



La **saldatura** è un processo con il quale vengono realizzati **accoppiamenti permanenti di due parti metalliche**. È un procedimento che porta alla formazione di un **giunto saldato**, caratterizzato dalla presenza dei **metalli base** (i due pezzi da saldare) e del **metallo d'apporto** (metallo aggiunto per formare il giunto saldato).

Le saldature si dividono in **due categorie: autogene ed eterogene**.

Nelle **saldature autogene** abbiamo la presenza del **metallo base** che, fondendo, **prende parte alla formazione del giunto**; il metallo d'apporto può essere presente oppure no, e, in caso di presenza del metallo d'apporto, questo è metallurgicamente simile al metallo base.

Nelle **saldature eterogene** il **metallo base non** prende parte alla **formazione del giunto**, poiché questo viene **creato esclusivamente dal metallo d'apporto** che, quindi, ha **caratteristiche metallurgiche differenti** (temperatura di fusione inferiore) da quelle del metallo di base.

La **saldatura autogena** si differenzia per il **mezzo utilizzato** per apportare calore per permettere la fusione tra metallo base e metallo d'apporto: sono presenti saldature per mezzo di **gas** (ossiacetilenica) e **ad arco elettrico** (elettrodo rivestito, **TIG**, **MIG**, **MAG**).

La **saldatura a gas** utilizza, come sorgente di calore, la **fiamma** ottenuta mediante la **combustione di acetilene con ossigeno**: la reazione ha un elevato contenuto termico e bassa reattività della fiamma con il metallo base e d'apporto. I due gas (ossigeno e acetilene) vengono compressi e forniti in bombole. Entrambe le **bombole** sono dotate di un **rubinetto** per l'apertura e la chiusura del flusso di gas; inoltre su ogni bombola è presente un **gruppo riduttore-regolatore di pressione** per adattare la pressione del gas a quella richiesta dal cannello.

Il **cannello** ha la funzione di far **miscelare i due gas**, di permettere la **regolazione della fiamma** e di **dirigere la fiamma**, localizzando l'apporto termico sul punto da saldare. Il cannello deve essere dimensionato in modo tale che la velocità della miscela dei due gas sia superiore alla velocità di propagazione della fiamma per evitare accensioni nella parte interna del cannello stesso.

15.1 SALDATURA AD ARCO ELETTRICO



Descrizione dell'attrezzatura

In questo metodo di saldatura, il **calore** necessario alla fusione del materiale base è generato da un **arco elettrico** che scocca tra un **elettrodo fusibile metallico**, coperto da un opportuno rivestimento, e il **metallo base**.

L'operatore tiene in mano una **pinza porta elettrodo**, l'**arco** viene **innescato** toccando il **metallo base con la punta dell'elettrodo**; al momento del contatto scorre nel circuito una **corrente di intensità elevata** (corto circuito) che surriscalda notevolmente sia l'elettrodo che il metallo base.

Gli **elettrodi** impiegati hanno un'**anima metallica** di **materiale** chimicamente e metallurgicamente **simile a quello base** e un **rivestimento** che sviluppa **gas** per la protezione dell'arco e del metallo base dall'ossidazione.

Un **gruppo di saldatura ad arco elettrico** è costituito essenzialmente dai seguenti **elementi** (figura 1):

- ◇ generatore;
- ◇ torcia;
- ◇ pinza di massa;
- ◇ bombola di gas inerte (saldatura in atmosfera di gas inerte).

