



Saldatura



Generalità e Metodologie



SALDATURA

- Processo per la realizzazione di **collegamenti non smontabili**
- Permette la creazione di un componente **monolitico**

Saldatura autogena

Le saldature si dicono *autogene* quando il metallo base dei lembi da unire fonde e contribuisce alla formazione del giunto.

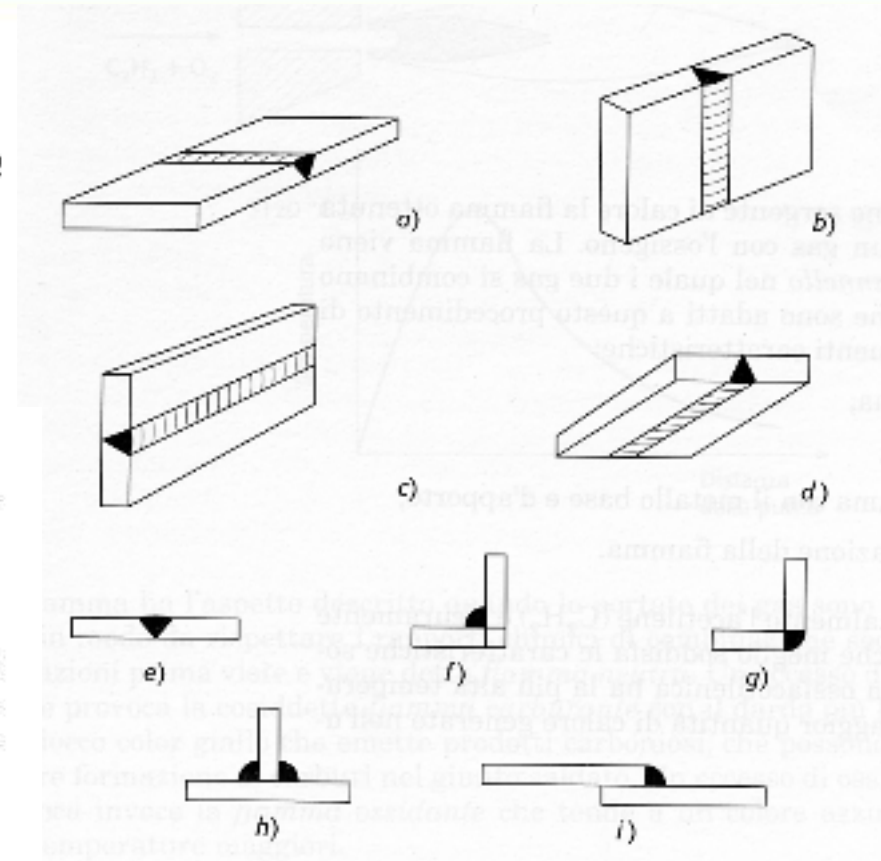
Saldatura eterogena

La saldatura è detta *eterogena* quando il metallo base non fonde e non partecipa alla costituzione del giunto. L'unione dei lembi avviene mediante fusione di un materiale d'apporto che bagna il giunto. Questo tipo di saldatura è anche detto *saldobrasatura* o *brasatura*.

Saldatura omogenea ed eterogenea

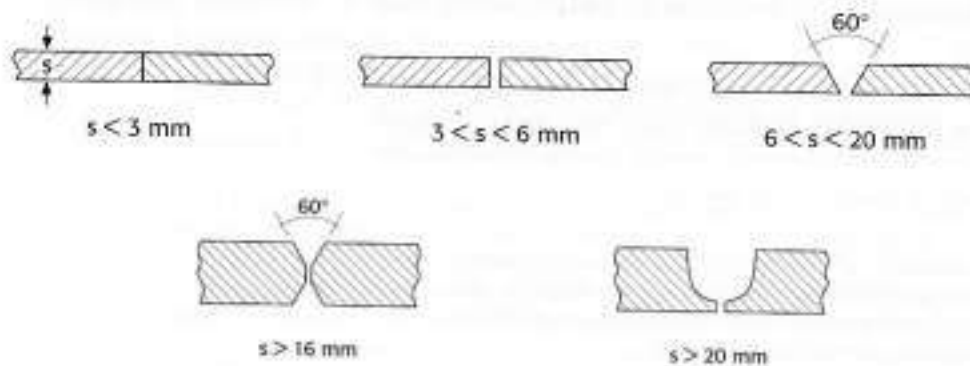
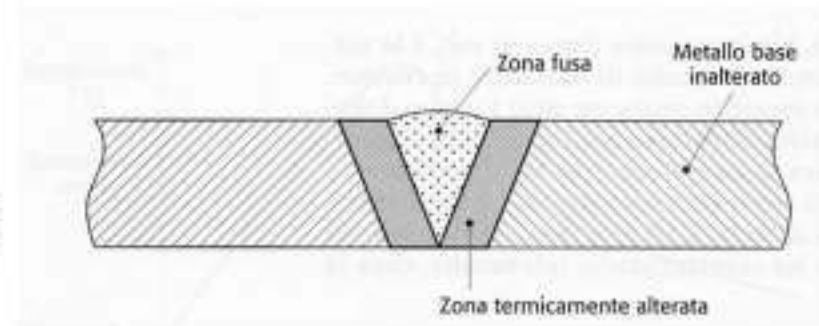
Quando il metallo d'apporto è uguale al metallo base, la saldatura è detta *omogenea*.

Se il materiale d'apporto è diverso dal materiale base, la saldatura è detta *eterogenea*.



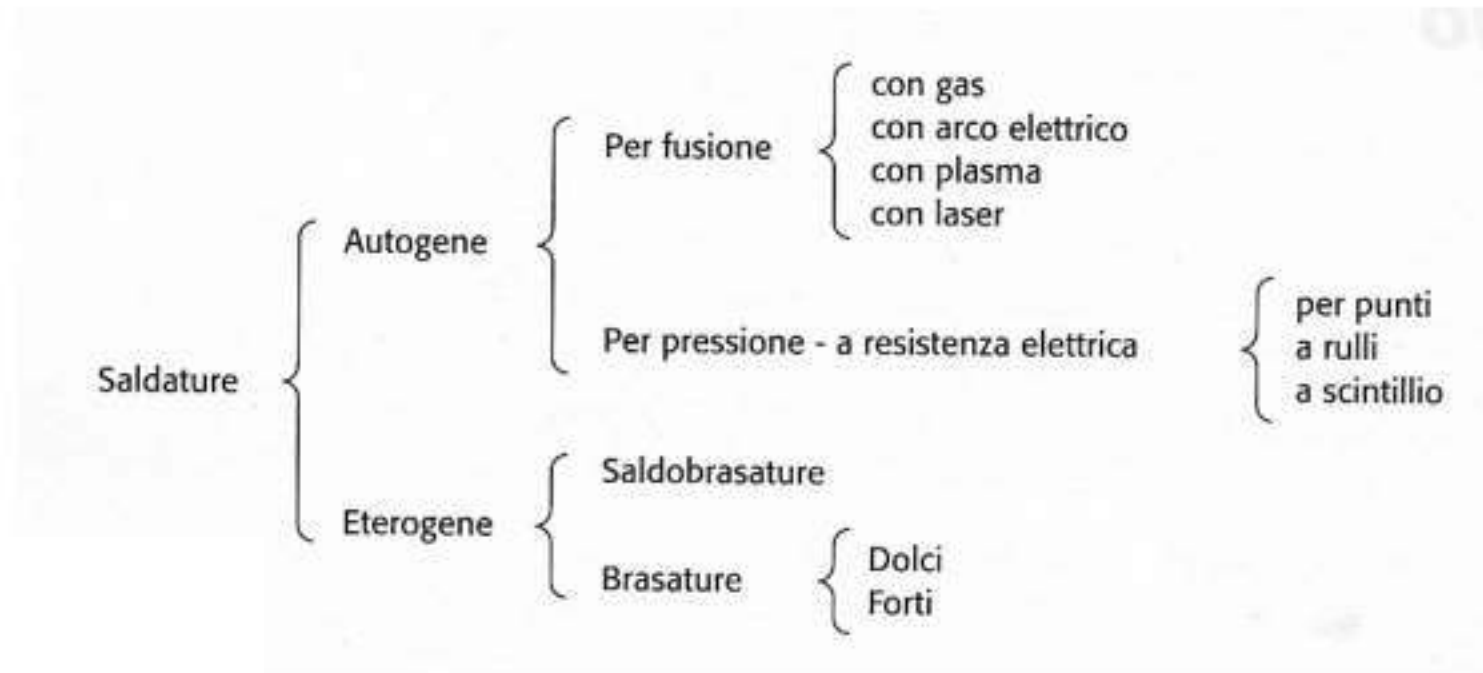


- Cianfrinatura: preparazione lembi del giunto
- Processi di natura **termica**
- Deposizione metallo d'apporto (**filler**)
- Si distinguono: zona di fusione (FZ), zona termicamente alterata (HAZ), metallo base inalterato





