

Personale addetto alla verniciatura: l'ISPEL richiama l'attenzione sui VOC

di **Ivano Ammoscato, Marialuisa Scarpelli, Daniela Sorrentino e Donatella Turbante**, ISPEL - Centro Ricerche Lamezia Terme e **Giuseppe Spagnoli**, ISPEL - Direttore Dipartimento Igiene del lavoro e Centro Ricerche Lamezia Terme

ISPEL

Uno studio dell'ISPEL ha voluto caratterizzare l'esposizione ai composti organici volatili (VOC) del personale addetto alla verniciatura, sia nella fase di preparazione della vernice, sia nella fase di spruzzo e in quella di lavaggio dell'aerografo, mansioni che sono state monitorate con lo stesso campionamento a causa della loro breve durata. È stato valutato, quindi, il rischio ambientale nelle cabine di verniciatura delle autocarrozzerie. Dopo un'analisi complessiva riguardante le caratteristiche del settore, sono stati illustrati i possibili rischi e gli effetti dell'inquinamento sugli addetti alla lavorazione.

Tutti gli operatori delle aziende monitorate sono stati sottoposti alla valutazione dell'esposizione ai solventi aerodispersi, mediante campionatori personali.

In parallelo è stato, inoltre, eseguito un campionamento statico con postazione fissa in cui il campionatore è stato posto all'interno della cabina di verniciatura vicino all'autovettura. Lo studio effettuato ha evidenziato che i valori di esposizione professionale ai composti organici volatili durante le operazioni di verniciatura rientrano nei TLV proposti dall'ACGIH.

I risultati ottenuti individuano, tuttavia, che nei monitoraggi personali sono stati rilevati valori più elevati rispetto a quelli statici.

Osservatorio a cura dell'Ufficio Relazioni con il Pubblico

È rassicurante notare che ad aver preso coscienza dell'importanza della prevenzione in ambito lavorativo non sia solo il settore industriale rappresentato dalle grandi aziende, che ormai la praticano da tempo, ma quel tessuto produttivo costituito da piccole imprese che il più delle volte non è in grado di reperire autonomamente le conoscenze necessarie per una corretta azione prevenzionale. Sono queste ultime aziende che necessitano di un'adeguata informazione e formazione sulla prevenzione che con la recente normativa (D.Lgs. n. 626/1994 e n. 242/1996) vede attivamente coinvolti oltre al datore di lavoro gli stessi lavoratori.

Questo studio è mirato al riconoscimento, alla valutazione e al controllo dei fattori ambientali di rischio, considerati quali cause di malattie professionali nelle piccole e medie aziende.

Il settore degli autoveicoli (carrozzerie, officine di riparazione) denuncia la presenza di problematiche che possono essere ben identificate, valutate e controllate soprattutto per quanto riguarda la presenza di inquinanti chimici.

In particolare, le carrozzerie rappresentano uno dei posti di lavoro più "pericolosi" dal punto di vista del rischio chimico, soprattutto quelle piccole. Infatti, si trovano spesso situazioni di esposizioni ambientali elevate per una mancanza di idonei sistemi di aspirazione o perché il ricambio dei filtri delle cabine di verniciatura non avviene nei tempi canonici; inoltre, la *mix* di sostanze che entrano in lavorazione e le loro modalità di utilizzo spesso sfuggono alle regole di buona pratica lavorativa.

La fase di lavorazione nelle autocarrozzerie prese in considerazione è quella della verniciatura che prevede:

- preparazione della vernice;
- spruzzatura;
- pulizia dell'aerografo;
- distillazione del solvente.

Un'indagine preliminare è stata condotta in diverse carrozzerie nel territorio calabrese. I criteri di scelta delle aziende sono stati quelli della rappresentatività del comparto, la disponibilità dei titolari e degli addetti.

Inizialmente si è provveduto a richiedere

alle stesse carrozzerie le schede tossicologiche dei preparati maggiormente utilizzati.

Le aziende hanno risposto con la consegna di oltre venti schede di sicurezza da cui sono state estrapolate le sostanze più frequentemente utilizzate, distinte secondo l'uso merceologico, quali:

- benzene;
- toluene;
- miscela di xileni;
- 1-butanolo.

Al fine di valutare i livelli di esposizione alle sostanze citate si è provveduto a determinare la loro concentrazione nell'ambiente di lavoro e l'esposizione dei singoli addetti.