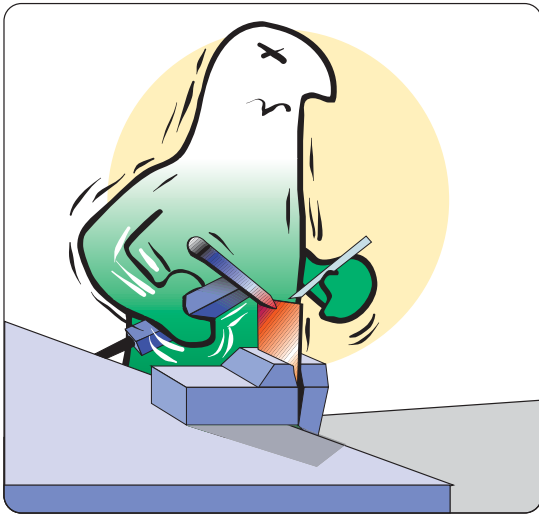


Figura 1 – Generatore e bombola di gas inerte

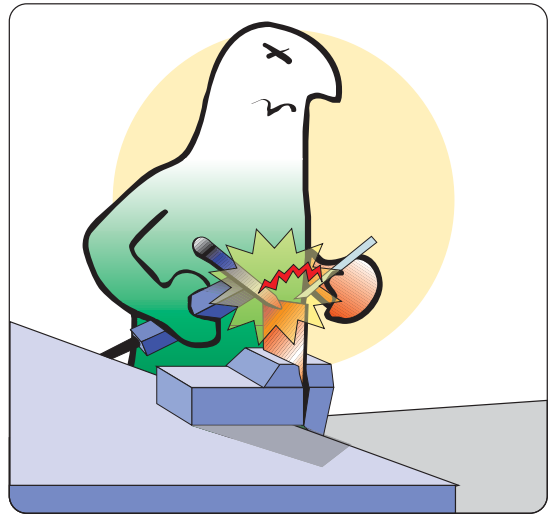


Rischi specifici della macchina

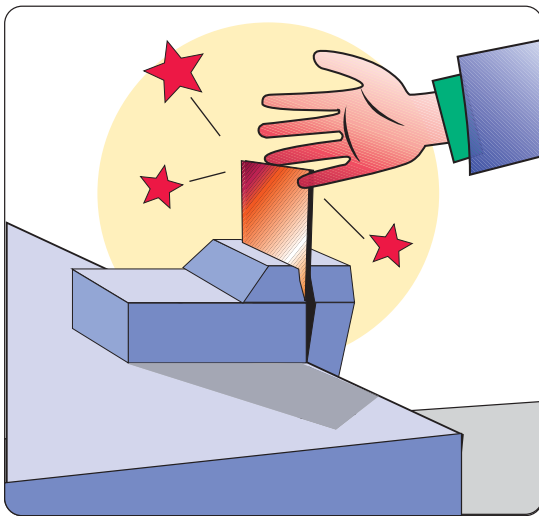
Per tali rischi si intendono quelli che possono manifestarsi per il mancato intervento dei ripa-
ri e dei dispositivi di sicurezza oppure per errori di manovra o per uso non corretto dei DPI.



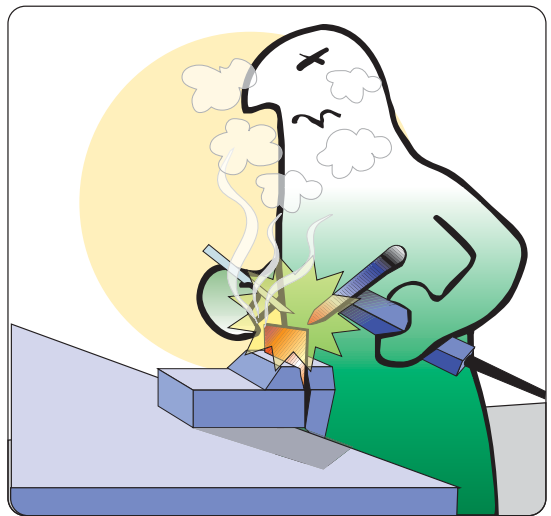
Elettrocuzione



Ustioni per il calore emesso dall'arco.



Ustioni per contatto con le parti da saldare.



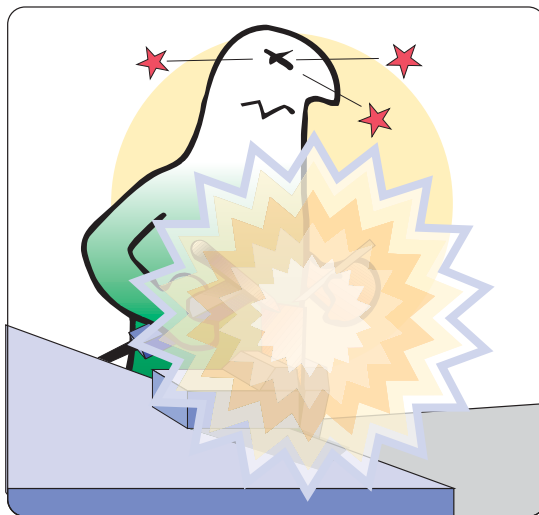
Inalazione dei fumi prodotti.



Irritazione degli occhi per le radiazioni ultraviolette.



Formazione di cataratta dovuta alle radiazioni infrarosse.



Abbagliamento con cecità temporanea per le radiazioni visibili.



Nota: l'arco elettrico emette radiazioni non ionizzanti visibili e non visibili (radiazioni ultraviolette e infrarosse).



Principali norme comportamentali dei lavoratori e procedure

Il lavoratore deve porre la massima attenzione durante le operazioni di lavoro, seguendo le istruzioni impartite dal datore di lavoro, dai dirigenti e dai preposti.

