

le lavorazioni ad asportazione di truciolo – le fresatrici

Le fresatrici sono macchine utensili ad asportazione di truciolo, utilizzate per la **lavorazione di superfici piane**, per ottenere scanalature e profili anche complessi.

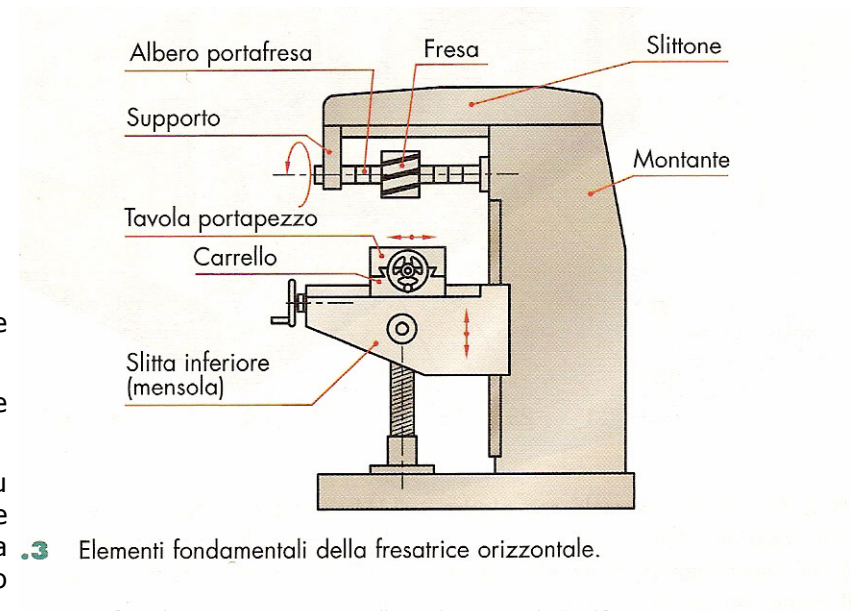
Il **moto di taglio** è affidato all'utensile (fresa) mentre il **moto di alimentazione** è posseduto dal pezzo.

le lavorazioni ad asportazione di truciolo – le fresatrici

➤ componenti della fresa (rif. fresatrice orizzontale):

- ✓ **basamento e montante**
- ✓ **slittone**
- ✓ **mandrino**
- ✓ **albero portafresa**
- ✓ **gruppo mensola, carrello e tavola portapezzi.**

- *mensola*: può scorrere verticalmente sulle guide del montante ed è azionata da una vite verticale.
- *carrello*: è dotato (perpendicolari all'asse del mandrino) che gli permettono di scorrere sulla mensola.
- *tavola portapezzo*: si appoggia sul carrello ed è l'elemento su cui viene posizionato il pezzo da lavorare. Il sistema di guide mensola-carrello e carrello-tavola consentono alla tavola portapezzo il movimento in due direzioni fra loro perpendicolari.



[L. Caligaris, S. Fava, C. Tomasello – TeknoMec – ed. Hoepli]

Le lavorazioni ad asportazione di truciolo – le fresatrici

➤ tipi di fresatrici:

✓ **orizzontali**

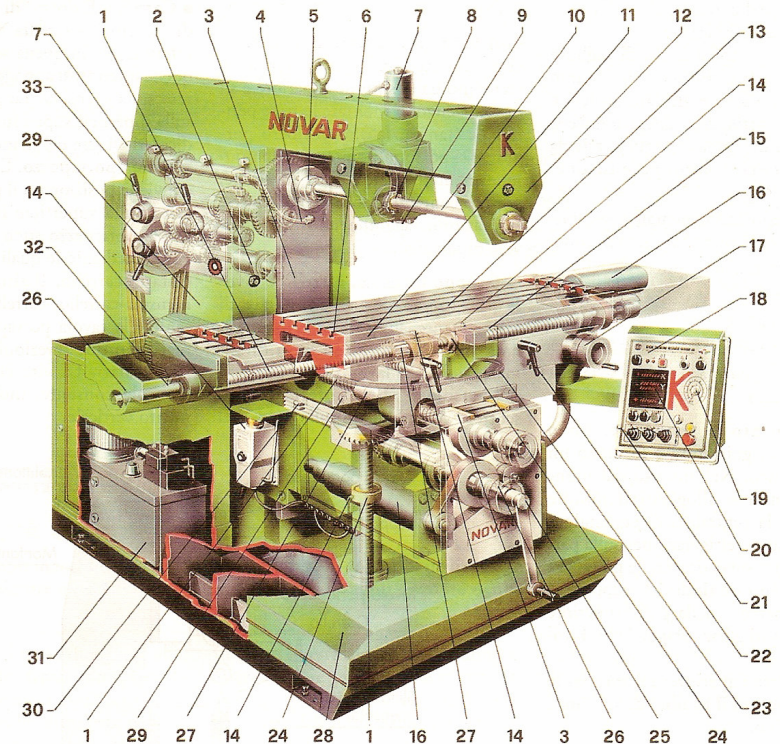
hanno l'asse del mandrino orizzontale.

✓ **universali**

simili alle orizzontali, possono però ruotare la tavola portapezzo.

✓ **verticali**

hanno l'asse del mandrino verticale.



D4.5 Fresatrice universale con piastra per la rotazione della tavola.