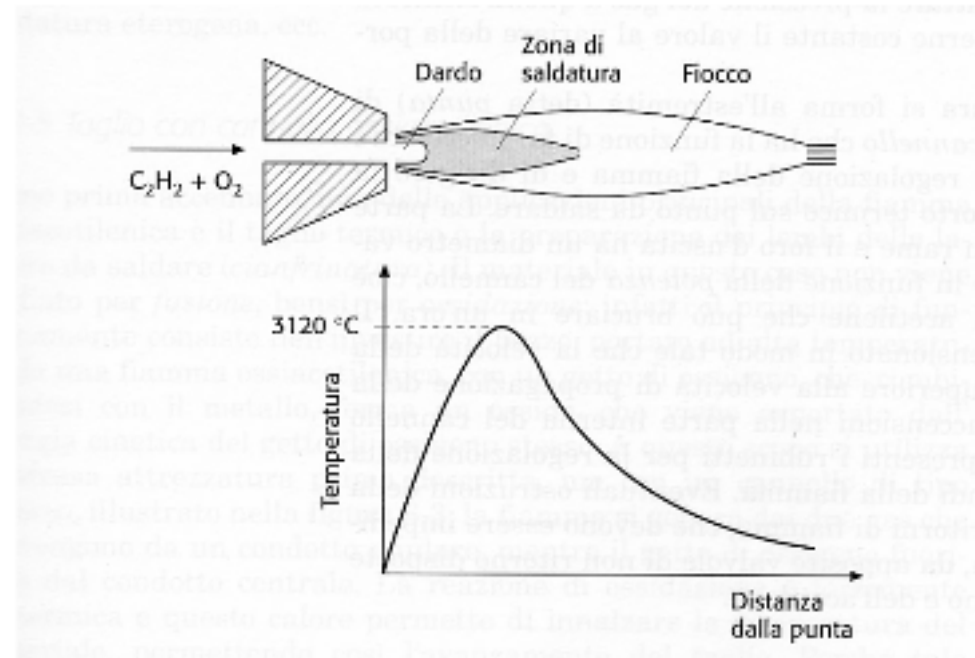
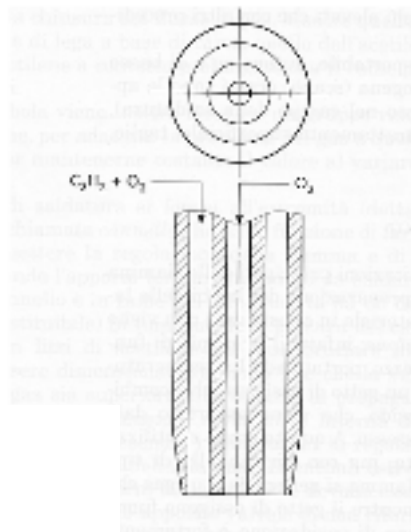
Le saldature sono suddivise in autogene (stesso materiale) o eterogenee (materiale si salda a materiale differente). Del secondo tipo un esempio è la saldatura a stagno utilizzata in elettronica





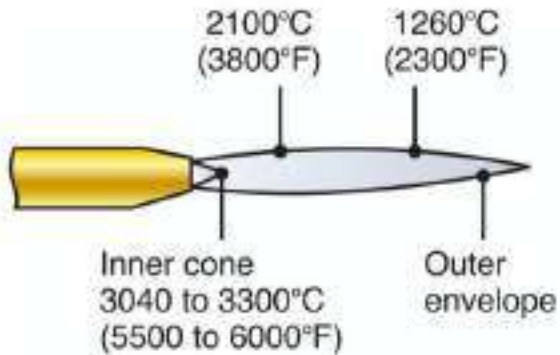
Il processo storicamente utilizzato è la saldatura ossiacetilenica. Si ha un cannello caldo capace di portare in fusione il materiale delle parti da saldare.

Questo processo è ancora utilizzato per saldature su grandissimi spessori e con prodotti di dimensioni molto elevate (tubi cantieristici)

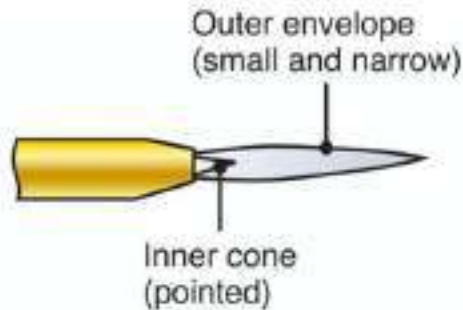




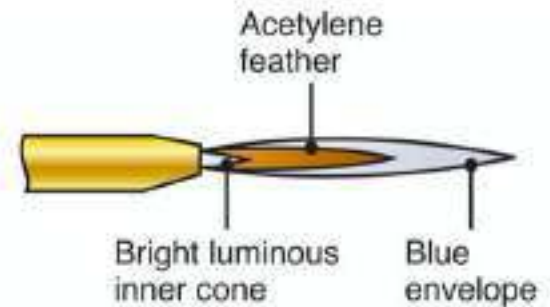
Tipologia fiamma



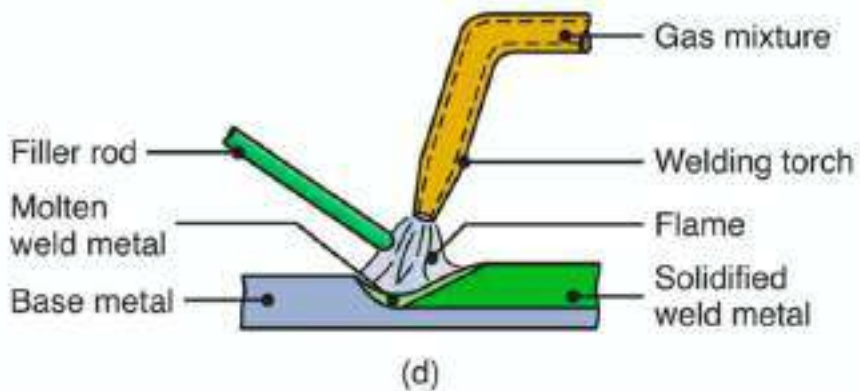
(a) Neutral flame



(b) Oxidizing flame



(c) Carburizing (reducing) flame



Link Video:

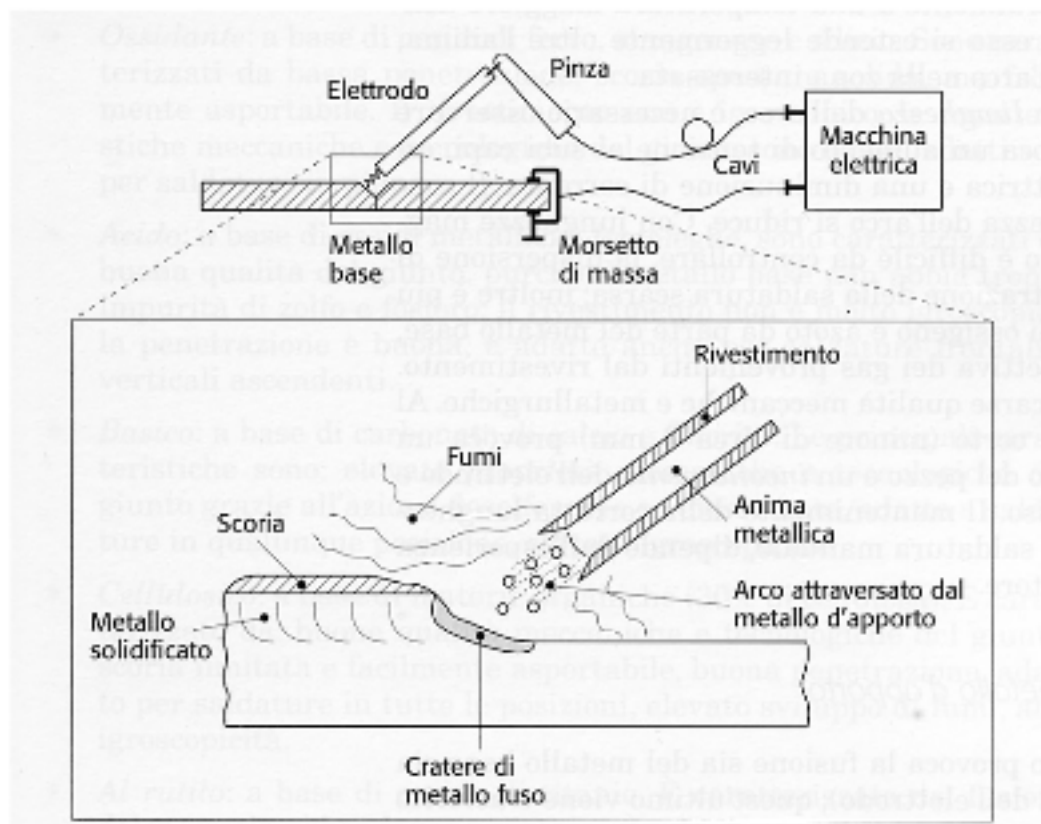
<https://www.youtube.com/watch?v=gf8EgAoOOk4>



Elettrodo Fusibile

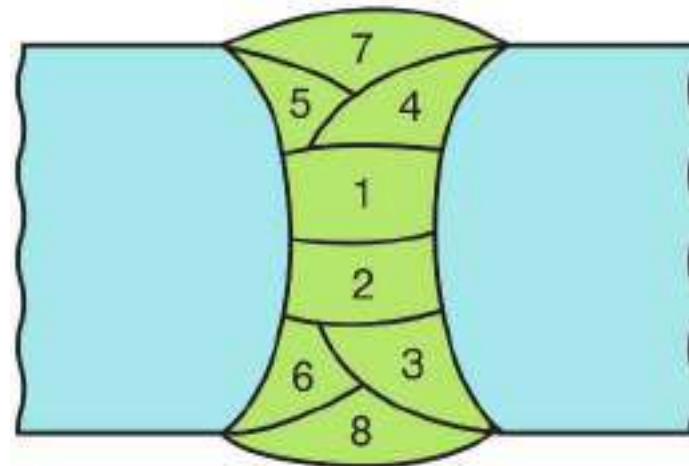
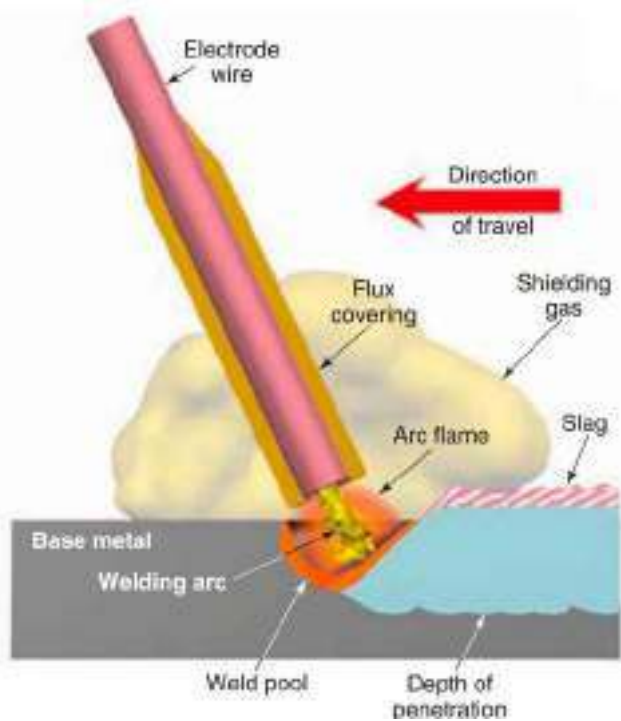
Per impieghi più leggeri si utilizza invece la saldatura ad elettrodo fusibile. Questa tipologia di saldatura è effettuata “sul campo” grazie alla strumentazione sostanzialmente molto semplice richiesta.

