



Regione Lombardia

DECRETO N° 10033

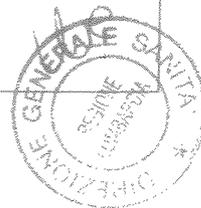
Del 9/11/2012

Identificativo Atto n. 547

DIREZIONE GENERALE SANITA'

Oggetto

VADEMECUM PER IL MIGLIORAMENTO DELLA SICUREZZA E DELLA SALUTE DEI
LAVORATORI NELLE ATTIVITÀ DI SALDATURA METALLI





IL DIRETTORE GENERALE DELLA DIREZIONE GENERALE SANITÀ

VISTA la legge regionale 11 luglio 1997, n. 31;

VISTO il decreto legislativo 19 giugno 1999, n. 229;

VISTO il decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, ed in particolare Titolo IX, capo II;

VISTA la DGR 2 aprile 2008, n. VIII/6918 "Piano regionale 2008-2010 per la promozione della sicurezza e salute negli ambienti di lavoro (a seguito di parere alla Commissione Consiliare)" con la quale:

- è stato approvato il Piano regionale 2008-2010, documento precedentemente condiviso con i rappresentanti del partenariato economico-sociale e istituzionale, delle istituzioni preposte all'attuazione e alla vigilanza della normativa in materia di sicurezza, attraverso la sottoscrizione dell'Intesa il 13 febbraio 2008,
- sono state affidate alla Direzione Generale Sanità le funzioni di coordinamento, monitoraggio e verifica delle azioni previste dal Piano regionale;

PRESO ATTO che il Piano regionale 2008-2010 per la promozione della sicurezza e salute negli ambienti di lavoro individua gli obiettivi specifici di livello regionale e le linee direttrici cui ispirarsi per il raggiungimento degli stessi;

CONSIDERATO che il succitato Piano regionale 2008-2010:

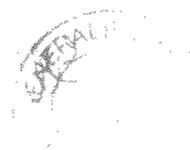
- affida ai laboratori di approfondimento l'analisi dei rischi specifici, ricercando criteri di valutazione di efficacia degli interventi di prevenzione, assicurando il supporto tecnico-scientifico per la tematica di competenza, anche con la redazione di linee di indirizzo;
- sostiene lo sviluppo delle conoscenze dei rischi e dei danni nei comparti indagati, al fine di aumentare la conoscenza dei bisogni di sicurezza e salute per giungere ad una riduzione degli eventi infortunistici e delle malattie professionali;

PRESO ATTO che con DGR 8 giugno 2011, n. IX/1821 "Piano regionale 2011-2013 per la promozione della sicurezza e della salute nei luoghi di lavoro" si è data continuità alla pianificazione regionale avviata con il Piano 2008-2010 in tema di salute e di sicurezza nei luoghi di lavoro, individuando obiettivi specifici regionali, linee strategiche e strumenti per il loro conseguimento;

VISTO il documento "Vademecum per il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori nelle attività di saldatura metalli", elaborato dal laboratorio "Tumori professionali" e successivamente valutato e approvato in armonia con le procedure previste dal Piano Regionale 2011-2013 per la promozione della sicurezza e della salute nei luoghi di lavoro;

RITENUTO che il medesimo documento concorra a:

- orientare sulle scelte tecniche, organizzative e procedurali tutti i soggetti che devono condurre verifiche e auto-analisi all'interno dei luoghi di lavoro, per favorire l'interazione e coinvolgere tutte le figure competenti (datori di lavoro, servizi di prevenzione e protezione aziendali, rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza, medici competenti, organi di vigilanza delle ASL, operatori delle Unità Operative Ospedaliere di Medicina del Lavoro





Regione Lombardia

(UOOML), consulenti, organizzazioni datoriali e sindacali dei lavoratori, ecc.),

- orientare i Servizi PSAL delle ASL e le UOOML alla promozione di percorsi preventivi che coinvolgano le figure aziendali per la gestione corretta dei principali problemi evidenziati;
- esprimere l'orientamento, condiviso dai diversi interlocutori che compongono il gruppo di lavoro, in relazione agli aspetti ritenuti problematici per il comparto;

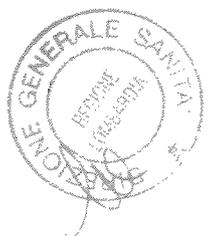
RITENUTO quindi di approvare il documento "Vademecum per il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori nelle attività di saldatura metalli" allegato 1 al presente atto, quale parte integrante e sostanziale, e di prevederne la pubblicazione sul sito web della Direzione Generale Sanità, ai fini della diffusione dell'atto;

VISTA la legge regionale 7 luglio 2008, n. 20 "Testo Unico delle Leggi Regionali in materia di Organizzazione e Personale" nonché i provvedimenti organizzativi della IX legislatura;

DECRETA

1. di approvare il documento "Vademecum per il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori nelle attività di saldatura metalli", allegato 1 al presente atto quale parte integrante e sostanziale;
2. di disporre la pubblicazione del presente atto sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia e sul sito web della Direzione Generale Sanità.

IL DIRETTORE GENERALE
DIREZIONE GENERALE SANITA'
Carlo Lucchina





Regione Lombardia

PIANO REGIONALE 2008-2010
“PROMOZIONE DELLA SICUREZZA E SALUTE NEGLI AMBIENTI DI LAVORO”
D.G.R. N° VIII/6918 DEL 2 APRILE 2008

PIANO REGIONALE 2011-2013
“PROMOZIONE DELLA SICUREZZA E SALUTE NEGLI AMBIENTI DI LAVORO”
D.G.R. N° IX/1821 DEL 8 GIUGNO 2011

VADEMECUM
PER IL MIGLIORAMENTO DELLA SICUREZZA E
DELLA SALUTE DEI LAVORATORI NELLE
ATTIVITÀ DI SALDATURA METALLI

Ottobre 2012

Composizione del Gruppo di Lavoro Regionale

COORDINAMENTO REGIONALE:

Nicoletta Cornaggia, Antonio Fanuzzi, Maria Gramegna, Gianni Saretto
Unità Organizzativa Governo della Prevenzione e Tutela Sanitaria, Direzione Generale Sanità - Regione Lombardia

COMITATO SCIENTIFICO:

Piero Emanuele Cirila, Vito Foà, Pier Alberto Bertazzi
Clinica del Lavoro «Luigi Devoto» - Università degli Studi di Milano e Fondazione «Ospedale Maggiore Policlinico, Mangiagalli, Regina Elena» (I.R.C.C.S.) di Milano

Giovanni Chiappino, Giovanni Achille
Dipartimento di Prevenzione Medico, Servizio Prevenzione e Sicurezza negli Ambienti di Lavoro - ASL della Provincia di Lecco

Ferruccio Bernabeo, Giorgio Pisati
Unità Operativa Ospedaliera di Medicina del Lavoro (UOOML) – A.O. “A. Manzoni” di Lecco

COLLABORATORI:

Contini Laura, Silvia Fustinoni, Irene Martinotti, Carla Valla
Dipartimento di Medicina del Lavoro, Clinica del Lavoro «Luigi Devoto» - Università degli Studi di Milano e Fondazione Policlinico “Ospedale Maggiore, Regina Elena, Mangiagalli” (I.R.C.C.S.) di Milano

Rosalba Longo, Pietro Sala
Dipartimento di Prevenzione Medico, Servizio Prevenzione e Sicurezza negli Ambienti di Lavoro - ASL della Provincia di Lecco

Fabio Bonacina
Unità Operativa Ospedaliera di Medicina del Lavoro (UOOML) – A.O. “A. Manzoni” di Lecco

Cristina Capetta
Unità Organizzativa Governo della Prevenzione e Tutela Sanitaria, Direzione Generale Sanità - Regione Lombardia

Gianluca Stocco
Esperto regolamentazione prodotti chimici – Fontaniva (PD)

INDICE

1.0	Premessa	4
2.0	Materiali e tecnologia	6
2.1	Materiali	6
2.2	Principali tecnologie	6
3.0	Gestione dei rischi per la sicurezza	9
3.1	Utilizzo di macchine e attrezzature	9
3.2	Ambiente di lavoro	10
3.3	Movimentazione carichi con macchine	11
4.0	I Regolamenti REACH e CLP	11
5.0	Gestione del rischio da agenti chimici pericolosi	15
5.1	Indirizzi per la redazione del documento di valutazione	16
5.2	Le misurazioni	18
6.0	Gestione del rischio da agenti cancerogeni	19
7.0	L'esperienza Progetto Prevenzione Tumori Professionali – PPTP-Inox	20
8.0	Misure tecniche di prevenzione del rischio chimico e cancerogeno	21
8.1	Ventilazione degli ambienti di lavoro	21
8.2	Impianti di aspirazione localizzata	22
9.0	Gestione di altri rischi	25
9.1	Radiazioni non ionizzanti	25
9.2	Campi elettromagnetici	25
9.3	Microclima	25
9.4	Rumore	25
9.5	Movimentazione manuale dei carichi	26
9.6	Movimentazione dei carichi con macchine	27
9.7	Incendio	27
9.8	Organizzazione del lavoro ed igiene	28
10.0	Dispositivi individuali di protezione	29
11.0	Sorveglianza Sanitaria	30
12.0	Formazione	32
Allegati		33
	Allegato 1: Valutazione esposizione a cromo esavalente	33
	Allegato 2: Elementi di base per la formazione del personale	34
	Allegato 3: Bibliografia	35

1.0 PREMESSA

Il Laboratorio di approfondimento "Tumori Professionali", avviato nell'ambito della realizzazione del piano regionale 2008-2010 per la promozione della salute e sicurezza negli ambienti di lavoro - DGR VIII/6918 del 2 aprile 2008, ha l'obiettivo d'individuare e promuovere soluzioni tecnologiche concretamente attuabili in grado di sostituire le sostanze cancerogene o, quanto meno, di ridurre al minimo le esposizioni professionali conseguenti alla loro presenza, in specifici comparti produttivi.

Si presentano in forma aggiornata i risultati conseguiti nelle aziende con "attività di saldatura inox", curato dal Servizio Prevenzione e Sicurezza Ambienti di Lavoro (SPSAL) della ASL della provincia di Lecco, dall'Unità Operativa Ospedaliera di Medicina del Lavoro (UOOML) dell'A.O. «Alessandro Manzoni» di Lecco e dalla Clinica del Lavoro «Luigi Devoto» di Milano. I risultati del gruppo di lavoro tecnico sono stati presentati e discussi in apposito Convegno a Milano il 10.05.2011.

Sulla base delle linee operative definite dal Laboratorio regionale, oltre ai rischi da agenti cancerogeni, è stato valutato il complesso dei rischi per la sicurezza e la salute presenti nel comparto, pervenendo così all'elaborazione d'indicazioni concrete per l'impostazione d'interventi appropriati ed efficaci con riferimento a tutti i rischi.

Il Laboratorio, al momento dell'avvio del progetto, ha attivato un gruppo di lavoro aperto alle forze sociali, con l'aspettativa di pervenire alla condivisione dei contenuti presenti nel vademecum.

Questo prodotto concorre in tal modo:

- ad orientare sulle scelte tecniche, organizzative e procedurali adeguate l'intero "sistema prevenzionistico" lombardo, inteso in senso lato "datori di lavoro, servizi di prevenzione e protezione aziendali, rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza, medici competenti, organi di vigilanza delle ASL, operatori delle UOOML, consulenti, organizzazioni datoriali e sindacali dei lavoratori, ecc."; lo strumento è pertanto messo a disposizione di tutti i soggetti, nell'ambito dell'obiettivo generale di favorire l'interazione ed allargare il numero di figure competenti, e potrà essere utilizzato per verifiche e auto analisi all'interno delle aziende;
- ad esprimere, in un documento condiviso, l'orientamento comune dei diversi interlocutori che compongono il gruppo di lavoro, in relazione agli aspetti ritenuti problematici per il comparto;
- a orientare i Servizi PSAL E UOOML alla promozione di percorsi preventivi che coinvolgano le figure aziendali per la gestione corretta dei principali problemi evidenziati.

Dopo la ratifica del Vademecum è prevista la sua diffusione su tutto il territorio regionale, a cura di SPSAL e UOOML, per pervenire ad una piena e corretta applicazione del Titolo IX – Capo II e delle altre norme contenute nel D.Lgs. 81/08 da parte della aziende lombarde.

In questa direzione si chiede ai Dipartimenti di Prevenzione Medica e ai SPSAL, in coordinamento con le UOOML del proprio territorio, di programmare la presentazione del documento alle Associazioni datoriali e dei lavoratori più rappresentative nell'ambito degli incontri del Comitato di coordinamento provinciale ex art. 7 del D. Lgs. 81/08.

Si chiede altresì, sempre a cura di SPSAL e UOOML, in coordinamento con tutte le parti sociali del territorio, di realizzare incontri con Responsabili dei Servizi di Prevenzione e Protezione (RSPP), Rappresentanti dei Lavoratori (RLS) e Medici competenti (MC) dedicati alla diffusione di questo prodotto.