- 1) Viti trapezoidali (optional, viti a sfere)
- 2) Freno elettromagnetico del mandrino
- 3) Guide di scorrimento temprate e rettificcate
- 4) Impianto di refrigerazione
- 5) Mandrino orizzontale ISO 40
- 6) Scanalature a T, rettificcate
- 7) Bloccaggio automatico dell'utensile (optional)
- 8) Bronzine coniche registrabili in B14
- 9) Testa a fresare verticale ISO 40 (optional)
- 10) Albero portafrese Ø22 mm (optional altri diametri)

- 11) Impianto elettrico a norme CEI
- 12) Supporti albero porta frese
- 13) Tavola in ghisa meehanite temprata e rettificata
- 14) Lubrificazione centralizzata (optional, pompa automatica)
- 15) Arresti di finecorsa elettrici
- 16) 3 motori c.c. per avanzamento assi
- 17) Volantino elettronico commutabile sui 3 assi
- 18) Pulpito mobile porta comandi (di serie pensile)
- 19) Potenzimetro velocità avanzamenti
- 20) Visualizzatori su 3 assi
- 21) Manipolatori per il movimento degli assi
- 22) Maniglie per bloccaggio manuale

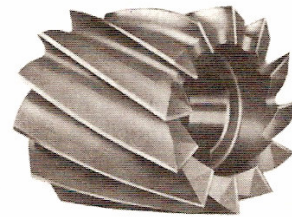
- 23) Tavola inclinabile di 45° destra (optional)
- 24) Chiocciolle in bronzo B14
- 25) Manovella per movimento ma sui 3 assi
- 26) Innessi per movimento manuale assi
- 27) Chiocciolle con recupero del gi
- 28) Vaschetta raccogli trucioli e refrig
- 29) Carri-tavola-mensola-montante i sa meehanite
- 30) Arresti di finecorsa e oltrecorsa
- 31) Centralina per bloccaggio ui (optional)
- 32) Predisposizione per divisore univ
- 33) Cambio velocità mandrino

Le lavorazioni ad asportazione di truciolo – le fresatrici

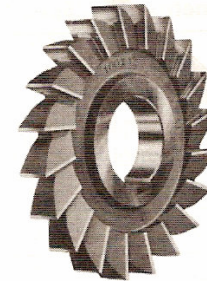
➤ utensili per fresatura (frese).

Possono essere classificate in funzione de:

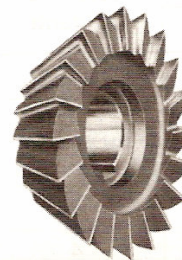
- ✓ il **tipo di taglio** : tangenziali (periferiche), frontali ecc..
- ✓ la **forma** : cilindriche, ad angolo, a disco, a profilo di forma ecc.



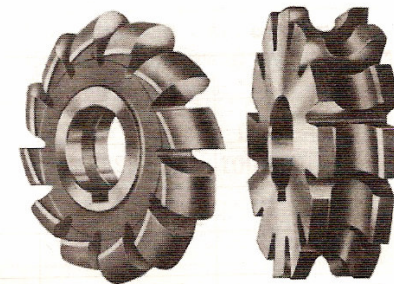
4.17 Fresa cilindrica frontale due tagli - UNI ISO 2586.



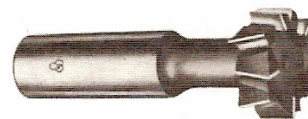
D4.18 Fresa a disco a tre tagli - UNI 3905.



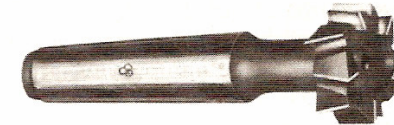
4.19 Fresa frontale ad angolo - UNI 708.



D4.20 Frese a profilo di forma.



4.21 Frese per scanalature a T UNI con codolo cilindrico e conico - UNI 7339.



le lavorazioni ad asportazione di truciolo – le fresatrici

➤ parametri di taglio:

- ✓ anche per le fresatrici (come per i torni) saranno da determinare innanzitutto la velocità di taglio V_t [m/min], che sarà in funzione del tipo e materiale della fresa, del materiale in lavorazione, del tipo di lavorazione (se di sgrossatura o di finitura).
- ✓ di conseguenza verrà determinato il numero di giri n_t del mandrino in funzione della V_t e del diametro D della fresa = $1000 V_t / \pi D$ [giri/min]
- ✓ avanzamento a : [m/giro] che dall'avanzamento a_z consigliato [mm/(dente x giro)] e dal numero di denti = $z \times a_z$
- ✓ potenza di fresatura N_t è funzione di parecchi parametri. Tipica delle operazioni di fresatura è la distinzione fra fresatura periferica (tangenziale) o frontale; più in generale caratteristico invece delle lavorazioni per asportazione di truciolo sono invece la profondità di passata, il diametro della fresa, l'angolo di contatto tra fresa (utensile in generale) e pezzo.

