, ma, d'altronde, allo stato attuale delle conoscenze sui solventi, non ci sembra che si possa fare altro che utilizzare il parametro igienistico del valore limite per miscele riportato sia nella lista italiana dei VLP sia nella lista dei TLV dell'ACGIH.

RISULTATI DELLE INDAGINI

I nostri dati riguardano 238 prelievi eseguiti in 42 aziende così suddivise:

- 1) 25 calzaturifici (produzione di scarponi da sci e di scarpe normali, 97 prelievi);
- 2) 5 industrie grafiche (2 con procedimento rotocalco, 2 con procedimento flexo, 1 con serigrafia, 84 prelievi);

3) 9 aziende riguardanti i prodotti vernicianti (1 per la produzione di vernici, 7 mobilifici, 1 metalmeccanica, 46 prelievi);

4) 3 industrie varie (1 pelletteria, 1 tessile, 1 chimica, 2 prelievi).

I prelievi sono stati effettuati con carbone attivo e, dopo desorbimento, sono stati analizzati con metodo gascromatografico [2].

In totale, fra tutte le aziende, abbiamo riscontrato 17 solventi diversi.

Il solvente di più largo impiego è il toluene riscontrato in 196 posizioni pari all'82,3 % seguito nell'ordine dall'esano e dai suoi isomeri (122 posizioni pari al 51,3 %), dal cicloesano (102 posizioni pari al 42,9 %), dall'etileacetato (82 posizioni pari al 34,4 %), dallo xilene (75 posizioni pari al 31,5 %) ed in misura minore dall'isobutil-acetato, dall'acetone, dal tricloroetilene e dal benzene. In un numero limitato di casi sono stati reperiti altri 8 solventi: etanolo, isopropanolo, isobutanolo, n-butanolo, metilacetato, Mek, solventenafta, n-eptano.

Abbiamo poi considerato separatamente l'industria calzaturiera, quella grafica e quella delle vernici per verificare quali solventi concorrano in maggior misura all'inquinamento in tali aziende. Nei calzaturifici i solventi più

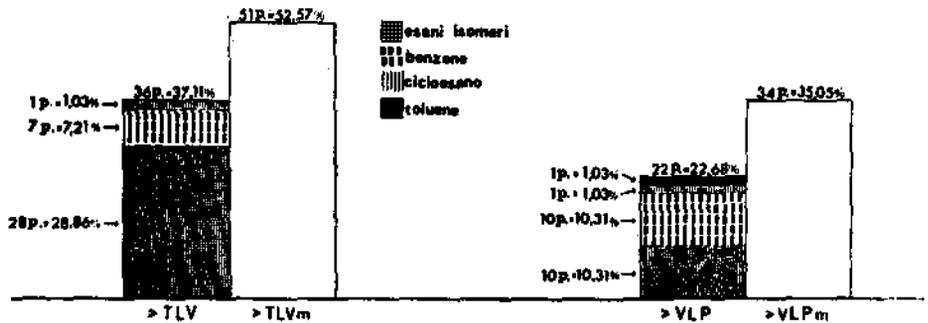


Fig. 1. — Calzaturifici (97 prelievi). Numero di posizioni in cui vengono superati TLV e VLP per singoli solventi ed i Valori Limite per miscele.

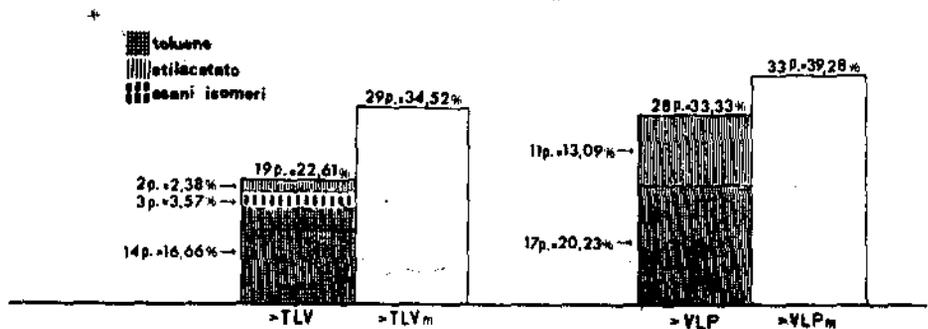


Fig. 2. — Industrie grafiche (84 prelievi). Numero di posizioni in cui vengono superati TLV e VLP per singoli solventi ed i Valori Limite per miscele

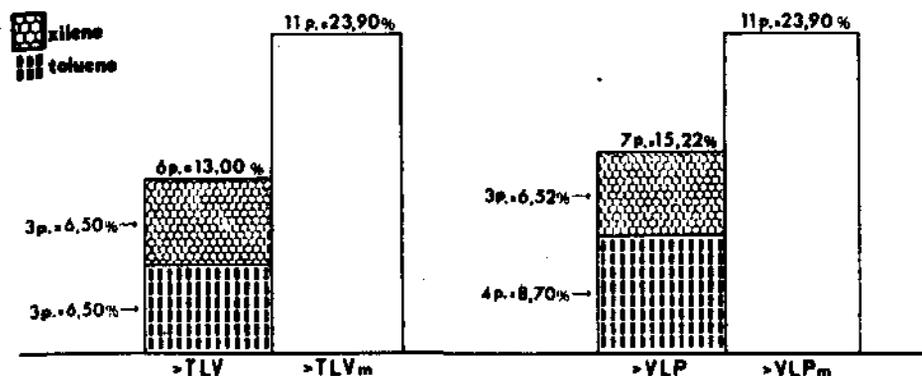


Fig. 3. — Verniciature (46 prelievi). Numero di posizioni in cui vengono superati TLV e VLP per singoli solventi ed i valori limiti per miscele.