In questa saldatura il rivestimento dell'elettrodo fonde per creare una protezione per il materiale d'apporto (molto reattivo chimicamente quando caldo)





Elettrodo Fusibile



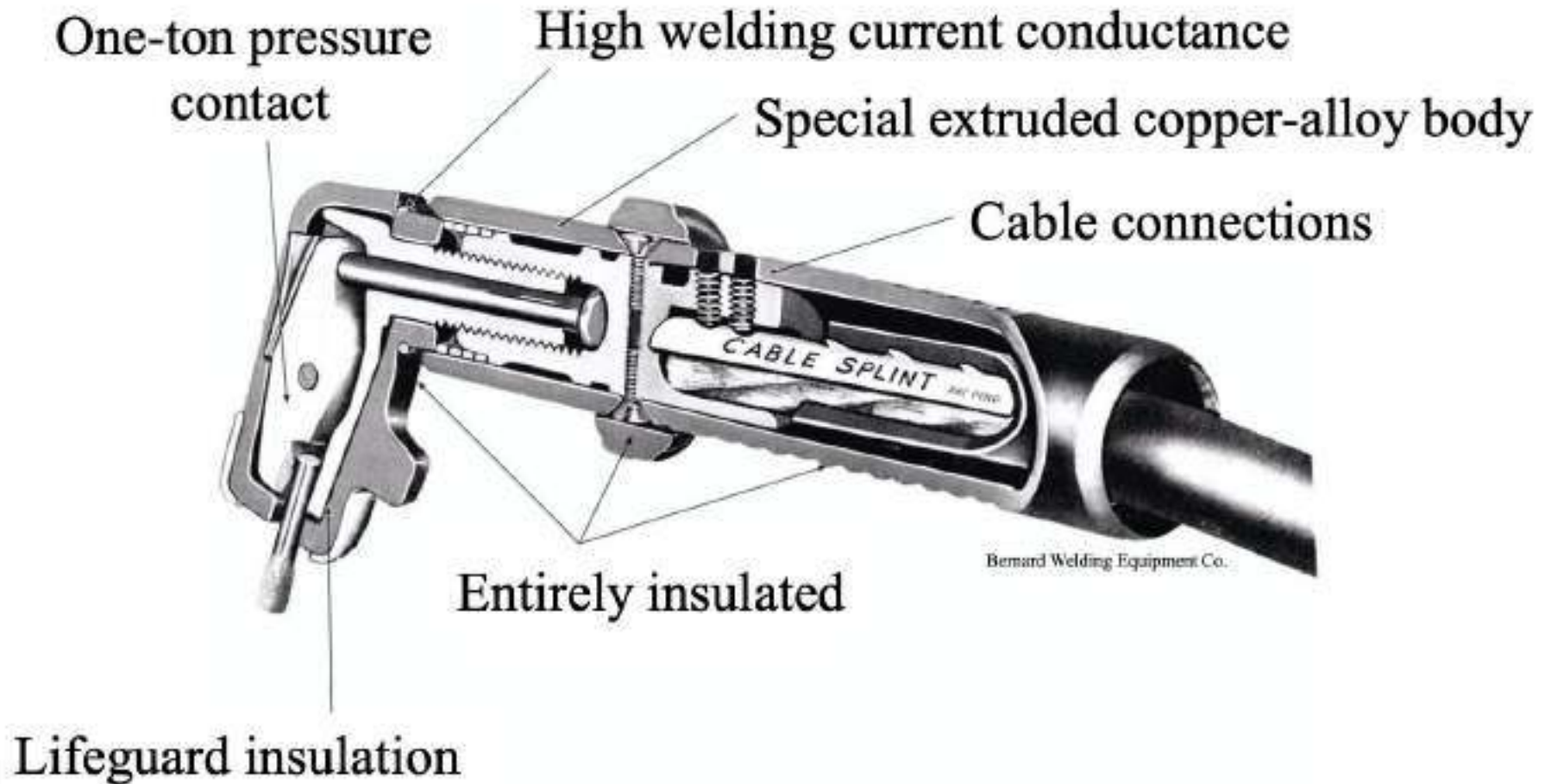
Link Video:

<https://www.youtube.com/watch?v=elmDvqdeMKI>

<https://www.youtube.com/watch?v=TeBX6cKKHWY>

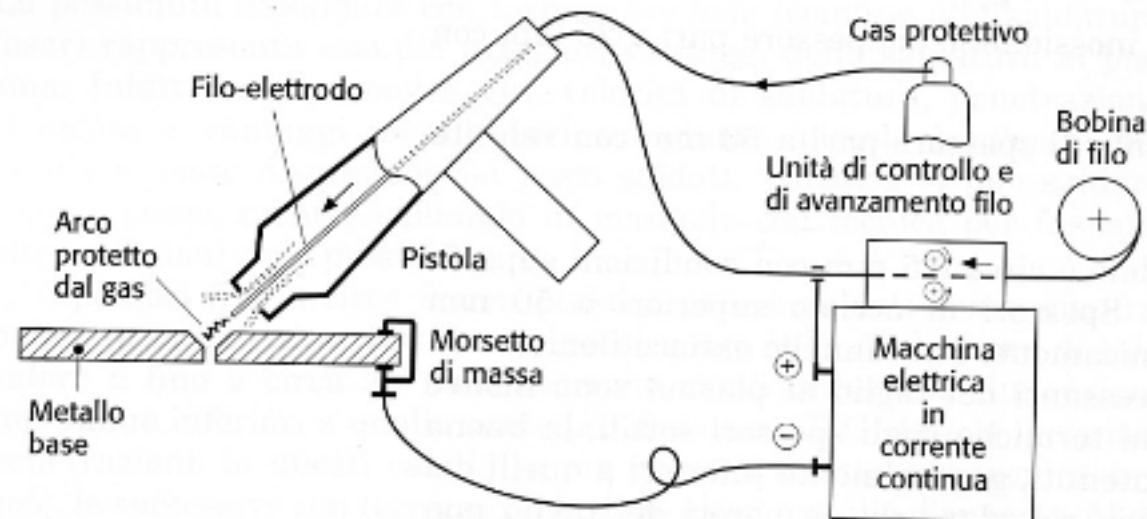


Torcia per elettrodo



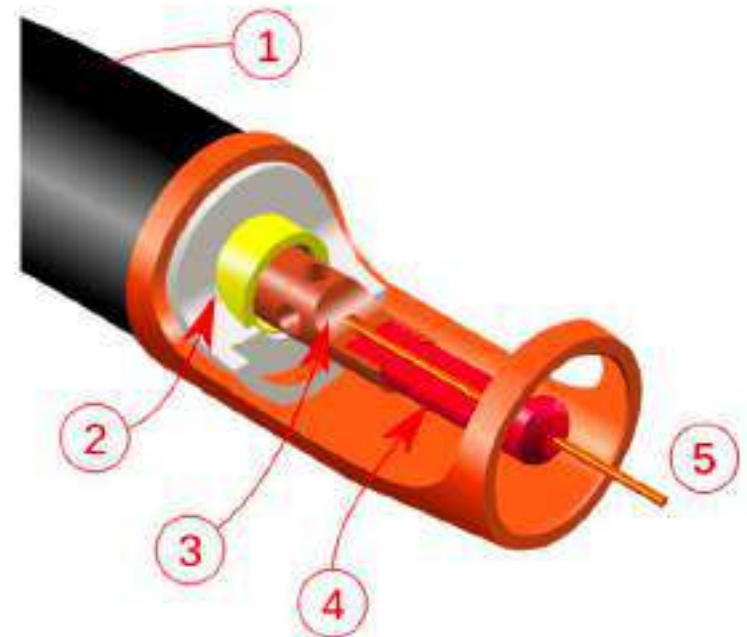
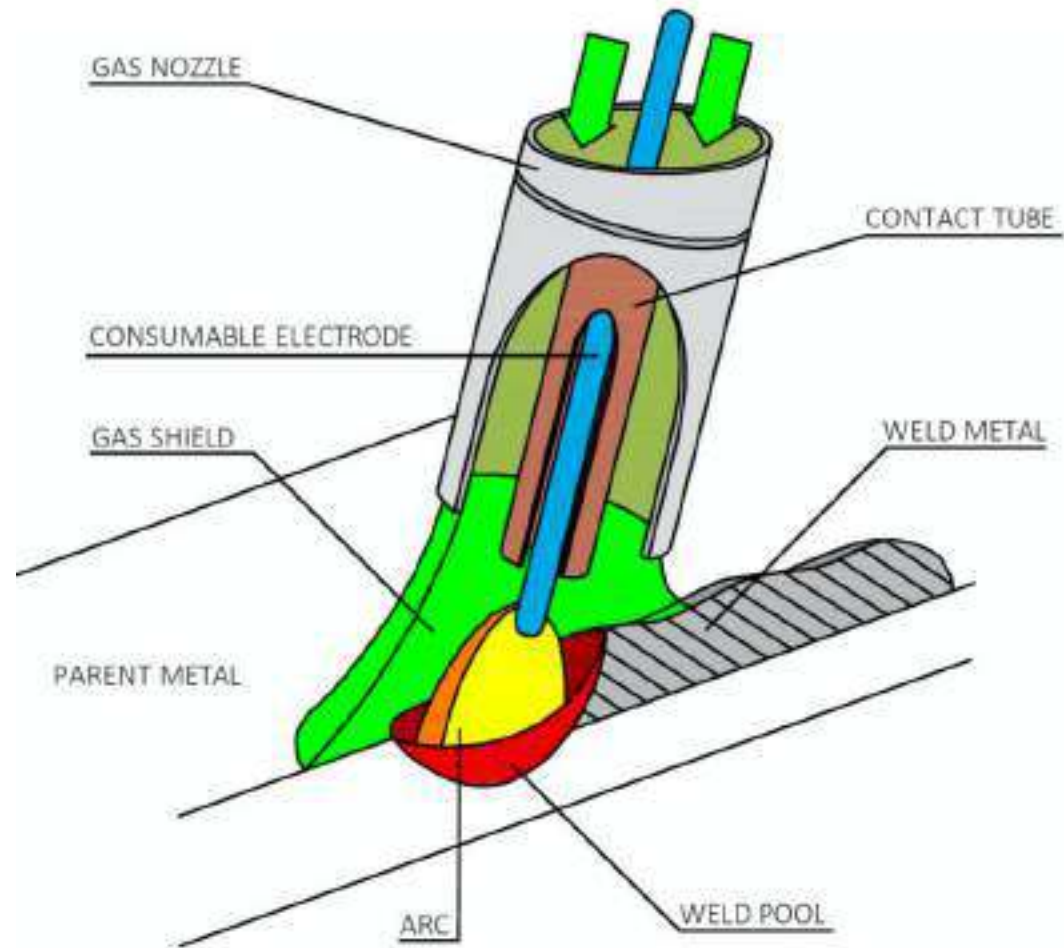