Fasi della lavorazione e rischi professionali connessi

Per ripristinare il colore originale della vettura anche sulle parti sottoposte a riparazione o sostituzione, l'addetto alla verniciatura confronta la superficie integra della carrozzeria con appositi cartoncini verniciati. Ogni cartoncino reca l'indicazione delle varie tonalità di tinte base che devono essere miscelate per ottenere quel de-

Concentrazioni note degli analiti

| | Livello 1 ppm | Livello 2 ppm | Livello 3 ppm | S.I. etanolo |
|------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| Benzene | 0.3 | 0.5 | 1 | 1 |
| Toluene | 0.3 | 0.5 | 1 | 1 |
| Mix-xileni | 0.3 | 0.5 | 1 | 1 |
| 1-butanolo | 0.3 | 0.5 | 1 | 1 |

terminato colore e le relative proporzioni. L'addetto preleva le necessarie quantità, le miscela in un contenitore e, solitamente, effettua una spruzzata di test su cartoncino per verificare, a essiccazione avvenuta, la corrispondenza della tonalità con quella desiderata. Per le carrozzerie di colore "pastello" è sufficiente la preparazione e la spruzzatura della pittura. Per le carrozzerie di colore "metallizzato" le operazioni di preparazione e di spruzzatura si ripetono, in quanto il colore metallizzato deve essere ricoperto dalla vernice trasparente. La vettura, o parte di essa, viene introdotta in apposita cabina pressurizzata e si procede, in unica o in doppia passata, alla spruzzatura del prodotto verniciante. Terminata questa operazione, la vettura rimane nella cabina, nella quale si riduce la ventilazione e si aumenta la temperatura

per facilitare l'appassimento della vernice; l'addetto provvede alla pulitura dell'aerografo spruzzando prodotti diluenti. In alcune botteghe esistono macchine chiuse per la pulitura automatica degli aerografi. Al fine di ridurre il consumo di diluenti, quelli usati vengono spesso distillati per recuperarne i solventi da utilizzare per la prima pulitura degli aerografi.

Il fattore di rischio considerato in questa lavorazione è quello dovuto ai solventi derivante dall'esposizione a diluenti e prodotti complessivamente definiti vernicianti, sia in fase di preparazione sia in quella di spruzzatura, ma soprattutto nella pulizia manuale dell'aerografo.

Le vie principali di assorbimento di questi prodotti risultano essere quella inalatoria e quella cutanea.

I danni e i disturbi da solventi possono essere:

- irritazioni delle prime vie aeree;
- dermatite irritativa o allergica;
- effetti acuti sul sistema nervoso centrale (narcosi, cefalea);
- effetti cronici sul sistema nervoso centrale (depressione, rallentamento);
- effetti cronici sul sistema nervoso periferico (neuropatie sensitive o motorie);
- effetti sul sistema simpatico e parasimpatico (nausea, vomito);
- effetti sul sistema emopoietico (anemia, microcitosi);
- effetti sul sistema immunitario (alterazioni di macrofagi e plasmacellule);
- sovraccarico epatico e renale (induzione enzimatica).

Note tossicologiche

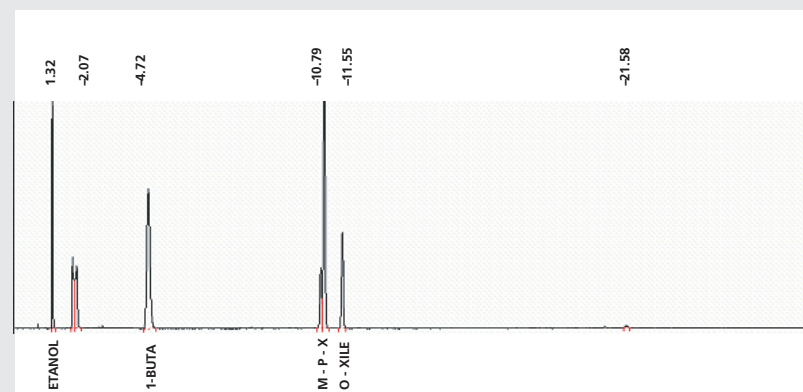
Il benzene, il toluene e gli xileni sono composti aromatici che si differenziano tra loro per la presenza di uno o due gruppi -CH₃ che impartiscono al composto caratteristiche tossicologiche ben diverse, con la tossicità legata in modo inversamente proporzionale alla sostituzione sull'anello aromatico.

Tutti e tre questi composti sono inquinanti ubiquitari presenti negli ambienti di lavoro e possono essere assunti per via inalatoria per mezzo dell'aria inquinata aspirata o a seguito di particolari abitudini quali, per esempio, il fumo di tabacco.