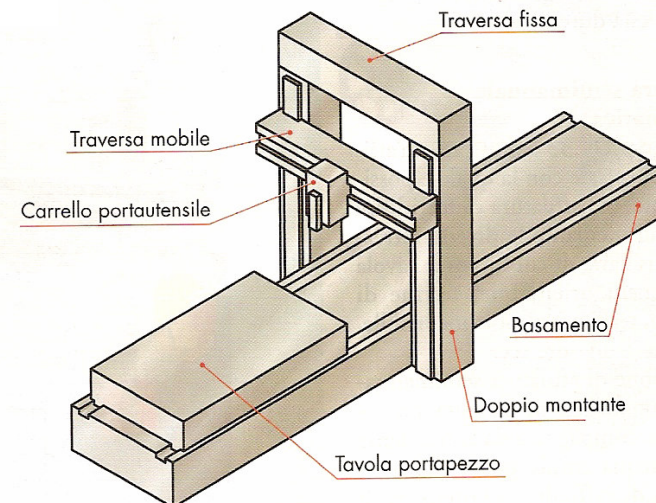
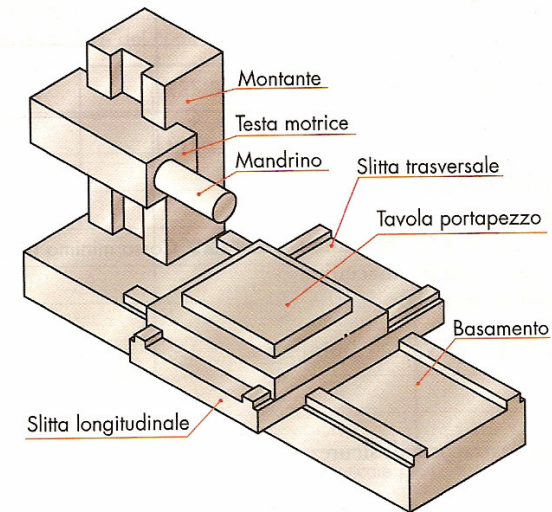
In prima approssimazione la potenza di fresatura N_t si può calcolare dalla formula = $p \times b \times V_a / 1000K$ dove:

- p è la profondità di passata
- b la larghezza di fresatura
- V_a la velocità di avanzamento
- K la capacità di asportazione del truciolo per unità di tempo [m³/(min x kW)]. K è dipendente dal materiale in lavorazione.
- K_s : coefficiente di strappamento, che è dipendente dal materiale e

le lavorazioni ad asportazione di truciolo – alesatrici e piallatrici

➤ le **alesatrici** sono macchine dedicate alla lavorazione di fori con ristrette tolleranze geometriche e dimensionali.

➤ le **piallatrici** sono utilizzate per operazioni di spianatura di grandi superfici.

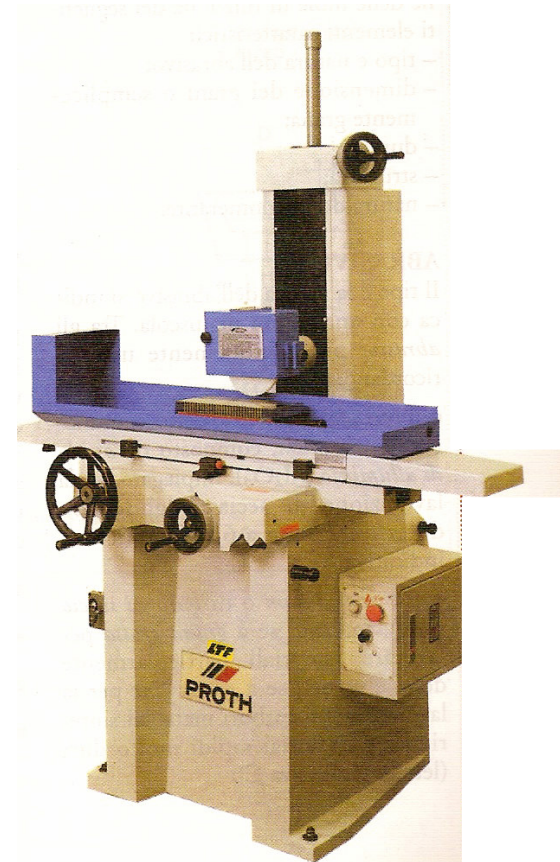


D4.31 Disegno schematico di una piallatrice.

le lavorazioni ad asportazione di truciolo – rettificatrici

- la **rettificazione** è una lavorazione ad asportazione di truciolo, effettuata per ottenere superfici cilindriche o piane precise e ben levigate, con l'utilizzo di *mole abrasive* montate su macchine utensili dette rettificatrici.

L'utensile impiegato è chiamato *mola* (caratterizzate dal tipo di abrasivo, grana, durezza ecc.)



D4.35 Rettificatrice tangenziale di precisione con piano magnetico per il bloccaggio del pezzo (fonte: Knuth).

[L. Caligaris, S. Fava, C. Tomasello – TeknoMec – ed. Hoepli]

le lavorazioni ad asportazione di truciolo – stozzatrici, brocciatrici

- la **stozzatrice** è impiegata per lavorare superfici profilate, interne ed esterne, con il moto di taglio rettilineo alternato posseduto dall'utensile e il moto di avanzamento affidato al pezzo.
- la **broccatrice** è una macchina che, utilizzando un utensile a denti multipli detto broccia, profila superfici interne ed esterne mediante asportazione lineare e continua di truciolo.

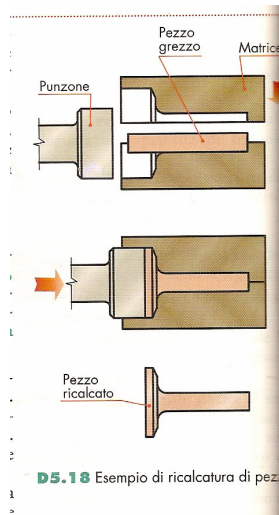
le lavorazioni per deformazione plastica

- le lavorazioni per deformazione plastica si distinguono fra:
 - ✓ lavorazioni **a caldo**, operate su un materiale portato a temperatura elevata (in termini generici: "qualche centinaio di °C").
 - ✓ lavorazioni **a freddo**, dove il materiale è mantenuto a temperatura ambiente.