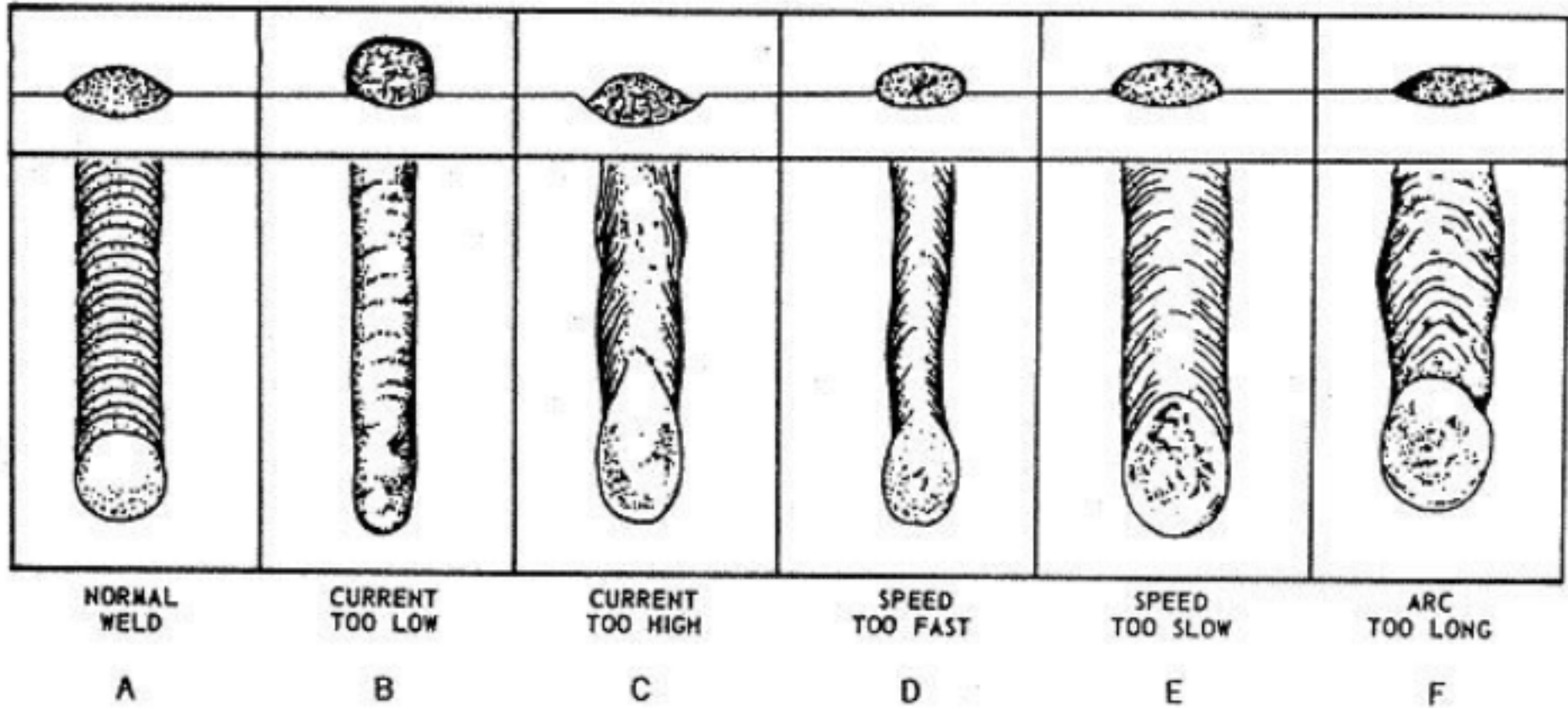
Molto simile al TIG solo utilizza un utensile fusibile per apportare il metallo, il gas utilizzato è di solito argon o elio, a volte anche CO_2 . E' un processo di saldatura automatico che permette elevate prestazioni. Si ha una maggiore penetrazione della saldatura rispetto ad altri metodi con l'elettrodo rivestito.





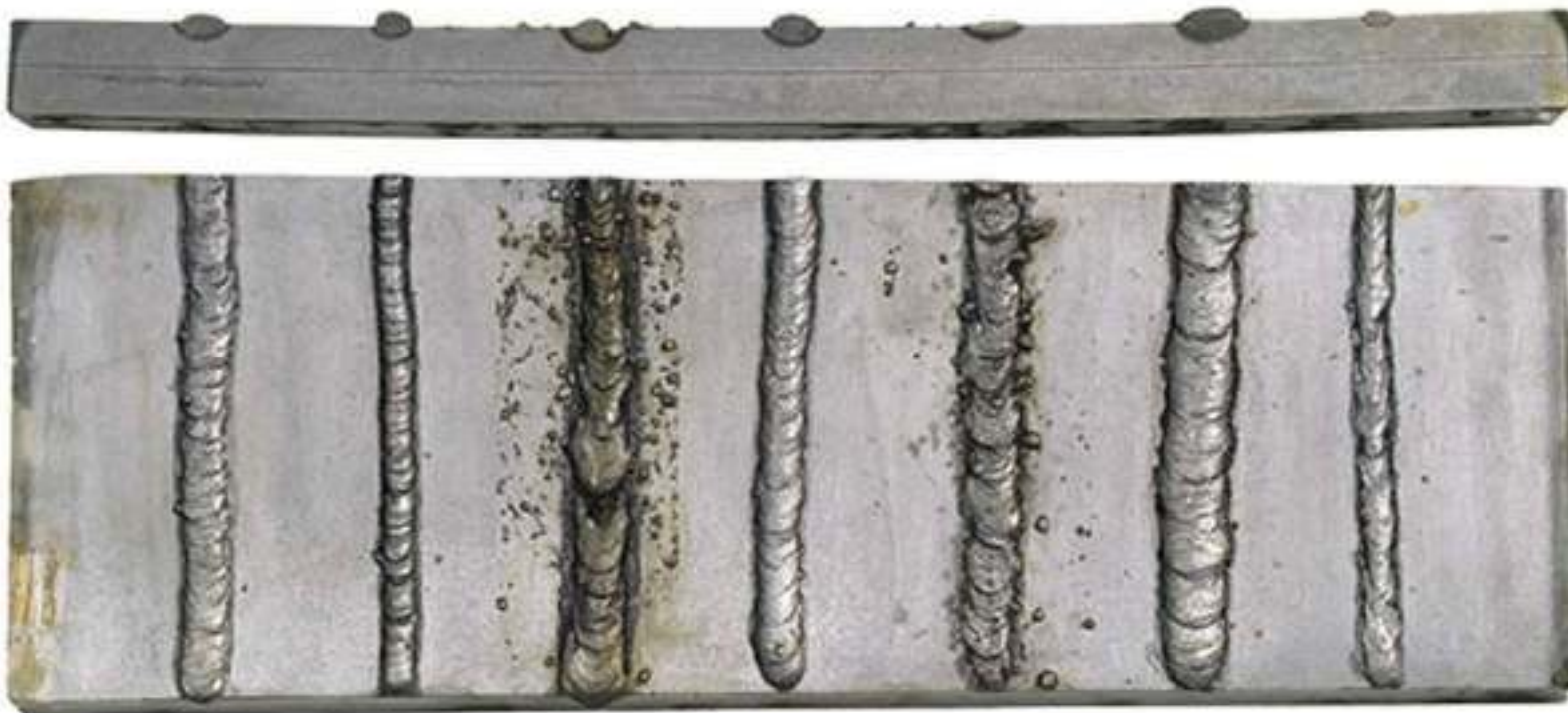
MIG/MAG







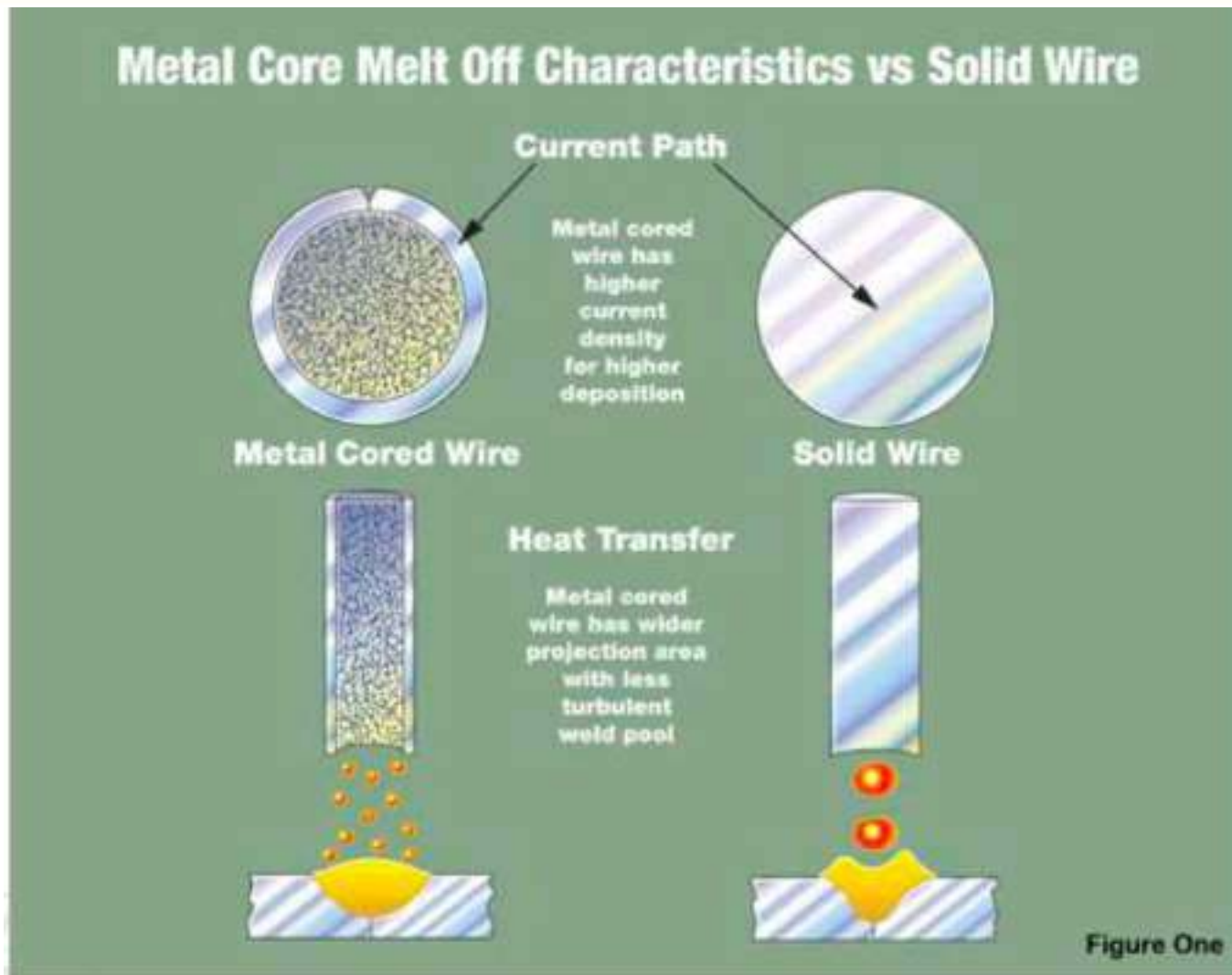
Parametri di processo e caratteristiche cordone



