



## Nuove indicazioni in materia di salute e sicurezza in saldatura - Requisiti legislativi e stato dell'arte sui fumi di saldatura

**Monica Collo [Istituto Italiano della Saldatura – Ente Morale]**

**Simone Rusca [Istituto Italiano della Saldatura – Ente Morale]**

**Maurizio Peroni [Laboratorio Vallescrivie S.r.l.]**

### Abstract

*A fronte di nuovi studi da parte di Enti qualificati a livello internazionale nel campo della saldatura (IIW) e della salute e sicurezza (IARC), sono state definite nuove indicazioni per la tutela dei lavoratori occupati in saldatura.*

*Lo IARC classifica in classe 1 (cancerogeno) i fumi di saldatura e la normativa italiana ha definito come cancerogeni il Cromo esavalente e il Cadmio, presenti in materiali di apporto e di base.*

*La normativa in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro, Dlgs 81/08 s.m.i. prevede una valutazione mirata con monitoraggio ambientale e biologico sui lavoratori esposti e l'eventuale tenuta del registro cancerogeni.*

*Scopo del presente lavoro è fornire un quadro delle principali casistiche, suddivise in base a materiali e processi, e proporre nuove linee guida sulla tutela della salute degli operatori del settore.*

*L'Istituto Italiano della Saldatura si pone come leader per l'applicazione di nuovi protocolli sanitari correlati a dispositivi di protezione individuale durante le varie fasi dei processi di saldatura.*

## 1. Introduzione

La fabbricazione mediante saldatura è composta da una sequenza di attività, di seguito schematicamente riportate:

- Preparazione dei pezzi
- Operazioni di Saldatura
- Trattamenti termico (eventuali)
- Controlli non distruttivi
- Riparazioni

Gli aspetti di salute e sicurezza coinvolti sono molteplici:

- Rischi direttamente connessi alla saldatura
- Rischi indirettamente connessi alla saldatura ("operazioni complementari")

In numerose delle precedenti fasi è possibile che vengano prodotti fumi, contenenti differenti sostanze in funzione del processo e del materiale; attualmente l'assenza di tecniche di valutazione sufficientemente precise ed affidabili ne impedisce l'esatta determinazione tuttavia numerosi studi ne hanno recentemente confermato la nocività.

## 2. Fenomenologia di formazione dei fumi di saldatura: processi e materiali

### ➤ Fumi di saldatura: generalità

Le particolari condizioni termiche, generalmente connesse all'uso di sorgenti di calore ad elevata densità di energia, provocano lo sviluppo di un significativo quantitativo di fumi.

Nei fumi è possibile distinguere:

- gas sviluppati o utilizzati durante la saldatura
- particelle metalliche più o meno fini (particolati), una parte delle quali può avere dimensioni inferiori ai 10  $\mu\text{m}$

La parte gassosa può essere generata:

- dai gas di protezione
- dai gas provenienti dal rivestimento
- per effetto dell'interazione della sorgente termica con l'ambiente ( $\text{O}_3$ ;  $\text{NO}_x$ ; etc.)
- da composti di vario genere sulla superficie dei lembi

Il meccanismo di origine dei particolati è ancora oggetto di studio (evaporazione-condensazione, nebulizzazione, pirolisi, etc.), anche in considerazione delle molteplici combinazioni tra materiali, processi e condizioni ambientali che caratterizzano la saldatura e le operazioni complementari.

### ➤ Fumi di saldatura: i particolati

Si formano tipicamente quando un metallo viene riscaldato al di sopra del suo punto di ebollizione e i suoi vapori si condensano in particelle molto fini (particelle solide).

La struttura di queste particelle è fortemente condizionata dai fenomeni di ossidazione che si possono verificare in funzione del tipo di sorgente (arco elettrico, fiamma, etc.) e, conseguentemente, dal tipo di atmosfera in cui tali fenomeni si sviluppano.

Le particelle appaiono spesso caratterizzate dalla presenza di un guscio esterno, costituito da silicati e, per i processi che fanno uso di flussi, da fluoruri di sodio e calcio e da un "cuore" metallico interno, costituito da ossidi dei veri elementi metallici di cui materiale base e lega d'apporto sono realizzati.

### ➤ Fumi di saldatura: i fattori tecnologici

L'esposizione del personale alle sostanze contenute nei fumi di saldatura può essere messa in correlazione con i seguenti fattori tecnologici:

- Processo di saldatura
- Materiale saldato (e relativo stato superficiale)
- Parametri di saldatura (e in particolar modo la corrente elettrica, nel caso di processi ad arco)
- Procedura di saldatura
- Condizioni di lavoro

Gli aspetti di salute e sicurezza legati all'ambiente di lavoro possono superare per pericolosità quelli tecnologici.

Dal punto di vista tecnologico è possibile distinguere, in base alle applicazioni:

- Saldatura con processi ad arco
- Saldatura con processi alla fiamma
- Saldatura con processi a resistenza
- Altri Processi (LASER, stato solido, fascio elettronico, etc.)

L'esposizione è inoltre fortemente legata alla modalità di applicazione del processo ed in particolare al livello di automazione (manuale, semiautomatico o automatico): i processi manuali sono caratterizzati da rischio di esposizione più elevato, così come sono caratterizzati anche da maggiore criticità dal punto di vista posturale (ulteriore possibile causa di malattia professionale).

### 3. Salute: effetti sull'organismo

Fra gli effetti più gravi merita particolare attenzione la cancerogenicità dei fumi, legata alla presenza di composti soprattutto del Cromo esavalente, anche se non vanno trascurati gli attuali studi in materia relativi al possibile contributo di ossidi di metalli pesanti quali il Nichel.

I principali studi presenti in ambito IARC (International Agency for Research on Cancer) indicano che i rischi siano non direttamente riferibili al caso della saldatura degli acciai inossidabili e di materiali atolegati bensì ai saldatori in genere, in considerazione di molti fattori di disturbo coinvolti (asbesto, fumo di sigaretta, etc.)

Le sostanze, in genere, vengono assorbite dal nostro organismo per inalazione, ingestione e contatto.

Le sostanze presenti nei fumi di saldatura possono essere essenzialmente:

- Irritanti, ovvero possono indurre reazione infiammatoria a occhi, pelle e sistema respiratorio
- Neurotossici ovvero possono causare danni neurologici al sistema nervoso centrale, nel caso di sovraesposizioni a lungo termine.