Se la diversa tossicologia dei tre composti potrebbe facilmente interpretarsi con il diverso ingombro sterico e la stabilità termodinamica a subire reazioni di sostituzione, ciò non risulta certamente esauritivo ai fini tossicologici e molti sforzi si compiono per ottenere informazioni sempre più complete sul loro meccani-

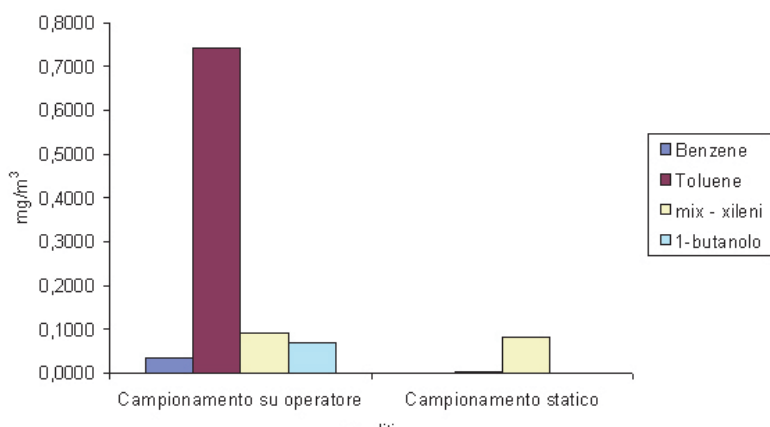
Cromatogramma di una soluzione standard

Figura 1



C1 Esposizione a solventi durante la verniciatura

Grafico 1



ismo di azione verso i diversi organi bersaglio.

L'esposizione ai vapori di benzene a concentrazioni elevate provoca irritazioni delle mucose; ha, inoltre, effetti sul sistema nervoso centrale provocando sonnolenza, vertigini, cefalea, nausea, difficoltà respiratoria; provoca dermatiti da contatto; in soggetti esposti sono state osservate aberrazioni cromosomiche a livello linfocitario. L'esposizione cronica si evidenzia con danni al sistema nervoso centrale e alterazioni dal tessuto emopoietico.

Il benzene è riconosciuto come sostanza cancerogena per l'uomo e il suo TLV/TWA è fissato, dall'ACGIH, a 1,6 mg/m³. L'assorbimento per inalazione ammonta al 50% dell'inalato.

Toluene e xileni, sebbene risultino meno tossici del benzene, provocano effetti irritativi alle mucose e, in condizioni di esposizione cronica, danno luogo a ingrossamento del fegato, provocando alterazioni a livello renale con disturbi al sistema nervoso centrale. I TLV-TWA fissati dall'ACGIH sono per il toluene di 188 mg/m³ e per gli xileni di 434 mg/m³. L'assorbimento per via inalatoria è valutato pari al 40-60% dell'inalato per il toluene e al 60-65% per gli xileni.

Per quanto riguarda l'1-butanol il TLV-TWA fissato dall'ACGIH, è di 61 mg/m³.

Materiali e metodi

Tutti gli operatori delle aziende monitorate sono stati sottoposti alla valutazione dell'esposizione ai solventi aerodispersi.

I campionamenti personali hanno interessato gli addetti alla verniciatura, sia nella fase di preparazione della vernice, sia nella fase di spruzzo e in quella di lavaggio dell'aerografo, mansioni che sono state monitorate con lo stesso campionamento a causa della loro breve durata.

In parallelo è stato, inoltre, eseguito un campionamento statico con postazione fissa in cui il campionatore è stato posto all'interno della cabina di verniciatura vicino all'autovettura, a 1,5 m dal suolo e a distanza non superiore al metro dall'autovettura stessa. La durata del campionamento è stata di 50-100 minuti.

Sono stati utilizzati campionatori attivi personali, fiale a carbone attivo (lunghezza 70 mm, diametro esterno 6 mm) con sezione principale/secondaria 100/50 mg. La bontà e l'efficacia del prelievo è stata verificata controllando l'assenza dell'analita ricercato nella sezione secondaria che funge da controllo.

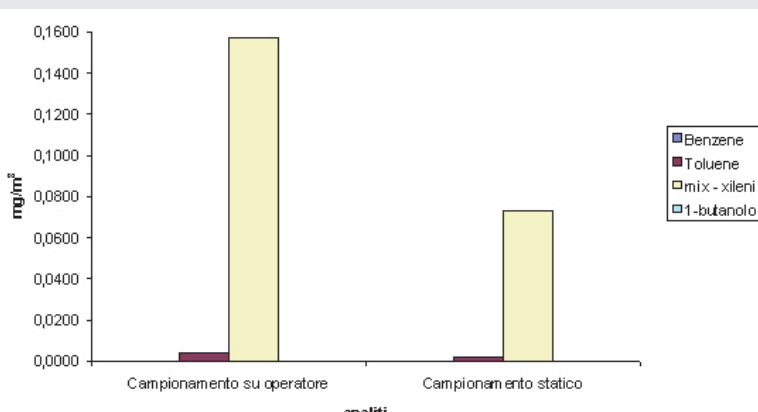
Contemporaneamente sono stati controllati i valori di temperatura e di velocità dell'aria in modo da poter correlare, a livello indicativo, le condizioni climatiche presenti con i risultati analitici.