Sulla base dell'Accordo stipulato tra la Direzione Regionale INAIL e la Regione Lombardia Direzione Generale Sanità le aziende che volontariamente assumeranno i criteri contenuti nel vademecum hanno la possibilità di accedere al sistema premiante INAIL (sconti tariffari), presentando a questo Istituto, nel format previsto per queste istanze, apposita domanda entro il 31 gennaio di ogni anno.

In applicazione all'Accordo citato, nonché aderendo alle previsioni dell'art. 11, c. 3 bis del D.Lgs. 81/08 (così come modificato dal D.Lgs. 106/09)¹, il presente documento sarà inviato, per il tramite della Cabina della regia del "Piano regionale 2008-2010 per la promozione della sicurezza e della salute negli ambienti di lavoro", all'INAIL – sede regionale della Lombardia- al fine di delineare le modalità per un impiego delle soluzioni tecnologiche in esso contenute in senso promozionale e premiale per le imprese lombarde.

Inoltre il documento sarà trasmesso agli Organismi paritetici – Rappresentanze regionali - al fine di essere considerato per quanto previsto dal c. 3 del D.Lgs. 81/08².

La Regione Lombardia s'impegna a portare all'attenzione degli organismi nazionali, Commissione Consultiva permanente per la sicurezza e salute sul lavoro (art. 6 del D.Lgs. 81/08) e Coordinamento interregionale per la prevenzione e sicurezza sul lavoro, le indicazioni di questo Vademecum per una loro ratifica ai sensi dell'art. 2, comma 1, lett. v) e art. 6, comma 8, lett. d) del D.Lgs. 81/08 (procedura di validazione delle buone prassi).

Il documento è stato elaborato con la partecipazione dei seguenti Enti e Associazioni, componenti tecnico-scientifiche: Confindustria Lombardia, Confederazione Nazionale dell'Artigianato e della Piccola e Media Impresa – Regione Lombardia, Apindustria, Confartigianato Lombardia; operatori SPSAL della ASL di Lecco, operatori UOOLM dell'AO di Lecco, Laboratorio Tumori Professionali e Università degli Studi di Milano, Unità Organizzativa Governo della prevenzione e Tutela sanitaria – DG Sanità Regione Lombardia.

¹ Art. 11 c. 3-bis D.Lgs. 81/08. Le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano, nel rispetto delle proprie competenze e con l'utilizzo appropriato di risorse già disponibili, finanziano progetti diretti a favorire la diffusione di soluzioni tecnologiche o organizzative avanzate in materia di salute e sicurezza sul lavoro, sulla base di specifici protocolli di intesa tra le parti sociali, o gli enti bilaterali, e l'INAIL.

Ai fini della riduzione del tasso dei premi per l'assicurazione contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali di cui all'articolo 3, del decreto legislativo 23 febbraio 2000, n. 38, ferma restando la verifica dei criteri di cui al comma 1 del predetto articolo 3, si tiene anche conto dell'adozione, da parte delle imprese, delle soluzioni tecnologiche o organizzative di cui al precedente periodo, verificate dall'INAIL.

² Art. 51, c. 3 D.Lgs. 81/08. Gli organismi paritetici possono supportare le imprese nell'individuazione di soluzioni tecniche e organizzative dirette a garantire e migliorare la tutela della salute e sicurezza sul lavoro.

2.0 MATERIALI E TECNOLOGIA

Alla base dell'impostazione di interventi appropriati ed efficaci, nell'ambito del sistema della prevenzione, vi è una corretta e completa conoscenza dei rischi per la salute e la sicurezza. Solamente in seguito ad una accurata valutazione del ciclo produttivo, delle sostanze utilizzate, dell'organizzazione del lavoro e delle attrezzature e macchine impiegate è possibile individuare una serie di potenziali rischi, che potrebbero provocare un danno alla salute dei lavoratori durante lo svolgimento delle loro specifiche mansioni operative.

La saldatura è un procedimento tecnologico con cui si effettua il collegamento permanente di parti solide (in genere metallo o plastica), realizzando la continuità del materiale tra gli elementi uniti. Essa si può eseguire con diversi procedimenti che si distinguono per il tipo di energia impiegata (chimica, elettrica, meccanica) e per il modo di utilizzarla.

La caratteristica principale della saldatura è di creare strutture monolitiche, cioè strutture che non presentano discontinuità di caratteristiche in presenza dei giunti. Questa particolarità della saldatura è di notevole importanza sia quando è richiesta una resistenza meccanica uniforme sia quando è richiesta una resistenza uniforme ad aggressioni esterne, per esempio alla corrosione. Vi sono comunque dei casi particolari in cui la saldatura viene utilizzata per unioni "parzialmente" continue come nel caso della cosiddetta "puntatura".

Le attività di saldatura sono presenti in quasi tutte le realtà metalmeccaniche (industriali ed artigianali), con tecnologie variegata ed esigenze di produzione molto diversificate. Il presente documento è limitato alla saldatura di metalli ed è particolarmente attento alla saldatura di acciaio inox al cromo, per le forti implicazioni sul piano della salute e la sempre maggiore diffusione.

2.1 Materiali

L'attività di saldatura metalli è un processo industriale che porta ad unire due parti metalliche (*materiale base*), con l'ausilio di un sistema di riscaldamento e fusione locale di materiale.

A volte è possibile aggiungere ai pezzi da unire altro materiale di composizione opportuna (*materiale di apporto*), oltre che utilizzare l'ausilio di pressione statica, martellamento o altre azioni meccaniche.

2.2 Principali tecnologie

La realtà produttiva delle attività di saldatura dei materiali metallici prevede un ciclo tecnologico semplice, con ambienti di lavoro impostati su un modello comune, ma che appaiono molteplici e diversificati nelle singole realtà produttive anche in funzione della tecnologia impiegata.

In particolare si distinguono le seguenti categorie di saldatura di metalli:

- a) **Brasatura:** viene portato a fusione solo il metallo di apporto, facendolo colare e poi solidificare nella cavità fra i lembi da unire. Il metallo di apporto si ancora nelle microscopiche asperità superficiali del metallo base ed è generalmente un po' solubile nel metallo base (leghe di transizione). Prima e durante l'operazione i

lembi del giunto vengono messi a contatto con i “flussi” (sostanze solide, liquide o pastose a carattere riducente), che con la loro azione di decapaggio eliminano le impurezze, così che il metallo di apporto riesca a “bagnare” le superfici ed a scorrere per capillarità. Ne fanno parte la brasatura capillare (alla fiamma, in forno, elettrica a resistenza, a induzione; temperature di 300-1000 °C) e la saldobrasatura (alla fiamma ossiacetilenica, all’arco elettrico; temperatura di 900 °C).

- b) **Saldatura autogena per pressione:** il metallo base viene riscaldato localmente allo stato plastico o alla temperatura di fusione, viene unito per pressione statica o per martellamento senza materiale di apporto. Ne fanno parte la saldatura a fuoco o bollitura (è la tecnica più antica e oggi in disuso), elettrica a resistenza (a punti, a rilievi, a rulli, di testa), elettrica a scintillio (in cui il calore è prodotto dagli archi che si formano tra i lembi da saldare accostati di testa), a induzione, ad atrito, ad esplosione, ad ultrasuoni.
- c) **Saldatura autogena per fusione:** l’unione tra i pezzi è ottenuta mediante la solidificazione del bagno fuso (metallo base e generalmente metallo d’apporto) ad originare il cordone di saldatura. Ne fanno parte la saldatura a gas a fiamma ossidrica (combustione di idrogeno con ossigeno), a gas a fiamma ossiacetilenica (combustione ossigeno e acetilene; temperatura di 1.000 – 3.000 °C), ad arco elettrico (arco voltaico tra i pezzi ed un elettrodo; temperatura di 6.000 °C; con elettrodo fusibile rivestito, con elettrodo infusibile in atmosfera inerte TIG, a filo continuo elettrodo fusibile in atmosfera inerte MIG o attiva MAG, al plasma che raggiunge i 20.000 °C, ad arco sommerso), alluminotermica, ad elettroscoria, a fascio elettronico, a laser.

A seguire sono illustrati con maggiore dettaglio i più comuni procedimenti tecnici oggi in uso per la saldatura dei metalli.

Saldatura a gas

Si tratta di una saldatura di bassa qualità, con costi contenuti, che viene per lo più impiegata in lavori di carpenteria, in siderurgia, e talvolta anche nell’industria navale o aeronautica.

In particolare non necessita di energia elettrica e quindi può essere utilizzata all’aperto; inoltre permette il raggiungimento di elevate temperature, tanto da essere utilizzata anche nella saldatura degli acciai.

Manuale ad arco con elettrodo rivestito (MMA-SMA)

È la tecnica più diffusa nel mondo, principalmente per i bassi costi delle apparecchiature e per la versatilità di impiego (è la più adatta per essere impiegata all’aperto).

Gli elettrodi rivestiti sono prodotti in varie forme con differenti funzioni a seconda delle esigenze sia di sicurezza sia di operabilità sia estetiche della saldatura.

Nel complesso risulta comunque poco economica per la necessità di sostituzione degli elettrodi e di rimozione delle scorie.

Ad arco sommerso (SA)

Si tratta di un procedimento a filo continuo sotto protezione di scoria: viene generata una grande quantità di calore che, schermato dalla scoria, resta localizzato nel bagno di saldatura.

Di norma viene usato in presenza di forti spessori: nei fatti, sebbene sia di elevata velocità ed automatizzabile, può effettuare solo saldature longitudinali in posizione piana ed è costoso.

A filo continuo in atmosfera inerte (MIG) o attiva (MAG)

Si tratta di tecniche che prevedono l'impiego di macchine con costi accessibili anche a piccole aziende e nel complesso economico: elevata produttività (filo continuo) e assenza di scorie (gas protettivo).

Particolari vantaggi sono dati dalla possibilità di controllo diretto della saldatura e dalla possibilità di saldare anche in posizioni non piane.

L'unica differenza tra i due procedimenti è il gas utilizzato per la protezione del bagno di saldatura (argo/elio per MIG e anidride carbonica per MAG).

Ad elettrodo infusibile (Tungsteno) in atmosfera inerte (TIG)

Si tratta di uno dei metodi più diffusi, che permette giunti di elevata qualità con o senza metallo di apporto, indicato soprattutto per piccoli spessori.

Può essere usato per saldature continue o per saldature a punti, in qualsiasi posizione, ma non è consigliabile per attività all'aperto (dispersione del gas di protezione).

Il procedimento è automatizzabile, ma necessita di operatori altamente specializzati.

Laser (LBW)

Il raggio laser fornisce un sorgente concentrata di calore, che consente una saldatura sottile e profonda, oltre che un alto rapporto di saldatura

Di norma è utilizzato frequentemente in applicazioni ad alto volume (ad es. industria automobilistica).

Al plasma (PA)

In questa tecnica, l'arco scocca in una camera (torcia al plasma) tra un catodo di tungsteno ed un anodo anulare di rame (cavo) raffreddato ad aria o ad acqua.

Se tra i due elettrodi viene iniettata anche una polvere metallica si può ottenere la proiezione di particelle fini atte a costituire una pellicola molto resistente su eventuali superfici da rivestire (plasma spray)

3.0 GESTIONE DEI RISCHI PER LA SICUREZZA

L'analisi del fenomeno infortunistico nel comparto mette in evidenza come gli eventi più frequenti siano da ricondurre ad urti e collisioni o ustioni localizzate durante le operazioni di sollevamento e spostamento dei pezzi in lavorazione: in questi casi il periodo di inabilità temporanea nella maggioranza dei casi è inferiore ai 40 giorni. Le principali e più frequenti carenze dal punto di vista della sicurezza sono, infatti, quelle legate alla movimentazione di materiali, agli spazi quasi sempre estremamente ristretti per il personale addetto, all'ingombro delle vie di transito e di lavoro.

Gli infortuni dovuti a carenze di dispositivi di sicurezza delle macchine ed attrezzature risultano invece meno frequenti ma caratterizzate da elevata durata e gravità.

Rischi meccanici legati alle operazioni di martellinatura del cordone di saldatura, sbavatura o molatura della saldatura spesso sono responsabili di infortuni per proiezione di parti solide e taglienti.

Nel prosieguo del capitolo vengono fornite maggiori indicazioni e specifiche in merito a singole situazioni di rischio per la sicurezza.

3.1 Utilizzo di macchine e attrezzature

Il rischio di infortunio è legato soprattutto alla presenza di

- organi meccanici in movimento quali carroponi e paranchi per lo spostamento dei pezzi o per la presenza di sollevatori elettrici;
- presenza di superfici e parti di attrezzature ad elevata temperatura;
- presenza di parti in tensione.

Particolari fonti di pericolo si possono rendere evidenti in occasione delle operazioni di manutenzione, durante le quali vengono utilizzati una serie di attrezzi, più o meno semplici, anche con organi in movimento o alimentati elettricamente.

Le lesioni derivano sia da proiezioni di materiale (schegge o polvere), sia da taglio o contusioni e quindi risultano ferite, amputazioni, emorragie e fratture; non è da dimenticare la possibilità di lesioni da corrente elettrica (elettrocuzione) che può portare ad infortuni di grande entità con esiti mortali.

Possibili anche infortuni legati ad incendio e scoppio (es. saldature a gas).