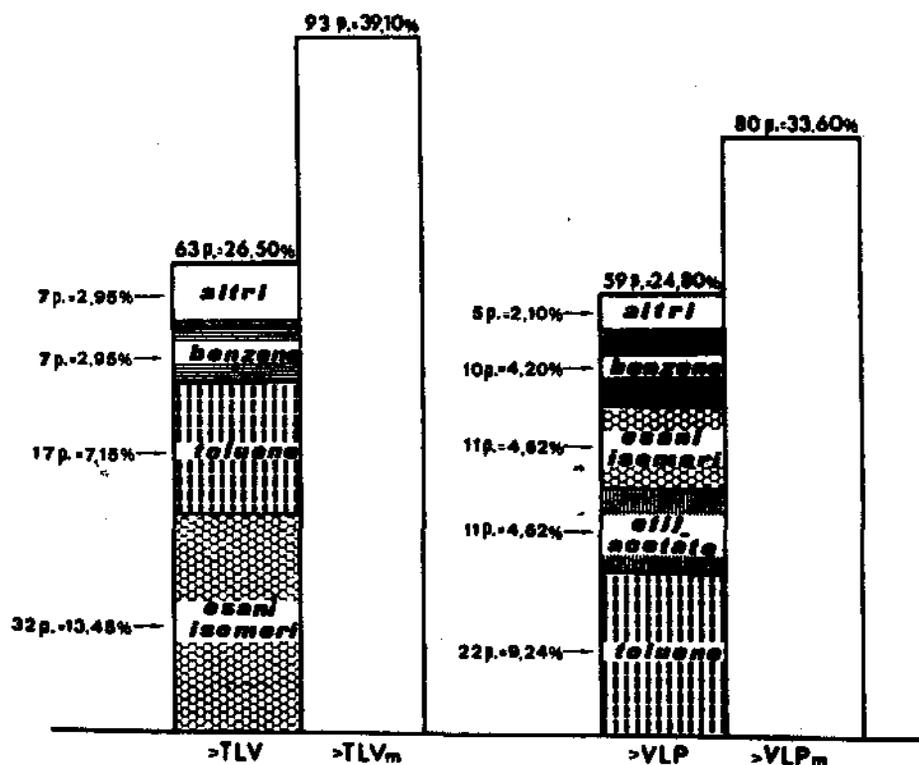


Fig. 4. — Risultati complessivi (238 prelievi). Numero di posizioni in cui vengono superati TLV e VLP per singoli solventi ed i valori limite per miscela.

sovente riscontrati sono gli esani isomeri, il cicloesano, il toluene, mentre minore è la frequenza di tricloroetilene, xilene, acetone ed altri (etileacetato, etanolo, Mek).

Nel settore grafico, la maggiore frequenza spetta al toluene, seguito dall'acetato di etile e, con minore incidenza, dagli esani isomeri e da altri (metile acetato, cicloesano, isobutanolo, isopropanolo, n-butanolo, isobutil acetato, xilene).

Nel settore dei prodotti vernicianti i solventi maggiormente usati sono xilene, toluene, acetato di etile e di isobutile, seguiti in misura minore da acetone, Mek ed altri (acetati di butile, esani, solventenafta, tricloroetilene, n-butanolo).

Nelle Fig. 1-4 riportiamo, sia per singoli settori industriali che complessivamente, il numero di posizioni e la loro incidenza percentuale, nelle quali sono superati il TLV ed il VLP per almeno un solvente ed il parametro da noi considerato, cioè il valore limite per miscele.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Riteniamo che la nostra relazione, e per il numero di prelievi e per la loro suddivisione aziendale, possa dare un quadro statistico abbastanza rappresentativo dell'inquinamento da solventi in alcuni ambienti di lavoro.

Nel settore calzaturiero il rischio prevalente è legato alla presenza del n-esano e dei suoi isomeri, sia riguardo alla frequenza con cui viene riscontrato sia riguardo alla concentrazione molto spesso superiore al TLV. Negli stessi ambienti, in base alle nostre indagini, è frequente la presenza del toluene (circa i tre quarti delle posizioni), ma a concentrazioni in genere modeste (in un solo caso superiore al VLP). Questa situazione è probabilmente dovuta all'applicazione della legge 245, che limita l'uso degli omologhi del benzene; a questo proposito facciamo notare che, nonostante la legge citata restringa drasticamente l'impiego del benzene, i dati ambientali dimostrano che quest'ultimo è ancora usato, probabilmente aggiunto dall'utilizzatore, in quanto, in trenta colle da noi esaminate, solo in un campione è stato riscontrato ed in percentuale consentita.

Nel settore grafico, viceversa, il solvente rinvenuto con maggior frequenza è il toluene, molto spesso a concentrazioni superiori ai valori limite.

Nei reparti di verniciatura gli omologhi del benzene, oltre ad essere praticamente ubiquitari, superano in alcuni casi i valori limite.

Complessivamente, gli esani isomeri, gli omologhi del benzene, il cicloesano, l'etilacetato sono i solventi di gran lunga più usati; tutti gli altri, pur tenuti in debita considerazione, si ritrovano saltuariamente associati ai primi, ma a concentrazioni in genere modeste.

Dai nostri dati emerge chiaramente l'incremento in valori assoluto e percentuale di posizioni igienicamente non accettabili facendo uso del parametro igienistico del valore limite per miscele.

Ci siamo già soffermati nell'introduzione sulla necessità di adottare questo criterio valutativo nelle relazioni di igiene industriale, quando ci si trova di fronte ad un inquinamento misto, soprattutto nei casi, che sono la grande maggioranza, in cui non si conosce l'azione dei solventi in miscela.

Riteniamo che l'applicazione del valore limite per miscele, per il suo effetto sommatorio, possa contribuire al contenimento dell'inquinamento negli ambienti di lavoro.

Riassunto. — Viene riportata l'esperienza degli AA. nel campo dell'inquinamento da solventi, in particolare per i settori calzaturiero, grafico e produzione ed utilizzazione di prodotti vernicianti. Viene definito il rischio ambientale nei tre settori, sia qualitativamente che quantitativamente, avvalendosi dei dati raccolti in 238 prelievi ambientali analizzati con metodo gascromatografico. I dati riportati sono valutati in riferimento sia ai limiti della ACGIH sia ai limiti fissati dalla Società Italiana di Medicina del Lavoro e dalla Associazione Italiana degli Igienisti Industriali. Oltre che la valutazione in rapporto al TLV ed al VLP, viene considerato il parametro igienistico del valore limite per miscele, evidenziando l'importanza di questo nel campo dell'igiene industriale.

