

## Saldatura e fumi di saldatura (esposizione a Cromo esavalente)

**Autore**      **Carmine Esposito**  
*Ingegnere INAIL – Milano*

*Si precisa che le considerazioni esposte nel presente articolo sono frutto esclusivo del pensiero dell'autore ed il loro contenuto non impegna l'Istituto.*

Nei lavori di saldatura di acciaio inossidabile MIG o a filo continuo, i fumi di saldatura spesso contengono particelle di  **Cromo**, manganese e nickel.

Le più pericolose, se inalate, sono quelle di  **Cromo**.

Le saldature TIG non emettono molti fumi di saldatura ma sprigionano massicce quantità di ozono. Il taglio e la saldatura al plasma sprigionano alte temperature con conseguente possibile emissione di pericoloso ossido d'azoto.

Sebbene il fumo di saldatura sprigionato dal comune acciaio non sia uno dei più pericolosi, è comunque dannoso per la salute. Tra le altre cose, contiene particelle di ossido di ferro che possono causare la siderosi (infiammazione cronica dei polmoni).

Le saldature MIG/MAG e a filo continuo causano pesanti emissioni di fumi che rendono necessari un respiratore e una buona ventilazione sul luogo di lavoro.

Nei lavori di saldatura di materiali con superfici trattate, possono venire rilasciati una serie di pericolosi agenti inquinanti, la cui pericolosità dipende dal tipo di trattamento della superficie. Le saldature di acciaio zincato rilasciano particelle di ossido di zinco che possono causare la febbre dei saldatori, detta anche febbre da fumi metallici. È necessario fare particolare attenzione quando si saldano materiali verniciati, dal momento che molte vernici rilasciano pericolose sostanze aeree inquinanti.

Se il materiale è verniciato con resine a due componenti o isolato con poliuretano vi è un forte rischio di esposizione a isocianati, molto pericolosi se inalati e difficili da percepire.

Per lavori di saldatura in aree ristrette o semi ventilate, per es. cisterne, condutture o camere stagne, è necessario utilizzare un respiratore ad aria compressa, qualunque sia il metodo di saldatura.

Nelle saldature MIG e TIG, i gas nobili argon ed elio vengono utilizzati come gas di protezione. Nessuno dei due è considerato pericoloso, sebbene possano sostituirsi all'ossigeno in zone non ventilate, privando l'atmosfera dell'ossigeno. In questi casi è necessario un respiratore ad aria compressa. Nelle saldature MAG, i gas di protezione utilizzati sono l'anidride carbonica, o una miscela di questa ed un gas nobile. Dal momento che parte dei gas di protezione può trasformarsi in monossido di carbonio quando il gas entra in contatto con l'aria, attorno all'arco di saldatura possono formarsi grandi quantità di monossido di carbonio. Il monossido di carbonio non può essere filtrato e se la ventilazione è insufficiente, è necessario controllare il livello di ossigeno ed indossare un respiratore ad aria compressa.

Gli elettrodi in lega sono molto utilizzati nelle saldature MAG. Le leghe spesso contengono manganese o silicato, vale a dire che durante la saldatura vengono rilasciate nell'aria massicce quantità di ossido di manganese e silicati.

Quando si salda l'alluminio vengono prodotte non solo particelle di ossido di alluminio, ma anche gas di

ozono originati dall'azione delle radiazioni UV provenienti dall'arco di saldatura che scompone le molecole di ossigeno. L'ozono viene anche prodotto nelle saldature TIG dell'acciaio inossidabile. L'ozono si ritrasforma poi in ossigeno, un processo che diventa più veloce quando l'ozono viene in contatto con superfici solide che agiscono da catalizzatori. L'ozono non può essere filtrato dall'atmosfera ma deve essere ritrasformato in ossigeno.

Il biossido di azoto e l'ossido di azoto sono esempi di gas di azoto prodotti da saldature ad alto amperaggio e con alte temperature. Si formano da una reazione nell'aria tra azoto ed ossigeno e sono molto pericolosi se inalati in alte concentrazioni, per esempio se si salda in aeree ristrette e poco ventilate.

### ***Il cromo esavalente***

Il cromo non è una sostanza necessariamente pericolosa o inquinante, in realtà è un "elemento di transizione" che si può trovare nell'ambiente in tre forme stabili: metallico, trivalente ed esavalente.

La forma trivalente considerata un oligonutriente essenziale, necessaria per il corretto metabolismo degli zuccheri nel corpo umano, è caratterizzata da una tossicità relativamente bassa.

La forma esavalente, invece, presente in diversi composti di origine industriale (in particolare cromati e titolati), è considerata altamente tossica ed il cromo esavalente "sulla base di evidenze sperimentali ed epidemiologiche è stato classificato dalla IARC come cancerogeno per l'uomo (classe I)". Riguardo agli effetti sulla salute diversi studi hanno dimostrato che l'esposizione a cromo esavalente "è una delle possibili cause di tumore al polmone". Infatti l'apparato respiratorio rappresenta il principale bersaglio dell'azione tossica e cancerogena e "l'esposizione professionale, acuta e cronica, avviene soprattutto per assorbimento mediante inalazione".

I tre più importanti impieghi industriali del cromo esavalente sono:

- Cromatura galvanica, che "prevede l'utilizzo di composti di Cr per proteggere dalla corrosione, migliorare l'estetica ed indurire pezzi meccanici in ferro o acciaio o per riportarli a spessore dopo rettifica (per esempio, gli inserti mobili degli stampi per l'estrusione dell'argilla nell'industria laterizia)";
- "Saldatura ad arco di acciai speciali con elettrodi ad alto tenore di cromo;
- Produzione e tintura con colori ed inchiostri contenenti pigmenti a base di cromato".