Per i requisiti di sicurezza delle attrezzature e per gli obblighi del datore di lavoro si fa riferimento agli articoli 70 e 71 del D.Lgs. 81/2008, oltre che al D.Lgs. n. 17/2010 (attuazione della Direttiva 2006/42/CE).

I seguenti accorgimenti pratici ed organizzativi (misure collettive) possono essere un ottimo sistema di prevenzione:

- Regolamentare l'accesso alle zone di lavorazione;
- Realizzare gli impianti elettrici secondo norma (collegamento a terra di tutti gli elementi metallici, ad alta e a bassa tensione, ecc.) e mantenerli in modo da prevenire contatti accidentali con elementi sotto tensione, incendi o scoppi;
- Dotare i conduttori e gli elementi elettrici di un rivestimento isolante continuo, adeguato alla tensione d'esercizio ed alle condizioni di temperatura ed umidità dell'ambiente (interno od esterno);

- Realizzare i quadri di comando e manovra, le prese di corrente, le condutture e le derivazioni con cavo a doppio isolamento;
- Tenere a disposizione imbracature di sicurezza per eventuali interventi d'emergenza o soccorso;
- Prevedere ripari fissi e isolamento delle superfici dove la temperatura massima di esercizio supera i valori di cui alla UNI EN ISO 13732-1:2007 per impedire ustioni (Ergonomia degli ambienti termici – Metodi per la valutazione della risposta dell'uomo al contatto con le superfici – Parte 1: Superfici calde).

Per quanto riguarda in particolare gli attrezzi e mezzi d'opera sono indicate le seguenti misure generali di prevenzione:

- Possedere i requisiti di sicurezza stabiliti dalla Comunità Europea (marchio "CE");
- Possedere impianto elettrico conforme alla norma UNI EN 60204-1:2006 (Sicurezza del macchinario – Equipaggiamento elettrico delle macchine);
- Possedere le posizioni d'accesso alla macchina sicure contro scivolamenti, e inciampi; sicure contro la caduta; provviste di mezzi d'accesso sicuri (UNI EN ISO 12100-2:2005 punto 5.5.6 - Concetti fondamentali, principi generali di progettazione – Parte 1: Terminologia di base, metodologia);
- Essere dotati di idonei sistemi che impediscono l'accesso a organi mobili se non in condizioni di sicurezza;
- Avere motori manovrabili nella messa in moto e nell'arresto con facilità e sicurezza (comandi chiaramente visibili, identificabili ed ergonomici) e dotati di dispositivi contro l'avvio accidentale;
- Essere sottoposti a regolare e periodica manutenzione;
- Essere sottoposti a controlli di sicurezza preliminari prima di ogni turno lavorativo (cavi, freni, luci, ecc.);
- Essere dotati di sistemi visivi e acustici appropriati per la segnalazione dei movimenti, anche in situazioni di scarsa visibilità del conducente;
- Essere acquistati privilegiando la minore emissione di rumore, vibrazioni e scuotimenti.

Ai sensi dell'art. 71, c. 4 del D.Lgs. 81/08, si raccomanda di elaborare un programma di verifica periodica, con cadenza settimanale, dell'efficienza dei dispositivi di sicurezza bordo macchina ed un registro nel quale annotare tutti gli interventi programmati e straordinari.

3.2 Ambiente di lavoro

Costituiscono elementi di criticità la pavimentazione, le zone di passaggio, le aree di lavoro, i movimenti di mezzi e gli impianti elettrici. La circostanza infortunistica legata all'ambiente di lavoro più frequente nel settore è quella di scivolamento sul piano di calpestio accidentato o bagnato e gli urti conseguenti contro macchine o materiali. Altra eventualità infortunistica è legata alle cadute dall'alto che si possono presentare in particolare negli addetti a lavorazione di pezzi di grandi dimensioni.

I seguenti accorgimenti pratici ed organizzativi (misure collettive) possono essere un ottimo sistema di prevenzione:

- Immagazzinare i materiali in maniera sicura e fornire adeguate disposizioni per raccogliere e disporre materiali di risulta.
- Mantenere il pavimento sgombro e pulito in particolare da residui sdruciolevoli.
- Realizzare l'illuminazione generale nei reparti di produzione con punti luce posti ad altezza superiore a 2,50 m dal piano di calpestio.
- Verificare la presenza di parapetti di trattenuta applicati a tutti i lati liberi di piattaforme, passerelle e luoghi di lavoro sopraelevati, che consentano l'esecuzione di tutte le operazioni senza che rendere necessaria la loro rimozione, anche parziale.
- Dotare le finestre e le pareti vetrate di sistemi d'oscuramento regolabili, per evitare un eccessivo soleggiamento e controllare l'immissione della luce naturale.

3.3 Movimentazione carichi con macchine

Durante alcuni passaggi delle lavorazioni, sia nella produzione sia nel magazzino, si deve procedere alla movimentazione di carichi mediante l'ausilio di mezzi d'opera (carrelli elevatori, sollevatori elettrici, ecc.). Nelle fasi di produzione il rischio è legato alla movimentazione dei pezzi prima, durante e dopo l'attività di saldatura.

Requisiti dell'ambiente di lavoro con particolare riferimento alla movimentazione dei materiali sotto l'aspetto della prevenzione degli infortuni (art. 64 D.Lgs 81/2008 con particolare riferimento all'allegato IV) sono:

- costante pulizia con asportazione periodica dei residui scivolosi;
- costante manutenzione delle macchine operatrici ed elaborazione di un programma periodico di manutenzione e verifica anche al fine di evitare perdite e dispersioni sul pavimento di oli lubrificanti;
- delimitazione dei percorsi rispettivamente dedicati ai pedoni ed ai mezzi di sollevamento e trasporto;
- vietare il transito dei carrelli elevatori nelle aree ove soggiornano gli addetti alla saldatura.

4.0 I Regolamenti REACH e CLP

Il Regolamento REACH - La registrazione delle sostanze

Entrato in vigore operativamente il 1° giugno 2008, il Regolamento CE n. 1907/2006 relativo alla registrazione, valutazione e autorizzazione delle sostanze chimiche (Reg. REACH) definisce che tutte le sostanze chimiche prodotte in Europa o importate da pesi extra UE in quanto tali o componenti di miscele o articoli, in quantitativi superiori a 1 tonnellata annua, dovranno essere registrate presso l'Agenzia europea delle sostanze chimiche (ECHA), con sede ad Helsinki. Pertanto, anche tutte le sostanze che vengono fabbricate o importate (in quanto tali o componenti di miscele) per essere utilizzate nel settore della saldatura dovranno essere registrate. Inoltre tutti i prodotti di saldatura sono definiti ai sensi del Reg. REACH come sostanze o miscele (preparati) chimiche, e come tali necessitano della scheda dati di sicurezza (se pericolose). Si trova infatti all'interno del Reg. REACH la seguente affermazione:

Le schede di dati di sicurezza sono anche prescritte per alcune sostanze e preparati speciali (ad esempio, metalli in forma massiccia, leghe, gas compressi, ecc.)

In Tabella 6 vengono riportati i tempi di registrazione per le sostanze chimiche considerate già esistenti in Europa (phase-in) ovvero:

- comprese nell'inventario EINECS;
- fabbricate in UE almeno 1 volta nei 15 anni prima dell'entrata in vigore del Reg. REACH ma non immesse sul mercato;
- immesse sul mercato UE prima dell' entrata in vigore del Reg. REACH e già considerate notificate a norma dell'art. 8 della Direttiva 67/548/CEE del Consiglio, del 27 giugno 1967, concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose.

Tabella 6: Registrazione delle sostanze chimiche esistenti (phase-in) e relative scadenze temporali in base alla quantità e pericolosità

Quantità	Tipologia sostanza	Scadenza
> 1 ton	Sostanze classificate come cancerogene, mutagene o tossiche per la riproduzione, categoria 1 o 2, a norma della direttiva 67/548/CEE e fabbricate nella Unione Europea o importate da paesi extra UE almeno una volta dopo il 1° giugno 2008.	30 novembre 2010
> 100 ton	Sostanze classificate come altamente tossiche per gli organismi acquatici, che possono provocare effetti a lungo termine negativi per l'ambiente acquatico (R50/53), a norma della direttiva 67/548/CEE, fabbricate nella UE o importate almeno una volta dopo il 1° giugno 2008.	30 novembre 2010
> 1000 ton	Sostanze fabbricate nella UE o importate almeno una volta dopo il 1° giugno 2008.	30 novembre 2010
> 100 ton	Sostanze fabbricate nella UE o importate almeno una volta dopo il 1° giugno 2008.	31 maggio 2013
> 1 ton	Sostanze fabbricate nella UE o importate almeno una volta dopo il 1° giugno 2008.	31 maggio 2018

Per le sostanze esistenti (phase-in) è stata prevista una fase di pre-registrazione: una sorta di "censimento" delle sostanze chimiche che ha posto in capo all'impresa l'obbligo di comunicare, entro il 1 dicembre 2008 all'ECHA il nome, la fascia di tonnellaggio oltre ad altre informazioni relativamente alla sostanza chimica che si intenderà registrare.

Le sostanze chimiche NON phase-in, invece dovevano effettuare la registrazione già entro il 1° giugno 2008; nel caso tali sostanze non siano state registrate, queste non possono essere immesse sul mercato europeo (art. 5 "no data, no market" Reg. REACH).

Le sostanze chimiche non rientranti nell'obbligo di registrazione o escluse dal campo di applicazione del Reg. REACH sono elencate in articolo 2 e negli allegati IV e V del medesimo regolamento. In particolare sono esentate dalla registrazione tutte le sostanze naturali (quindi anche i minerali metallici) a condizione che:

- non siano chimicamente modificate (ad esempio durante la lavorazione);
- non siano pericolose.

A seconda che un'impresa sia un fabbricante di sostanze (che possono poi diventare i componenti di una lega), oppure un importatore di lingotti di lega (insieme di più sostanze), dovrà registrare tali sostanze se si supera la quantità di 1 ton/anno.

Il Reg. REACH non si applica ai rifiuti (art. 2) - quali ad esempio i fumi della saldatura - in quanto non considerati né sostanze, né miscele, né articoli, (es. qualsiasi materiale che venga gestito come rifiuto come ad esempio scarti di lavorazione, prodotti dismessi, residui chimici, ecc.) in quanto materiale destinato allo smaltimento che è invece

regolamentato dalla normativa di settore (D.Lgs n. 152 del 3 aprile 2006 – Parte IV) e regionale in materia di rifiuti. Le materie prime recuperate dalla lavorazione/trattamento dei rifiuti, così come i sottoprodotti, rientrano, invece, nel campo di applicazione del regolamento REACH.

Il Regolamento REACH - La gestione degli articoli

Nell'attività di saldatura, gli oggetti della lavorazione – trattandosi per lo più di leghe a cui sono state date delle forme specifiche - rientrano nel campo di applicazione dell'articolo 7 comma 2 del Reg. REACH.

Un articolo viene infatti definito come:

“un oggetto a cui sono dati, durante la produzione, una forma, una superficie o un disegno particolari che ne determinano la funzione in misura maggiore della sua composizione chimica”.

In particolare, il Reg. REACH pone in capo alle imprese che fabbricano o importano articoli, di identificare le sostanze altamente pericolose (SVHC) che ECHA ha incluso nella Candidate list contenute nei propri articoli.

L'elenco delle sostanze SVHC, in continuo aggiornamento, può essere scaricato direttamente dal sito dell'ECHA:

http://echa.europa.eu/chem_data/authorisation_process/candidate_list_table_en.asp

Se una o più di queste sostanze SVHC sono presenti in concentrazioni pari o superiori allo 0,1% (peso/peso) nell'articolo immesso sul mercato l'impresa dovrà:

1. effettuare una comunicazione sulla sicurezza d'uso ai propri clienti in base a quanto disposto da articolo 33 del Reg. REACH;
- e
2. notificare all' ECHA la o le sostanze superiori ad 1 tonnellata/anno.

Il Regolamento REACH - Le restrizioni

Il sistema di restrizioni, già introdotto dalla direttiva 76/769/CEE, è stato trasposto, dal 1° giugno 2009, nel Regolamento REACH, prescindendo dal limite quantitativo di 1 ton./anno.

Le restrizioni adottate sono elencate in allegato XVII del Reg. REACH. Tale sistema regolamentatorio riguarda molteplici settori e comparti produttivi, incluse le sostanze per le quali non può essere rilasciata alcuna autorizzazione; in tale caso, tutti gli usi della sostanza sono vietati.

A titolo esemplificativo, si riporta una specifica restrizione per le leghe introdotta dal Reg. n.494/11 (che modifica l'allegato XVII del REACH) .

«8. È vietato l'uso nelle leghe per brasatura in tenore pari o superiore allo 0,01 % in peso.

È vietata l'immissione sul mercato di leghe per brasatura il cui tenore di cadmio (espresso in Cd metallico) è pari o superiore allo 0,01 % in peso.

S'intende per brasatura un procedimento di giunzione realizzato con l'ausilio di leghe, a temperature superiori a 450 °C.

