

SALDATURA DI ACCIAI INOSSIDABILI. RISULTATI DI UNA INDAGINE DI COMPARTO



Celsino Govoni

*Gruppo Tecnico Interregionale per la SICUREZZA CHIMICA
Coordinamento Interregionale AREA Prevenzione e Sanità Pubblica
della Commissione Salute delle Regioni e delle Province autonome
Settore Prevenzione Collettiva e Sanità Pubblica
Direzione Generale Cura della Persona, Salute e Welfare
Assessorato alle Politiche per la Salute
Regione Emilia-Romagna*

**Gruppo Tecnico Interregionale
per la Sicurezza Chimica**



PANORAMICA GENERALE

- **Ciclo produttivo del processo di saldatura acciai inossidabili**
- **Descrizione del comparto**
- **Obiettivo delle Misurazioni**
- **Materiali e Metodi nelle indagini di Igiene Industriale**

METODOLOGIA:

- consultazione bibliografica e raccolta di informazioni da tutte le fonti disponibili;
- esecuzione di sopralluoghi conoscitivi interdisciplinari (condotti da operatori di area sanitaria e igienistica);
- effettuazione diretta di alcune indagini di igiene ambientale abbinata al monitoraggio biologico (dosaggio dei metalli nelle urine);
- incontri informativi con le direzioni aziendali.

Primo approccio delle conoscenze su:

- Cicli tecnologici delle lavorazioni
- Prodotti chimici e materie prime impiegate

Individuazione dei pericoli e dei possibili rischi espositivi:

- fumi di saldatura inalabili e respirabili;
- **rischio inalatorio** dei principali metalli generati dalla saldatura: cromo, nichel, manganese, ferro, molibdeno, tungsteno, zinco, cobalto, ecc...
- **rischio cancerogeno** generato dall'esposizione a ossidi e composti del cromo, di nichel, cobalto, ecc....

Ciclo produttivo del processo di saldatura acciai inossidabili

La saldatura degli acciai inossidabili comprende diverse attività lavorative in cui si utilizzano leghe contenenti quantomeno due elementi: **nichel e cromo**

1. la saldatura degli acciai basso ed alto legati,
2. la saldatura degli acciai inossidabili,
3. i riporti mediante saldatura ad arco elettrico con impiego di materiali d'apporto contenenti nichel/cromo,
4. la saldatura di leghe con materiali d'apporto od elettrodi rivestiti contenenti nichel/cromo,
5. la saldatura degli acciai legati quando il materiale d'apporto è sottoforma di elettrodo rivestito o di filo animato;
6. la saldatura per effetto joule di acciai inossidabili;
7. il taglio ossiacetilenico degli acciai basso ed alto legati;
8. il taglio e la scricatura al plasma ed al laser di acciai inossidabili.

Nel ciclo produttivo della saldature acciai inossidabili si utilizza l'energia prodotta da un arco elettrico per portare a fusione i metalli da saldare, in alcuni casi in atmosfera controllata con gas inerti (Ar e He) ed in altri in atmosfera non protetta.

Gli Agenti Chimici che si generano sono tutte Sostanze Pericolose:

Metalli sublimati e loro ossidi;

Composti gassosi di ossidazione del carbonio (CO_x), dell'azoto (NO_x) e dell'Ossigeno (O_3).

Le principali fonti di emissione sono ben localizzate ("puntiformi") ed associate quasi sempre alla zona di fusione dei metalli e quindi alla postazione del saldatore.

La più comune tecnica di saldatura applicata è la **saldatura ad arco in atmosfera protettiva**, che possiamo suddividere in quattro tipologie:

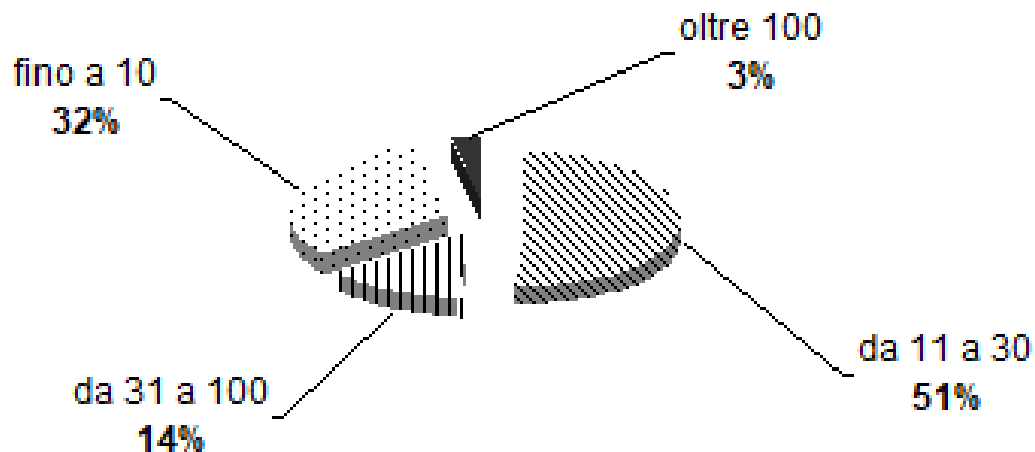
- Nel **TIG** (Tungsten Inert Gas) la fusione viene ottenuta facendo scoccare un arco elettrico tra il metallo da saldare ed un elettrodo di tungsteno, il fusibile, in un'atmosfera di gas inerte (argon, elio).
- Nel **MIG** (Metal Inert Gas) la fusione viene ottenuta facendo scoccare un arco elettrico tra il metallo da saldare (prevalentemente filo) e un elettrodo fusibile, in un'atmosfera di gas inerte.
- Nel **MAG** (Metal Active Gas) all'elio o argon viene aggiunta una piccola quota di CO₂ che reagisce con il metallo di base.
- Meno diffusa la saldatura **MMA** (Manual Metal Arc), una saldatura ad arco senza atmosfera protettiva in cui l'arco elettrico scocca direttamente tra l'elettrodo e il metallo da saldare.

DESCRIZIONE DEL COMPARTO

CENSIMENTO delle aziende metalmeccaniche che saldano acciaio inox : N° di addetti

I saldatori di acciai inossidabili: 29% della forza lavoro complessiva del comparto:

**36% saldano in modo saltuario (meno di 2 ore
64% saldano in maniera continuativa (più di 2 ore).**



Sistema di saldatura con sistema ad "arco elettrico":

- 52% delle nostre ditte impiega la tecnica TIG (Tungsten Inert Gas),
- 32% il MIG (Metal Inert Gas),
- 9% il MAG (Metal Active Gas),
- 3,5% l'elettrodo (MMA),
- 3,5% l'effetto Joule.

Acciai prevalenti lavorati:

AISI 304 (55%),

AISI 316 (23%),

+ 12 tipi di acciai diversi.

La composizione indicativa degli acciai più utilizzati è la seguente:

AISI 304 = Mn 2%, Cr 18-20%, Ni 8-10,5%

AISI 316 = Mn 2%, Cr 16-18%, Ni 10-14%, Mo 2-3%.

QUANTITÀ

L'acciaio lavorato mediamente da un singolo "SALDATORE PREVALENTE" è pari a **26.700 chilogrammi per anno**, equivalente a **133 chili al giorno**.

MATERIALI PER LA SALDATURA:

43% da acciai inossidabili,
10% da acciai legati,
40% da acciai comuni
7% da altri metalli (alluminio, rame e loro leghe).

TIPICIZZAZIONE DEL COMPARTO:

Saldatura con apporto di materiale (filo):

MIG e **MAG**, in quantità pari a circa **100.000 Kg/anno/azienda**, di varie tipologie AISI, compreso il "filo animato" in una percentuale di circa il 4%.

TIG utilizzano anche barrette di acciaio, di tipologia uguale a quella del materiale saldato, per circa **10.000 Kg/anno/azienda**.

MMA con elettrodo rivestito (600 Kg/anno/azienda)

Presenza impianto di aspirazione localizzata dei fumi generati dalla saldatura:

- presente ed efficiente nel **62% degli impianti**,
- assente nel **19% degli impianti**.
- inadeguato nel **19% degli impianti**.

Nomina formale del medico competente e all'esecuzione della sorveglianza sanitaria: 93% delle aziende.

Saldatura svolta in locali specifici e separati dalle altre lavorazioni:
62% dei casi.

Saldatura inserita nello stesso ambiente di lavoro (postazioni limitrofe):
38% dei casi.

Saldatura considerata di **elevata qualità** che rappresenta una **lavorazione di qualificata professionalità (ben pagata)** ed **eseguita con accuratezza e precisione.**

Sistema di saldatura più impiegato è rappresentato: **TIG** (permette di ottenere saldature più pulite ed esteticamente migliori dell'**elettrodo** o anche il **MIG** ed il **MAG** (prevedono un apporto significativo di materiale).