- A – Good Weld: Proper Current, Travel Speed and Arc Length
- B – Current too low: Ropey, convex bead appearance
- C – Current too High: Excess spatter and possible burn-through
- D – Arc Length too short: Poor wet-in at toes; electrode can
- E – Arc Length too Long: Excess spatter, undercut and porosity
- F – Travel Speed too slow: Wide weld with excess metal deposit
- G – Travel Speed too high: Ropey and convex bead

Link Video:

<https://www.youtube.com/watch?v=twUAa5LWUvk>





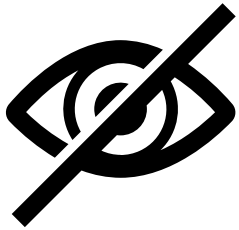
Protezione



Emissioni arco e proiezione



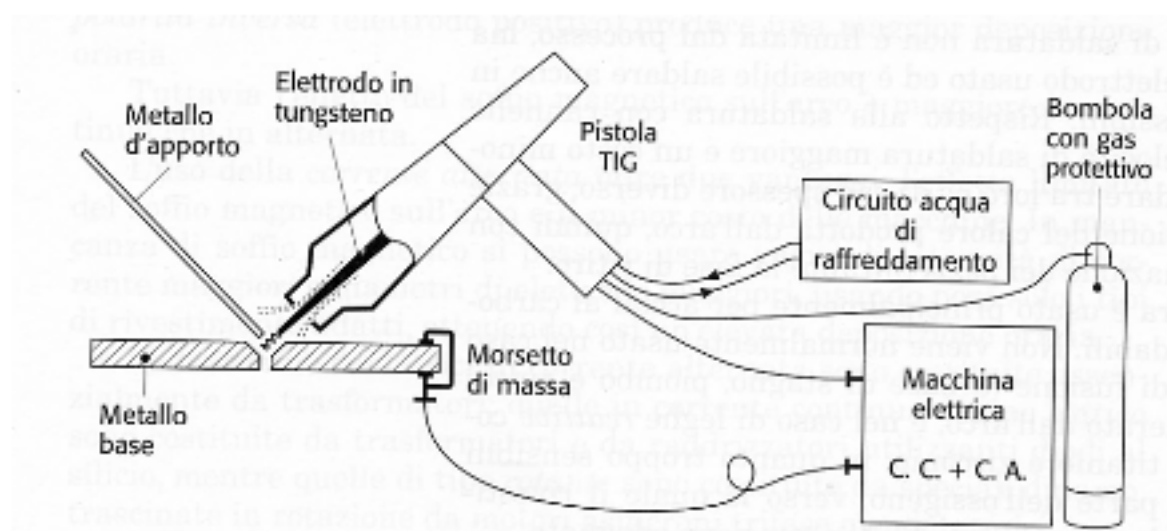
Fumi

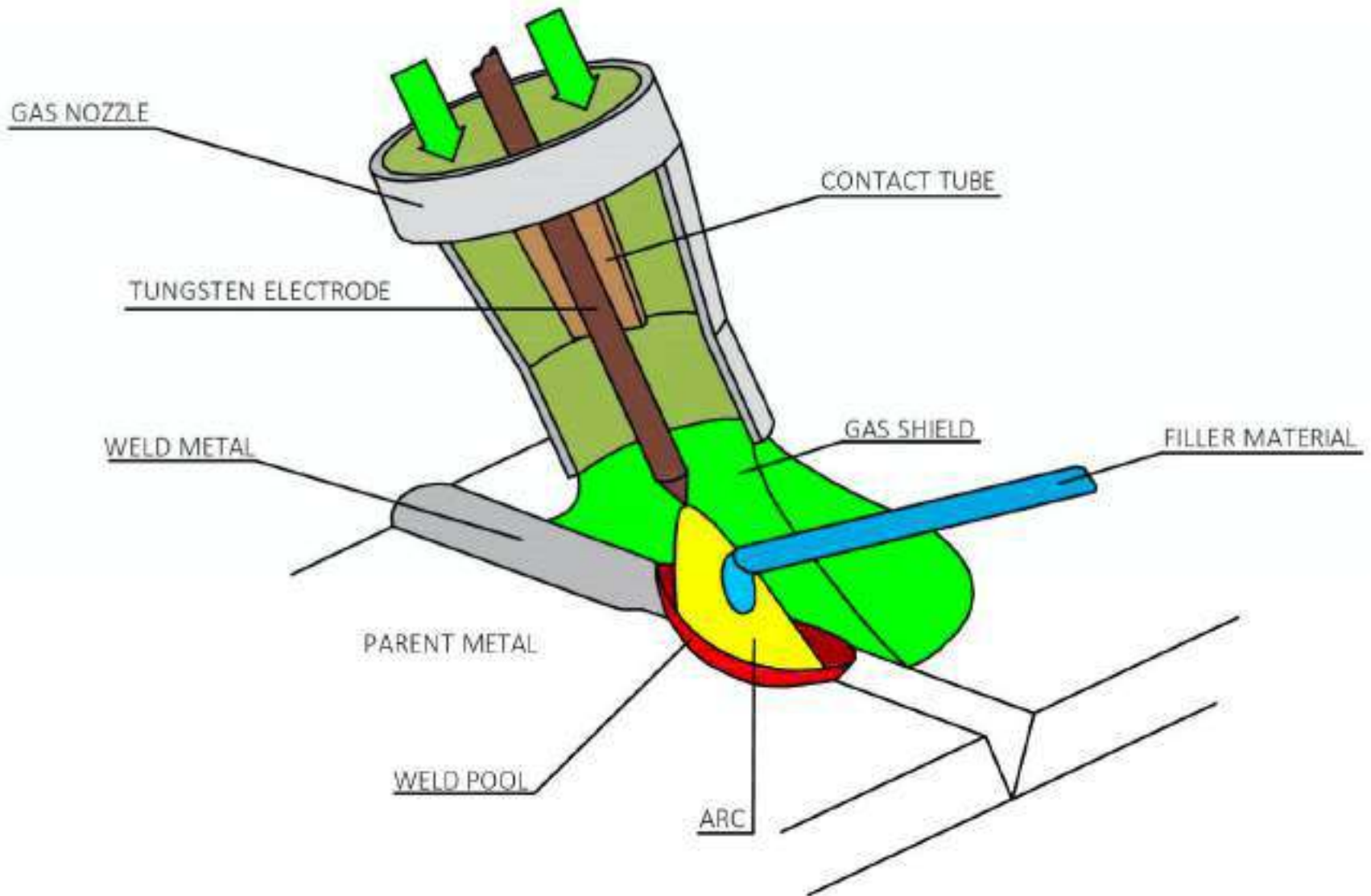




La saldatura TIG (Tungsten Inert Gas) effettua la fusione del materiale di apporto sempre tramite arco elettrico, scoccato fra un elettrodo di tungsteno ed il pezzo stesso.

La protezione del materiale saldato è offerta da una atmosfera di gas inerte, di solito argon o elio







Il TIG è uno dei processi industrialmente più utilizzati in quanto permette di saldare dei materiali tipicamente non saldabili con altri processi, fra cui l'alluminio e le sue leghe, gli acciai inox, l'ottone, il rame e le leghe di magnesio.