Il Regolamento CLP

Il Regolamento (CE) N. 1272/2008 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2008 relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele che modifica e abroga le direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE e che reca modifica al regolamento (CE) n. 1907/2006" (CLP - Classification, Labelling and Packaging), è entrato in vigore negli Stati membri dal 20 gennaio 2009.

Il Regolamento è una revisione ed un aggiornamento del sistema di classificazione (Classification) ed etichettatura (Labelling) e imballaggio (Packaging) dei prodotti chimici, basato sulle direttive 67/548/CEE sulle sostanze pericolose e 1999/45/CE sui preparati pericolosi. Il Regolamento riprende i principi del Globally Harmonized System (GHS) precedentemente definito dal Consiglio economico e sociale delle Nazioni Unite indirizzato verso una classificazione ed etichettatura armonizzate a livello mondiale.

Il Regolamento si riferisce a tutte le sostanze chimiche e le miscele che dovranno quindi essere classificate ed etichettate secondo i nuovi criteri e prevede che le sostanze siano riclassificate e ri-etichettate entro il 1° dicembre 2010 e le miscele entro il 1° giugno 2015.

Il periodo transitorio prevede quindi che le miscele possano essere classificate sia secondo il vecchio sistema (dir. 1999/45) sia secondo il nuovo (Reg. 1272/08 - CLP) fino al 1° giugno 2015. A partire da questa data il sistema CLP diventerà completamente obbligatorio e saranno abrogate entrambe le direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE.

Anche il Regolamento CLP definisce le leghe come miscele (art. 2 – comma 27):

27) **lega**: un materiale metallico, omogeneo su scala macroscopica, composto da due o più elementi combinati in modo tale da non poter essere facilmente separati con processi meccanici; le leghe sono considerate miscele ai fini del presente regolamento;

Si ricorda che le leghe possono essere esentate dall'obbligo di etichettatura (ma non di classificazione) sulla base di quanto riportato in articolo 23 (lettera d) del CLP:

Articolo 23

Deroghe alle disposizioni relative all'etichettatura in casi particolari

Le disposizioni particolari relative all'etichettatura di cui all'allegato I, punto 1.3, si applicano:

...

- d) ai metalli in forma massiva, alle leghe, alle miscele contenenti polimeri, alle miscele contenenti elastomeri;

5.0 Gestione del rischio da agenti chimici pericolosi

In relazione alle disposizioni specifiche contenute nel Titolo IX Capo I “Protezione da agenti chimici” del D.Lgs 81/2008 e successive modificazioni ed integrazioni, occorre considerare che nelle attività di saldatura sono presenti esposizioni a sostanze pericolose per l'uomo.

I rischi chimici associati alle operazioni di saldatura derivano principalmente dallo sviluppo dei fumi, complessa miscela di oltre cinquanta fra componenti chimici inorganici ed organici, che si liberano durante la fase di riscaldamento ed eventuale fusione del pezzo da saldare. Con buona approssimazione si può affermare che la composizione e la concentrazione dei relativi agenti chimici presenti nei fumi di saldatura sono strettamente dipendenti dal materiale che viene saldato, dalla composizione dell'elettrodo, dall'eventuale materiale d'apporto e da sostanze che eventualmente sono presenti, anche in forma di contaminanti, sulle superfici del manufatto da saldare.

La via di esposizione è prevalentemente quella inalatoria anche se non è da trascurare l'esposizione cutanea ad agenti sensibilizzanti.

Il rischio più rilevante connesso ai fumi di saldatura è rappresentato dalla presenza, nei fumi, di metalli allo stato di vapore o di fine particolato (ferro in quantità preponderante; manganese, nichel, cromo in percentuali significative; zinco, piombo, silicio, titanio, alluminio, cadmio, molibdeno, vanadio, niobio, cobalto, tungsteno, rame, berillio, antimonio in quantità molto basse o solo in tracce).

I fumi prodotti a seguito della saldatura su acciai inossidabili (inox) contengono quantità apprezzabili di nichel e di cromo, quest'ultimo in percentuali variabili fra il 7 e il 16%. Parte del cromo presente nei fumi, stimabile a seconda dei vari studi di riferimento come compreso fra un minimo di 0,2% sino al 4-5% in funzione dei materiali in uso e delle tecnologie di saldatura impiegate, è presente in forma di composti solubili (in maggior parte) e insolubili nello stato di esavalenza.

Nel caso di saldature MIG di leghe leggere si può avere esposizione ad alluminio, a piombo ed a manganese (di recente particolare interesse scientifico per i possibili effetti neurotossici di parkinsonismo), presenti in particolari leghe d'apporto.

Il cadmio è presente soprattutto in alcune leghe per saldobrasatura.

Tungsteno e cobalto sono usati in particolari procedimenti di indurimento superficiale di metalli, ma costituiscono anche l'elettrodo infusibile della saldatura TIG, che nella tecnologia più avanzata può inoltre contenere Torio.

È ormai un dato consolidato, suffragato da numerosi lavori sperimentali, la variazione quantitativa e qualitativa nella composizione dei fumi in base alla distanza dal punto di emissione, variazione della quale si deve necessariamente tenere conto nella valutazione delle esposizioni indirette. Di solito le concentrazioni più elevate di fumi si trovano nelle immediate vicinanze del punto di saldatura, per poi decrescere rapidamente con la distanza (sino a cinque volte più basse a soli due metri di distanza dal punto di origine). Occasionalmente, ai fini di una corretta valutazione delle esposizioni indirette, può essere necessario effettuare anche campionamenti in postazioni adiacenti o presso cabine sopraelevate di carroponti.

Si è rilevato che le postazioni ad alta automazione liberano quantitativi di fumi diverse dalle postazioni a conduzione manuale, anche a pari caratteristiche del supporto e dei

materiali di apporto e che l'esperienza e la manualità dell'operatore condizionano la quantità dei fumi prodotti.

Durante i processi di trasformazione termica dell'aria o dei materiali di rivestimento o delle impurezze, si possono produrre inquinanti allo stato gassoso. L'ozono si forma dall'ossigeno atmosferico attraverso la radiazione ultravioletta prodotta dall'arco elettrico; il monossido di carbonio si sviluppa a seguito di processi di combustione incompleta in difetto di ossigeno, mentre gli ossidi di azoto si formano a partire dall'ossigeno e dell'azoto atmosferico attraverso processi termici. La generazione di questi composti è fortemente ostacolata dal flussaggio di gas inerti impiegati nelle tecnologie cosiddette "in atmosfera protetta", perché capaci di rimuovere la presenza di aria ambiente (con il suo contenuto in ossigeno e azoto) dal bagno fuso di saldatura.

Queste e molte altre sostanze chimiche rendono ancora oggi la saldatura di metalli una tra le attività sicuramente più critiche per la salute del lavoratore addetto. La disponibilità di sistemi di protezione collettiva, di aspirazioni e di protezioni individuali (facciali filtranti), condiziona certamente i dati di esposizione individuale.

Oltre agli effetti irritanti, non è da dimenticare la spiccata capacità sensibilizzante sempre dei composti metallici (soprattutto nichel e cromo esavalente), che può portare a manifestazioni respiratorie (asma) ma più spesso ad eczemi e lesioni cutanee (dermatite allergica da contatto).

5.1 Indirizzi per la redazione del documento di valutazione

Per le sostanze chimiche il datore di lavoro deve valutare sia i rischi per la sicurezza sia i rischi per la salute dei lavoratori.

Per la redazione del documento di valutazione del rischio da agenti chimici si può far riferimento al Documento del Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei Luoghi di Lavoro delle Regioni e delle Province autonome "Protezione da agenti chimici". Qualunque sia la metodologia utilizzata per la valutazione questa non può prescindere da alcune riflessioni derivanti dalla peculiarità del comparto. Infatti:

- la maggior parte delle schede di sicurezza relative ai materiali utilizzati nelle attività di saldatura riporta una classificazione di "non pericoloso" in quanto non è previsto dalla norma di utilizzare i pericoli derivanti dai prodotti di degradazione termica per la classificazione della lega stessa. Spesso tali pericoli non sono nemmeno trattati dai pertinenti capitoli della scheda dati di sicurezza, pertanto un metodo di valutazione che si basi esclusivamente sulla classificazione e sulla Scheda dati di Sicurezza può portare ad una sottovalutazione del rischio.
- nella maggior parte dei casi, per la notevole variabilità dei materiali utilizzati e per la numerosità dei prodotti di degradazione termica la valutazione dell'esposizione può essere ricondotta ad una "multiesposizione" a basse dosi di numerose sostanze. Pertanto il metodo utilizzato per la valutazione deve necessariamente essere in grado di quantificare/qualificare questa tipologia di multiesposizione.
- Occorre considerare, quindi, sia i pericoli derivanti dai singoli componenti presenti nella lega sia quelli derivanti dalle sostanze che si possono liberare durante la lavorazione a caldo. Il fornitore e/o l'importatore delle sostanze e delle miscele deve quindi garantire l'informazione all'interno della catena di approvvigionamento che dovrà poi essere valutata dall'utilizzatore sulla base di quanto poco sopra evidenziato. Ad esempio, una lega potrebbe NON essere pericolosa, quindi NON necessitare di scheda dati di sicurezza, ma l'utilizzatore, ciò nonostante, deve valutare la pericolosità delle sostanze che si possono sviluppare a seguito delle lavorazioni a caldo.

Contenuti minimi del Documento di Valutazione del rischio da agenti chimici di cui all'art.223 del D.Lgs 81/2008.

- le proprietà pericolose dei vari agenti e dei rispettivi prodotti di degradazione termica anche in relazione alla possibilità di esplosione e incendio;
- le informazioni contenute nelle schede di sicurezza (che devono essere acquisite da ciascun produttore);
- il livello, il modo e la durata dell'esposizione;
- le caratteristiche dell'ambiente di lavoro: cubatura, requisiti di aerazione, concentrazione delle postazioni di saldatura, dimensione e peso dei pezzi saldati;
- le circostanze in cui viene svolto il lavoro in presenza di tali agenti, compresa la quantità degli stessi, le modalità e le temperature di lavorazione;
- la descrizione delle operazioni di pulizia e di manutenzione ordinaria e straordinaria su macchinari e attrezzature;
- la possibilità di sviluppo di prodotti di degradazione termica in condizioni di esercizio;
- i valori limite di esposizione professionale e/o i valori limiti biologici;
- gli effetti delle misure preventive e protettive adottate e da adottare;
- le caratteristiche tecniche e le procedure in essere per la valutazione di efficienza degli impianti di protezione collettiva;
- se disponibili, le conclusioni tratte da eventuali azioni di sorveglianza sanitaria già intraprese.

Per la valutazione del rischio per la salute possono essere vantaggiosamente utilizzati metodi per giungere a stime semiquantitative: indici di probabilità di rischio che associano le modalità ed entità delle esposizioni possibili con l'entità degli effetti [$R=f(P,M)$]. Questi algoritmi hanno numerosi limiti e vanno utilizzati con consapevolezza: è opportuno, nei casi incerti, confermare i risultati con una o più misurazioni ambientali "per periodi rappresentativi dell'esposizione in termini spazio-temporali" (Norma UNI-EN 689). Qualora l'indice di rischio si collochi, con ragionevole certezza, al di sotto della graduazione di cut-off prevista dall'algoritmo utilizzato e siano presenti in azienda sistemi e procedure che garantiscono nel tempo il mantenimento delle condizioni raggiunte, il rischio può ritenersi adeguatamente controllato, pur non esimendo dall'adottare ulteriori azioni di miglioramento ottenibili applicando le BAT (Best Available Technology, Migliore Tecnologia Disponibile) pertinenti. Conclusioni analoghe si possono trarre se, effettuate corrette misurazioni ⁽³⁾ della contaminazione ambientale ed esclusa la possibilità di esposizione cutanea, non sia superata la soglia di 1/10 del Valore Limite di Esposizione su 1 turno o di 1/4 del Valore Limite di Esposizione su 3 turni.

Benché il D.Lgs. 81/08, nelle more dei Decreti previsti all'art. 232 c. 2 e c. 3, stabilisca che la responsabilità della valutazione di rischio IRRILEVANTE sia a carico del Datore di Lavoro, considerando la specificità del comparto, si ritiene che il giudizio di rischio IRRILEVANTE non possa essere assunto in presenza di una delle seguenti condizioni:

- utilizzo di materiali che possano dare origine a monomeri o a prodotti di decomposizione classificati come cancerogeni e mutageni;
- presenza di agenti sensibilizzanti;
- presenza di agenti reprotossici.

³ In attesa di specifici aggiornamenti normativi possono essere assunte le indicazioni contenute nella Norma UNI EN 689/97, Appendici C (procedura formale) e D (procedura statistica).

- assenza di sufficiente aerazione naturale o forzata dell'ambiente in relazione alla concentrazione delle postazioni di saldatura ed alla cubatura degli ambienti;
- assenza di dispositivi di aspirazione localizzata nelle zone di sviluppo di inquinanti.

5.2 Le misurazioni

Qualora le conclusioni della valutazione portino ad un giudizio conclusivo di rischio non irrilevante per la salute, deve essere affrontata la problematica delle misurazioni (art. 225 D.Lgs 81/2008).