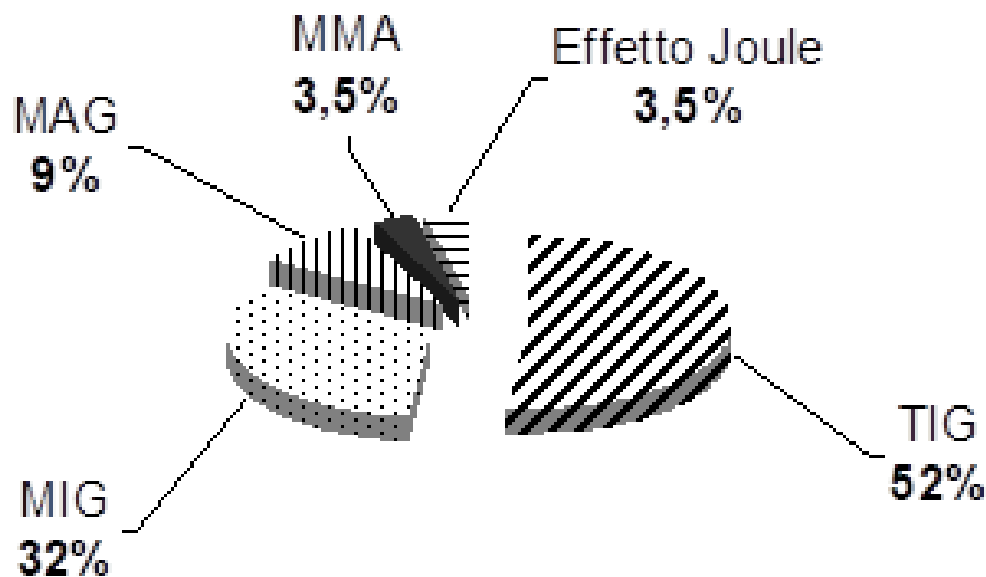
OBIETTIVO DELLE MISURAZIONI:

- conoscere il grado di esposizione dei saldatori;
- individuare le mansioni a più elevata esposizione (a maggior rischio);
- valutare i fattori che influenzano l'esposizione degli addetti (dispersione);
- confrontare i dati ottenuti con quelli presenti in letteratura;
- fornire indicazioni di prevenzione pertinenti al profilo del rischio indagato.

Sulla polvere inalabile e respirabile le sostanze da ricercare sono prevalentemente i seguenti:

- ❑ **Nichel (Ni) espresso come metallo, NiO_2 , NiO , Ni_2O_3**
- ❑ **Cromo (Cr) totale espresso come metallo, Cr_2O_3**
- ❑ **Cromo (Cr) esavalente espresso come CrO_3**

Distribuzione delle tecniche di saldatura e monitoraggio effettuato in 39 postazioni di saldatura determinando la concentrazione di fumi aerodispersi nella zona respiratoria del lavoratore



Classificazione armonizzata del Cromo Triossido

Numero della sostanza	Dati di identificazione internazionale	Numero CE	Numero CAS	Classificazione		Etichettatura			Limiti di concentrazione specifici, fattori M	Note
				Codici di classe e di categoria di pericolo	Codici di indicazioni di pericolo	Pittogrammi, codici di avvertenza	Codici di indicazioni di pericolo	Codici di indicazioni di pericolo supplementari		
024-001-00-0	chromium (VI) trioxide	215-607-8	1333-82-0	Ox. Sol. 1 Carc. 1A Muta. 1B Repr. 2 Acute Tox. 2 (*) Acute Tox. 3 (*) Acute Tox. 3 (*) STOT RE 1 Skin Corr. 1A Resp. Sens. 1 Skin Sens. 1 Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1	H271 H350 H340 H361f (***) H330 H311 H301 H372 (**) H314 H334 H317 H400 H410	GHS03 GHS06 GHS08 GHS05 GHS09 Dgr	H271 H350 H340 H361f (***) H330 H311 H301 H372 (**) H314 H334 H317 H410		STOT SE 3; H335: C ≥ 1 %	