I principali effetti che vengono associati all'esposizione includono:

- cancro ai polmoni,
- asma,
- ulcerazioni delle mucose del setto nasale,
- ulcerazioni della pelle,
- dermatiti allergiche e da contatto,
- disturbi della fertilità e della riproduzione.

### ***I valori limite di esposizione professionale al cromo esavalente***

Recentemente, la Società Italiana di Medicina del Lavoro ed Igiene Industriale ha riassunto nelle sue

linee guida i VLP ed i valori limite biologici equivalenti (BLV) per le sostanze, tra le quali Cr(VI) e suoi composti. Il TLV<sup>®</sup> fissato dall'ACGIH è 0,05 mg/m<sup>3</sup> nell'aria, portato a 0,01 mg/m<sup>3</sup> per i composti del Cr(VI) insolubili. Lo stesso limite, denominato TRK (Technische RichtKonzentrationen) è stato adottato in Germania.

L'OSHA (Occupational Safety & Health Administration, USA) ha aggiornato nel 2006 i limiti di esposizione industriale a Cr(VI) in tutte le sue forme e composti: 0,0025 mg/m<sup>3</sup> è l'action level e 0,005 mg/m<sup>3</sup> il PEL (Permissible Exposure Limit), calcolati come concentrazioni medie pesate in un turno lavorativo di 8 ore (TWA).

Il monitoraggio biologico viene effettuato mediante dosaggio del cromo urinario; il limite superiore dei valori di riferimento nella popolazione non esposta è pari a 0,2 µg/g creatinina. A fine turno ed a fine settimana lavorativa il BLV è stato fissato a 15 µg/g creatinina, con una differenza massima consentita tra inizio turno e fine turno lavorativo di 5 µg/g creatinina. Poiché nelle urine il cromo è totalmente ridotto alla forma trivalente, per valutare l'esposizione esclusivamente a Cr(VI) è necessario effettuare la determinazione nei globuli rossi.

### **Il D.Lgs. 81/2008 e l'aspirazione dei fumi**

Si riportano di seguito gli obblighi e le misure di prevenzione previste nel D.Lgs. 81/2008:

#### Capo II – Protezione da agenti cancerogeni e mutageni

##### Articolo 237 - Misure tecniche, organizzative, procedurali

###### 1. Il datore di lavoro:

- a) *assicura, applicando metodi e procedure di lavoro adeguati, che nelle varie operazioni lavorative sono impiegati quantitativi di agenti cancerogeni o mutageni non superiori alle necessità delle lavorazioni e che gli agenti cancerogeni o mutageni in attesa di impiego, in forma fisica tale da causare rischio di introduzione, non sono accumulati sul luogo di lavoro in quantitativi superiori alle necessità predette;*
- b) *limita al minimo possibile il numero dei lavoratori esposti o che possono essere esposti ad agenti cancerogeni o mutageni, anche isolando le lavorazioni in aree predeterminate provviste di adeguati segnali di avvertimento e di sicurezza, compresi i segnali "vietato fumare", ed accessibili soltanto ai lavoratori che debbono recarvisi per motivi connessi con la loro mansione o con la loro funzione. In dette aree è fatto divieto di fumare;*
- c) *progetta, programma e sorveglia le lavorazioni in modo che non vi è emissione di agenti cancerogeni o mutageni nell'aria. Se ciò non è tecnicamente possibile, l'eliminazione degli agenti cancerogeni o mutageni deve avvenire il più vicino possibile al punto di emissione mediante aspirazione localizzata, nel rispetto dell'articolo 18, comma 1, lettera q). L'ambiente di lavoro deve comunque essere dotato di un adeguato sistema di ventilazione generale;*
- d) *provvede alla misurazione di agenti cancerogeni o mutageni per verificare l'efficacia delle misure di cui alla lettera c) e per individuare precocemente le esposizioni anomale causate da un evento non prevedibile o da un incidente, con metodi di campionatura e di*

*misurazione conformi alle indicazioni dell'ALLEGATO XLI del presente decreto legislativo;*

#### Allegato IV

#### Requisiti dei luoghi di lavoro

#### 2. Presenza nei luoghi di lavoro di agenti nocivi

##### 2.1. Difesa dalle sostanze nocive:

...

*2.1.5. L'aspirazione dei gas, vapori, odori o fumi deve farsi, per quanto è possibile, immediatamente vicino al luogo dove si producono.*

#### **Conclusioni**

I vari metodi di saldatura generano quantità diverse di fumi e di concentrazioni di sostanze nocive. La maggior parte dei particolati misurano alla fonte 0,01÷0,1 micron, ciò significa che sono facilmente inalabili. Essi possono penetrare all'interno dei polmoni ed anche, con il tempo, nel sangue.

Il datore di lavoro deve effettuare la propria valutazione del rischio da inalazione dei fumi di saldatura finalizzata ad individuare le adeguate misure di prevenzione e di protezione e nel caso di sospetta presenza di cromo esavalente deve provvedere alle misurazioni per la verifica dell'efficacia di tali misure (ad es. dei sistemi di aspirazione alla fonte). I lavoratori per i quali la valutazione ha evidenziato un rischio per la salute sono sottoposti a sorveglianza sanitaria.