Gli effetti dei fumi sulle persone possono essere:

- Acuti: effetti a breve termine sul corpo (subito dopo l'esposizione)
- Cronici: effetti a lungo termine sul corpo (livelli di esposizione bassi e ripetuti)

I sintomi che si possono sviluppare in un determinato periodo di tempo sono paragonabili a quelli che si manifestano nel consumo di alcool, ovvero l'ubriachezza, come effetto acuto, e il danno a fegato e cervello come effetto cronico; analogamente nel fumo che ha come effetto acuto il respiro asmatico (fiato corto) e come effetto cronico il cancro ai polmoni o l'enfisema.

La valutazione dell'esposizione fa riferimento a due tipologie principali di parametri: il PEL, limiti di esposizione ammissibili (esposizione fino a 8 ore al giorno, 40 ore a settimana senza sperimentare effetti avversi per la salute); e il TLV, valori di soglia limite. Nei limiti di esposizione consigliati i PEL hanno la precedenza sui TLV.

#### ➤ Effetti dei fumi di saldatura

Dal punto di vista degli effetti sull'organismo, diverse segnalazioni di malattie riferibili ai saldatori sono disponibili. In particolare, sono stati registrati sia effetti acuti (febbre da fumi metallici, irritazione delle vie respiratorie, fibrosi ed edema), sia a lungo termine (sierosi, riduzione della capacità respiratoria, bronchite cronica, cancro); la tabella [1] riporta una classificazione delle principali sostanze pericolose specifiche che possono essere presenti nei fumi, senza tuttavia diretta correlazione con studi epidemiologici riferiti al caso dei saldatori. È fondamentale sottolineare che tali casi non sono direttamente riferibili alle sole attività di saldatura ma all'insieme di attività connesse alla fabbricazione di prodotti saldati e che i casi segnalati di intossicazione acuta sono direttamente connesse a esposizioni significative legate all'uso incorretto (o addirittura al mancato uso!) degli appropriati sistemi di protezione.

SOSTANZA PERICOLOSA	STATO	EFFETTI
Ossido di alluminio	<i>Particolato</i>	Accumulo di polveri nei polmoni, alluminosi
Ossidi di ferro	<i>Particolato</i>	Accumulo di polveri nei polmoni, siderosi

<b>Ossido di sodio</b>	<i>Particolato</i>	Accumulo di polveri nei polmoni
<b>Biossido di titanio</b>	<i>Particolato</i>	Accumulo di polveri nei polmoni
<b>Monossido di carbonio (CO)</b>	<i>Gassoso</i>	Tossico impedisce il trasporto dell'ossigeno nel sangue Mal di testa Intossicazione Paralisi respiratoria Eventuale perdita di conoscenza
<b>Ozono (O<sub>3</sub>)</b>	<i>Gassoso</i>	Tossico irritazione delle mucose Intossicazione acuta Edema polmonare
<b>Fosgene (COCl<sub>2</sub>) Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>)</b>	<i>Gassoso</i>	Tossico irritazione delle mucose Intossicazione Edema polmonare ritardato
<b>Fluoruri</b>	<i>Particolato</i>	Tossici irritazione alle mucose Danni al sistema nervoso
<b>Ossido di rame</b>	<i>Particolato</i>	Tossico febbre da fumi metallici
<b>Ossidi di manganese</b>	<i>Particolato</i>	Tossici irritazione alle mucose Danni al sistema nervoso
<b>Pentossido di vanadio</b>	<i>Particolato</i>	Tossico irritazione agli occhi e alle vie respiratorie Danni ai polmoni
<b>Ossido di zinco</b>	<i>Particolato</i>	Tossico Febbre da fumi metallici
<b>Composti cromo esavalente</b>	<i>Particolato</i>	Cancerogeno (per il sistema respiratorio) Irritazione alle mucose
<b>Ossido di cobalto</b>	<i>Particolato</i>	Cancerogeno Danneggiamento al sistema respiratorio
<b>Ossidi di nickel</b>	<i>Particolato</i>	Cancerogeno (per il sistema respiratorio)
<b>Biossido di torio</b>	<i>Particolato</i>	Radioattivo esposizione dei bronchi e dei polmoni Può avere effetti cancerogeni

Tabella 1 – Principali effetti di possibili sostanze presenti nei fumi di saldatura

Tra gli aspetti menzionati in tabella [1] possono essere considerati di particolare rilevanza in ambito industriale e per l'igiene del lavoro: la cancerogenicità dei fumi di saldatura e l'effetto degli ossidi di manganese presenti negli stessi sul sistema nervoso.

Come anticipato precedentemente, per quanto riguarda il primo aspetto, l'attenzione è posta principalmente agli ossidi di Nichel ed ai composti di Cromo esavalente che possono essere presenti nei fumi di saldatura benché i dati epidemiologici tuttora disponibili siano riferiti a esposizioni combinate a fumo di sigaretta e polvere di asbesto, la cui comprovata cancerogenicità permette di considerarli più che fattori di disturbo.

L'insieme delle pubblicazioni internazionali considerate e l'analisi dei dati relativi supporta pertanto la conclusione che, sebbene i fumi di saldatura possano contenere sostanze cancerogene (la cui quantità non è tuttavia ancora quantificabile con sufficiente precisione), il maggior rischio di cancro per i saldatori sia fondamentalmente legato alla combinazione di più fattori.

Per quanto riguarda l'aspetto della neurotossicità degli ossidi di manganese, i fumi di saldatura sono stati messi in correlazione sia con una maggiore facilità a contrarre il morbo di Parkinson sia con il Manganismo, malattia tipica dei lavoratori in miniere di manganese.

Gli effetti sono legati, anche se in modo diverso, alle interazioni tra la produzione di dopamina ed il suo ruolo di neurotrasmettitore nel cervello che esercita un'influenza fondamentale nella gestione dei movimenti degli individui. Risulta importante sottolineare che i meccanismi di trasferimento di questo metallo dagli alveoli polmonari al sangue sono in antagonismo con quelli di trasferimento del ferro, molto più ampiamente presente nei fumi di saldatura.

Un esame delle letterature degli ultimi quarant'anni, inoltre, ha messo in evidenza soltanto cinque casi che superano la soglia diagnostica del manganismo, seppur con un certo grado di dubbio.

Infine è doveroso precisare che il manganese, se venisse assorbito dall'organismo, potrebbe avere l'effetto di accelerare la diagnosi di un Parkinson idiomatico ma non di provocarne la contrazione.