Al termine del campionamento, le fialette ermeticamente chiuse e poste in borsa refrigerata sono state trasportate in laboratorio e conservate in frigo sino al momento dell'analisi.

Le fialette tolte dal frigo, dopo un breve periodo di attesa, sono state svuotate e il carbone riposto in *vials* da 4 ml con tappo in teflon; quindi, sono stati aggiunti 4 ml di CS₂ per l'estrazione. I *vials*, così trattati, sono stati agitati per 20'-30', dopo di che è stato iniettato 1

C2 Esposizione a solventi durante la verniciatura

Grafico 2



pl dell'astratto in colonna. L'analisi quantitativa è stata effettuata utilizzando etanolo come standard interno alla concentrazione di 1 ppm. L'analisi gascromatografica è stata eseguita con la metodica NIOSH - Hydrocarbons, BP 36 - 126°C: Method 1500 Issue 2⁵, modificata in laboratorio.

È stato utilizzato un gascromatografo con rivelatore a FID.

Le condizioni analitiche sono state le seguenti:

- rivelatore - FID 300°C
- iniettore - 60°C
- colonna capillare in silice fusa, 30 m, 0.53 mm ID, 3.0 µm spessore film;
- rampa:
 - 40 °C per 5 min;
 - da 40 °C a 200 °C a 10 °C/min;
 - 200 °C per 7 min;
- carrier gas - He, 10 ml/min

La retta di taratura è stata preparata utilizzando tre livelli di concentrazioni note degli analiti riportate nella *tabella 1*.

Nella *figura 1* è stato mostrato il cromatogramma del primo livello della retta di taratura.

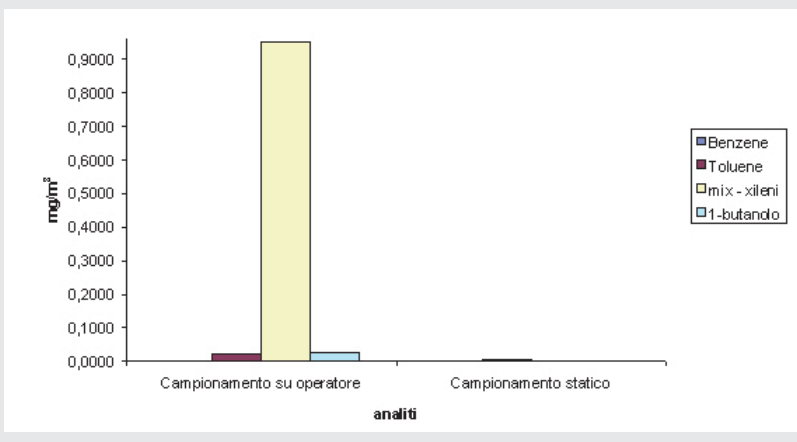
I risultati

I risultati ottenuti in questa indagine sono riportati nella *tabella 2* ed esemplificati nei grafici 1, 2, 3 e 4.

Questi sono distinti in personali e statici e ciascuno rappresenta la media di una serie di tre campionamenti effettuati in giorni successivi nella medesima cabina di verniciatura.

C3 Esposizione a solventi durante la verniciatura

Grafico 3



Conclusioni

Per quanto riguarda il discorso igienico-ambientale, i valori ottenuti mostrano un andamento molto al di sotto del valore limite di soglia per quanto riguarda tutti gli analiti monitorati; tuttavia, nei monitoraggi personali, sono stati rilevati valori più elevati rispetto a quelli statici.

Anche se i risultati sperimentali, in questa indagine, indicano numeri al di sotto dei valori permessi, è assolutamente opportuno adottare una serie di misure preventive al fine di contenere al massimo i livelli di esposizione professionale ai solventi durante la verniciatura.

In questa ottica, il completo rispetto delle norme di buona pratica di lavoro deve imporre che:

- tutti i dipendenti siano informati circa gli effetti tossici causati dall'esposizione ai suddetti solventi;
 - siano utilizzati guanti e maschere a carbonio attivo, nella fase di preparazione della vernice, della spruzzatura, della pulizia dell'aerografo e della distillazione del solvente.
- Infine, va sottolineato il controllo periodico dello stato di salute dei lavoratori che consente un adeguato protocollo di sorveglianza sanitaria per gli esposti ai solventi durante le operazioni di verniciatura.