Summary (*Industrial pollution due to solvents with special reference to the TLVs for mixtures*). — The report concerns the AA. experience in the field of pollution due to solvents, particularly in the following industries: shoe manufacturing, graphics and the production and application of paints.

The exposure risk in these 3 industries is quantitatively and qualitatively defined based on data obtained from the gas-chromatographic analysis of 238 work environment samples.

The data are evaluated with reference to limit values established by the ACGIH, the Italian Society of Occupational Medicine and the Italian Society of Industrial Hygiene. In addition to the evaluation with respect to the TLV and VLP, the hygiene parameter of TLVs for mixtures is evaluated in the field of industrial hygiene.

BIBLIOGRAFIA

1. CHIAPPINO, G. 1976. La neuropatia da collanti: ipotesi e fatti. *Med. Lav.* 67: 131-135.
2. COCHEO, V., DE ROSA, E., BARTOLUCCI, G. B. & MAZZOTTA, M. 1977. Determinazione dei plastificanti monomerici e dei solventi organici impiegati nell'industria calzaturiera: Contributo sperimentale. *Riv. Inf. Mal. Profess.* 2: 189-203.

Esperienze sulla determinazione del rischio da fumi di saldatura

G. CARELLI, V. RIMATORI e B. SPERDUTO

Istituto di Medicina del Lavoro dell'Università Cattolica del S. Cuore, Roma

RIASSUNTO

Per la valutazione del rischio da esposizione ai fumi di saldatura gli AA., in base alla loro esperienza e ai dati di letteratura, propongono una metodologia di indagine basata su un numero elevato di campionamenti di breve durata. Infatti la concentrazione dei fumi di saldatura in corrispondenza della zona di respirazione del saldatore è fluttuante e dipende da alcuni fattori propri della lavorazione stessa e da fattori ambientali quali, ad esempio, le condizioni di ventilazione e la presenza o meno di efficienti sistemi di aspirazione. Analoghe fluttuazioni si hanno per la concentrazione degli elementi presenti nei fumi stessi.

La durata dei campionamenti per la determinazione della concentrazione ponderale dei fumi è variata da un minimo di 5 minuti ad un massimo di 30 minuti circa. Gli AA. non hanno ritenuto opportuno scendere al disotto di 5 minuti di campionamento perché, anche utilizzando filtri micropori da 20 mm di diametro, l'errore di cui sarebbe stato affetto il risultato finale sarebbe stato troppo elevato. Per tali motivi in questo tipo di indagini si sconsigliano filtri più grandi e quindi più pesanti.

Seguendo questi criteri di prelievo gli AA. hanno evidenziato concentrazioni di punta molto elevate che sarebbero sfuggite qualora i prelievi avessero avuto una durata molto superiore.

L'impiego di un tyndalometro ha dimostrato addirittura che durante le saldature si hanno fortissime variazioni della concentrazione ponderale dei fumi della durata anche di pochi secondi.

È tuttora in fase di studio la taratura di questo strumento. La taratura è necessaria poiché questo strumento è stato progettato per altri ambienti di lavoro e quindi richiede l'impiego del fattore di correzione appropriato, allo scopo di ottenere gli effettivi valori di concentrazione ponderale.

Summary (*Experiences on welding fumes hazard*). — As far as the evaluation of the hazard caused by welding fumes is concerned, the AA. suggest, following the data of literature, a survey method based on a high number of sampling with a short duration.

In fact, the concentration of welding fumes in the breathing zone of welders is fluctuating. It depends on some of its own factors of the working and on environmental factors such as the ventilation system and the possible presence of efficient aspiration systems. The same fluctuations are seen because of the concentrations of the elements in the fumes.

The duration of the sampling to determine the ponderal concentration of fumes is varied from a minimum of five minutes to a maximum of about thirty minutes. The AA. did not think it necessary to use less than five minutes of sampling because, even by using micropore filters with a 20 mm diameter, the error in the final result would have been too large. For these reasons it is advised not to use larger and consequently heavier filters.

By following these sampling criteria the AA. found very high short-term concentrations which could not be detected if the sampling were carried out with a superior duration.

The use of a tyndallometer showed that during welding there are very high variations of the ponderal concentration of fumes with a duration of even few seconds.

The calibration of this instrument is still under study. The calibration is necessary because this instrument was designed for other working environment. Therefore, it requires a proper correction factor in order to obtain the real values of ponderal concentration.

La scelta dei flussi di saldatura nelle saldature ad arco sommerso ed a scoria elettroconduttrice

A. BALDACCONI (a), M. CAVALLINI (b) e F. RUSPOLINI (a)

(a) INAIL, Centro Tecnico Accertamento Rischi Professionali, Roma

(b) Istituto di Metallurgia, Facoltà di Ingegneria, Roma

Generalità

Nel quadro dello sviluppo e moltiplicazione dei processi di saldatura è attuale la diffusione delle tecniche di saldatura ad arco sommerso ed a scoria elettroconduttrice.

Una innovazione è rappresentata dal « flusso di saldatura », granulare più o meno polverulento, costituito da una mescolanza di ossidi basici ed acidi accompagnati da silicati, carbonati e fluoruri, la cui funzione primaria risiede, come ipotesi progettuale, nelle azioni di metallurgia della saldatura.

Il fattore igienistico non rientra tra le ipotesi di progetto anche se, di riflesso, la conduzione di tali tecniche comporta alcuni miglioramenti sul posto di lavoro.

In questa sede si sente l'esigenza di ribadire che qualsiasi ipotesi progettuale che coinvolge l'ambiente di lavoro, deve essere affrontata in maniera interdisciplinare e paritetica interessando sia la componente tecnica (tecnologo impiantista,...) sia la componente medico-sociale (medico del lavoro, psicologo ambientale, sindacati, operai).

Caratteristiche tecnologiche delle saldature ad arco sommerso ed a scoria elettroconduttrice

Ambedue le tecniche prese in esame vengono impiegate nella versione automatizzata.

Sono tipiche, quella ad arco sommerso, di saldatura orizzontale (Fig. 1), quella a scoria elettroconduttrice, di saldatura verticale (Fig. 2).