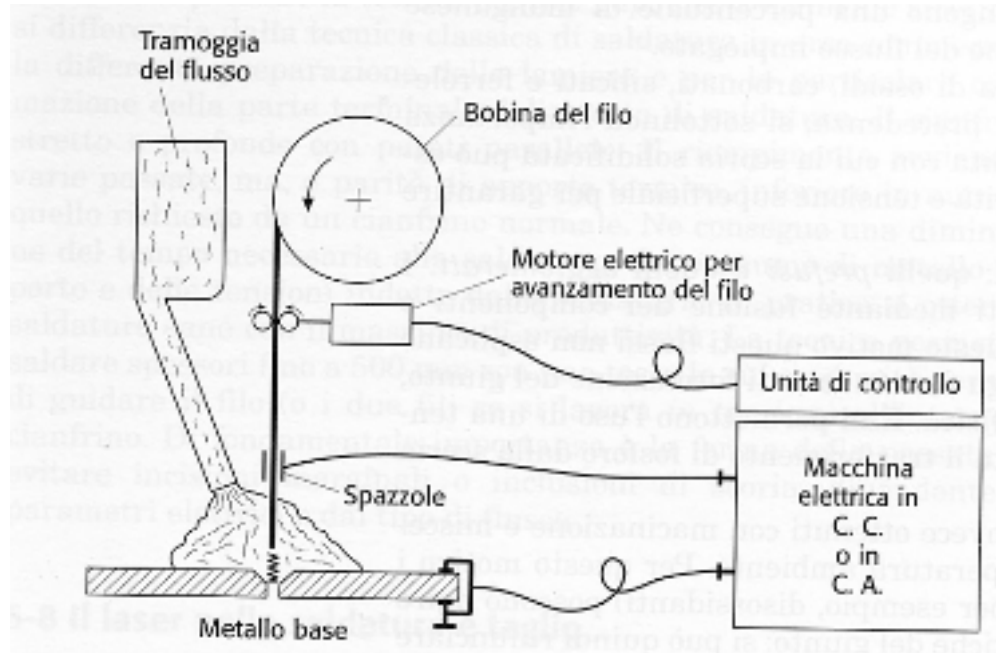


Link Video:

<https://www.youtube.com/watch?v=uO5pVLOAmD4>



Altro processo ad elevata automazione permette la saldatura solo di profili piani. La saldatura avviene sotto uno strato di materiale protettivo (chiamato flusso) in modo da essere protetto da ossidazione, anche in questo caso l'elettrodo è fusibile

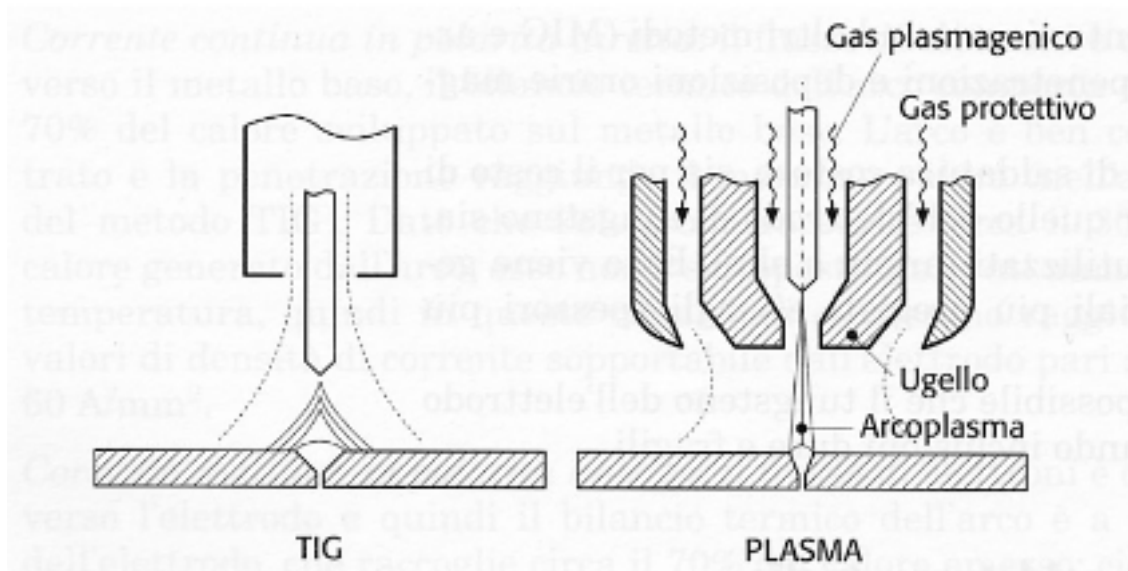


Link Video:

<https://www.youtube.com/watch?v=H6QGLGJ-BOE>



La saldatura al plasma permette di arrivare a temperature molto elevate (20.000 °C) permettendo quindi la saldatura anche di materiali alto fondenti, è un processo critico in quanto è probabile causa di fusioni diffuse sul componente. Si utilizza molto spesso anche per tagliare, fornisce in questo caso una buona superficie di taglio

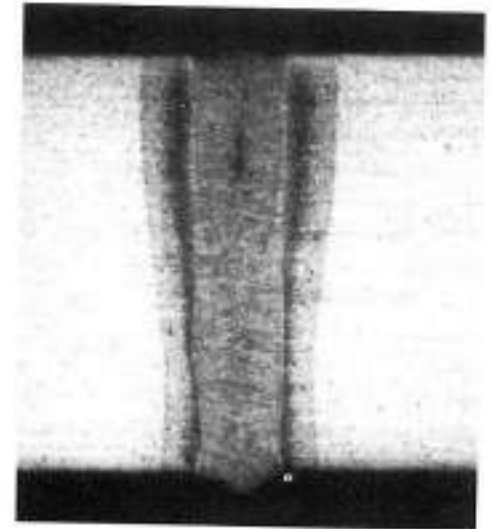
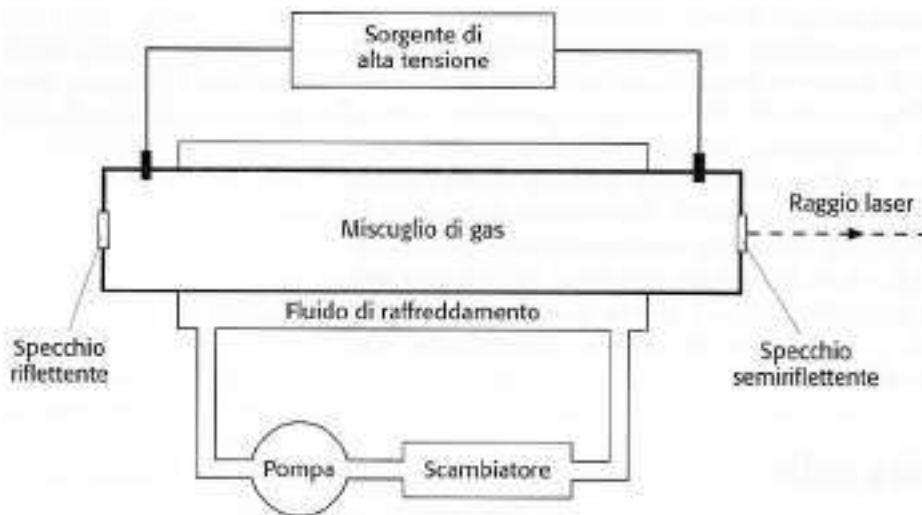


Link Video:

<https://www.youtube.com/watch?v=BNN6P3srV9M>

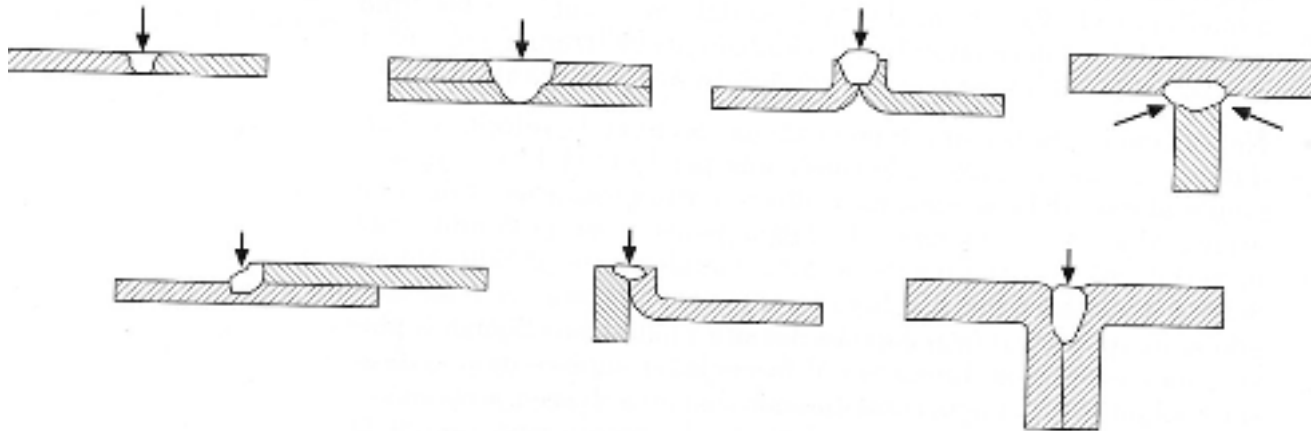


La saldatura laser permette di ottenere delle dimensioni del punto di saldatura anche molto ridotte, senza la necessità di una preparazione delle parti da saldare e la presenza di metallo di apporto





Nella saldatura Laser la fusione è molto localizzata e tende a creare delle zone fuse nelle parti a contatto “colpite” dal laser



Tipo di laser	Lunghezza d'onda (μm)	Potenza media	Potenza di picco	Rendimento medio (%)
CO ₂	10,6	100 W-100 kW		12
Nd-YAG/Nd-vetro	1,06	100 W-3kW	50 kW	1-2
Nd-YAG Q switched	1,06		100 MW	8
CO	6	100 W-5 kW		8
Eccimeri	0,19-0,351	100-500 W	2 GW	2
Semiconduttori	0,64-1,2	0,5 W/diodo		30

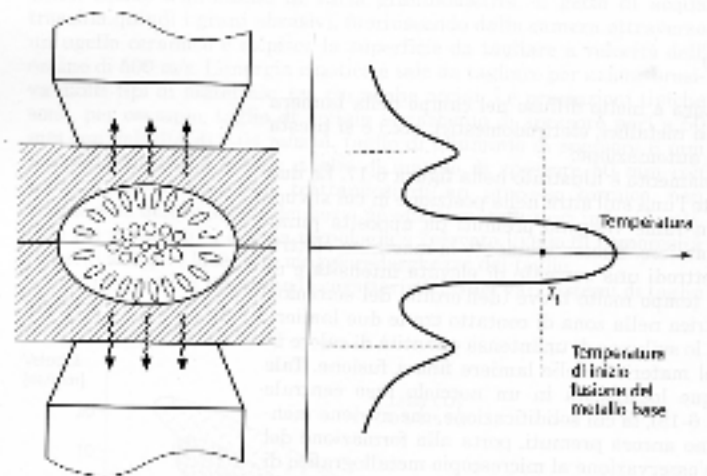
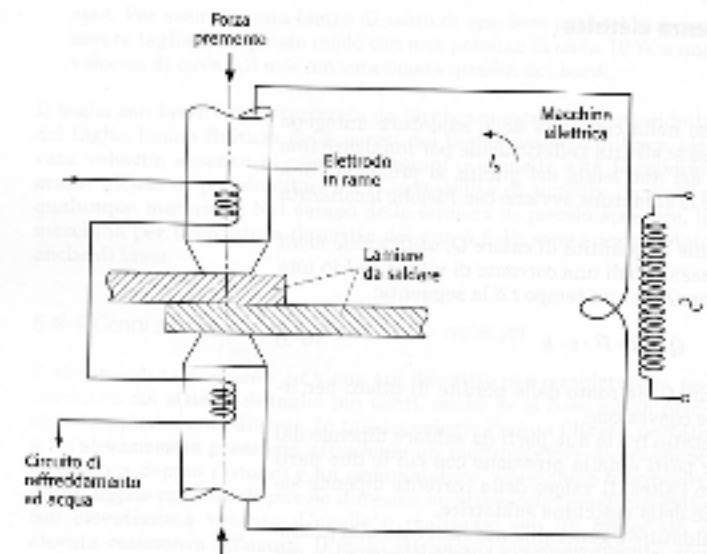
Link Video:

<https://www.youtube.com/watch?v=yuTIR5E98Dw>



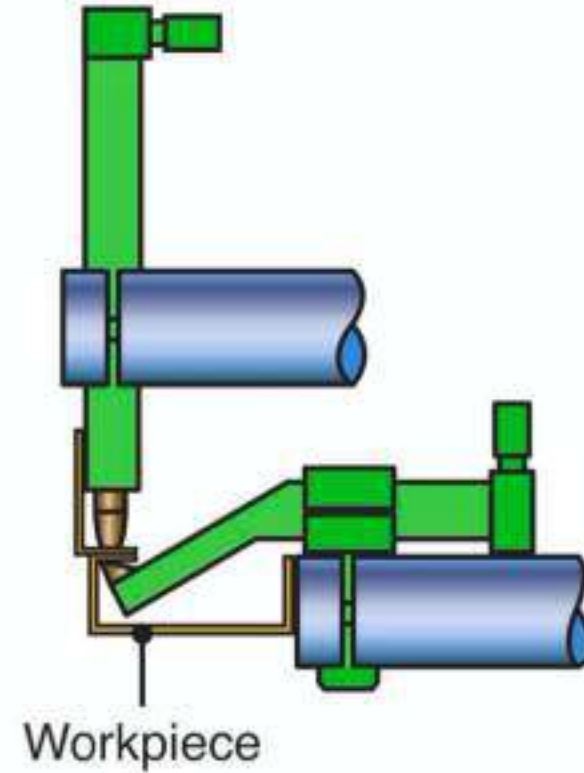
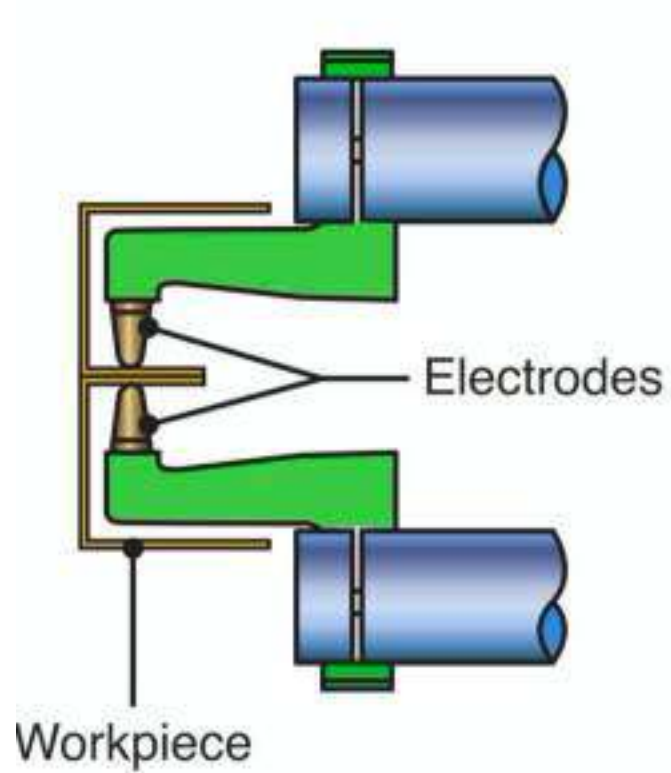
Saldatura a Punti

Utilizzata soprattutto per le lamiere (e per materiali plastici) questa saldatura non ha la necessità della preparazione delle lamiere. Tramite il calore prodotto dalla resistenza elettrica fra l'interfaccia delle lamiere si crea una fusione molto localizzata. Questo processo è utilizzato in ambito industriale per la sua notevole automazione. Si usa quando non è richiesta una grande forza di collegamento.



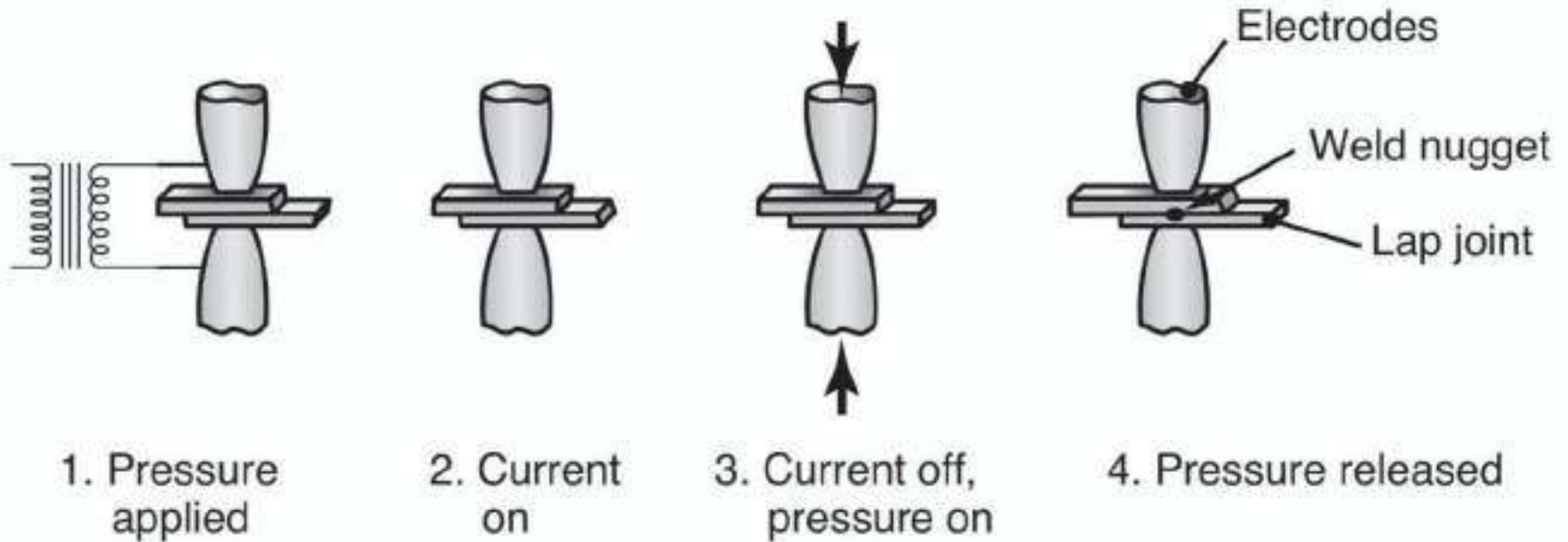


Saldatura a Punti





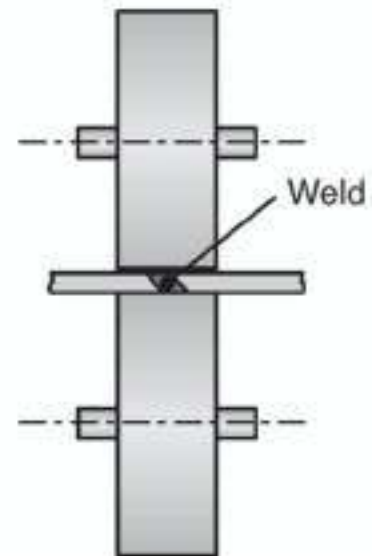
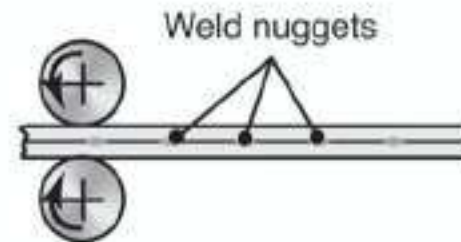
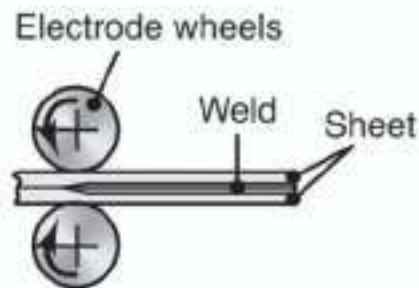
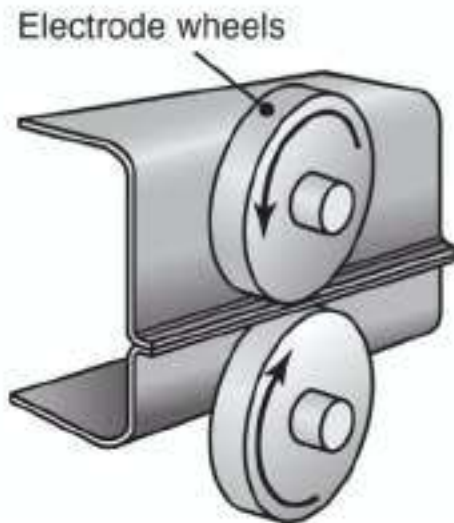
Saldatura a Punti





Saldatura a Rulli

Analoga alla saldatura per punti, permette però di avere un cordone di saldatura continuo grazie all'azione dei rulli sulla lamiera