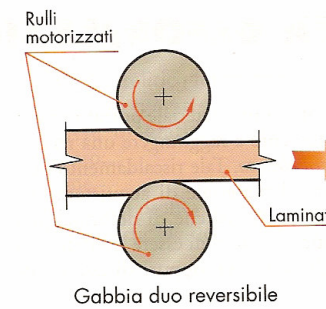
le lavorazioni per deformazione plastica – a caldo

- le lavorazioni per deformazione plastica a caldo comprendono:
 - ✓ la **fucinatura** (ricalcatura e stiratura)
 - ✓ lo **stampaggio**
 - ✓ la **laminazione**
 - ✓ l'**estrusione**
 - ✓ la **trafilatura**

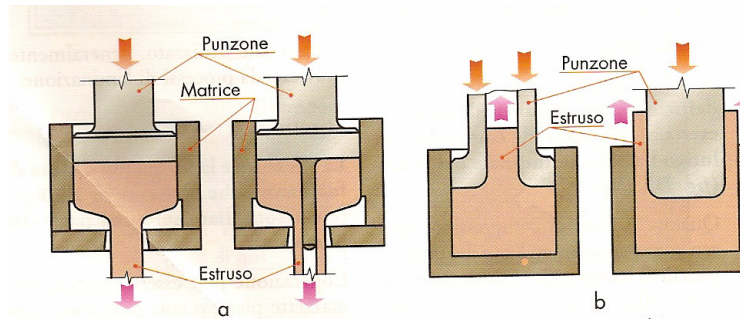
le lavorazioni per deformazione plastica – a caldo



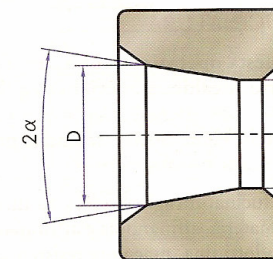
D5.18 Esempio di ricalcatura di pezzi



D5.19 Principali gabbie di laminazione



D5.20 Schematizzazione del processo di estrusione diretta (a) e inversa (b).



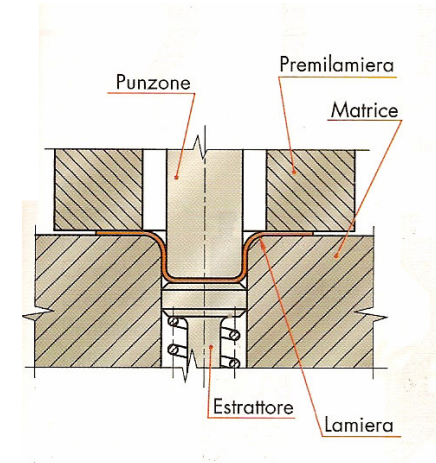
D5.21 Matrice per trafilatura.

le lavorazioni per deformazione plastica – a freddo

- le lavorazioni per deformazione plastica a freddo sono generalmente riferite alla lavorazione di lamiere e comprendono:
 - ✓ l'**imbutitura**
 - ✓ i **taglio alla cesoia**
 - ✓ la **tranciatura**
 - ✓ la **piegatura**
 - ✓ lo **stampaggio**

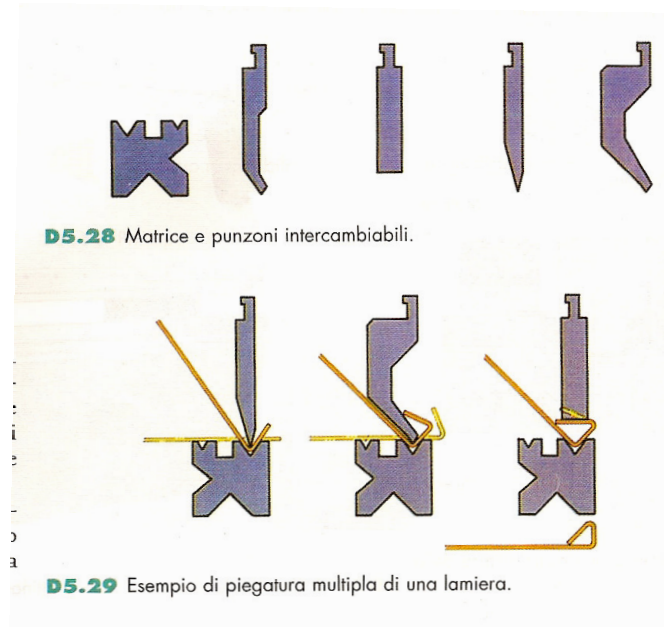
le lavorazioni per deformazione plastica – a freddo

- l'**imbutitura** è un'operazione di deformazione plastica tramite la quale la lamiera assume una forma cilindrica o a calotta (componenti caratteristici: stampo, punzone, matrice, premiamiera)



D5.24 Operazione di imbutitura della lamiera.

- la **piegatura** agisce per sollecitazione a flessione ed è finalizzata al conseguimento di un angolo predeterminato su una lamiera inizialmente piana (componenti: matrice e punzone).



nuovi processi di lavorazione

Tabella D5.1 Caratteristiche delle lavorazioni non convenzionali

CARATTERISTICHE ⇒ ↓ PROCESSO	TRASFERIMENTO DELL'ENERGIA	ASPORTAZIONE DEL MATERIALE	TIPO DI ENERGIA
Asportazione meccanica del truciolo	Contatto tra utensile e pezzo	Taglio	Meccanica
Ultrasuoni	Particelle ad alta velocità	Erosione	
Getto abrasivo			
Getto liquido (hydro-jet)	Liquido ad alta velocità		
Elettrochimico	Elettrolita	Spostamento di ioni	Elettrochimica
Chimico	Contatto	Reazioni chimiche	Chimica
Elettroerosione	Elettroni	Vaporizzazione	Termoelettrica
Fascio elettronico			
Laser	Radiazioni luminose		
Plasma	Materiali ionizzati	Fusione	

i collegamenti

- i particolari che possono essere ottenuti dalle lavorazioni descritte in genere sono fra loro assemblati mediante sistemi di collegamenti.
- i collegamenti possono essere
 - ✓ **amovibili** o smontabili
 - filettature
 - linguette
 - alberi scanalati
 - perni o spine
 - ✓ **fissi**
 - chiodature
 - saldature
 - aggraffaggi
 - incollaggi