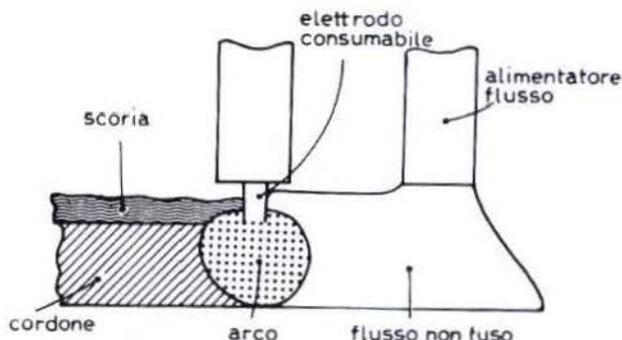


Fig. 1. — Saldatura ad arco sommerso.

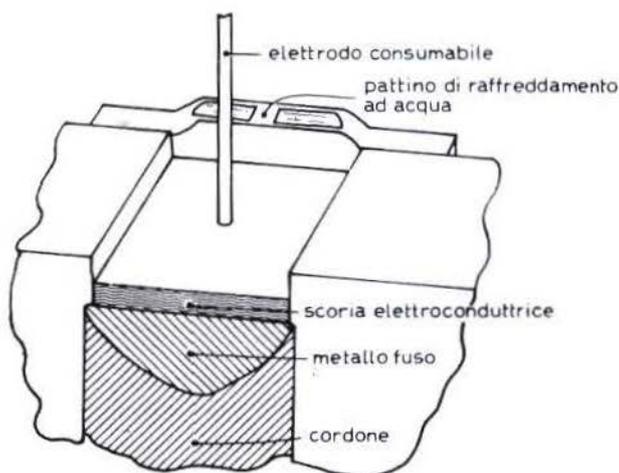


Fig. 2. — Saldatura a scoria elettroconduttrice.

Saldatura ad arco sommerso. — L'arco scocca tra l'elettrodo ed il pezzo che è sommerso da un abbondante flusso granulare, erogato da apposita tramoggia e che precede con continuità l'avanzamento dell'arco [1, 2].

Si comprende che, sia il bagno di fusione che l'arco, sono tenuti fuori dall'influenza dell'atmosfera evitando così, ad esempio, l'ossidazione dell'azoto dell'aria (NO_2).

L'arco non è visibile perché è ricoperto dalla scoria fusa e da quella non fusa proteggendo l'operaio dal pericolo di bruciature (proiezioni di metallo fuso), da inalazione di ozono proveniente dall'azione delle radiazioni u.v. sull'ossigeno atmosferico e da irritazioni all'occhio dovute sempre all'azione dei raggi u.v. che si sviluppano nell'arco.

Con la tecnica dell'arco sommerso si saldano spessori da un massimo di 60 mm ($I = 4000 \text{ A}$, $v = 10 \text{ cm/min}$ in una sola passata) ad un minimo di 10 mm ($I = 1000 \text{ A}$, $v = 60 \text{ cm/min}$) con tensioni dell'ordine di 35 V.

Saldatura a scoria elettroconduttrice. — Non utilizza il calore prodotto dall'arco elettrico ma quello che, per effetto joule, si produce quando una corrente elettrica attraversa lo strato di flusso fuso che ricopre il giunto in via di formazione [3]. In questo caso il flusso ha anche una funzione elettrica oltre che protettiva e metallurgica.

Rispetto all'arco sommerso il volume di saldatura è più elevato. Le temperature in gioco sono minori (1550 °C) mentre l'apporto di calore è elevato: 10⁶ J/cm quando lo spessore è di 10 cm contro il 3 × 10⁴ nella saldatura manuale.

Flussi di saldatura

Il flusso viene scelto non già in base al tipo di inquinamento che può provocare, bensì in base a prestabilite caratteristiche meccaniche cui dovrà assolvere il giunto medesimo.

I flussi possono essere definiti acidi, neutri o basici in funzione della loro composizione e relativamente alla formula empirica che definisce l'indice di basicità come, ad esempio, il rapporto:

$$\frac{\text{CaO} + \text{MgO} + \text{BAO} + \text{SrO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{Li}_2\text{O} + \text{CaF}_2 + \frac{1}{2}(\text{MnO} + \text{FeO})}{\text{SiO}_2 + \frac{1}{2}(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2)}$$

Se tale rapporto è < 1 il flusso è acido.

Se tale rapporto è = 1 il flusso è neutro.

Se tale rapporto è > 1 il flusso è basico.

Il flusso deve assolvere alle seguenti funzioni:

Funzione elettrica: nella saldatura ad arco sommerso la necessità dell'arco fa sì che il flusso debba essere cattivo conduttore di calore e che l'arco possa stabilizzarsi con la presenza di elementi ionizzabili quali ossidi e silicati di sodio e potassio, nonché ossidi di titanio; nella saldatura a scoria elettroconduttrice, invece, il flusso dev'essere buon conduttore di calore. A tal fine è necessaria la presenza di elementi bassofondenti che aumentano la fluidità della scoria (CaF₂); la silice, ad esempio, favorisce l'aumento del valore massimo dell'intensità di corrente e, quindi, la produzione di calore per effetto joule.

Azione protettiva: in entrambe le tecniche è svolta primariamente dalla fase liquida in funzione al rapporto quantità del flusso / quantità di filo di metallo di apporto che, nel caso della saldatura ad arco sommerso, è prossimo ad 1 mentre, nel caso della saldatura ad elettroscoria, è > 1.

Azione metallurgica: la presenza di Si e Mn condizionano la dissociazione del bagno, mentre la presenza di CaO condiziona la desolfurazione e defosforazione.