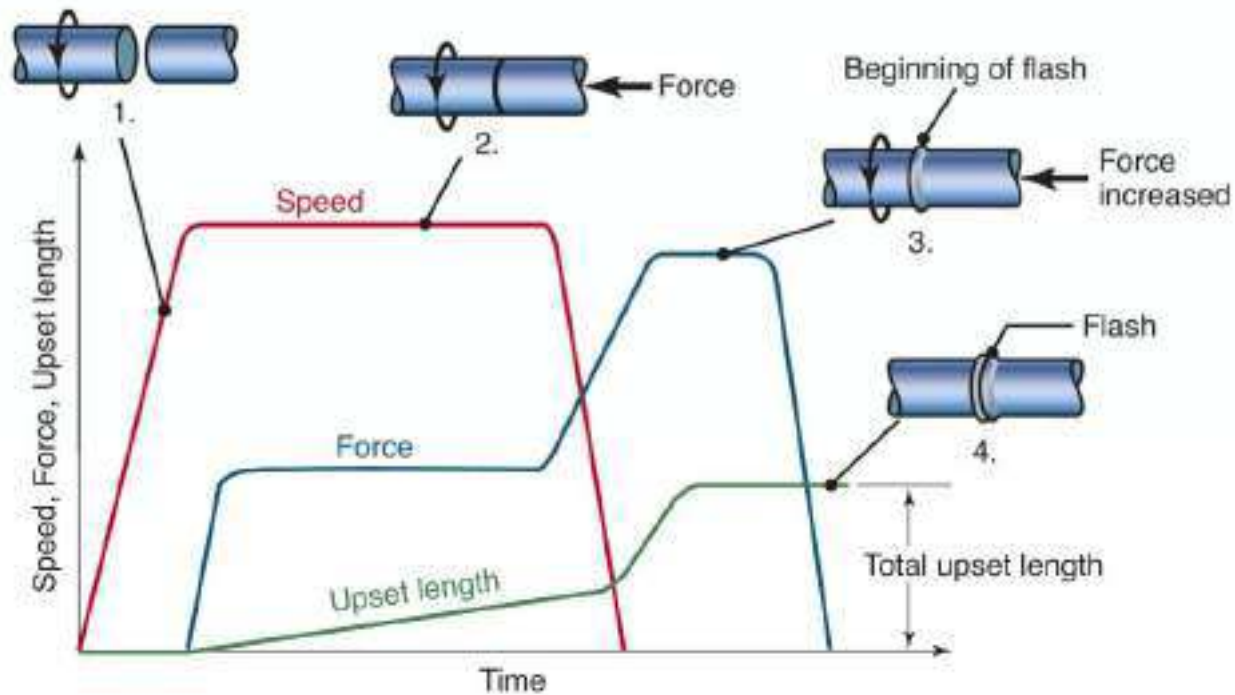


Link Video:

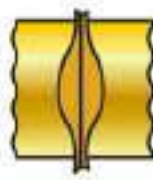
<https://www.youtube.com/watch?v=qz8KgWYddEM>



Saldatura ad Attrito



(a) High pressure
or low speed



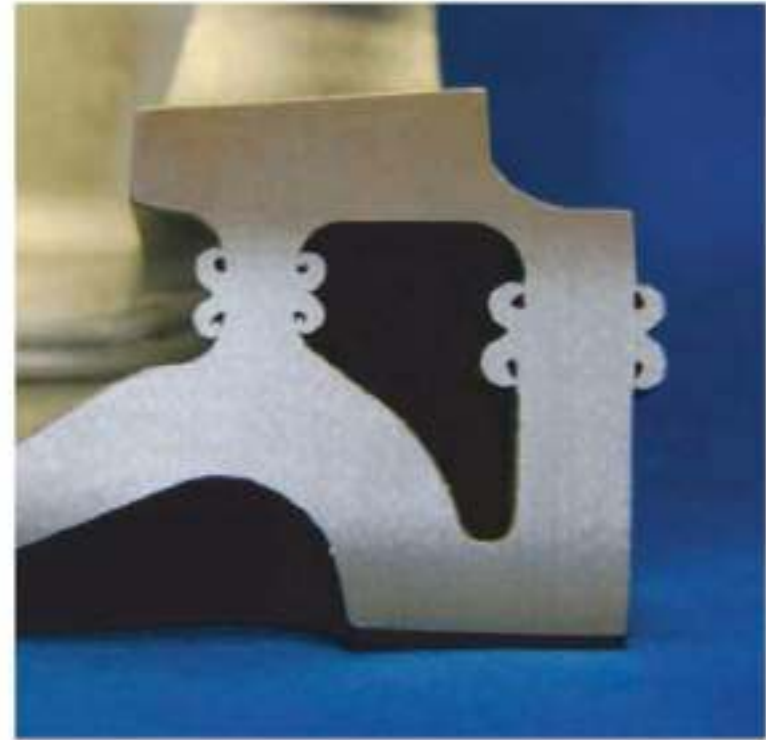
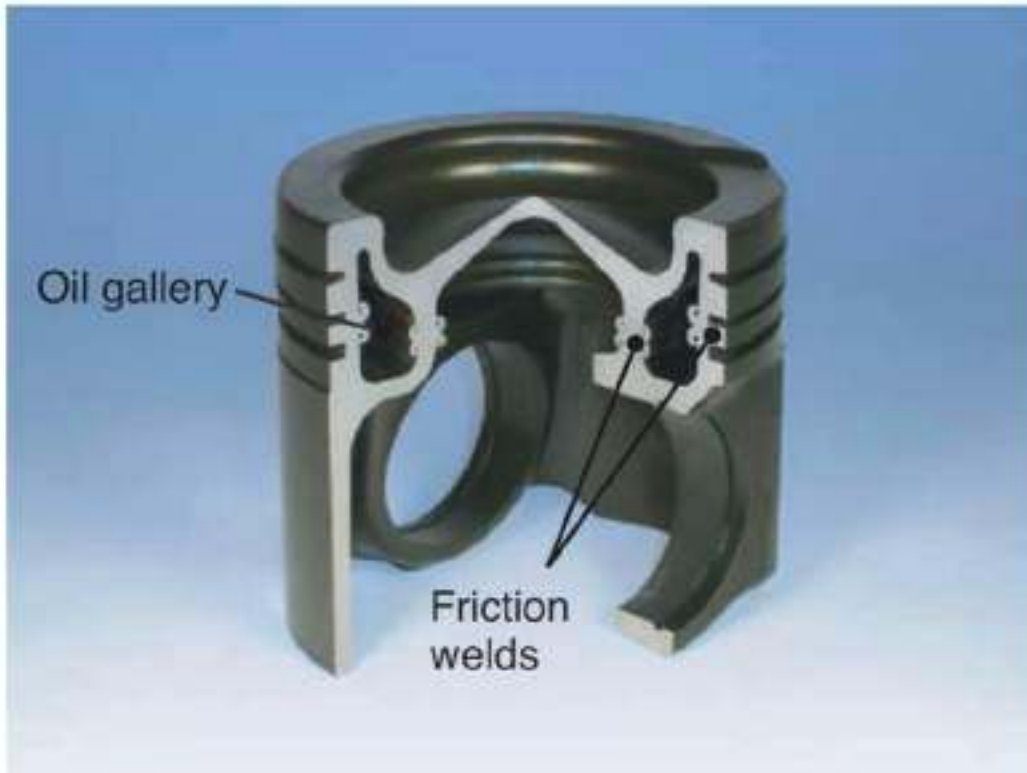
(b) Low pressure
or high speed



(c) Optimum



Saldatura ad Attrito



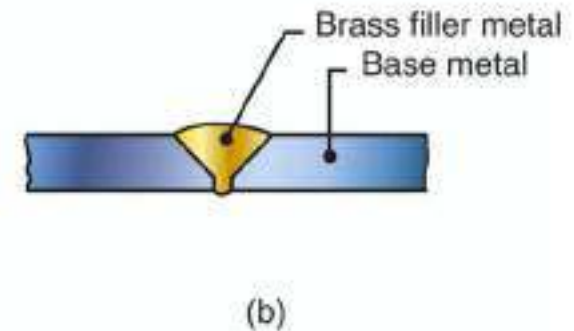
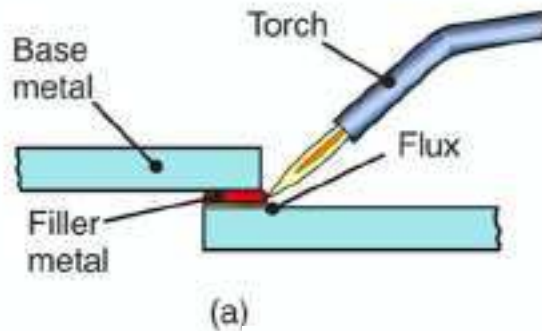
Link Video:

<https://www.youtube.com/watch?v=42MUVQNPrXE>

<https://www.youtube.com/watch?v=umEuqbgVOR8>



Brasatura



(a) Brazing and (b) braze welding operations.



Link Video:

https://www.youtube.com/watch?v=U8o3pOuE_f8



Base Metal	Filler Metal	Brazing Temperature (°C)
Aluminum and its alloys	Aluminum-silicon	570-620
Magnesium alloys	Magnesium-aluminum	580-625
Copper and its alloys	Copper-phosphorus	700-925
Ferrous and nonferrous alloys (except aluminum and magnesium)	Silver and copper alloys, copper-phosphorus	620-1150
Iron-, nickel-, and cobalt-base alloys	Gold	900-1100
Stainless steels, nickel- and cobalt-base alloys	Nickel-silver	925-1200

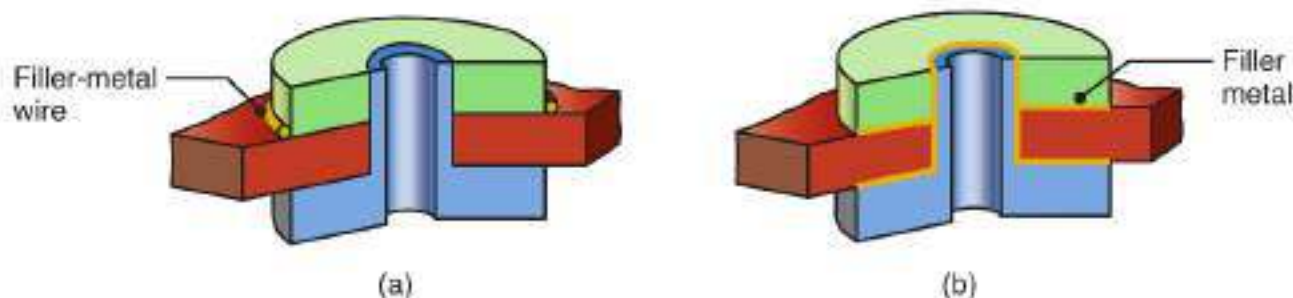


FIGURE 12.44 An application of furnace brazing: (a) before and (b) after. Note that the filler metal is a shaped wire.