#### 4. Organizzazioni della Comunità Scientifica coinvolte: IARC, ISS, IIW, EWF

##### ➤ **IARC: International Agency for Research on Cancer**

L'obiettivo dello IARC è promuovere la collaborazione internazionale nella ricerca sul cancro. L'Agenzia è interdisciplinare, riunendo competenze in epidemiologia, scienze di laboratorio e biostatistica, per identificare le cause del cancro in modo da poter adottare misure preventive e ridurre il carico di malattie e le sofferenze associate. Una caratteristica significativa dell'Agenzia è la sua esperienza nel coordinamento della ricerca tra paesi e organizzazioni; il suo ruolo indipendente come organizzazione internazionale facilita questa attività.

IARC ha ruolo importante nel descrivere il peso del cancro in tutto il mondo, attraverso la cooperazione e l'assistenza ai registri dei tumori e nel monitoraggio delle variazioni geografiche e delle tendenze nel tempo.

Le pubblicazioni principali includono la serie Cancer Incidence in Five Continents e GLOBOCAN.

La classificazione dei tumori umani riportata nella serie OMS Classification of Tumors (nota anche come "WHO Blue Books") è un'ulteriore risorsa di valore per i ricercatori e i medici del cancro di tutto il mondo. In tutti i casi l'Agenzia si adopera per mettere a disposizione del pubblico più vasto possibile le proprie conclusioni.

##### ➤ **ISS: Istituto Superiore di Sanità**

In Italia l'Organismo che recepisce i dati internazionali in materia di salute è l'Istituto Superiore di Sanità (ISS), principale centro di ricerca, controllo e consulenza tecnico-scientifica in materia di sanità pubblica. Al fianco del Ministero della Salute, delle Regioni e dell'intero Servizio Sanitario Nazionale (SSN), le strutture ISS orientano le politiche sanitarie sulla base di evidenze scientifiche: dalla prevenzione e promozione della salute fino al contrasto al cancro e alle malattie croniche e neurodegenerative, dall'autismo, alle malattie rare, da quelle infettive fino alle dipendenze patologiche.

Oggetto della sua attività è tutto ciò con cui quotidianamente le persone vengono a contatto e che può avere effetti sulla salute: radiazioni ionizzanti, elettro-frequenze, sostanze chimiche, contaminanti dell'aria, del suolo, dell'acqua, prodotti alimentari (in tutta la filiera).

##### ➤ **IIW: International Institute of Welding**

L'International Institute of Welding (IIW) è l'associazione degli Istituti nazionali della saldatura, attiva dal 1948 (anno della sua fondazione), con lo scopo di promuovere gli studi sui fenomeni scientifici associati alla saldatura ed alle tecniche annesse, la loro applicazione industriale ed i mezzi di comunicazione per condividere tali tecnologie a livello internazionale.

L'IIW è caratterizzato da diciotto commissioni tecniche e da oltre dieci gruppi di lavoro, tra cui è di particolare interesse la Commissione VIII "Salute, Sicurezza e Ambiente", che conta la presenza esperti internazionali appartenenti a diversi ambiti professionali, comprendendo medici del lavoro, epidemiologi, biologi, chimici ed ingegneri di saldatura.

Nel corso degli anni la Commissione VIII ha sviluppato studi tecnicamente significativi, riconosciuti a livello internazionale e di comprovata valenza tecnica (aspetti epidemiologici, modelli di riferimento, analisi di livelli di rischio), con l'emissione di circa duemila documenti, tra i quali assumono particolare rilevanza i cosiddetti "Best Practice Document".

Il ruolo della Commissione VIII è decisivo nell'elaborazione di norme internazionali (ISO) in materia di salute e sicurezza in saldatura.

##### ➤ **EWF: European Federation for Welding, Joining and Cutting**

L'EWF è una Federazione Europea fondata nel 1992 che si occupa di coordinare il Sistema Internazionale di Formazione, Qualificazione e Certificazione sia del personale di saldatura, giunzione e taglio, sia delle aziende che utilizzano la saldatura, nel rispetto di Qualità, Ambiente, Salute e Sicurezza.

La gestione della sicurezza durante la fabbricazione di un prodotto saldato comporta una serie molto complessa di attività, che prevedono l'analisi dei rischi, la relativa gestione e riduzione, il monitoraggio continuo, la gestione delle emergenze.

Il gruppo di lavoro dell'EFW chiamato "Management of Welding Fabrication" ha definito uno schema ("Safety Management Scheme - EWF SMS") che fornisce un approccio utile alla gestione del rischio, sicuramente applicabile anche ai fumi di saldatura.

SMS si fonda su criteri quali:

- messa a punto dei processi produttivi allo scopo di ottimizzarne l'efficacia, dal punto di vista produttivo, della salute e della sicurezza
- esecuzione di un'analisi dei rischi con determinazione delle opportune azioni correttive
- definizione del ruolo di un coordinatore della sicurezza per la saldatura, adeguatamente qualificato e coadiuvato dal responsabile della qualità per la saldatura
- opportuna qualificazione ed addestramento di tutto il personale coinvolto nelle operazioni di saldatura e nelle attività ad esse correlate

## 5. Normativa e linee guida

Con il Decreto interministeriale 11 febbraio 2021 sono state finalmente recepite due diverse direttive europee in materia di protezione contro i rischi di agenti cancerogeni e mutageni su cui il nostro giornale si era soffermato nei mesi scorsi:

- Direttiva (UE) 2019/130 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 gennaio 2019 che modifica la direttiva 2004/37/CE sulla protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da un'esposizione ad agenti cancerogeni o mutageni durante il lavoro
- Direttiva (UE) 2019/983 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 5 giugno 2019 che modifica la direttiva 2004/37/CE sulla protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da un'esposizione ad agenti cancerogeni o mutageni durante il lavoro.

La conseguenza di questo recente recepimento è la sostituzione degli Allegati XLII (Elenco di sostanze, miscele e processi) e XLIII (Valori limite di esposizione professionale) del decreto legislativo n. 81/2008 che ora hanno un contenuto aggiornato e conforme alle disposizioni introdotte dalle due direttive 2019/130 e 2019/983.

### ➤ **Decreto Legislativo n. 81/2008 s.m.i. – Testo unico sulla sicurezza**

*Il Titolo IX, capo I, del d. lgs. 81/2008 tratta la valutazione del rischio da esposizione ad agenti chimici pericolosi negli ambienti di lavoro.*

La valutazione deve considerare le principali vie di introduzione degli agenti chimici nel corpo umano, in particolare quella respiratoria per inalazione, e quella per assorbimento cutaneo.

In caso di attività lavorative che comportano l'esposizione a più agenti chimici pericolosi, è necessario valutare il rischio risultante dalla combinazione di tutti gli agenti chimici. Se si avvia una nuova attività con presenza di agenti chimici pericolosi, è necessario svolgere preventivamente la valutazione del rischio, e attuare le relative misure di prevenzione.