Flussi per saldatura

F	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	Na ₂ O K ₂ O
A	10 ÷ 11	—	0,7 ÷ 1,1	31 ÷ 32	3,6 ÷ 3,9	1,3 ÷ 1,7
B	9 ÷ 10	—	0,5 ÷ 0,7	27 ÷ 29	2,2 ÷ 2,8	1,4 ÷ 1,7
C	3,7 ÷ 4,9	14 ÷ 15	0,7 ÷ 0,9	26 ÷ 30	—	1,8 ÷ 2,1
D	4,5 ÷ 5,1	—	—	46 ÷ 48	—	1,8 ÷ 2,4
E	11 ÷ 12	40 ÷ 44	—	10 ÷ 11	17 ÷ 18	1,8 ÷ 2,4

Flussi per saldatura

F	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO
A	33 ÷ 36	11 ÷ 15	21 ÷ 26	4,4 ÷ 7,2	5,5 ÷ 7,6
B	35 ÷ 38	5,6 ÷ 6,2	28 ÷ 32	4,4 ÷ 8,3	0,9 ÷ 1,2
C	18 ÷ 21	19 ÷ 23	7,9 ÷ 9,2	12 ÷ 15	11 ÷ 15
D	46 ÷ 48	2,4 ÷ 4,6	24 ÷ 26	2,2 ÷ 4,2	16 ÷ 18
E	6,2 ÷ 9,9	—	—	12 ÷ 15	2,2 ÷ 4,8
F	4,1 ÷ 6,7	—	—	—	—
G	—	—	—	20 ÷ 21	—
H	—	34 ÷ 37	—	—	—
I	—	20 ÷ 27	0,1 ÷ 0,6	16 ÷ 23	2,2 ÷ 4,6

Confronto tra flusso per saldatura

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO
A	36,62	9,4	7,6
S	21,0	7,0	7,8

TABELLA 1

arco sommerso

FeO	CaF ₂	TiO ₂	ZrO ₂	Li ₂ O	BaO	SrO
—	—	24 ÷ 26	25 ÷ 26	1,8 ÷ 2,1	5,2 ÷ 6,4	2,9 ÷ 3,3
—	—	21 ÷ 22	27 ÷ 28	2,1 ÷ 2,6	2,2 ÷ 2,6	3,6 ÷ 4,1
—	—	18 ÷ 20	26 ÷ 27	1,7 ÷ 2,1	1,7 ÷ 2,1	—
—	4,5 ÷ 5,6	—	—	—	—	—
—	9,9 ÷ 9,2	48 ÷ 52	—	—	—	—

TABELLA 2

scoria elettroconduttrice

Na ₂ O K ₂ O	FeO	CaF ₂	S	P	TiO ₂
—	1 ÷ 2	13 ÷ 19	0,15	0,15	—
3,4 ÷ 3,6	1 ÷ 2	12 ÷ 16	0,15	0,15	—
1,3 ÷ 1,7	1 ÷ 3	20 ÷ 24	0,05	0,05	—
0,6 ÷ 0,8	1 ÷ 3	5,5 ÷ 6,5	0,15	0,10	—
—	—	33 ÷ 40	0,15	—	30 ÷ 40
—	—	80 ÷ 96	0,10	—	—
—	—	70 ÷ 90	—	—	—
—	—	60 ÷ 70	—	—	—
—	1 ÷ 3	45 ÷ 60	0,15	0,04	—

TABELLA 3

scoria elettroconduttrice e relativa scoria

MgO	MnO	FeO	CaF ₂	P
7,02	25,3	1,6	15,9	0,038
5,5	30,6	7,7	12,5	0,0074

Rischio di assorbimento di fluoro nella saldatura ad elettrodo

E. CLONFERO, E. DE ROSA, F. BRIGHENTI, e S. CORTESE

Istituto di Medicina del Lavoro dell'Università di Roma

Allo scopo di valutare il rischio relativo alla inalazione di composti fluorurati durante le operazioni di saldatura con elettrodi rivestiti abbiamo esaminato due aziende metalmeccaniche del padovano che eseguono lavori di carpenteria.

La prima azienda adotta diversi sistemi per l'aspirazione dei fumi di saldatura: per saldature di pezzi piccoli vengono adoperati banchi muniti di griglie aspiranti, poste perpendicolarmente al piano di lavoro, oppure boccole di aspirazione posizionabili sul punto di saldatura, e per lavorazioni particolari (all'interno di cisterne ecc.) una speciale maschera munita di dispositivo aspirante incorporato. La seconda azienda di tipo semiartigianale non possiede impianti di aspirazione fissi, ma tutti i reparti sono forniti di boccole aspiranti posizionabili in prossimità dei punti di saldatura. Nessuna delle due aziende possiede sistemi di ventilazione forzata tali da garantire 4 ricambi/h dell'aria ambiente [1].

Essendo noto [2-4] che il rischio relativo alla inalazione di composti fluorurati è esclusivo della saldatura ad elettrodo ed in particolare di quella con elettrodi basici, abbiamo analizzato per ognuna delle due fabbriche due tipi di elettrodi: quello basico e quello acido più usati. Gli elettrodi scelti sono stati sottoposti in laboratorio ad analisi del rivestimento e delle polveri prodotte dalla fusione degli elettrodi stessi. Le percentuali di fluoro contenute nel rivestimento solido e nelle polveri degli elettrodi appaiono in Tab. 1.

Il contenuto percentuale di fluoro è elevato per gli elettrodi basici (nel rivestimento fino all'8 %) che producono polveri con contenuto di fluoro oltre il 20 %.

Per quanto riguarda l'elettrodo acido è da notare che mentre il suo rivestimento contiene pochissimo fluoro le polveri da esso prodotte possono contenerne quote non trascurabili (1,6 %).

Misurato nei materiali impiegati il contenuto di fluoro, che risulta elevato nell'elettrodo basico e presente anche se in grado di gran lunga in-

Componenti principali dei flussi e reazioni metallurgiche

Il flusso, in relazione ai suoi componenti esplica, a secondo dei casi, le funzioni sopradette. In Tab. 1 e 2 sono riportati alcuni flussi, rispettivamente per saldatura ad arco sommerso, e per saldatura a scoria elettroconduttrice. Le composizioni dei flussi generalmente non sono riportate nella fornitura degli elettrodi, limitandosi a classificare i flussi in base all'indice di basicità. Come si può notare, i flussi basici, presentando concentrazioni più elevate di fluoruro di calcio, comportano un maggior rischio a causa di fluoruri particolari, vapori di acido fluoridrico e gas fluoro, anche se questi ultimi sono presenti nell'atmosfera in concentrazioni relativamente basse.

Le reazioni più importanti che avvengono tra la scoria ed il metallo, durante la saldatura, sono quelle che involgono, per un acciaio non legato, il manganese, il carbonio, nonché impurezze come zolfo e fosforo.