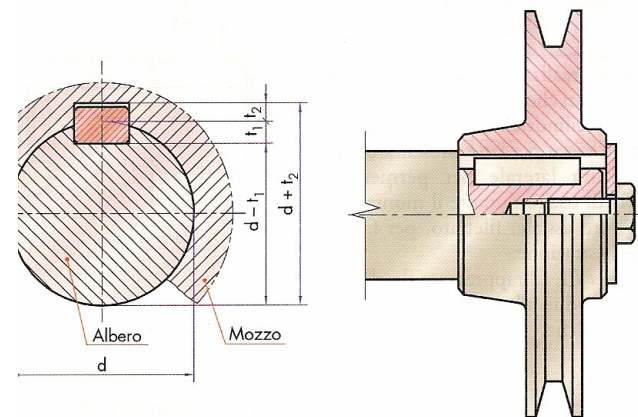
i collegamenti – collegamenti amovibili

➤ filettature

- ✓ la filettatura è un risalto a sezione costante, con profilo unificato e a forma di elica, realizzato su una superficie cilindrica.
- ✓ le filettature a profilo triangolare sono utilizzate nelle viti di collegamento, quelle a profilo trapezoidale o quadrato per trasmettere il moto.

➤ linguette

- ✓ la linguetta è un prisma che si interpone fra l'albero e il mozzo per impedirne la rotazione reciproca.

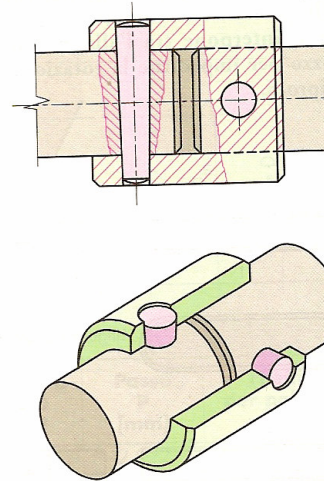


E1.8 Calettamento tra albero e mozzo realizzato con linguetta arrotondata

i collegamenti – collegamenti amovibili

➤ perni e spine

- ✓ i perni e le spine sono elementi cilindrici o conici che collegano le parti che compongono un oggetto.
- ✓ le filettature a profilo triangolare sono utilizzate nelle viti di collegamento, quelle a profilo trapezoidale o quadrato per trasmettere il moto.



E1.11 Spine coniche di collegamento

i collegamenti – collegamenti saldati

- la saldatura è un procedimento che consente di collegare due pezzi metallici mediante l'azione del calore, realizzandone la continuità.
- classificazione delle saldature:
 - ✓ **autogena**: quando il materiale base dei lembi da unire fonde e contribuisce alla formazione del giunto.
 - ✓ **eterogena**: quando l'unione dei lembi avviene tramite la fusione di materiale di apporto. Questo tipo di saldatura è detta anche **brasatura**.
 - ✓ **omogenea ed eterogenea**: quando il materiale di apporto è uguale al metallo base la saldatura è detta omogenea; viceversa è eterogenea.

i collegamenti – collegamenti saldati

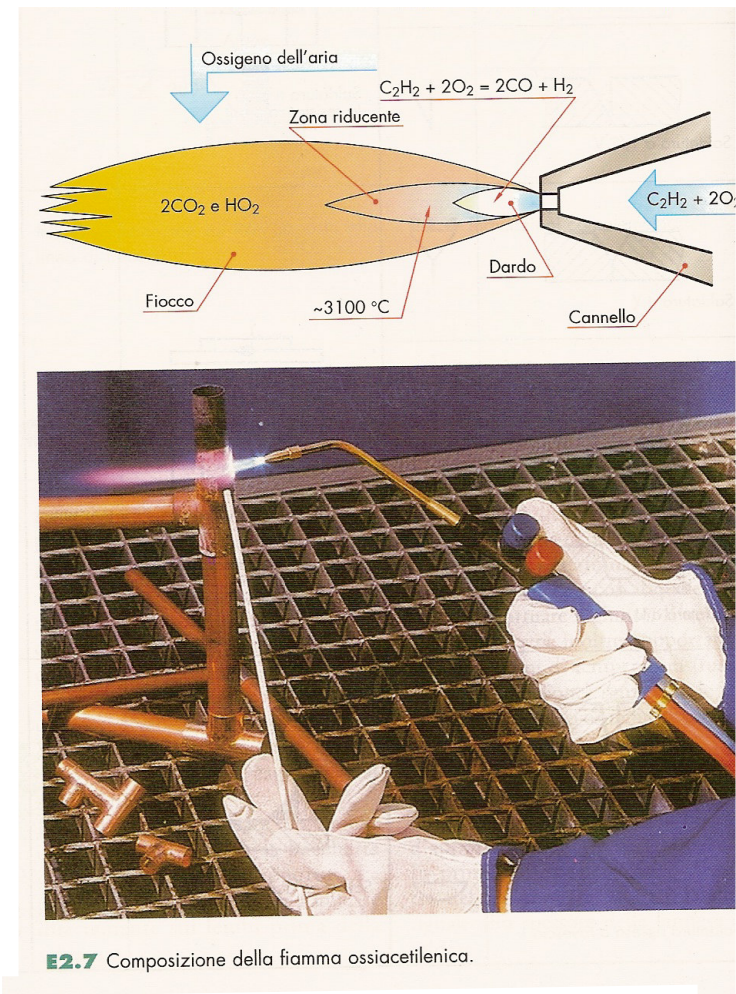
sussiste a tal proposito un sistema di standardizzazione delle saldature, che sono individuate da un simbolo numerico