Se il risultato della valutazione svolta dimostra che, in relazione al livello, al modo e alla durata dell'esposizione ad agenti chimici pericolosi e delle circostanze in cui viene svolto il lavoro, vi è un rischio basso per la sicurezza e irrilevante per la salute dei lavoratori, e se si dimostra che l'adozione di misure generali di prevenzione è sufficiente a eliminare o ridurre il rischio, allora non è necessario adottare:

- disposizioni in caso di incidenti o di emergenze
- misure specifiche di prevenzione e protezione
- sorveglianza sanitaria
- cartelle sanitarie e di rischio.

Sono stati introdotti nella 81/08 come cancerogeni il Cadmio e il Cromo 6 portando di fatto i lavoratori da non esposti a esposti.

La valutazione va in ogni caso aggiornata periodicamente e ogni volta che intervengono mutamenti notevoli.

Il Decreto Legislativo 81/08 s.m.i. contiene una serie di articoli che prevedono misure che limitano l'esposizione dei lavoratori alle sostanze cancerogene e mutagene.

La norma contiene nell' elenco dei cancerogeni solo alcune sostanze che interessano le operazioni di saldatura ed in particolare il cromo esavalente, il cadmio e il berillio. Attualmente gli obblighi normativi sono pertanto limitati a questi agenti.

È importante, però, sapere che lo IARC ha inserito tutte le operazioni di saldatura nell' elenco delle attività cancerogene e inoltre occorre tener presente che in sede giudiziaria potrebbero venire acquisiti anche dati provenienti dalla letteratura scientifica internazionale.

Altro dato da tener presente è che il 17/02/2022 il Parlamento ha approvato l'accordo raggiunto con l'U.E. per inserire nei prossimi anni anche i composti del Nichel.

Per le aziende che non si sono ancora adeguate alle modifiche del decreto legislativo 81/08, si rammenta che è obbligatorio effettuare il monitoraggio ambientale dei cancerogeni e tenere eventualmente il registro degli esposti. È opportuno, inoltre, che il Medico Competente inserisca il monitoraggio biologico nel protocollo sanitario per valutare l'esposizione.

I valori limite delle sostanze pericolose sono riportati negli allegati da XXXVIII a XLIII del Dlgs 81/08 e nel D.M. 155/07.

Parlando di fumi sono riportate le classi dello IARC.

Livelli cancerogeni uomo	Categorie cancerogeni					
	UE	CCTN	EPA	IARC	NTP <sup>(*)</sup>	ACGIH
Cangerogeno riconosciuto	1A	1	A	1	clear evidence	A1
Cangerogeno probabile	1B	2	B1/B2	2A	some evidence	A2
Cangerogeno sospetto	2	3	C	2B	equivocal evidence	A3
Non classificabile come cancerogeno		4	D	3	no evidence	A4
Non cancerogeno		5	E	4	studio inadeguato	A5

Tabella 2 – Classificazione

CATEGORIA 1	Sostanze cancerogene per l'uomo accertate o presunte La classificazione di una sostanza come cancerogena di categoria 1 avviene sulla base di dati epidemiologici e/o di dati ottenuti con sperimentazioni su animali.
Categoria 1A	Può avvenire ove ne siano noti effetti cancerogeni per l'uomo sulla base di studi sull'uomo.
Categoria 1B	Categoria 1B per le sostanze di cui si presumono effetti cancerogeni per l'uomo, prevalentemente sulla base di studi su animali. La classificazione di una sostanza nelle categorie 1A e 1B si basa sulla forza probante dei dati e su altre considerazioni (cfr. punto 3.6.2.2). I dati possono provenire da: - studi condotti sull'uomo da cui risulta un rapporto di causalità tra l'esposizione umana a una sostanza e l'insorgenza di un cancro (sostanze di cui sono accertati effetti cancerogeni per l'uomo); o - sperimentazioni animali i cui risultati (1) permettono di dimostrare effetti cancerogeni per gli animali (sostanze di cui si presumono effetti cancerogeni per l'uomo). Inoltre, caso per caso, in base a una valutazione scientifica può essere deciso di considerare una sostanza come presunta sostanza cancerogena se esistono studi che dimostrano la presenza di effetti cancerogeni limitati per l'uomo e per gli animali.
CATEGORIA 2	Sostanze di cui si sospettano effetti cancerogeni per l'uomo La classificazione di una sostanza nella categoria 2 si basa sui risultati di studi sull'uomo e/o su animali non sufficientemente convincenti per giustificare la classificazione della sostanza nelle categorie 1A o 1B, tenendo conto della forza probante dei dati e di altre considerazioni (cfr. punto 3.6.2.2). Tali dati possono essere tratti da studi che dimostrano la presenza di effetti cancerogeni limitati (1) per l'uomo o per gli animali.

Tabella 3 – Definizioni

## 1. Allegato XLIII del d.lgs. 81/2008

Fissa i Vlep per i seguenti agenti chimici (tabella 1):

Tabella n.1		Valori limite di esposizione professionale							Osservazioni	Misure transitorie
Nome agente	N. CE (1)	N. CAS (2)	Valori limite							
			8 ore <sup>(3)</sup>			Breve durata <sup>(4)</sup>				
			mg/m <sup>3</sup> (5)	ppm (6)	f/ml (7)	mg/m <sup>3</sup> (5)	ppm (6)	f/ml (7)		
Composti di cromo VI definiti cancerogeni ai sensi dell'art. 2 lett. a) punto i) della direttiva 2004/37 (come cromo)	-	-	0,005	-	-	-	-	-	-	Valore limite: 0,010 mg/m <sup>3</sup> fino al 17/1/2025. Valore limite: 0,025 per i procedimenti di saldatura o taglio al plasma o analoghi procedimenti di lavorazione che producono fumi fino al 17/1/2025.
Cadmio e suoi composti inorganici			0,001 <sup>(12)</sup>	-	-	-	-	-	-	Valore limite: 0,004 mg/m <sup>3</sup> (13) fino all'11/7/2027.
Berillio e composti inorganici del berillio			0,0002 <sup>(12)</sup>	-	-	-	-	-	sensibilizzazione cutanea e delle vie respiratorie <sup>(14)</sup>	Valore limite: 0,0006 mg/m <sup>3</sup> fino all'11/7/2026.