Riferendoci alla Tab. 3 abbiamo esaminato il flusso A) la cui composizione è stata confrontata con quella della scoria relativa. Si può notare come l'ossido di manganese contenuto nella scoria è considerevolmente più alto a causa dell'ossidazione dovuta all'elettrodo.

Il contenuto in silice, al contrario, si è abbassato per effetto della diluizione e per effetto della riduzione a silicio nelle condizioni di scoria acida e non ossidante e conseguente migrazione nel giunto saldato.

Una porzione di silicio passa probabilmente in fase gassosa sotto forma di composti volatili, il principale dei quali è il tetrafluoruro di silicio.

A causa di tali reazioni metallurgiche e della vaporizzazione degli elementi metallici costituenti l'acciaio ed il flusso (ad esempio Mn) nel corso delle operazioni di saldatura, nei fumi che si sviluppano sono presenti, in tracce, ossidi di ferro e manganese. In misura minore possono essere presenti altri ossidi metallici, quali ad esempio ossidi di cromo, alluminio, rame, ecc. dovuti principalmente all'uso di fili di metallo di apporto.

Tra i gas che si sviluppano è da segnalare l'ossido di carbonio dovuto a particolari reazioni metallurgiche che si hanno al momento della saldatura e cioè la riduzione degli ossidi di manganese, ferro e silicio.

Inquinanti di natura fisica

Connessa a queste tecniche di saldatura è la presenza di rischi obiettivi da rumore e da onde elettromagnetiche.

Il rumore è presente nella fase di rigenerazione della scoria di saldatura. La rigenerazione viene effettuata in molini a palle mediante frantumazione della scoria che rivela elevate caratteristiche meccaniche essendo dura e fragile. La rumorosità misurata è dell'ordine di 98 dB(A).

Il rischio da onde elettromagnetiche è, invece, presente per i campi elettromagnetici che si generano a seguito delle correnti poste in gioco per la conduzione di tali tecniche.

Conclusioni

L'uso di queste particolari tecnologie, venendo sempre più usate nelle applicazioni industriali per i migliori risultati forniti, implica un problema di carattere igienistico unicamente per i seguenti inquinanti: fluoruri nel particolato, vapori di acido fluoridrico e gas fluoro, rumore ed onde elettromagnetiche nonché, in misura irrilevante, diversi inquinanti di natura chimica.

Per quanto concerne gli aspetti preventivi bisogna sottolineare che, con l'uso di tali tecniche, non necessitano i tradizionali mezzi di protezione individuale e che è sufficiente un trattamento dell'ambiente, in relazione agli inquinanti di natura chimica, mediante idonei impianti di captazione.

Riassunto. — Le saldature ad arco sommerso ed a scoria elettroconduttrice comportano un problema di carattere igienistico.

Gli inquinanti presenti sono:

a) di natura chimica: fluoruri nel particolato, acido fluoridrico e gas fluoro;

b) di natura fisica: rumore ed onde elettromagnetiche.

Sono, altresì presenti ossidi metallici, silicati più o meno complessi. Viene eliminato il pericolo di bruciature, di inalazioni di ozono e di irritazioni agli occhi. L'ossido di carbonio è presente a seguito di particolari reazioni metallurgiche.

Summary (*Fluxes in submerged arc welding and electro-slag welding*). — The AA., after a survey of the technological characteristics of SAW and ESW and of the general dangers due to their use, have particularly considered the presence of fluorurate compounds in fume, the presence of noise in the regeneration of flux and the exposure to e.m. radiations.

BIBLIOGRAFIA

1. COLVIN, P. 1970. Basic submerged-arc welding flux. *Metallurgia*: 91-97.
2. DAVID THOMAS, R. 1977. Submerged-arc welding of HSLA steels for low temperature service. *Metal Progr.*: 125-133.
3. SABILLE, J. 1969. Les aspects fondamentaux du soudage par le procede Electroslaug. *Rev. Soudure*: 241-245.

Rischio di assorbimento di fluoro nella saldatura ad elettrodo

E. CLONFERO, E. DE ROSA, F. BRIGHENTI, e S. CORTESE

Istituto di Medicina del Lavoro dell'Università di Roma

Allo scopo di valutare il rischio relativo alla inalazione di composti fluorurati durante le operazioni di saldatura con elettrodi rivestiti abbiamo esaminato due aziende metalmeccaniche del padovano che eseguono lavori di carpenteria.

La prima azienda adotta diversi sistemi per l'aspirazione dei fumi di saldatura: per saldature di pezzi piccoli vengono adoperati banchi muniti di griglie aspiranti, poste perpendicolarmente al piano di lavoro, oppure boccole di aspirazione posizionabili sul punto di saldatura, e per lavorazioni particolari (all'interno di cisterne ecc.) una speciale maschera munita di dispositivo aspirante incorporato. La seconda azienda di tipo semiartigianale non possiede impianti di aspirazione fissi, ma tutti i reparti sono forniti di boccole aspiranti posizionabili in prossimità dei punti di saldatura. Nessuna delle due aziende possiede sistemi di ventilazione forzata tali da garantire 4 ricambi/h dell'aria ambiente [1].

Essendo noto [2-4] che il rischio relativo alla inalazione di composti fluorurati è esclusivo della saldatura ad elettrodo ed in particolare di quella con elettrodi basici, abbiamo analizzato per ognuna delle due fabbriche due tipi di elettrodi: quello basico e quello acido più usati. Gli elettrodi scelti sono stati sottoposti in laboratorio ad analisi del rivestimento e delle polveri prodotte dalla fusione degli elettrodi stessi. Le percentuali di fluoro contenute nel rivestimento solido e nelle polveri degli elettrodi appaiono in Tab. 1.

Il contenuto percentuale di fluoro è elevato per gli elettrodi basici (nel rivestimento fino all'8 %) che producono polveri con contenuto di fluoro oltre il 20 %.

Per quanto riguarda l'elettrodo acido è da notare che mentre il suo rivestimento contiene pochissimo fluoro le polveri da esso prodotte possono contenere quote non trascurabili (1,6 %).