Al di là dei requisiti intrinseci delle modalità di campionamento e analisi risulta necessario premettere alcune considerazioni derivanti dall'analisi della peculiarità del comparto.

In particolare nelle piccole aziende che esercitano attività di saldatura conto terzi si è constatata una notevole variabilità, almeno infrasettimanale se non giornaliera, dei materiali utilizzati: in tali condizioni la scelta delle sostanze da campionare e del momento di campionamento riveste un'importanza determinante potendo condurre a risultati non rappresentativi delle reali condizioni espositive. Inoltre, le metodiche di campionamento ed analisi devono necessariamente possedere requisiti di sufficiente sensibilità.

L'art. 225 del D.Lgs 81/2008 prevede la possibilità di omettere l'effettuazione delle misurazioni quando "si possa dimostrare con altri mezzi in conseguimento di un adeguato livello di prevenzione e di protezione". Indicativamente, oltre al ben noto "ciclo chiuso", si ritiene che un adeguato livello di prevenzione e protezione possa essere ragionevolmente raggiunto, per esempio, in presenza di:

- impianto di aspirazione localizzata asservito a tutte le postazioni con le caratteristiche di cui ai punti seguenti;
- manutenzione programmata, verifica periodica dell'efficienza dell'impianto con misurazioni della velocità di cattura ai singoli punti di captazione.

6.0 GESTIONE DEL RISCHIO DA AGENTI CANCEROGENI

In relazione alle disposizioni specifiche contenute nel Titolo IX Capo II “Protezione da agenti cancerogeni e mutageni” del D.Lgs 81/2008 e successive modificazioni ed integrazioni, occorre considerare che nelle attività di saldatura di acciaio inossidabile (inox) è possibile l’esposizione ad agenti chimici attualmente classificati anche a livello di Unione Europea come cancerogeni per l’uomo.

Dal punto di vista tossicologico di sicuro rilievo è il potenziale cancerogeno per apparato respiratorio riconosciuto al cromo esavalente, da tenere ben distinto dal cromo trivalente che riveste invece funzione di metallo essenziale per il nostro organismo.

Si segnalano tra i cancerogeni riconosciuti dalla legislazione europea anche composti del cadmio e del cobalto, che tuttavia oggi mostrano ambiti di utilizzo assai limitati. Per quanto riguarda la cancerogenicità dei composti solubili del nichel, occorre ricordare che vi sono estrapolazioni, sospetti ed ipotesi sperimentali che invitano all’attenzione; allo stato attuale delle conoscenze scientifiche i dati in questo senso sono però considerati insufficienti dall’Unione Europea (Classe 3). Da rilevare tuttavia che numerosi composti del nichel sono cancerogeni riconosciuti.

Si cita infine il Berillio, agente cancerogeno e mutageno (R49, R46), presente nei sistemi di saldatura a resistenza sotto forma di leghe con il rame.

Il datore di lavoro, valutate le possibilità di sostituzione e la fattibilità con buoni risultati un “ciclo chiuso”, deve provvedere affinché il livello d’esposizione dei lavoratori sia ridotto al più basso valore tecnicamente possibile. Tutto ciò non può prescindere dalla valutazione dei rischi: per individuare misure appropriate ed efficaci, condizione preventiva e necessaria è la valutazione del livello di esposizione dei lavoratori all’agente cancerogeno. Questo non significa che per avere una stima dell’esposizione si debba misurare in ogni caso: i prelievi sull’ambiente sono da effettuarsi, nel rispetto delle buone pratiche dell’igiene industriale e delle indicazioni di strategia (rappresentatività, numerosità, ecc.) richiamate anche dall’Allegato XLI del D.Lgs 81/2008 (UNI EN 689, ecc.), ogni volta che questo sia tecnicamente possibile ed utile al fine di valutare l’entità dell’esposizione.

In particolare, la misurazione potrebbe essere utilmente effettuata per valutare l’efficacia delle misure di prevenzione adottate, per accertare l’assenza dell’agente o per dimostrare l’esiguità del rischio per la salute (ad es. presenza di livelli espositivi paragonabili a quelli della popolazione generale). In Allegato 1 sono indicate le caratteristiche del protocollo seguito nello studio PPTP-INOX, punto di riferimento per la buona pratica e per il rispetto dei requisiti di legge, in merito alla misura dell’esposizione a Cromo esavalente. Dove non sia possibile effettuare un monitoraggio ambientale, la valutazione potrà essere effettuata integrando varie fonti di informazione (confrontando situazioni lavorative simili, assumendo criticamente dati di letteratura, considerando i quantitativi utilizzati e le modalità d’uso, ecc.), tutte attentamente vagliate e considerate criticamente da personale qualificato. La valutazione deve comunque tenere in considerazione le caratteristiche delle lavorazioni, la loro durata e frequenza, le concentrazioni di agenti cancerogeni o pericolosi che si vengono a liberare e la loro capacità di penetrare nell’organismo per le diverse vie di assorbimento.

Il datore di lavoro che è esentato dalla redazione del documento (articolo 29, comma 5, D.Lgs 81/2008), ma non certamente dalla effettuazione della valutazione dei rischi, dovrà comunque essere in grado di fornire le informazioni ad essa relative in caso di richiesta.

7.0 L'ESPERIENZA DEL PROGETTO PREVENZIONE DEI TUMORI PROFESSIONALI - PPTP-INOX

Nell'ambito del Progetto Prevenzione dei Tumori Professionali (PPTP) della Regione Lombardia è stato condotta una serie di indagini mirate nel settore della saldatura dell'acciaio inossidabile (inox).

In particolare, sono state oggetto di attenzione tutte le circa 1.500 aziende del settore metalmeccanico operanti con attività di saldatura metalli nella provincia di Lecco; l'individuazione è avvenuta a partire dal database Flussi Integrati ISPESL-INAIL-Regione (codifica ATECO02 dalla sottosezione 27 alla 35, con particolare attenzione a 28 e 29), mediante ricerca testuale in archivi pubblicitari (parole chiave "saldatura - acciaio inox - inossidabile - tig - mig - laser"), oltre che avvalendosi della codifica specifica di rischio INAIL per attività di saldatura (gruppo tariffa saldatura 6234, 6290, 6291, 6211).

Mediante attività di sopralluogo mirata nelle 110 aziende di saldatura metalli di maggiori dimensioni (30-200 lavoratori), si è rilevato un'attività su acciaio inox limitata a circa 1 ora a settimana. Per valutare gli attuali livelli espositivi a cromo esavalente sono state indagate mediante monitoraggio ambientale e biologico (urine e sangue), con campioni ripetuti (72 misurazioni), le 5 aziende rappresentative del comparto e con la maggiore esposizione teorica possibile (attività storica del 20-50% su acciaio inox).

L'indagine ha interessato le principali modalità operative presenti nel comparto: saldatura manuale MIG a filo continuo, saldatura manuale TIG, saldatura TIG mediante robot, saldatura manuale ad elettrodo fusibile (di tipo basico), saldatura al plasma, taglio laser. I campionamenti personali, condotti durante le normali condizioni d'esercizio in presenza di impianti di aspirazione localizzata (velocità dell'aria sulla sezione aspirante sempre ricompresi nell'intervallo di efficacia 1-3 m/sec), hanno messo in evidenza concentrazioni di fumi di saldatura compresi tra 0,23 e 3,26 mg/m³ (mediana 1,03 mg/m³) e livelli di esposizione a composti solubili di cromo esavalente compresi tra 0,16 e 6,88 µg/m³ (mediana 0,62 µg/m³).

La tecnologia TIG, specie se robotizzata, si conferma quella che comporta la minore emissione di fumi e la minore dispersione ambientale di composti solubili riferibili al cromo in stato di esavalenza. Più in generale, la dispersione di fumi totali bene si correla, escludendo dal computo la saldatura manuale ad elettrodo fusibile (basico), alla quantità di cromo esavalente aerodisperso.

Nell'esperienza si è altresì verificata sperimentalmente la capacità di rimozione dei fumi di saldatura da parte delle cappe fisse che fanno parte integrante dei cosiddetti box di confinamento delle saldature robotizzate TIG, misurando sia all'interno che all'esterno del box (quadro comandi operatore) le concentrazioni ambientali medie dei fumi e dei composti di cromo esavalente ad impianto di ventilazione acceso e spento. I risultati dimostrano l'efficacia del confinamento della lavorazione nel contenere la dispersione dei fumi all'esterno, oltre che la capacità delle cappe di evacuare i fumi prodotti dalla lavorazione.

Il monitoraggio biologico ha evidenziato valori mediani di cromuria (esposizione a cromo senza indicazione di valenza) fine turno fine settimana lavorativa di 2,6 µg/g creatinina (range <0,2 - 8,6 µg/g creatinina); per quanto riguarda il cromo intraeritrocitario (esposizione specifica a cromo esavalente) sono stati riscontrati valori mediani di 0,6 µg/l (range 0,2 - 1,5 µg/l).

Il prosieguo dello studio PPTP-Inox, esteso a tutte le tipologie di saldatura su metalli ferrosi, ha consentito anche di validare sensibilità e specificità dell'indicatore "manganese nel siero".

8.0 MISURE TECNICHE DI PREVENZIONE DEL RISCHIO CHIMICO E CANCEROGENO

Nel rispetto di quanto previsto dal D.Lgs. 81/08 i principi di prevenzione cui deve attenersi il datore di lavoro nella programmazione degli interventi di miglioramento sono quelli di prevenzione primaria ovvero:

- *la sostituzione*, quando possibile, di una sostanza o preparato con uno a minore tossicità.
- *minimizzare la formazione dei fumi* che si possono originare durante le lavorazioni.

I seguenti accorgimenti pratici ed organizzativi (misure collettive) possono essere un ottimo sistema di prevenzione del rischio legato ad agenti chimici:

- Utilizzare opportuni sistemi di estrazione (aspirazione) o di diluizione dell'aria (ventilazione forzata);
- Utilizzare sempre, in abbinamento ad estrazione/diluizione, impianti di aspirazione localizzata in prossimità del punto di saldatura adeguati a ridurre la dispersione di aerosol nell'ambiente (ideale "ciclo chiuso", ecc.).

8.1 Ventilazione degli ambienti di lavoro

In ogni caso gli ambienti devono essere caratterizzati da un corretto rapporto di aerazione naturale e pertanto dalla presenza di un sufficiente numero di finestre agevolmente apribili per una superficie pari ad almeno 1/12 della superficie in pianta del locale di lavoro.

Nella normale attività di saldatura, quando siano in essere le corrette procedure che minimizzano la formazione di fumi, può essere utilizzata una ventilazione generale forzata per diluire e quindi allontanare i fumi stessi. La sola ventilazione generale non può però essere una alternativa all'installazione di impianti di aspirazione localizzata quando si trasformano materiali che possono liberare cancerogeni o forti sensibilizzanti.

La *ventilazione generale* deve essere realizzata rispettando i seguenti principi:

- l'estrazione dell'aria deve avvenire esclusivamente per via meccanica e non essere inferiore a 6 ricambi/ora;
- le bocchette di estrazione devono essere preferibilmente collocate in alto mentre quelle di mandata in basso, in questo modo si riesce ad utilizzare al meglio il movimento ascensionale degli aeriformi caldi (gas/vapori derivati dalla saldatura e dall'aria in contatto con le parti calde);
- l'aria in uscita deve essere compensata con uguali volumi di aria in entrata;
- la compensazione può essere naturale se le aperture hanno una superficie adeguata (1/12 della superficie di calpestio) e una sufficiente distanza dalle aperture per l'estrazione.

Durante le fasi di saldatura va sempre prevista l'aspirazione localizzata, con l'elemento di captazione posizionato presso la zona operativa.

Condizioni	Requisiti minimi (tutti)
Utilizzo di sole materie prime o di processo che non diano origine ad agenti classificati come cancerogeni	<ul style="list-style-type: none"> - regolari rapporti di aerazione naturale; - ventilazione generale forzata dell'ambiente con le caratteristiche di cui sopra; - unità mobile di aspirazione localizzata e filtrazione per le operazioni di saldatura.
Utilizzo di materie prime o di processo che possono dare origine ad agenti classificati come cancerogeni	<ul style="list-style-type: none"> - aspirazione localizzata con espulsione all'esterno con le caratteristiche di cui al punto 8.2; - adeguato reintegro dell'aria aspirata anche con ventilazione forzata.

8.2 Impianti di aspirazione localizzata

I flussi di inquinanti emessi durante le fasi di lavoro a caldo sono aspirati attraverso terminali di captazione definiti cappe, per essere successivamente allontanati e convogliati in impianti di abbattimento, nel rispetto delle vigenti normative in materia di tutela ambientale.