Figura 2 – Estratto dell'Allegato XLIII aggiornato a febbraio 2023

### ➤ CLP - Reach

Con l'emanazione del Regolamento CE 1907/2006 (*REACH*), del Regolamento CE 1272/2008 (*CLP*) e del Regolamento UE 830/2015 il quadro normativo Europeo riguardante la gestione delle sostanze e delle miscele chimiche ha subito dei cambiamenti sostanziali che hanno impattato inevitabilmente anche nell'attività di redazione e gestione del documento di valutazione del rischio chimico (rif. Decreto Leg.vo 81/2008). In particolare il Regolamento 1272/2008 (*CLP*) riguardante i nuovi criteri di classificazione imballaggio ed etichettatura per sostanze e miscele pericolose ha previsto l'adozione del GHS (*Globally Harmonized System of classification labelling and packaging of chemicals*) e questo comporta una modifica dei limiti sperimentali adottati finora per la definizione della pericolosità delle sostanze, con conseguente modifica della etichettatura, dei pittogrammi, delle frasi di rischio (*hazard statement*) e dei consigli di prudenza (*precautionary statement*).

Con l'entrata in vigore del Regolamento REACH tutte le sostanze in quanto tali o in quanto componenti di un preparato o di un articolo o vengono prima registrate all'ECHA oppure non possono essere fabbricate nella Comunità Europea o immesse sul mercato (*importate*): vige il principio del "no data, no market".

Quattro sono i principi chiave su cui è fondato il Regolamento REACH:

- 1° Principio ispiratore - **PRECAUZIONE**: Ufficialmente adottato come uno strumento di decisione nell'ambito della gestione del rischio in campo di salute umana, animale e ambientale. Viene definito come una strategia preventiva di gestione del rischio.



- 2° Principio ispiratore - **OBBLIGO DI DILIGENZA:** L'industria deve fabbricare le sostanze, importarle, usarle o immetterle sul mercato con tutta la responsabilità e la cura necessarie a garantire che, in condizioni *ragionevolmente prevedibili*, non ne derivino danni alla salute umana e all'ambiente.
- 3° Principio ispiratore - **SOSTITUZIONE:** Se esiste una sostanza alternativa, meno pericolosa, essa deve essere preferita. Per tale principio tutti i fabbricanti, importatori ed utilizzatori a valle devono analizzare la disponibilità di alternative, considerando i rischi ed esaminando la fattibilità tecnica ed economica di una sostituzione.
- 4° Principio ispiratore - **ONERE DELLA PROVA:** Viene stabilito l'inversione dell'onere della prova relativo alla sicurezza delle sostanze chimiche. In pratica, sono i produttori o gli importatori che dovranno documentare all'ECHA (*tramite la registrazione*) la possibilità di un uso sicuro delle sostanze dimostrando che la commercializzazione dei prodotti chimici utilizzati può avvenire senza pericoli per la salute umana e l'ambiente.

Il Regolamento CE n. 1272/2008, del 16/12/2008, denominato Regolamento CLP (*Classification, Labelling and Packaging*), è entrato in vigore nell' U. E. il 20.01.2009, modifica ed introduce, per le sostanze e le miscele nuovi criteri di:

- Classificazione
- Etichettatura
- Imballaggio

Questi nuovi criteri, diversi da quelli previsti dalla normativa previgente (Direttiva 67/548/CEE - *Direttiva sostanze pericolose* e dalla Direttiva 1999/45/CE - *Direttiva preparati pericolosi*) possono in taluni casi portare ad una classificazione ed etichettatura più severa, in altri casi, all'inclusione di un maggior numero di sostanze e di miscele in classi / categorie di pericolo. Una delle principali finalità del CLP è determinare quali proprietà di una sostanza o di una miscela permettono di classificarla come pericolosa affinché i pericoli che essa comporta possano essere adeguatamente identificati e resi noti.

I CLP prevede 9 pittogrammi di cui:

- 5 per i pericoli fisici;
- 3 per i pericoli per la salute;
- 1 per i pericoli per l'ambiente.










	GHS 01	GHS 02	GHS 03	GHS 04	GHS 05
<b>PERICOLI FISICI</b>					
<b>PERICOLI PER LA SALUTE</b>					
<b>PERICOLI PER L'AMBIENTE</b>					

Tabella 4 – Etichettatura

Direttiva 67/548/CEE		Regolamento CLP	
Classificazione	frasi R	Classe e categoria di pericolo	Indicazione di pericolo
Cancerogeno categoria 1	R45	Cancerogenicità, categoria 1A	H350
Cancerogeno categoria 2	R45	Cancerogenicità, categoria 1B	H350
Cancerogeno categoria 1	R49	Cancerogenicità, categoria 1A	H350i (1)
Cancerogeno categoria 2	R49	Cancerogenicità, categoria 1B	H350i (1)
Cancerogeno categoria 3	R40	Cancerogenicità, categoria 2	H351
Mutageno categoria 2	R46	Mutagenicità sulle cellule germinali, categoria 1B	H340
Mutageno categoria 3	R68	Mutagenicità sulle cellule germinali, categoria 2	H341
Tossico per la riproduzione, categoria 1	R60	Tossicità per la riproduzione, categoria 1A	H360F (2)
Tossico per la riproduzione, categoria 2	R60	Tossicità per la riproduzione, categoria 1B	H360F (2)
Tossico per la riproduzione, categoria 1	R61	Tossicità per la riproduzione, categoria 1A	H360D (2)
Tossico per la riproduzione, categoria 2	R61	Tossicità per la riproduzione, categoria 1B	H360D (2)
Tossico per la riproduzione, categoria 3	R62	Tossicità per la riproduzione, categoria 2	H361f (2)
Tossico per la riproduzione, categoria 3	R63	Tossicità per la riproduzione, categoria 2	H361d (2)
Tossico per la riproduzione, categoria 1	R60-61	Tossicità per la riproduzione, categoria 1A	H360FD
Tossico per la riproduzione, categoria 1	R60	Tossicità per la riproduzione, categoria 1A	H360FD
Tossico per la riproduzione, categoria 2	R61		
Tossico per la riproduzione, categoria 2	R60	Tossicità per la riproduzione, categoria 1A	H360FD
Tossico per la riproduzione, categoria 1	R61		
Tossico per la riproduzione, categoria 2	R60-61	Tossicità per la riproduzione, categoria 1B	H360FD
Tossico per la riproduzione, categoria 3	R62-63	Tossicità per la riproduzione, categoria 2	H360fd
Tossico per la riproduzione, categoria 1	R60	Tossicità per la riproduzione, categoria 1A	H360Fd
Tossico per la riproduzione, categoria 3	R63		
Tossico per la riproduzione, categoria 2	R60	Tossicità per la riproduzione, categoria 1B	H360Fd
Tossico per la riproduzione, categoria 3	R63		
Tossico per la riproduzione, categoria 1	R61	Tossicità per la riproduzione, categoria 1A	H360Df
Tossico per la riproduzione, categoria 3	R62		
Tossico per la riproduzione, categoria 2	R61	Tossicità per la riproduzione, categoria 1B	H360Df
Tossico per la riproduzione, categoria 3	R62		