Misurato nei materiali impiegati il contenuto di fluoro, che risulta elevato nell'elettrodo basico e presente anche se in grado di gran lunga in-

TABELLA 1

**Contenuto % di fluoro (F⁻) nel rivestimento
e nelle polveri prodotte dagli elettrodi di saldatura**

TIPO DI ELETTRODO	% F ⁻ Rivestimento	% F ⁻ Polveri
Ductilend O 5 mm basico	7,61	23,38
Arcos O 3,25 mm acido	0,09	1,60
Philips 355 O 4 mm basico	8,17	21,20
Philips 505 O 4 mm acido	0,03	0,52

feriore nell'elettrodo acido, abbiamo voluto valutare la entità delle concentrazioni di fluoro gassoso e di polveri ad alto contenuto di composti fluorurati che si possono verificare durante l'operazione di saldatura nella presunta zona respiratoria del saldatore (a 40 cm dall'arco). La misurazione è stata eseguita durante saldatura in continuo per circa un'ora senza sistemi di captazione di fumi e di polveri in azione. I prelievi e la loro successiva analisi sono stati eseguiti in accordo con la legge 615 della Repubblica Italiana. Per il « fluoro gassoso » l'aria aspirata veniva prefiltrata da una membrana di nitrocellulosa con porosità media di 0,45 μ .

Come appare in Tab. 2 la presunta zona respiratoria del saldatore, in condizioni prive di aspirazione, è inquinata da notevoli quantità di polveri e di fluoro « gassoso ». Anche non tenendo conto del fatto che le polveri di saldatura contengono fluoro in proporzioni tutt'altro che trascurabili (Tab. 1) i TLV per fluoruri vengono superati da 7 a 10 volte per l'elettrodo basico e

TABELLA 2

**Valori di polverosità totale e fluoro « gassoso » a 40 cm
dal punto di saldatura senza aspirazione in funzione**

TIPO DI ELETTRODO	Polveri totali (mg/m ³)	F ⁻ (mg/m ³)
Ductilend O 5 mm	24,06	26,16
Arcos O 3,25	40,50	3,00
Philips 355 Ø 4 mm	23,97	19,05
Philips 505 O 4 mm	16,64	2,68
CO ₂ Continuo basico	5,00	17,55

vengono eguagliati durante la saldatura con elettrodo acido. È da segnalare il notevole sviluppo di fluoro gassoso dall'elettrodo basico a filo continuo in atmosfera di CO_2 .

A verifica dell'elevato rischio potenziale di inalare composti fluorurati abbiamo eseguito nei saldatori il dosaggio del fluoro escreto nelle urine durante una settimana lavorativa tipo. È noto [5, 6] che un eventuale assorbimento di fluoro è seguito dalla sua rapida, ma parziale (40-50 %) escrezione nelle urine; quindi se l'assorbimento esiste realmente, prelevando opportuni campioni di urina nel corso della settimana lavorativa è possibile quantificare sia il deposito osseo di fluoro, sia l'accumulo labile correlato alle esposizioni ambientali [7-10].

Sono stati raccolti tre campioni di urine, lunedì mattina dopo il riposo settimanale, lunedì sera dopo la prima giornata di lavoro di saldatura e venerdì sera dopo una settimana di lavoro. Ogni qualvolta venivano raccolte le urine l'operaio interessato rispondeva ad un breve questionario riguardante la sua storia lavorativa e le caratteristiche delle operazioni di saldatura da lui svolte durante la settimana; il questionario ci ha permesso di eliminare dalla ricerca soggetti che pur qualificati come saldatori non erano stati esposti a rischio specifico da fluoro durante la indagine stessa. Hanno eseguito l'esame delle fluorurie settimanali 63 saldatori; come campione di controllo è stato scelto quello di 25 verniciatori. I risultati delle fluorurie settimanali appaiono in Tab. 3.

TABELLA 3

Medie e deviazioni standard dei valori di fluoruria (mg/l corretto a p.s. 1024) nei saldatori e nei controlli durante una settimana lavorativa tipo

	Media \pm D.S.		Media \pm D.S.		Media \pm D.S.	
Saldatori (n. 67) . .	0,618	0,352	0,560	0,291	0,576	0,365
Controlli (n. 25) . .	0,404	0,211	0,407	0,172	0,464	0,348
	lunedì preturno (ore 8)		lunedì fine turno (ore 17)		venerdì fine turno (ore 17)	

Come si può vedere, i valori medi di fluoruria nei saldatori, abbastanza sorprendentemente, non subiscono particolari spostamenti nel corso della settimana lavorativa. Si può segnalare soltanto che i valori medi dei saldatori in tutti e tre i prelievi sono lievemente superiori a quelli dei controlli (0,6 contro 0,4 mg/l), entrambi comunque compresi in un ambito corri-

spondente al normale assorbimento alimentare di fluoro. Se si considera che i TLV biologici per il fluoro urinario sono rispettivamente 4 mg/l a 48 h dalla cessata esposizione e di 7 mg/l dopo cinque giorni lavorativi ad una concentrazione ambientale di 2,5 mg/m³ ci si rende conto che la nostra popolazione di saldatori è risultata completamente esente da rischio di fluorosi ossea.

Per renderci ragione della incongruenza fra rischio potenziale, che appare elevatissimo (Tab. 2), e rischio reale che, nella nostra indagine, dato il comportamento delle fluorurie è inesistente (Tab. 3), abbiamo dosato con le stesse modalità descritte in precedenza la polverosità totale ed il fluoro « gassoso » a 40 cm dal punto di saldatura, ma questa volta con impianto di aspirazione funzionante; abbiamo inoltre eseguito il dosaggio degli inquinanti citati a circa tre metri dal punto di saldatura, mentre l'operazione veniva eseguita con elettrodo basico in continuo e senza aspirazione, in modo di avere una idea delle concentrazioni che si possono realizzare in centro ambiente nelle condizioni di massimo rischio (elettrodo basico e aspirazione inefficace).

I risultati appaiono in Tab. 4 e Tab. 5.