Allegato XLIII D.Lgs. 81/08 – 27 agenti cancerogeni

Valori limite di esposizione professionale

Allegato II

Allegato XLIII al decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81

A. VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE PROFESSIONALE

NOME AGENTE	N. CE ⁽¹⁾	N. CAS ⁽²⁾	Valori limite						Osservazioni	Misure transitorie
			8 ore ⁽³⁾			Breve durata ⁽⁴⁾				
			mg/m ³ ⁽⁵⁾	ppm ⁽⁶⁾	f/ml ⁽⁷⁾	mg/m ³ ⁽⁵⁾	ppm ⁽⁶⁾	f/ml ⁽⁷⁾		
Polveri di legno duro	—	—	2 ⁽⁸⁾	—	—	—	—	—	—	Valore limite: 3 mg/m ³ fino al 17 gennaio 2023
Composti di cromo VI definiti cancerogeni ai sensi dell'articolo 2, lettera a), punto i) della direttiva 2004/37 (come cromo)	—	—	0,005	—	—	—	—	—	—	Valore limite: 0,010 mg/m ³ fino al 17 gennaio 2025. Valore limite: 0,025 mg/m ³ per i procedimenti di saldatura o taglio al plasma o analoghi procedimenti di lavorazione che producono fumi fino al 17 gennaio 2025.
Fibre ceramiche refrattarie definite cancerogene ai sensi dell'articolo 2, lettera a), punto i) della direttiva 2004/37	—	—	—	—	0,5	—	—	—	—	
Polvere di silice cristallina respirabile	—	—	0,1 ⁽⁹⁾	—	—	—	—	—	—	
Benzene	200-753-7	71-43-2	3,25	1	—	—	—	—	Cute ⁽¹⁰⁾	
Cloruro di vinile monomero	200-831-0	75-01-4	2,6	1	—	—	—	—	—	
Ossido di etilene	200-849-9	75-21-8	1,8	1	—	—	—	—	Cute ⁽¹⁰⁾	
1,2-Epossipropano	200-879-2	75-56-9	2,4	1	—	—	—	—	—	

Classificazione armonizzata del Nichel ossido e composti del Nichel

▼ MI

Numero della sostanza	Dati di identificazione internazionale	Numero CE	Numero CAS	Classificazione		Etichettatura			Limiti di concentrazione specifici, fattori M	Note
				Codici di classe e di categoria di pericolo	Codici di indicazioni di pericolo	Pittogrammi, codici di avvertenza	Codici di indicazioni di pericolo	Codici di indicazioni di pericolo supplementari		
028-002-01-4	nickel powder; [particle diameter < 1 mm]	231-111-4	7440-02-0	Carc. 2 STOT RE 1 Skin Sens. 1 Aquatic Chronic 3	H351 H372** H317 H412	GHS08 GHS07 Dgr	H351 H372** H317 H412			
028-003-00-2	nickel monoxide; [1] nickel oxide; [2] bunsenite [3]	215-215-7 [1] 234-323-5 [2] - [3]	1313-99-1 [1] 11099-02-8 [2] 34492-97-2 [3]	Carc. 1A STOT RE 1 Skin Sens. 1 Aquatic Chronic 4	H350i H372** H317 H413	GHS08 GHS07 Dgr	H350i H372** H317 H413			
028-004-00-8	nickel dioxide	234-823-3	12035-36-8	Carc. 1A STOT RE 1 Skin Sens. 1 Aquatic Chronic 4	H350i H372** H317 H413	GHS08 GHS07 Dgr	H350i H372** H317 H413			
028-005-00-3	dinickel trioxide	215-217-8	1314-06-3	Carc. 1A STOT RE 1 Skin Sens. 1 Aquatic Chronic 4	H350i H372** H317 H413	GHS08 GHS07 Dgr	H350i H372** H317 H413			
028-006-00-9	nickel (II) sulfide; [1] nickel sulfide; [2] millenite [3]	240-841-2 [1] 234-349-7 [2] - [3]	16812-54-7 [1] 11113-75-0 [2] 1314-04-1 [3]	Carc. 1A Muta. 2 STOT RE 1 Skin Sens. 1 Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1	H350i H341 H372** H317 H400 H410	GHS08 GHS07 GHS09 Dgr	H350i H341 H372** H317 H410			

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Celsino Govoni

Celsino.Govoni@regione.emilia-romagna.it

c.govoni@ausl.mo.it



I hope that these reflections will be helpful to ALL,
Competent Doctor, Industrial Hygienist, ecc...