Tabella 5 – Equiparazione frasi di rischio

➤ **Schede dati di sicurezza: innovazione REACH**

Il REACH ha portato alcune innovazioni nelle SDS; pur mantenendo la loro struttura in 16 punti le stesse, dovranno contenere i valori di tossicità:

- **DNEL** - *livello derivato senza effetto*, ovvero il livello di esposizione al di sopra del quale i lavoratori non devono essere esposti;
  - o, fatto salva la dimostrazione della non possibilità di definizione del **DNEL**
- **DMEL** - *livello derivato di minimo effetto* ovvero, livello di esposizione al di sotto del quale si assume che gli effetti avversi abbiano una probabilità tendente a zero di manifestarsi nelle popolazioni esposte.



I 16 PUNTI E GLI ALLEGATI DELLA SCHEDA DATI DI SICUREZZA	
<p>1. Identificazione della sostanza o della miscela e della società/impresa</p> <p>2. Identificazione dei pericoli</p> <p>3. Composizione/Informazioni sugli ingredienti</p> <p>4. Misure di primo soccorso</p> <p>5. Misure antincendio</p> <p>6. Misure in caso di fuoriuscita accidentale</p> <p>7. Manipolazione e stoccaggio</p>	<p>8. Controllo dell'esposizione/protezione individuale.</p> <p>9. Proprietà fisiche e chimiche</p> <p>10. Stabilità e reattività</p> <p>11. Informazioni tossicologiche</p> <p>12. Informazioni ecologiche</p> <p>13. Considerazioni sullo smaltimento</p> <p>14. Informazioni sul trasporto</p> <p>15. Informazioni sulla regolamentazione</p> <p>16. Altre informazioni</p>
<p><b>ALLEGATI</b></p> <p>Scenari di esposizione</p> <p>Misure specifiche per gli usi identificati</p>	

Tabella 6 – Scheda di sicurezza

➤ **La gestione del rischio**

E' finalizzata la produzione di un documento ISO TR: "**Health and Safety in Welding — Guideline to Risk Assessment of Welding Fabrication Activities**":

- tabella per l'**identificazione dell'aspetto di rischio** conseguente ad una determinata attività;
- tabella per la **valutazione del danneggiamento** alle persone e/o agli oggetti conseguente ad ogni aspetto
- tabella (appendice informativa) per identificare **eventuali azioni preventive o correttive** per minimizzare la probabilità e/o la severità del danno
- una ulteriore tabella per identificare le **tipiche attività correlate con i processi industriali** è stata recentemente aggiunta come strumento per chi esegua l'analisi del rischio e non abbia una competenza specifica in saldatura

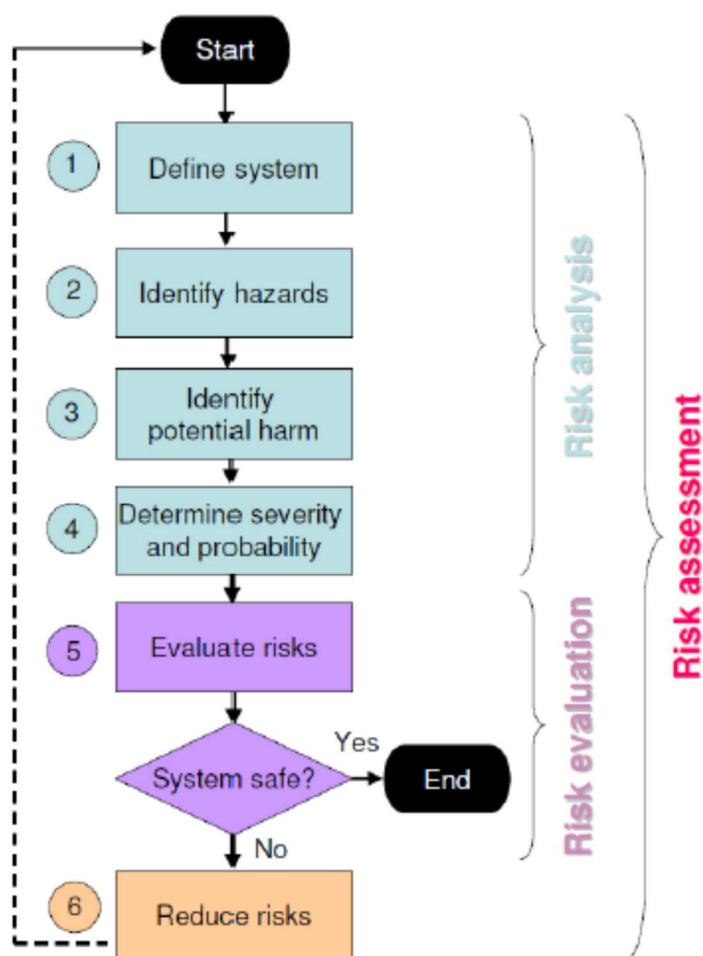


Figura 3 – Diagramma di flusso della gestione del rischio

## 6. Protocolli applicabili: salute – sicurezza – ambiente

In accordo con il medico competente è stato deciso di intraprendere una campagna di monitoraggio biologico sulle urine e di monitoraggio degli ambienti.

Durante questo studio è emerso che alcune Aziende si stanno già allineando alla norma con monitoraggi ambientali dei loro spazi.

Molto importante risulta la corretta protezione delle vie respiratorie, richiesta quando l'esposizione super il PEL e:

- - nei casi in cui non è possibile eseguire i controlli (es. attività di manutenzione e riparazione)
- - i controlli non possono ottenere <PEL
- - l'esposizione avviene <30 giorni/anno
- - durante le emergenze

Se il campione mostra < livello di azione, si può interrompere il monitoraggio; se il campione mostra  $\geq$  livello di azione, il monitoraggio deve essere periodico con cadenza semestrale.

Se il campione mostra  $\geq$  Livello di esposizione consentito, il monitoraggio periodico va ripetuto ogni tre mesi.

Se si cambia il processo è necessario un monitoraggio aggiuntivo.