1. Preparare i pezzi da saldare prima della saldatura mediante raschiatura o pulizia (sgrassaggio) (figura 2).

Figura 2 – Preparazione alla saldatura

2. Posizionare il pezzo da saldare in una morsa sul banco di saldatura.
3. Verificare che la massa sia collegata al pezzo da saldare.
4. Posizionare la bocca di aspirazione dei fumi nei pressi dell'area di lavoro (figura 3).

Figura 3 – Postazione di saldatura (con uso di materiale d'apporto) con bocca di aspirazione

5. Accendere il generatore.
6. Avvicinare la torcia al pezzo da saldare, innescando l'arco (figura 4 e figura 5).



Figura 4 – Saldatura tipo TIG



Figura 5 – Saldatura a elettrodo

7. Eseguire la saldatura (figura 6).
8. A fine saldatura, togliere la maschera di protezione, spegnere il generatore.



Raccomandazioni

La rimozione del pezzo dalla morsa o posizionario deve essere eseguita con i guanti e/o con le pinze.



Figura 6 – Operazione di saldatura



Descrizione dell'attrezzatura

La **saldatura ossiacetilenica** è basata sul principio della combustione dei gas e, in particolare, dalla **combinazione** di un **gas combustibile** (acetilene) con l'**ossigeno**. Una volta innescata la combustione con l'apposito cannello, la **fiamma prodotta** viene **diretta sulla superficie** da saldare o da tagliare, permettendo lo svolgimento delle operazioni per fusione dei metalli.

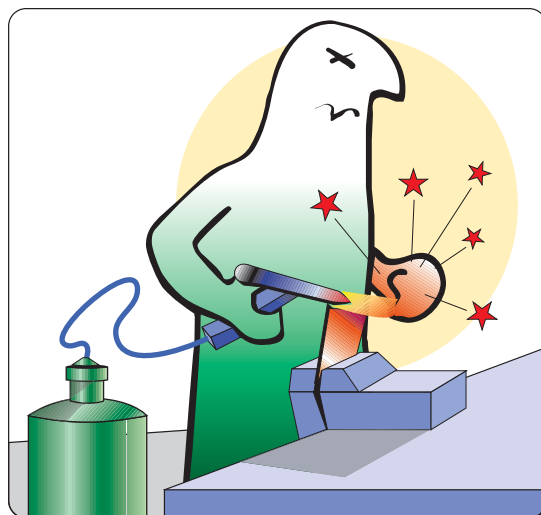


Rischi specifici della macchina

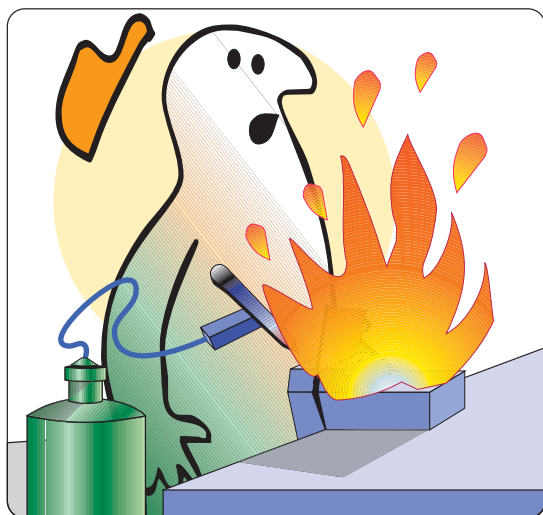
Per tali rischi si intendono quelli che possono manifestarsi per il mancato intervento dei ripari e dei dispositivi di sicurezza oppure per errori di manovra o per uso non corretto dei DPI.



Proiezione di materiali incandescenti.



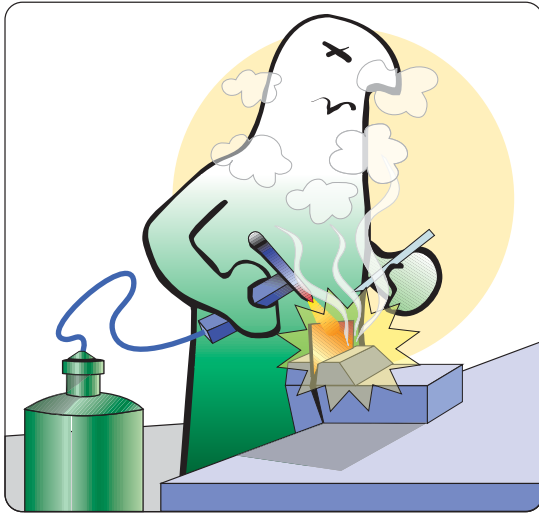
Ustioni per ritorno di fiamma al cannello, dovuto a ostruzione e/o contatto con le parti fuse.