Durante la saldatura in continuo con impianto di aspirazione in funzione si vede che vi è una riduzione notevolissima del rischio per quanto riguarda

TABELLA 4

Valori di polverosità totale e fluoro « gassoso » a 40 cm dal punto di saldatura con aspirazione in funzione

TIPO DI ELETTRODO	Polveri totali (mg/m ³)	F- (mg/m ³)
Philips 355 Ø 4 mm	0,94	1,35
Philips 505 Ø 4 mm	1,53	0,27

TABELLA 5

Valori di polverosità totale e fluoro « gassoso » a 3 m dal punto di saldatura senza aspirazione in funzione

TIPO DI ELETTRODO	Polveri totali (mg/m ³)	F- (mg/m ³)
Ductilend Ø 5 mm	0,30	0,20

le polveri e il fluoro prodotti dall'elettrodo acido, mentre persiste un certo rischio per quanto riguarda il fluoro prodotto dall'elettrodo basico (cfr. Tab. 2).

Per quanto riguarda i valori a 3 m (centro ambiente) la concentrazione di fluoro è talmente bassa da non potere provocare un sensibile spostamento dei valori di fluoro urinario.

La nostra indagine ha confermato l'esistenza di un elevato rischio potenziale da fluoro durante la saldatura con elettrodi rivestiti soprattutto basici; sono quindi indispensabili adeguate misure di protezione, che sono in grado di portare l'inquinamento da fluoro nella zona respiratoria del saldatore a livelli inferiori al TLV.

L'utilità di pur primitivi sistemi di captazione dei fumi di saldatura è confermata nella nostra indagine dal comportamento perfettamente normale delle fluorurie medie negli operai esposti a rischio. Tale comportamento si spiega a nostro avviso sia con l'efficacia dell'abbattimento dei fumi e delle polveri da parte degli impianti di aspirazione adottati nelle nostre due aziende, sia con le caratteristiche del lavoro di saldatura che è per lo più saltuario e che prevede l'uso di elettrodi a diverso contenuto di fluoro.

Non si può escludere che in condizioni di esposizione più costante le fluorurie dei saldatori che usano elettrodi basici possano subire delle variazioni importanti [9]. Anche nella nostra ricerca due saldatori che avevano lavorato con elettrodi basici e in condizioni di parziale aspirazione presentavano un aumento della fluoruria al venerdì (rispettivamente di 2,95 e di 1,5 mg/l).

In conclusione la valutazione della fluoruria settimanale in aziende che usano con regolarità elettrodi basici ci permette da un lato una analisi della efficacia o meno dei presidi adottati per l'abbattimento dei fumi e delle polveri, dall'altro può servire ad individuare particolari operazioni o particolari addetti sui quali va effettuato un intervento di risanamento ambientale o di modifica della organizzazione del lavoro.

Si ringraziano il Prof. G. P. Gambaretto e il Dr. R. Trevisan dell'Istituto di Chimica Industriale della Università di Padova per la collaborazione prestata.

Riassunto. — Gli AA. hanno esaminato in due aziende metalmeccaniche che eseguivano operazioni di saldatura con uso di elettrodi i seguenti parametri:

- a) contenuto di fluoro nel rivestimento dei due elettrodi più usati;
- b) contenuto di fluoro nelle polveri prodotte bruciando gli elettrodi;
- c) concentrazione di fluoro e polveri nell'area respiratoria del saldatore con e senza impianto di aspirazione in funzione;

d) concentrazione di fluoro e polveri a centro ambiente durante la saldatura con elettrodo basico;

e) valori delle fluorurie nel corso della settimana in tutti gli operai esposti (n. = 63) e in un gruppo di controllo.

Gli AA. concludono che, pur esistendo un elevato rischio teorico di inalare composti fluorurati, l'assorbimento di tale composto è quasi inconsistente per gli addetti alle operazioni di saldatura se vengono adottati modesti accorgimenti impiantistici.

Summary (*Fluoride intake risk in electrode arc-welding*). — The AA. in order to investigate the risk of fluoride absorption examined two factories in which arc-welding electrodes were used. They measured:

- a) fluoride content in two most used electrodes;
- b) airborne fluoride concentrations and dustness in the presumed respiratory area of welders with or without fume and dust capture devices;
- d) airborne fluoride concentrations and dustness three meters away from the welding place during unprotected work with basic electrodes;
- e) concentrations of fluoride in urine during a workweek in welders (n. = 63) and in a control group (n. = 25).

The AA. conclude that, in spite of the high theoretical risk of breathing fluoride, the intake of this compound is very low if welders are protected by easy devices.

BIBLIOGRAFIA

1. Istituto Italiano della Saldatura: Comitato IX, Docum. IX, p. 1-57; maggio 1957.
2. BENVENUTI, F., DE LUCA, F. & FICOSECCO, G. 1973. Il rischio connesso con l'uso della saldatura ad arco mediante elettrodi rivestiti, con particolare riferimento alla presenza di composti fluorurati. *Securitas*. **58**: 731-742.
3. GAMBARETTO, G. P., RAUSA, G., TREVISAN, R. 1975. Aspetti igienici della saldatura ad arco elettrico. *Ig. Mod.* **68**: 661-681.
4. GOBBATO, F., PETRONIO, L. & FIORITO, A. 1977. Osservazioni ed esperienze in tema di aspirazione dei gas e fumi di saldatura nei cantieri navali. *Med. Lav.* **68**: 22-27.
5. DINMAN, B. D., BACKENSTOSE, D. & CARTER, R. 1976. A five-year study of fluoride absorption and excretion. *J. Occup. Med.* **18**: 17-20.
6. JANKAUSKAS, J. 1974. Effects of fluoride on the kidney. *Fluoride*. **7**: 93-105.
7. DINMAN, B. D., BOWARD, W. J. & BONNEY, T. 1976. Absorption and excretion of fluoride immediately after exposure. *J. Occup. Med.* **18**: 7-13.
8. DINMAN, B. D., BOWARD, W. J. & BONNEY, T. 1976. Excretion of fluorides during a seven-day workweek. *J. Occup. Med.* **18**: 14-16.
9. PANTUCEK, M. B. 1975. Hygiene evaluation of exposure to fluoride fume from basic arc-welding electrodes. *Arch. Occ. Hyg.* **18**: 207-212.
10. PANTUCEK, M. B. 1976. Determination of fluorides in urine as an exposure test in welders with basic electrodes. *Pracov. Lek.* **28**: 57-61.