I terminali di captazione si possono distinguere in cappe chiuse, riceventi e catturanti:

- Cappe chiuse: sono costituite da un sistema che circonda la sorgente e non sono utilizzabili per sistemi dove è necessario l'intervento del personale. Questo tipo di cappa rappresenta il sistema più efficace e da preferirsi, poiché più si riesce ad avvolgere la sorgente inquinante, minore sarà la portata necessaria.
- Cappe riceventi: sono realizzate in maniera da catturare gli agenti inquinanti interponendosi sul "cammino" della massa fluida inquinante. Il principio di funzionamento si basa sulla spontanea cattura di elementi contaminati rilasciati da un particolare processo come ad esempio un processo a "caldo" durante il quale i vapori o fumi prodotti da una sorgente calda tendono a salire con moti convettivi verso la cappa o un processo in cui le particelle di dimensioni medio-grande vengono rilasciate con una velocità sufficiente da raggiungere la cappa stessa.
- Cappe catturanti: l'effluente è aspirato verso la cappa per mezzo di un flusso d'aria direzionale, che realizza l'opportuna velocità di cattura alla distanza voluta. La cappa deve essere posizionata relativamente vicino alla fonte inquinante per contenere i costi di esercizio, in quanto i volumi di aria necessari a garantire la velocità di cattura crescono notevolmente. Tale sistema è applicabile a processi dove si rende necessario l'intervento dell'operatore. Le cappe catturanti possono essere distinte in superiori, laterali e inferiori.

Per il controllo delle concentrazioni di inquinanti prodotti negli ambienti industriali è necessaria una corretta progettazione dei sistemi di aspirazione: di fondamentale importanza sono la scelta dell'organo di captazione e la determinazione della portata di aspirazione necessaria per ottenere adeguate velocità di cattura là dove servono. Allo scopo la progettazione deve essere affidata a persone di specifica competenza in campo impiantistico e d'igiene industriale, in grado di effettuare i necessari calcoli previsionali o di applicare correttamente criteri largamente sperimentati e pubblicati in numerose pubblicazioni tecniche.

Requisiti minimi degli impianti di aspirazione localizzata (rif.: Industrial Ventilation ACGIH 2007 26th Edition e altre pubblicazioni):

- corretto posizionamento del terminale di captazione, racchiudendo la sorgente inquinante o avvicinando il più possibile la faccia della cappa alla sorgente stessa, che consenta però la possibilità di effettuare agevolmente operazioni di attrezzaggio e manutenzione;
- velocità di cattura dei fumi compresa tra 0,25 e 0,50 m/s con inquinante emesso senza velocità in aria quieta;
- velocità di cattura compresa tra 0,50 e 1,00 m/s per emissioni a bassa velocità in aria quasi quieta;
- distribuzione omogenea della velocità di ingresso dell'aria sul fronte della cappa (plenum posto posteriormente all'ingresso della cappa);
- possibilità di sezionare l'impianto escludendo le diramazioni asservite a presse al momento non funzionanti;
- corretto reintegro dell'aria aspirata, evitando formazioni di turbolenze e correnti interferenti;
- manutenzione e pulizia periodica stabilita da un protocollo tecnico di manutenzione predittiva;
- verifica periodica, ad esempio annuale, delle velocità di cattura.

Nell'esperienza dello Studio PPTP-Inox della Regione Lombardia si è constatato che in numerose aziende sono installati impianti di aspirazione localizzata per proteggere la salute dei lavoratori, ma in molti casi tali presidi di prevenzione collettiva, a fronte di spese di installazione e gestione elevati, non lavorano correttamente. Questo può succedere in alcuni casi perché sono mal disegnati o non correttamente installati, molto più spesso perché sono non adeguatamente puliti e mantenuti: in diverse situazioni dove sono state effettuate misurazioni di portata e velocità di cattura prima e dopo aver imposto interventi di regolazione e manutenzione si sono evidenziati decisi miglioramenti, con variazioni della velocità di cattura degli inquinanti anche del 40 – 60 %. Nella maggioranza delle aziende non è presente alcun documento progettuale riguardante gli impianti di aspirazione, di cui non sono noti i dati di targa, e non sono registrati interventi di verifica, manutenzione, riparazione.

Allo scopo di avere il massimo beneficio da un impianto di aspirazione localizzata occorre che il datore di lavoro, in fase di richiesta di progetto e fornitura, specifichi chiaramente di cosa ha bisogno e fornire adeguate informazioni sui processi lavorativi, i pericoli che ne derivano e le sorgenti inquinanti che si vogliono controllare. Al fornitore e all'installatore dell'impianto bisogna richiedere:

- che l'impianto sia facile da utilizzare, controllare, mantenere e pulire;
- che siano presenti indicatori / sistemi di indicazione adatti a mostrare che l'impianto funziona in modo appropriato;
- che fornisca adeguata formazione al personale aziendale sul corretto utilizzo, verifica, pulizia, manutenzione dell'impianto;
- che fornisca un manuale d'uso che descriva l'impianto (dati di targa – informazioni di performance – lista e descrizione delle parti soggette ad usura e da testare periodicamente), spieghi come funziona, come deve essere utilizzato, testato (specifiche su come e quando condurre in modo accurato le verifiche ed i test necessari), mantenuto (schedulazione delle parti da testare – sostituire – ecc.), pulito, ecc.;
- che fornisca un "registro d'impianto", contenente la schedulazione per le verifiche e la manutenzione, dove regolarmente registrare i risultati delle verifiche, test, interventi di manutenzione, sostituzione, riparazione, ecc.

Dopo l'installazione, bisogna sempre richiedere al fornitore di testare l'impianto per assicurare che esso lavori nel rispetto delle specifiche e di rilasciare relazione di collaudo

(commissioning), contenente schemi e descrizione d'impianto, inclusi i "test points", quali verifiche sono state effettuate e come, i risultati delle stesse (portate, pressioni, velocità di cattura, ecc.): la relazione di "commissioning" è il punto fermo verso il quale confrontare in seguito i risultati delle verifiche periodiche.

È infine il caso di richiamare l'importanza della formazione e dell'addestramento degli utilizzatori su corretto posizionamento dei terminali di captazione mobili (spesso presenti nelle aziende del settore) e sul corretto "sezionamento" dell'impianto, quando previsto.

La responsabilità sul corretto funzionamento dell'impianto di aspirazione localizzata è in capo al datore di lavoro. È necessario verificare e mantenere regolarmente l'impianto e gli strumenti necessari per fare ciò sono:

- il manuale d'uso;
- la relazione di "commissioning";
- il registro d'impianto;
- l'attribuzione delle responsabilità di verifica e manutenzione a personale addestrato.

L'aspirazione localizzata va realizzata con cappa posta nelle vicinanze della zona di saldatura operativa.

L'efficacia d'aspirazione delle cappe sospese va migliorata dotandole di paratie perimetrali (cortine) in modo da avvicinare o avvolgere il più possibile la sorgente di emissione. La cappa deve essere mobile per consentire le operazioni di saldatura.

Eventuali impianti per il ricambio forzato dell'aria non devono contrastare l'efficienza dell'impianto di aspirazione localizzata e devono essere sottoposti a interventi di manutenzione periodica.

Un capitolo a parte è costituito dalle saldature in ambienti confinati (grandi autoclavi, cisterne, silos, reattori per l'industria chimica o petrolchimica), dove non possono essere utilizzati gli impianti tradizionali di aspirazione. In questi casi il ricorso alla ventilazione assistita attraverso collaudati presidi di protezione individuale resta la prima scelta; buoni risultati possono essere conseguiti anche combinando efficacemente addestramento del personale ed impiego di collettori di aspirazione governati da un impianto centralizzato, introdotti attraverso il cosiddetto "passo d'uomo" (dati confermati nello Studio PPTP-inox).

9.0 GESTIONE DI ALTRI RISCHI

Nell'ambito delle attività di saldatura di metalli appaiono pure importanti i rischi per la salute, legati fundamentalmente all'utilizzo di macchine e attrezzature, all'ambiente di lavoro ed alla movimentazione di carichi.

9.1 Radiazioni non ionizzanti

Le radiazioni non ionizzanti nella loro triplice componente di luce visibile, ultravioletto (UV) e infrarosso (IR), sono emesse in varia misura dall'arco elettrico o dalla fiamma ossiacetilenica.

Le radiazioni ultraviolette, le più energetiche tra le radiazioni non ionizzanti e di conseguenza le più pericolose, sono quasi totalmente assorbite dagli strati protettivi superficiali della cute e solo una piccola frazione di poco superiore all'uno per cento penetra e agisce sui tessuti sottostanti.

Gli effetti sulla congiuntiva (cherato-congiuntivite), a breve termine e sulla retina e sulla cataratta a lungo termine, sono ugualmente ben noti alla maggior parte dei saldatori.

9.2 Campi elettromagnetici

Il rischio elettromagnetico, anche in questo settore, sta acquisendo nuovo interesse con le recenti direttive europee e deve essere opportunamente valutato secondo il disposto del D.Lgs 81/2008.

9.3 Microclima

Il microclima è un fattore di rischio non trascurabile, in particolare durante la stagione estiva, legato al tipo di lavorazione che richiede il raggiungimento di alte temperature in ambienti spesso ristretti e talora con ventilazione e aspirazione inadeguate.

La produzione di calore, in particolare di elevatissime temperature localizzate nelle vicinanze del punto di saldatura è caratteristica sostanzialmente comune delle tecniche a gas, ad arco elettrico, al plasma e al laser. Un contributo all'innalzamento della temperatura ambiente è dato anche dal prodotto finito.

Pertanto per il reparto di saldatura è indispensabile assicurare una sufficiente aerazione naturale diretta dell'ambiente, realizzando il maggior numero possibile di superfici fenestrate apribili, sia laterali che zenitali. L'aerazione naturale dovrebbe essere comunque integrata da impianti di ricambio forzato dell'aria con le caratteristiche già elencate e che non devono comunque entrare in contrasto con i sistemi di aspirazione localizzata.

In particolari contesti, durante la stagione estiva, può risultare opportuna l'adozione di particolari precauzioni per assicurare un adeguato assorbimento di acqua e sali minerali.

9.4 Rumore

L'origine del rumore prodotto durante le lavorazioni di saldatura è riconducibile alla combustione della miscela gassosa emessa ad alta pressione dal cannello nella saldatura a fiamma ossiacetilenica; allo scoccare dell'arco elettrico, alla fuoriuscita del plasma dall'ugello (sibilo caratteristico) nelle altre tipologie.

Le operazioni più rumorose nelle aziende del settore sono legate alle tecniche di saldatura a filo continuo ad elevato amperaggio (Livello equivalente di circa 90 dBA) e saldatura al plasma (Livello equivalente di circa 110 dBA).

Altre fonti di rumore sono ricercabili nella movimentazione del materiale da saldare.

I livelli equivalenti, in particolare nei reparti di lavorazione, sono correlati al numero, tipologia e concentrazione di macchine operatrici nel medesimo ambiente.

L'esposizione quotidiana dei lavoratori ($L_{EX,8h}$) risulta nella maggior parte dei casi compresa tra 80 e 85 dB(A), in qualche caso tra 85 e 87 dB(A).

Con tali premesse il datore di lavoro deve operare tutti gli interventi tecnici, organizzativi e procedurali concretamente attuabili per ridurre al minimo i rischi derivanti da esposizione a rumore, privilegiando gli interventi alla fonte.

Oltre alla valutazione di rischio cui al Titolo I Capo II e al Titolo VIII Capo II del D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81, che deve essere affidata a personale qualificato ed in possesso di specifiche conoscenze in materia, si indicano di seguito i principali interventi mirati al controllo e riduzione del rischio specifico:

- acquisto di macchine meno rumorose;
- regolare manutenzione delle macchine mirata alla sostituzione/manutenzione di componenti soggette ad usura;
- diminuire gli urti dei prodotti rigidi tra loro e con i recipienti di raccolta, ad esempio diminuendo l'altezza di caduta e insonorizzando con materiale smorzante i contenitori;
- controllo dell'emissione sonora degli impianti di aspirazione e ventilazione mediante regolare manutenzione; eventuale insonorizzazione degli stessi;
- previsione di eventuale rotazione del personale;
- fornitura di idonei DPI;
- informazione e formazione i lavoratori sui rischi derivanti dall'esposizione a rumore.

9.5 Movimentazione manuale dei carichi

Le fasi più critiche sono legate all'eventuale movimentazione manuale dei pezzi da saldare ed al trasporto in magazzino spesso effettuato con transpallets manuali e quindi con operazioni di traino e spinta. Il fattore movimentazione è spesso aggravato dal fatto che i lavoratori operano in spazi ridotti che costringono a manovre scorrette e a posture incongrue.

Oltre alla valutazione di rischio cui al Titolo I Capo II del D.lgs 9 aprile 2008 n. 81, che si ricorda deve tenere in debito conto quanto contenuto nell'All. XXXIII del medesimo D.Lgs e in norme tecniche e linee guida (Norme Tecniche della Serie ISO 11228 – Linee Guida prodotte dal Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei Luoghi di Lavoro delle Regioni e delle Province Autonome, ecc.), si indicano, tra le possibili misure tecniche, organizzative e procedurali:

- l'installazione di sistemi pneumatici di carico della materia prima o, in alternativa:
- l'utilizzo di manipolatori per la movimentazione dei contenitori,
- l'utilizzo di transpallet a trazione elettrica,
- la creazione di percorsi agevoli per la movimentazione assistita anche mediante ridefinizione del lay out.

9.6 Movimentazione dei carichi con macchine

Durante passaggi delle lavorazioni, sia nella produzione sia nel magazzino, si deve procedere alla movimentazione di carichi mediante l'ausilio di mezzi d'opera (carrelli elevatori, sollevatori elettrici, ecc.).