- le saldature sono configurabili in funzione de:
 - ✓ la **fonte di calore**
 - ✓ il **materiale di apporto**
 - ✓ l'**atmosfera** nella quale vengono effettuate.

i collegamenti – collegamenti saldati

➤ saldature per fusione a gas

- ✓ il calore necessario per la fusione dei lembi del metallo base e del metallo d'apporto è fornito dalla combustione di un gas.
- ✓ il materiale d'apporto è determinato dal tipo di materiale da saldare.
- ✓ sussistono importanti problemi di **controllo dell'ossidazione del cordone di saldatura**. A tal proposito si usano speciali polveri o paste disossidanti.
- ✓ il tipo più importante e diffuso di saldatura a gas è la **saldatura ossiacetilenica**



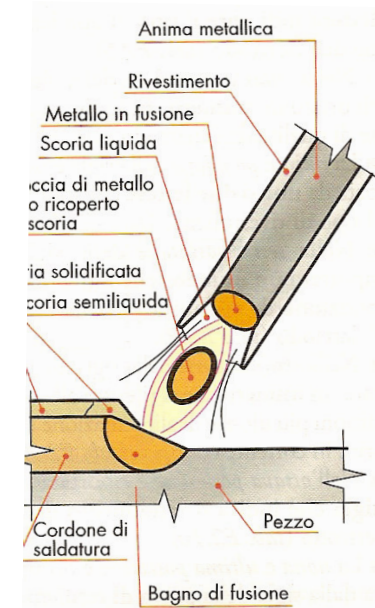
E2.7 Composizione della fiamma ossiacetilenica.

[L. Caligaris, S. Fava, C. Tomasello – TeknoMec – ed. Hoepli]

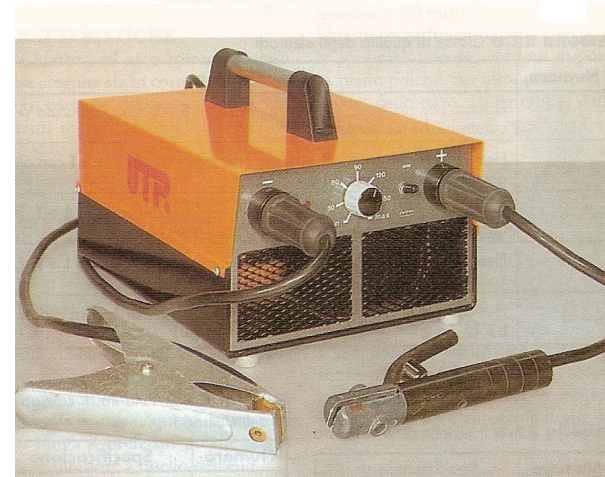
i collegamenti – collegamenti saldati

➤ saldatura ad arco

- ✓ nelle saldature ad arco si sfrutta il calore dell'arco voltaico che scocca tra i pezzi da saldare e l'elettrodo che può essere fusibile e servire anche da materiale d'apporto..
- ✓ l'elettrodo è rivestito di sostanze particolari (**rivestimento** ossidante, basico, acido ecc.) che, allo stato fuso, galleggiano sul bagno di saldatura proteggendo il bagno stesso.



2.16 Saldatura ad arco con elettrodo rivestito.



2.17 Saldatrice elettrica con pinza portaelettrodo e pinza di massa.

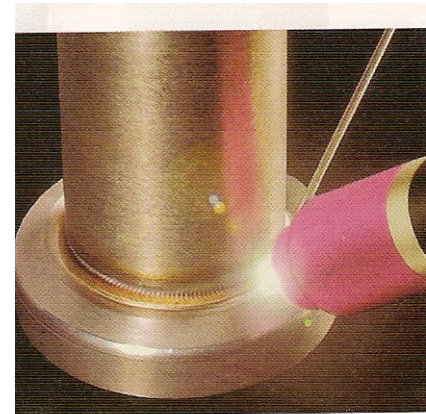
Tipo di rivestimento

[L. Caligaris, S. Fava, C. Tomasello – TeknoMec – ed. Hoepli]

i collegamenti – collegamenti saldati

➤ saldatura in atmosfera controllata

- ✓ **TIG (Tungsten Inert Gas)**. L'arco voltaico scocca fra l'elettrodo di tungsteno (non fusibile) e il pezzo da saldare. Il materiale d'apporto viene fornito da una bacchetta. I gas protettivi possono essere elio o argon. I vantaggi sono l'assenza di eventuali inclusioni di scorie, gli svantaggi sono di produttività e di costo.