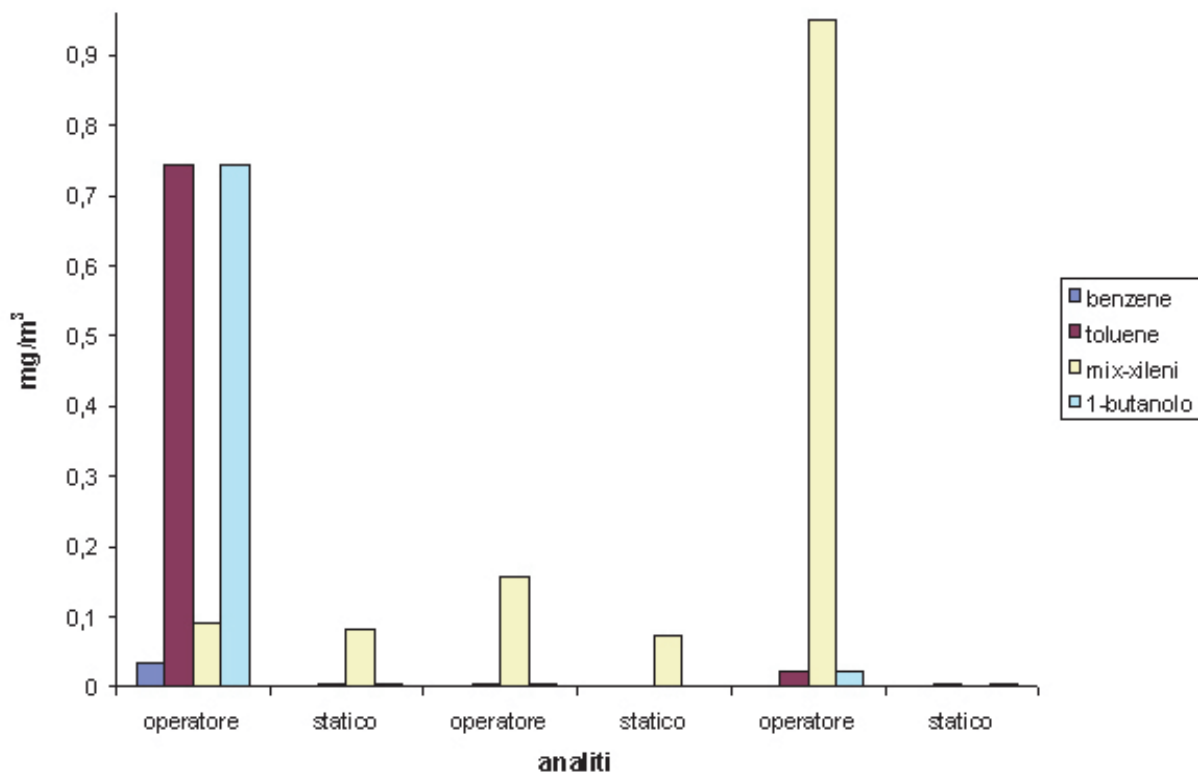
Esposizione a solventi durante la verniciatura
mg/m³

TABELLA 2

| Sito | C1 | | C2 | | C3 | |
|------------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|
| | Personale | Statico | Personale | Statico | Personale | Statico |
| 1-butanolo | 0.0705 | - | - | - | 0.0026 | - |
| Benzene | 0.0347 | - | - | - | - | - |
| Mix-xileni | 0.0906 | 0.081 | 0.1572 | 0.0727 | 0.951 | 0.0025 |
| Toluene | 0.743 | 0.0037 | 0.0037 | 0.0019 | 0.0236 | 0.0056 |

Esposizione a solventi durante la verniciatura media dei tre campionamenti effettuati in giorni successivi nella medesima cabina di verniciatura

Grafico 4



Bibliografia

- **F. Lodi, E. Marozzi:** *Tossicologia forense e chimica tossicologica*, Cortina. Milano (1982);
- **ACGIH:** American Conference of Governmental Industrial Hygienists: *Threshold limit value for chemical substances and physical agents in the work environment*. Cincinnati. Ohio (1994);
- *Giornale degli igienisti industriali: supplemento al volume 30 n. 1 - Gennaio 2005;*
- **L. Pozzoli, U. Maugeri:** *Igiene industriale*. La Goliardica Pavese;
- **NIOSH Method 1500, Issue 2:** Hydrocarbons, 36-126 °C BP. 15 agosto 1994.