Fonte: [https://www.isystemsweb.com/wp-content/uploads/2016/09/Plasma-cutting-and-Welding-fume\\_paper-1.pdf](https://www.isystemsweb.com/wp-content/uploads/2016/09/Plasma-cutting-and-Welding-fume_paper-1.pdf)

Figura 4 – Potenziali danni per la salute

#### ➤ Dispositivi di protezione individuale (DPI)

Il primo passo da compiere quando si sta scegliendo un sistema di protezione delle vie respiratorie è quello di valutare attentamente i rischi comportati dal lavorare in un determinato ambiente. Che sostanze sono presenti nell'aria? Come potrebbero reagire alla nostra lavorazione? Sono percepibili attraverso i sensi? E qual è la concentrazione di ossigeno presente?

Ci sono, infatti, diversi tipi di dispositivi di protezione individuale e conoscere il pericolo ci permetterà di fare la scelta giusta. In sostanza, i DPI si dividono in tre categorie. Quelli appartenenti alla prima categoria proteggono da rischi minimi e più facili da eludere. La seconda categoria comprende tutti i dispositivi adatti a prevenire i rischi intermedi. Al contrario, quelli appartenenti alla terza categoria tutelano il lavoratore da pericoli difficili da percepire, che potrebbero comportare lesioni gravi o mortali. Hanno, quindi, una struttura complessa.

Esistono anche diversi apparecchi per la protezione delle vie respiratorie. Si parte dalla semplice mascherina fino ad arrivare a facciali e autorespiratori più articolati. Tutto dipende, ovviamente, dal rischio che si corre quando si lavora.

Tutti gli apparecchi di protezione delle vie respiratorie devono essere idonei all'ambiente in cui si va ad operare. Nel delineare la situazione complessiva, quindi, non è da considerare solo il rischio ma anche la struttura degli spazi. Tutti i dispositivi, infatti, devono consentire una mobilità in luoghi angusti e devono rispondere a esigenze ergonomiche e di salute.

La loro scelta, di conseguenza, non può essere improvvisata. La guida di esperti del settore permetterà di rispondere a tutte le esigenze del datore di lavoro e dei suoi dipendenti e di scegliere correttamente tra la miriade di opzioni in commercio.

#### ➤ Tipi di dispositivi di protezione delle vie respiratorie

IDPI delle vie respiratorie, definiti anche Apparecchi di Protezione delle Vie Respiratorie (APVR), sono dispositivi destinati a proteggere da sostanze pericolose allo stato aeriforme (particelle, vapori, gas) mediante il meccanismo della filtrazione. L'apparato da proteggere è quello respiratorio, che è formato da: *naso, faringe, laringe, trachea, polmoni, pleura, bronchi e bronchioli.*

Questi dispositivi, che coprono parte o completamente il viso, sono dotate di filtri sostituibili e per le varie classi di inquinanti esistono filtri specifici.

Tali dispositivi devono essere correttamente utilizzati non solo dal personale sanitario, ma anche dai pazienti con sospetta o accertata patologia trasmissibile per via aerea, che comporta un rischio di

esposizione ad agenti biologici che possono causare il manifestarsi di una patologia a carico dell'apparato polmonare.

I dispositivi di protezione respiratoria, che proteggono bocca e naso dall'inhalazione di particelle contaminanti, svolgono altresì un efficace effetto barriera anche dalla possibile contaminazione dell'operatore con schizzi o spruzzi di materiale.

*Maschere antipolvere, fumo e nebbia:*

Maschere con filtro meccanico: protezione contro sostanze trasportate dall'aria (polveri, nebbie, fumi metallici e fumo).

Le maschere con filtro meccanico non forniscono protezione contro gas, vapori o carenza d'ossigeno.

#### ➤ Tipi di apparecchiature di protezione delle vie respiratorie

Per dispositivi di protezione collettiva si intendono, generalmente, quei sistemi che possono intervenire, in maniera più o meno efficace, direttamente sulla fonte inquinante prima, cioè, che sia coinvolto il singolo lavoratore oppure che tende a ridurre l'impatto delle sostanze pericolose sui lavoratori presenti in quell'ambiente.

I principali sistemi in uso agiscono sulla ventilazione degli ambienti; si possono individuare due categorie di intervento: quella localizzata e quella generale.

Nei box di saldatura si ha la cappa alimentata d'aria:

- nei casi in cui l'utilizzatore necessita di protezione da flussi d'aria ai fini della refrigerazione;
- da non usare in situazioni in cui l'utilizzatore potrebbe essere messo in pericolo;
- maschera con tubo per l'aria;
- maschera a viso intero dotata di aria per respirare alimentata da un compressore;

Bisogna prestare attenzione a prevenire danni al tubo e al regolatore durante l'uso.

Il tutto è strettamente correlato con le posture lavorative. Anche l'ergonomia ha rilevanza dal momento che la vicinanza agli elementi e l'angolazione (ritto, piegato, sdraiato, etc.) sono fondamentali per l'efficienza dei sistemi di aspirazione e per inalazione stessa delle sostanze eventuali.

#### ➤ Ambiente

A fronte di nuova normativa sulle sostanze le cui schede di sicurezza riportano frasi di rischio quali H340-341-350-351- 360 trattandosi di cancerogeni e mutageni, nonché tossici per l'ambiente, la norma ritiene obbligatoria l'AUA (autorizzazione unica ambientale) riguardo alle emissioni in atmosfera.



Classificazione	Categoria 1A o Categoria 1B	Categoria 2
Pittogramma GHS		
Avvertenza	Pericolo	Attenzione
Indicazione di pericolo	H350: Può provocare il cancro (indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo)	H351: Sospettato di provocare il cancro (indicare la via di esposizione se è accertato che nessun'altra via di esposizione comporta il medesimo pericolo)
Consiglio di prudenza - Prevenzione	P201 P202 P280	P201 P202 P280
Consiglio di prudenza - Reazione	P308 + P313	P308 + P313
Consiglio di prudenza - Conservazione	P405	P405
Consiglio di prudenza - Smaltimento	P501	P501

Tabella 7 – Esempio di indicazione di pericolo nelle schede di sicurezza

## 7. Considerazioni conclusive

L'analisi dei principali agenti di rischio connessi con le operazioni di saldatura mostra risultati complessivamente confortanti.

Un adeguato comportamento nei confronti delle problematiche di sicurezza, sia a livello tecnico sia in termini gestionali, garantisce confidenza che i rischi per la salute in saldatura possano essere opportunamente tenuti sotto controllo.