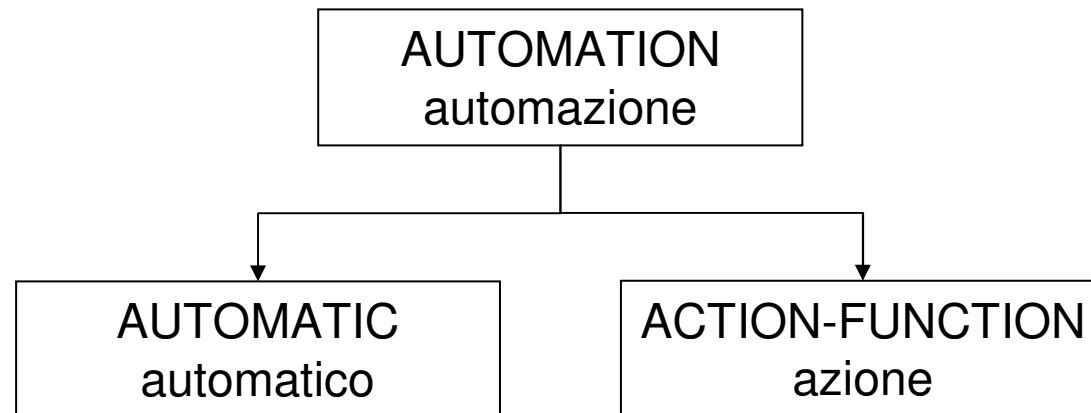


2.20 Saldatura TIG.

[L. Caligaris, S. Fava, C. Tomasello – TeknoMec – ed. Hoepli]

automazione (cenni)

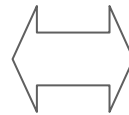
le tipologie di lavorazione viste in precedenza possono essere oggetto di automazione con tale termine intendendo **l'insieme de dispositivi e dei mezzi con i quali si sostituiscono determinate funzioni svolte dall'uomo mediante un azionamento automatico.**



automazione (cenni)

➤ obiettivi dell'automazione

- ✓ maggior produttività
- ✓ riduzione costi
- ✓ eliminazione lavorazioni pericolose e ripetitive
- ✓ livello qualitativo costante
- ✓ tendenziale maggior flessibilità

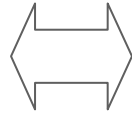


➤ livelli di automazione

- ✓ sorveglianza
- ✓ comando
- ✓ gestione di impianto
- ✓ gestione di processo
- ✓ automazione integrata

automazione

- oggetti dell'automazione
 - ✓ progettazione
 - ✓ pianificazione
 - ✓ fabbricazione
 - ✓ movimentazione e immagazzinamento



- sistemi automatici
 - ✓ applicativi CAD, CAE, CAM
 - ✓ controllori a logica programmabile PLC
 - ✓ macchine a controllo numerico CNC
 - ✓ sistemi automatici di trasporto (AGV) e immagazzinamento (MWS)
 - ✓ robot
 - ✓ sistemi flessibili di lavorazione FMS
 - ✓ ...

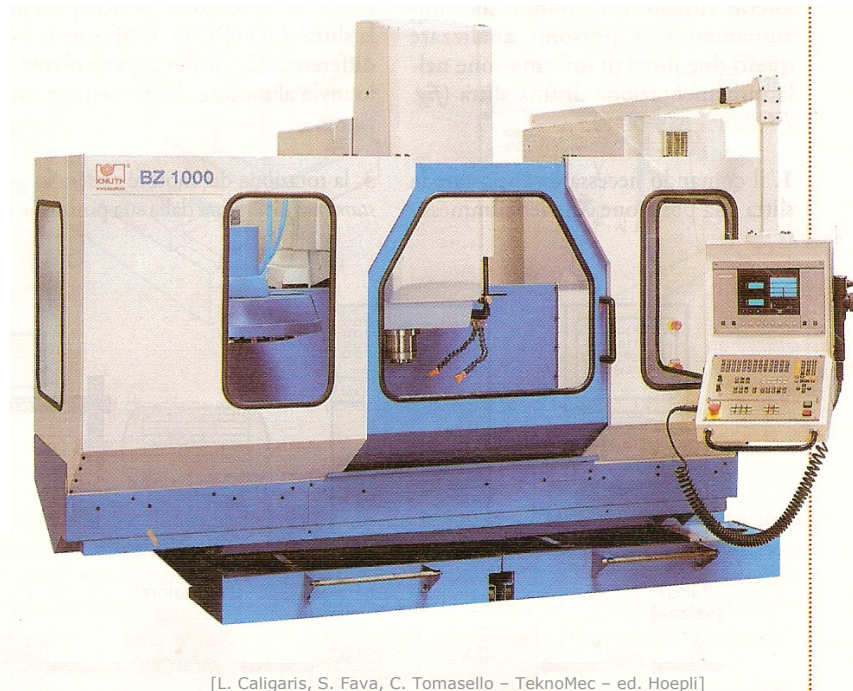
automazione – le macchine a controllo numerico CNC

➤ macchine a controllo numerico CNC

- ✓ le macchine a controllo numerico sono macchine utensili ad asportazione di truciolo, dotate di apparecchiature elettroniche informatiche programmabili capaci di automatizzare l'esecuzione e controllare la correttezza di tutte le operazioni richieste: spostamenti lineari e angolari, cambio utensili, apertura e chiusura mandrino ecc.
- ✓ nelle macchine a controllo numerico le informazioni relative alla lavorazione vengono associate, attraverso un **codice alfanumerico** detto linguaggio di programmazione, a una serie di istruzioni che costituiscono il programma di lavoro.
- ✓ il processo alla base delle lavorazioni a controllo numerico comprende le fasi di:
 - progettazione e disegno dell'oggetto
 - elaborazione del programma di lavoro (elenco di istruzioni/listato dal quale derivare il **programma pezzo**)
 - memorizzazione del programma pezzo
 - esecuzione automatica delle lavorazioni

automazione – le macchine a controllo numerico CNC

i centri di lavorazione CNC consentono l'esecuzione di operazioni di fresatura, alesatura, trapanatura, misurazione ecc.