Le situazioni di rischio che si possono presentare sono quelle tipicamente connesse a tutte le operazioni di sollevamento e trasporto spesso effettuate in spazi ristretti.

Requisiti minimi:

- scelta di attrezzature adeguate per la movimentazione dei carichi;
- procedure di verifica periodica e manutenzione;
- delimitazione e separazione dei percorsi dei mezzi di sollevamento e trasporto da quelli riservati ai pedoni;
- formazione e addestramento all'utilizzo delle attrezzature di sollevamento e trasporto.

9.7 Incendio

Per quanto riguarda le aziende che effettuano lavorazione di saldatura di metalli il rischio incendio viene in genere considerato "medio", pur non potendo escludere che, in casi specifici (dimensioni dell'azienda, capacità produttive dell'impianto, ecc.), la valutazione conduca ad una classificazione di livello di rischio "elevato".

Contenuti minimi del documento di valutazione del rischio incendio:

- informazioni sulle caratteristiche di infiammabilità ed esplosività delle materie prime e di eventuali intermedi;
- quantitativi in uso e in deposito;
- caratteristiche degli ambienti con eventuale compartimentazione;
- elenco attrezzature e impianti da utilizzare per l'estinzione, ubicazione e relativo programma di verifica e manutenzione periodica;
- caratteristiche dell'impianto elettrico;
- classificazione del rischio.

Ulteriori adempimenti:

- eventuale valutazione dei rischi di esplosione (in relazione alle caratteristiche delle sostanze utilizzate), vedi Titolo XI del D.Lgs 8 aprile 2008 n. 81;
- redazione del piano di emergenza ed evacuazione;
- nomina e formazione degli addetti all'emergenza ed evacuazione;
- nomina e formazione degli addetti al primo soccorso;
- installazione e manutenzione della segnaletica relativa alle attrezzature ed alle uscite di emergenza.

9.8 Organizzazione del lavoro ed igiene

L'attività di saldatura si svolge generalmente in orario diurno, anche se sono possibili lavorazioni notturne soprattutto nella aziende di maggiori dimensioni. Ritmi, monotonia, ripetitività, possono minare il benessere psico-fisico del lavoratore. Non trascurabile, in alcuni casi è la problematica del lavoro isolato, in particolare durante il turno notturno.

I seguenti accorgimenti pratici ed organizzativi (misure collettive) possono essere un ottimo sistema di prevenzione:

- Procedere ad un'accurata pianificazione giornaliera e settimanale della attività, che tenga in considerazione l'impegno fisico richiesto e le cadenze operative vincolanti, provvedendo ad una adeguata distribuzione dei compiti lavorativi.
- Cercare di stimolare l'affiatamento degli operai, che si trovano a stretto contatto per tutta la giornata, smorzando sul nascere eventuali problemi di conflittualità interpersonale.
- Favorire l'inserimento di nuovo personale, specialmente se di nazionalità non italiana, mediante l'affiancamento di un tutor.

Per quanto riguarda l'igiene del lavoro, fatta salva la vigente normativa in materia, vengono fornite le seguenti particolari indicazioni:

- Mettere a disposizione dei lavoratori servizi igienici in numero sufficiente, dotati di lavabi con acqua calda e fredda, mezzi detergenti e per asciugarsi.
- Mettere a disposizione dei lavoratori idonei ambienti di ristoro riparati, freschi o riscaldati, in base alle diverse situazioni climatiche.
- Non mangiare cibi e bevande e non fumare durante le attività di saldatura.
- Assicurare ai lavoratori, nelle unità produttive, la disponibilità di spogliatoi appropriati ed adeguati, nonché di armadietti individuali a doppio scomparto (separare indumenti privati e di lavoro), programmando periodica pulizia ed eventuale sostituzione.
- Mettere a disposizione per ogni lavoratore contenitori individuali ove riporre la propria dotazione di DPI.
- Organizzare un programma di pulizia, manutenzione e verifica dell'efficienza dei DPI con appropriati controlli periodici ed al termine di ogni utilizzo, assicurando l'immediata sostituzione ove necessario.

10.0 DISPOSITIVI INDIVIDUALI DI PROTEZIONE

In generale tutti i lavoratori impegnati nelle varie fasi del ciclo produttivo devono essere equipaggiati e fare uso di idonei dispositivi di protezione individuale (DPI) quali:

- Indumenti protettivi (tute da lavoro complete, oppure pantaloni lunghi con maglietta o camicia a maniche lunghe).
- Calzature antinfortunistiche con suola antiscivolo.
- Guanti.
- Protezione per occhi e volto (meccanica e radiazione ultravioletta).

A seguire sono date indicazioni in merito a dispositivi di protezione individuale (DPI) che devono essere forniti ed utilizzati durante lo svolgimento di specifiche fasi lavorative:

DPI	LAVORAZIONE
Facciale filtrante antipolvere di classe 1 (FFP1) dotato di resistenza prolungata alla temperatura.	Situazioni di esposizione a livelli significativi di inquinanti nell'aria non cancerogeni.
Facciale filtrante antipolvere di classe 2 (FFP2) dotato di resistenza prolungata alla temperatura.	Situazioni di esposizione a livelli significativi di inquinanti nell'aria cancerogeni (es. cromo esavalente) o di manganese.
Sistemi "a ciclo chiuso" di ventilazione assistita tramite aria di qualità respirabile	Situazioni di scarsa ventilazione naturale per lavorazioni in ambiente "confinato"
Protezione auricolare	Lavorazioni con $L_{ex,8}$ superiore a 85 dB(A)

11.0 SORVEGLIANZA SANITARIA

L'art. 25 comma 1 lettera a) del D. Lgs 81/2008 sottolinea l'obbligo di una collaborazione attiva del medico competente nel processo di valutazione dei rischi in azienda. Il medesimo comma, alla lettera b), richiama la necessità che i protocolli di sorveglianza sanitaria vengano definiti in funzione dei rischi specifici tenendo in considerazione gli indirizzi scientifici più avanzati. La definizione di un protocollo sanitario, specifico per ciascuna azienda, può essere quindi considerato un momento conclusivo dell'attività di valutazione dei rischi nella quale il medico competente è in grado di apportare un determinante contributo professionale. Proprio per questo motivo, rispetto alla legislazione previgente, al medico competente viene consentita un'ampia possibilità di modulazione della sorveglianza sanitaria in relazione alla peculiarità di ogni singola azienda. Tale impronta legislativa è pertanto incompatibile con l'elaborazione di protocolli sanitari predefiniti per comparto. Si ritiene pertanto di richiamare esclusivamente alcune considerazioni generali.

La visita medica, di norma con periodicità annuale, dovrebbe esser particolarmente mirata alla ricerca di segni e sintomi a livello degli apparati respiratorio, cutaneo e muscolo scheletrico, e mirata, oltre all'espressione del giudizio di idoneità, ad una sorveglianza epidemiologica continua della salute dei lavoratori, in particolare a livello di gruppo omogeneo. Si raccomanda una raccolta anamnestica accurata anche mediante ausilio di questionari mirati a rischi specifici (es. storia personale o sintomatologia riferibile a problematiche allergologiche, sia cutanee che respiratorie).

Per quanto riguarda eventuali esami strumentali, si richiama l'attenzione su:

- Esame audiometrico da effettuarsi con la periodicità prevista dalla normativa specifica in relazione ai livelli espositivi (consigliata almeno biennale).
- Prove di Funzionalità Respiratoria (spirometria di screening, possibilmente con misurazione del volume residuo) o questionari di screening respiratorio, con cadenza almeno quinquennale.

Il ricorso ad indagini cliniche o test allergometrici andrà riservato ad eventuali situazioni da approfondire, anche con la consulenza di personale specializzato.

Resta ferma la possibilità del singolo lavoratore di richiedere una visita medica in seguito alla comparsa di sintomatologia ritenuta legata alla situazione lavorativa.

Sarà in base a specifiche esigenze, legate al rilascio del giudizio di idoneità o al sospetto di patologia professionale, che il medico competente disporrà l'esecuzione di ulteriori altri accertamenti di approfondimento per singole situazioni sempre tenendo un contatto con il medico curante.

Non appare comunque giustificato né deontologicamente ed eticamente corretto (rischio maggiore del beneficio), sottoporre sistematicamente i lavoratori ad indagini radiologiche a fini preventivi.

La scelta di effettuare indagini di monitoraggio biologico deve essere improntata a criteri di efficienza ed efficacia, tenendo quindi conto degli indirizzi scientifici più avanzati. La scelta del test da utilizzare deve quindi tenere conto della sensibilità e specificità dello stesso in relazione ai presunti livelli di esposizione: ad esempio un indicatore biologico correlabile con livelli di esposizione prossimi al valore limite di esposizione non può essere considerato idoneo a monitorare esposizioni di gran lunga inferiori in quanto scarsamente sensibile. È comunque da ritenersi più che auspicabile, anche in virtù delle indicazioni che la letteratura ha storicamente fornito, che l'eventuale monitoraggio biologico venga effettuato contestualmente al monitoraggio ambientale.

Relativamente alla possibile esposizione a Cromo Esavalente, potrà utilmente essere intrapresa una valutazione di monitoraggio biologico, anche a cadenza annuale e comunque non maggiore di triennale, per valutare l'efficacia delle misure di prevenzione adottate e per dimostrare l'esiguità del rischio per la salute. A tale scopo viene proposta la determinazione della cromuria di inizio e fine turno. Trattandosi di esposizioni attese a livelli bassi appare opportuno procedere alla raccolta del campione dopo almeno due giorni di lavoro, cercando di eliminare o tenere sotto controllo fattori esterni di confondimento. Nella popolazione generale sono misurabili livelli di cromo urinario intorno a 0,1-0,2 $\mu\text{g Cr/g creatinina}$, con un 95° percentile che si aggira in vari studi internazionali intorno a 0,5-0,7 $\mu\text{g Cr/l}$. Indagini più approfondite, che richiedono l'intervento di laboratori specializzati, possono comprendere il dosaggio del cromo intraeritrocitario, rappresentativo della dose biologicamente efficace e dell'esposizione in atto o pregressa (ultimi 100-120 giorni).

Relativamente alle possibilità di monitoraggio mediante tracciante rappresentativo dei livelli di esposizione a fumi di saldatura, si segnala il Manganese sierico; in effetti, il manganese risulta uno dei componenti quantitativamente più significativi quando non addirittura il metallo preponderante nei fumi di saldatura di metalli ferrosi. Nella popolazione generale lombarda sono misurabili livelli di manganese sierico intorno a 0,5-1,0 $\mu\text{g/l}$, con un 95° percentile di circa 1,4 $\mu\text{g/l}$ per gli uomini e di 1,2 $\mu\text{g/l}$ per donne.

In tutti i casi si ribadisce che non deve mancare un momento di valutazione complessiva dei risultati a livello di gruppo omogeneo.

12.0 FORMAZIONE

Necessario e fondamentale completamento degli interventi preventivi è costituito dall'informazione, dalla formazione e dall'addestramento dei lavoratori, realizzate anche in riferimento ad iniziative di organismi bilaterali. I lavoratori devono percepire i rischi, le loro conseguenze e adottare le giuste precauzioni agendo in sicurezza. In particolare la formazione dovrebbe essere collegata a situazioni reali (operazioni non riuscite, modi per evitare che determinati fatti accadano di nuovo, ecc.), rispondente ai reali bisogni formativi e basata su una buona comunicazione (discussioni e scambio di informazioni in incontri di gruppo, comprensibilità anche per i lavoratori che parlano una lingua diversa, ecc.).

La formazione deve essere impartita sia ai nuovi lavoratori sia a quelli già assunti da tempo, ogni qual volta si modificano le pratiche o l'attrezzatura di lavoro, quando ci si appresta ad una nuova lavorazione o quando viene introdotta una nuova tecnologia. Un essenziale fattore di successo è poi sicuramente costituito da interventi di formazione ed addestramento mirati su rischi specifici (agenti cancerogeni, agenti chimici, rumore, movimentazione carichi, microclima, ecc.), che mettano in evidenza possibili sintomi precoci che permettano di richiedere tempestivamente l'intervento del medico competente.

Tutti gli operatori devono venire formati ed addestrati nella conduzione delle macchine cui sono addetti ed avere a disposizione il relativo manuale in cui sono elencate le istruzioni per la messa a punto, il funzionamento e la manutenzione in sicurezza. Di particolare importanza è concordare le procedure da seguire circa il comportamento da tenere in caso di guasto del macchinario e nelle operazioni di manutenzione.

In allegato 2 sono riportate alcune indicazioni "formative" raccolte grazie alla collaborazione dei lavoratori coinvolti nello Studio PPTP-Inox.

ALLEGATI

Allegato 1: Valutazione esposizione a cromo esavalente

Di seguito sono indicate le modalità tecniche standardizzate utilizzate durante lo studio PPTP per il monitoraggio ambientale e biologico dell'esposizione a cromo esavalente.