La salvaguardia della salute in saldatura non può prescindere dall'uso di opportuni dispositivi di protezione generale ed individuale, che richiedono pertanto competenza per la scelta e conoscenza per l'uso.

Tra i principali strumenti tecnici che si possono utilizzare è opportuno citare:

- le norme tecniche (EN, ISO) che rappresentano la buona prassi condivisa a livello industriale
- i documenti di «best practice» prodotti dalla Commissione VIII dell'IIW e le linee guida dell'EWf

L'evoluzione dei processi di saldatura dal punto di vista produttivo comporta anche la riduzione dei rischi: la qualità e la sicurezza possono procedere di pari passo.

La complessità dei fattori coinvolti evidenzia le caratteristiche di interdisciplinarietà della gestione del rischio nella fabbricazione mediante saldatura, che pertanto richiede grande collaborazione a livello tecnico-scientifico di tutte le professionalità richieste:

- per coloro che sono preposti alla definizione delle linee guida attuative
- per coloro che si occupano del sistema di prevenzione e protezione
- per coloro che sono preposti all'ispezione e alla verifica

Fra le possibili azioni volte a ridurre l'esposizione si possono annoverare:

- sostituzione (o modifica) di processi che emettono grossi quantitativi di fumi (se possibile)
- ottimizzazione parametri e procedure di saldatura
- progettazione dell'ambiente di lavoro per ridurre o eliminare i rischi
- predisposizione di un sistema di estrazione locale (direttamente sulla sorgente, se applicabile)
- presenza di buona ventilazione generalizzata;
- cura e pulizia delle superfici e dell'ambiente di lavoro
- utilizzo di dispositivi di protezione individuale

Le pratiche di protezione dei saldatori attualmente in uso (ed i corrispondenti riferimenti legislativi nazionali) consentono una efficace riduzione delle concentrazioni dei fumi di saldatura in prossimità dell'apparato respiratorio e pertanto riducono a livelli molto bassi (se non trascurabili) l'esposizione dei saldatori ai fumi. L'insieme delle situazioni di rischio potenziali in saldatura risulta particolarmente complesso, essendo fortemente legato alle differenti tecnologie produttive in uso, ai vari materiali utilizzati, alla possibilità di esecuzione di queste attività in cantiere o in officina, alle numerose attività complementari.

Ciò pone in evidenza il ruolo fondamentale ricoperto dalla formazione dei responsabili della sicurezza, degli addetti di reparti produttivi e, non ultimo, dei singoli lavoratori, che devono conoscere adeguatamente i rischi che corrono, le pratiche per minimizzarli e l'uso dei dispositivi di protezione individuale.

IIS con il supporto e la supervisione del Medico Competente aziendale proporrà una integrazione del protocollo sanitario, già presente, basata su una campagna di monitoraggio biologico sul personale potenzialmente esposto. Tale monitoraggio consisterà nell'analisi di campioni di urina al rinnovo delle visite di idoneità con due esami settimanali: lunedì e venerdì.

Se l'esito delle analisi evidenzia la presenza di metalli pesanti, il medico, in funzione del valore rilevato, potrà decidere di procedere con accertamenti di secondo livello, da valutare caso per caso.

I valori saranno anche confrontati con i rilievi ambientali dei luoghi dove si svolge l'attività lavorativa.

Il monitoraggio potrà essere incrementato in caso di attività particolari come fermate di impianto nel petrolchimico e/o sperimentazione di nuovi materiali da saldare.

Nella valutazione del rischio è fondamentale sottolineare quanto questi valori siano da considerare di tipo "tecnico", infatti, nell'ambito del rischio cancerogeno, non è mai possibile sostenere che esso sia irrilevante o trascurabile ed è opportuno che gli individui siano sottoposti a monitoraggio costante al fine di verificare che i risultati dei controlli riportino l'eventuale presenza di elementi sotto i limiti di esposizione.



## 8. Bibliografia

- a) The effect of occupational exposure to welding fumes on trachea, bronchus and lung cancer: A systematic review and meta-analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury
- b) Environment International 170 (2022) 107565 Available online 13 October 2022 (Dana Loomis a, b,1, Angel M. Dzhambov c, d,1, Natalie C. Momen e, Nicholas Chartres f, Alexis Descatha g, h, Neela Guha i, Seong-Kyu Kang j, Alberto Modenese k, Rebecca L. Morgan l, Seoyeon Ahn m, Martha S. Martínez-Silveira n, Siyu Zhang o, Frank Pega et al.)
- c) IIW announcing a new Statement on Lung Cancer and Welding (L. Costa)
- d) IIW: Tecnologie e materiali di impiego nella fabbricazione di prodotti saldati: rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori addetti alle attività di saldatura (L. Costa – S. Rusca)
- e) HSE Joining - Fumi (C. Baccarini – M. Collo)
- f) Welding and Joining Institute. Experimental Study of measures preventing welders from fume exposure (S.A. Egerald - M. Wiesinger - R. Sharma - B. Ebert)
- g) I valori limite di esposizione professionale, la misurazione, la valutazione dell'esposizione: strategie e metodi (E. Incocciati Contarp - Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione – Direzione Generale – INAIL – Roma)
- h) Fonti INAIL
- i) Punto sicuro: <https://www.puntosicuro.it/>
- j) D.Lgs. 81/08 - Testo Unico sulla sicurezza
- k) Regolamento europeo DPI
- l) Reach Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals
- m) CLP - (CE) n. 1272/2008: Classificazione, etichettatura e imballaggio delle sostanze e delle miscele
- n) Norme EN ISO:
  - EN ISO 15011-4: Salute e sicurezza nei processi di saldatura e affini. Metodo di laboratorio per il campionamento di fumi e gas. Scheda dati dei fumi
  - EN ISO 15012-1, -2 e -4: Salute e sicurezza nella saldatura e processi affini - Apparecchiatura per l'aspirazione e la separazione dei fumi di saldatura - Parte 1: Requisiti per test e marcatura dell'efficacia della separazione
  - EN ISO 21904-3:2018: Salute e sicurezza nei processi di saldatura e affini. Requisiti, test e marcatura dell'apparecchiatura di filtraggio dell'aria Determinazione dell'efficacia dei dispositivi di aspirazione dei fumi per la saldatura a torcia
  - EN ISO 10882-1: Salute e sicurezza nei processi di saldatura e affini. Campionamento dei gas e delle particelle trasportate dall'aria nella zona di respirazione dell'operatore. Campionamento delle particelle trasportate dall'aria
  - EN ISO 17652-4: Saldatura. Test per i primer d'officina in relazione alla saldatura e ai processi connessi. Emissione di fumi e gas.