Incendio.



Scoppio delle bombole (pressione massima per l'acetilene 15 kg/m²).



Inalazione dei fumi prodotti.



Formazione di cataratta dovuta alle radiazioni infrarosse.



Principali norme comportamentali dei lavoratori e procedure

Il **lavoratore** deve porre la **massima attenzione** durante le operazioni di lavoro, seguendo le **istruzioni** impartite dal **datore di lavoro**, dai **dirigenti** e dai **preposti**.

Si riportano di seguito le principali **operazioni** da eseguire per la **saldatura**.

1. Verificare, con **ispezione visiva**, che tutte le **apparecchiature** dell'impianto di saldatura siano in **efficienza**, con particolare riferimento a **riduttori di pressione**, **manometri** e **valvole**.
2. Verificare la **stabilità** dello **staffaggio delle bombole** di ossigeno e acetilene.
3. Verificare che l'**ugello di uscita** della lancia che sarà utilizzato sia **pulito** e **non ostruito**.
4. Aprire le **bombole** e regolare la **pressione di mandata** di ossigeno e acetilene in funzione del **tipo di cannello utilizzato**.
5. Aprire il **rubinetto dell'acetilene** (figura 7).
6. Aprire il **rubinetto dell'ossigeno** (figura 7).



Figura 7 – Cannello da saldatura con i rubinetti di acetilene (rosso) e di ossigeno (blu)

7. **Accendere il cannello**, rivolgendolo verso la parte opposta al proprio corpo.
Importante: le fasi 5, 6 e 7 devono essere svolte in **sequenza rapida**.
8. **Eseguire la saldatura** (figura 8 e figura 9).



Figura 8 – Saldatura ossiacetilenica senza materiali di apporto



Figura 9 – Saldatura ossiacetilenica con materiale di apporto

9. Chiudere il **rubinetto dell'acetilene**.
10. Chiudere il **rubinetto dell'ossigeno**.
11. Una volta **aperto il cannello**, per evitare ritorni di fiamma, aprire e richiudere l'**erogazione di acetilene e ossigeno**.
12. Chiudere le **bombole** e scaricare i **manometri**, utilizzando i **pomelli** appositi.



Raccomandazioni

Il **banco di saldatura** e le **apparecchiature di saldatura e taglio** devono essere **pulite**, soprattutto **non** devono essere **sporcate** con **grasso** o **lubrificanti**.
Per la **movimentazione** dei **pezzi saldati**, utilizzare i **guanti** e/o le **pinze**.
Durante la **martellatura** dei pezzi saldati, utilizzare uno **schermo facciale** per la **protezione dalle scorie** che potrebbero colpire l'addetto.

D.P.I. Dispositivi di protezione individuale

L'operatore deve indossare i seguenti **dispositivi di protezione individuale** durante le operazioni di **saldatura**:

- ◇ **guanti per saldatura**
 - con **protezione dai rischi di natura meccanica** con seguenti livelli di resistenza minimi: **abrasione 4, taglio 1, lacerazione 4, perforazione 3**, come da norma UNI – EN 388
 - con **protezione dai rischi da calore o fuoco** con i seguenti livelli di resistenza minimi: **infiammabilità 4, calore per contatto 2, calore convettivo 3, calore radiante 1, piccole proiezioni di metallo fuso 4**, come da norma UNI – EN 407;
- ◇ **grembiule per saldatura**, conforme alla norma UNI – EN 470;
- ◇ **maschera per saldatura**, conforme ai requisiti del D.M. 02/05/2001 e alle norme UNI – EN 166;
- ◇ **occhiali a vetro scuro** per la **saldatura ossiacetilenica**;
- ◇ **calzature di sicurezza** di categoria S2, come indicato dalla norma UNI - EN 345.



Nota: si fa presente che i DPI da utilizzare sono sempre quelli che il datore di lavoro ha individuato in base alle esigenze emerse dalla valutazione dei rischi.

Principali casi di infortunio

Le note di seguito riportate non derivano da dati statistici, attualmente non disponibili, ma dalle esperienze raccolte presso le aziende del settore e fra gli addetti ai lavori.

Tra gli **infortuni più frequenti** si riscontrano le **ustioni per contatto diretto** con le **parti da saldare** o per il **calore emesso dall'arco nella saldatura elettrica**. Non meno numerosi sono gli **infortuni** dovuti alla **proiezione di scorie di saldatura** durante la **martellinatura** dei pezzi.