Monitoraggio ambientale:

- Campionatori in postazione fissa (centro ambiente) e personali indossati da ogni lavoratore per la durata di almeno quattro ore durante le attività di saldatura inox.
- Campionamento in postazione fissa (centro ambiente) all'esterno dell'ambiente di lavoro (piazzale dello stabilimento), da adottare come riferimento di eventuale contaminazione ubiquitaria (concentrazione di "fondo").
- Campionamento della frazione inalabile del particolato aerodisperso su membrana in PVC del diametro di 25mm con porosità media di 5,0 micron; flusso dell'aria campionata all'ingresso del portamembrana regolato a 3 l/min (in alternativa estere misto di cellulosa e porosità 0,8 micron con flusso di 2 l/min)
- Conservazione dei campioni in condizioni ottimali tali da non compromettere la loro integrità ed in particolare fenomeni di ossidazione spontanea.
- Monitoraggio ambientale integrato effettuando nello stesso giorno il monitoraggio biologico.
- Determinazione del cromo totale: esame indicativo di esposizione a cromo senza indicazione sulla valenza, utile come primo approccio.
- Determinazione del cromo esavalente (nelle forme solubili ed eventualmente insolubili): esame indicativo di esposizione a cromo esavalente, utile come approfondimento valutativo.

Monitoraggio biologico:

- Urine di inizio e fine turno, durante una giornata lavorativa nella seconda parte della settimana, per la determinazione della cromuria: esame indicativo di esposizione a cromo senza indicazione sulla valenza, utile come primo approccio.
- Prelievo in provetta tappo blu metal-free con anticoagulante di sangue venoso per la determinazione del cromo intraeritrocitario: esame indicativo di esposizione a cromo esavalente negli ultimi 100-120 giorni, utile come approfondimento valutativo.

Determinazione analitica del cromo:

- Determinazione analitica del cromo mediante spettrometro ad assorbimento atomico (AAS), usando una fornace di grafite per l'atomizzazione elettrotermica.
- Il limite di rilevazione del metodo è di 0,1 µg/litro (monitoraggio biologico) e 0,01 µg/m³ (monitoraggio ambientale).

Allegato 2: Elementi di base per la formazione del personale

Di seguito sono indicati una serie di consigli pratici frutto della collaborazione di più persone che assommano complessivamente parecchi anni di esperienza nella saldatura su acciaio nel settore della carpenteria di medie dimensioni. Nel corso dello studio PPTP-Inox è stato chiesto loro di definire le principali regole che darebbero ad un giovane apprendista che fosse loro affiancato per imparare il lavoro in modo sicuro per la sua salute, ma anche in modo adeguato a garantire una qualità tecnica elevata di saldatura.

A proposito di corretta interpretazione della mansione:

- lavorare con attenzione, parlando poco con i colleghi di reparto, facendo attenzione se il rumore prodotto dalla saldatura è un ronzio regolare oppure no;
- illuminare bene la zona di lavoro : chi vede bene, salda meglio;
- isolare la postazione di lavoro per quanto possibile con tende attiniche e non guardarsi troppo tutto intorno: si potrebbe subire il bagliore delle lavorazioni adiacenti;
- ricordarsi sempre che il pezzo emana radiazioni luminose (“spara”) ancora per qualche secondo dopo che si è terminata la saldatura vera e propria;
- saldare lamiere di sottile spessore è difficile, se si ha fretta lo diventa ancora di più;
- osservare bene se i pezzi sono verniciati o ancora sporchi di olio lubrificante : in questo caso non sono idonei alla lavorazione;
- ricordarsi che una buona saldatura a filo continuo è sempre il prodotto fra una corretta velocità del filo, una corrente adeguata e, in caso di utilizzo del “girello” porta pezzi, dell’abilità individuale che si acquisisce con l’esperienza;
- pulire o sostituire periodicamente la “coppella” di rame (puntale di proiezione del filo di saldatura), rimuovere frequentemente la polvere che si produce sulla macchina saldatrice;
- verificare sempre le condizioni del filo nella “pistola”, controllare le prese elettriche e lo stato dei cavi;
- quando si decide di utilizzare un posizionario sceglierne uno sufficientemente robusto per sostenere adeguatamente i pezzi;
- conservare con cura i propri attrezzi: pinze, martello, chiavi, cacciavite è meglio non siano di uso promiscuo;
- mettere in sicurezza eventuale bombole di gas presenti nelle vicinanze della postazione di lavoro legandole al muro con l’apposita catena.

A proposito di dispositivi di protezione individuale:

- fare attenzione ai pezzi incandescenti: ricordarsi sempre di indossare guanti in crosta o in gomma, grembiere di pelle e di proteggere gli avambracci con maniche lunghe;
- calzare scarpe anti infortunistiche specifiche per saldatura con protezione frontale, cupola metallica rinforzata e lamina sotto il plantare, per evitare ustioni in caso di involontario calpestamento di pezzi ancora roventi;
- posizionare sempre correttamente l’aspiratore a braccio mobile: questo deve essere vicino all’operatore, di lato o, a volte, leggermente più in alto; non troppo vicino al pezzo per non danneggiare il flusso del gas di protezione, non troppo lontano per non perdere di efficacia;
- proteggere la vista dall’alone luminoso della saldatura con occhiali e schermi ;
- a fine giornata verificare l’aspetto del proprio naso: se si presenta leggermente annerito significa che non ci si è protetti a sufficienza; ricordarsi di indossare la maschera specifica per i fumi di saldatura;
- non risparmiare sulle attrezzature: investire in sicurezza non basta se poi si dimenticano di utilizzare i dispositivi di sicurezza e di protezione a disposizione.

A proposito di norme igienico-comportamentali:

- lasciare sempre uno spazio adeguato attorno alla postazione di lavoro, tale da assicurare la giusta libertà di movimento in sicurezza;
- non accumulare carta o stracci nelle vicinanze: potrebbero prendere fuoco;
- non mangiare durante il lavoro; lavarsi bene le mani prima di mangiare e possibilmente fare la doccia a fine turno; sostituire settimanalmente la tuta di lavoro; bere frequentemente acqua o liquidi integratori specie nella stagione più calda;
- pulire frequentemente la postazione di lavoro e le zone del reparto assegnate : si lavora meglio in ambiente pulito e ordinato.

Allegato 3: Bibliografia

Agency for Toxic Substances and Disease Control - ATSDR's Toxicological Profiles: Chromium - Lewis Publishers, Boca Raton (Florida) - 1997

Agenzia Europea per la sicurezza e salute sul lavoro – Prevenire le patologie muscoloscheletriche legate all'attività lavorativa – Facts – 2000; 4

Agenzia Europea per la sicurezza e salute sul lavoro – Una buona gestione per prevenire gli infortuni – Facts – 2001;13

Agenzia Europea per la sicurezza e salute sul lavoro – Scivolamenti e cadute sul lavoro: azioni preventive – Facts – 2001;14

Agenzia Europea per la sicurezza e salute sul lavoro – Il successo non è un... «incidente». La Prevenzione degli infortuni in pratica – Lussemburgo, 2002

American Conference of Governmental Industrial Hygienists – Industrial ventilation, a manual of recommended practices – ACGIH ed. – Cincinnati, 1998

Apostoli P., Maranelli G., Duca P.G., Bavazzano P., Bortoli A., Cruciatti A., Elia G., Minoia C., Piccinini R., Sabbioni E., Sciarra G., Soave C. - Reference values of urinary chromium in Italy - Int Arch Occup Environ Health - 1997, 70:173-179

Bergamaschi E., Apostoli P., Cirila P.E., De Flora S., Foà V., Franchini I., Mutti A. – Metalli: Cromo e suoi composti – Collana Linee Guida per l'aggiornamento e l'accreditamento in Medicina del Lavoro – ed. SIMLII – Parma, novembre 2004

Bova M., Ricciardi Tenore G., Girardi S., Alla R., Cirila P.E., Della Torre M., Tasca M., Del Carlo D., Buratti M., Giampiccoli R., Cavallo D., Carrer P., Foà V. – Utilizzo del cromo intraeritrocitario quale indicatore di esposizione a cromo esavalente. – Folia Medica – 71(2):47-53; 2000

Cirila A.M. - Asthma induced by occupational exposure to metal salts - Folia Allergol Immunol Clin - 1985, 32:21-28

Cirila A.M. – Nichel fra tossicologia e allergologia – Atti Convegno “Salute e sicurezza nelle attività di galvanica” Como, 19 novembre 2005 – ed. CIMAL – Milano, 2005 – pp. 59-62

Cirila P.E., Martinotti I., Saretto G., Toffoletto F., Macchi L., Foà V. – Esposizione professionale ad agenti chimici cancerogeni: studio multicentrico lombardo – Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia – 2006; 28(3):401-402

Cirila P.E., Pisati R., Cirila A.M. – Dermatopatie allergiche e assorbimento di nichel: studio in 128 soggetti sensibilizzati - Giornale Italiano di Medicina del Lavoro ed Ergonomia – 24(3):244; 2002

Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei Luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome – Titolo V D.Lgs n°626/94 “Movimentazione manuale dei carichi” - Linee Guida

Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei Luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome – Titolo VII D.Lgs n°626/94 “Protezione da agenti cancerogeni mutageni” - Linee Guida

Coordinamento Tecnico per la Sicurezza nei Luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome – Titolo VII-bis D.Lgs n°626/94 “Protezione da agenti chimici” - Linee Guida

Cross H.J., Faux S.P., Sadhra S., Sorahan T., Levy L.S., Aw T.C., Braithwaite R., McRoy C., Hamilton L., Calvert I. - Criteria document for hexavalent chromium - International Chromium Development Association (ICDA) - 1997, Parigi

De Flora S., Camoirano A., Bagnasco M., Bennicelli C., Corbet G.E., Kerger B.D. - Estimates of the chromium VI reducing capacity in human body compartments as a mechanism for attenuating its potential toxicity and carcinogenicity - Carcinogenesis - 1997, 18:531-537

European Agency for Safety and Health at Work – How to reduce workplace accidents – Lussemburgo, 2001

Eurostat - Accidents at work in the EU in 1996 - Statistics in Focus – 2000; 4

International Agency for Research on Cancer (IARC) - IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Chromium, Nickel and Welding Fumes - vol. 49 - Lione, 1990

International Programme on Chemical Safety. - Environmental Health Criteria 61. Chromium - World Health Organization - Ginevra, 1988

Klaasen C.D., Amdur M.O., Doull J. - Casarett and Doull's Toxicology the Basic Sciences of Poisons. 5th ed. - McGraw-Hill, New York - 1996, pp702-703

National Institute for Occupational Safety and Health – NIOSH guide to industrial respiratory protection – Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention ed. – Cincinnati, 1987 – DHHS (NIOSH) Publication No 87-116

National Institute for Occupational Safety and Health – NIOSH respirator decision logic – Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention ed. – Cincinnati, 1987 – DHHS (NIOSH) Publication No 87-108

National Institute for Occupational Safety and Health – NIOSH guide to the selection and use of particulate respirators certified under 42 CFR 84 – Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control ed. – Cincinnati, 1987 – DHHS (NIOSH) Publication No 96-101

Pisati R., Ciria P.E., Ciria A.M. – Valutazione dell'assorbimento di Nichel in 106 soggetti allergici al metallo con varia patologia cutanea. – Atti 2° Congresso Nazionale Società Italiana di Dermatologia Allergologia Professionale e Ambientale – Milano 25-26 ottobre 2001

Santamaria A., Cushing C., Antonini J., Finley B., Mowat F. – State of science review: does manganese exposure during welding pose a neurological risk? - Journal of Toxicology and Environmental Health 2007;10:417-465

Sik Yoon C., Won Paik N., Han Kim J. – Fume generation and content of total chromium and hexavalent chromium in flux-cored arc welding - Ann.Occup. Hygiene 2003; 47:671-680

Stridklev I.C., Schaller K.H., Langård S. – Monitoring of chromium and nickel in biological fluids of stainless steel welders using the flux-cored-wire (FCW) welding method - Int Arch Occup Environ Health 2004;77(8):587-91

U.S. Environmental Protection Agency – Facility Pollution Prevention guide – ed. US EPA – 1992

U.S. Environmental Protection Agency (EPA) - Health Assessment Document for Chromium - Research Triangle Park, NC: Environmental Assessment and Criteria Office, US Environmental Protection Agency. - EPA 600/8-83-014F, 1984

U.S. Environmental Protection Agency. Toxicological review of hexavalent chromium. EPA ed., Washington DC 1998.

Viikari-Juntura E., Takala E.P., Riihimaki H., Malmivaara A., Martikainen R., Jappinen P. – Standardized physical examination protocol for low back pain disorders: feasibility of use and validity of symptoms and signs – Journal of clinical epidemiology – 1998; 51: 245-255

Waters T., Putz Anderson V., Garg A., Fine L.J. – Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks – Ergonomics – 1993; 36:749-776

Zedda S., Ciria A.M., Sala C. – Tecnologie e rischi lavorativi in “Trattato di Medicina del Lavoro” a cura di E.Sartorelli – Piccin Ed., 1981

Zoppetti N. , Bogi A. - Valutazione dell'esposizione a campi elettromagnetici emessi da saldatrici ad arco al variare della corrente di saldatura - <http://www.portaleagentifisici.it/>