F1.20 Centro di lavorazione a Controllo Numerico (fonte: Elima).

[L. Caligaris, S. Fava, C. Tomasello – TeknoMec – ed. Hoepli]

il centri di lavorazione CNC (così come altre macchine quali ad esempio un tornio CNC) sono costituite dalla vera e propria macchina utensile e da un'unità di governo.

L'unità di governo è un computer che ha il compito di controllare le componenti e funzionalità tipiche delle lavorazioni a macchina utensile (avanzamento assi, rotazione mandrino, dispositivi di bloccaggio del pezzo, cambio utensili ecc.)

automazione – i robot

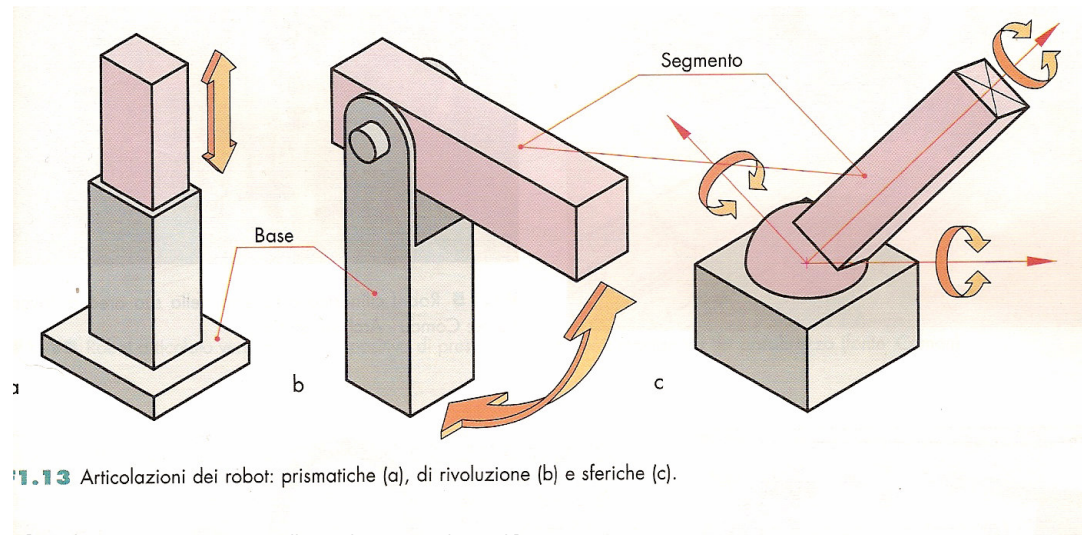
➤ robot

✓ il robot è una macchina polifunzionale comandata da un computer tramite un programma memorizzato ed utilizzabile con la massima flessibilità per operazioni di saldatura, manipolazione, montaggio, verniciatura, controllo dimensionale ecc.

✓ i robot possono essere considerati costituiti da:

- una base
- una serie di segmenti uniti tra loro da **articolazioni** e movimentati da **attuatori**.

Le articolazioni sono collegamenti tra due organi che permettono il movimento dell'uno rispetto all'altro.

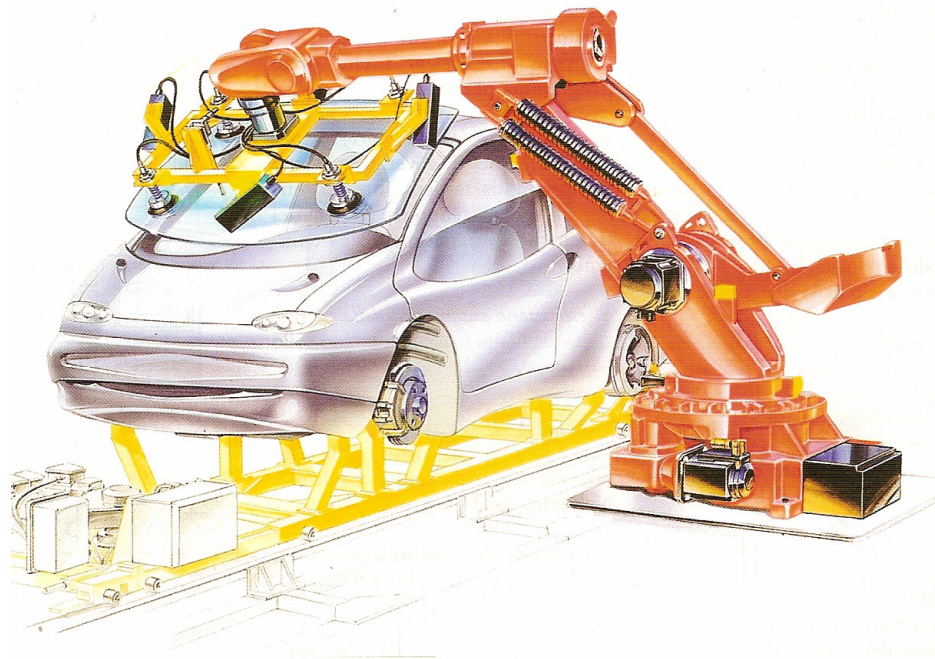


1.13 Articolazioni dei robot: prismatiche (a), di rivoluzione (b) e sferiche (c).

automazione – i robot

➤ i robot sono classificati in funzione del tipo di articolazione e delle modalità di connessione dei segmenti:

- ✓ cartesiani
- ✓ cilindrici
- ✓ polari
- ✓ articolari orizzontali
- ✓ articolati verticali



Robot articolato verticale con dispositivo di presa a ventose per il montaggio del parabrezza (fonte: Comau).

[L. Caligaris, S. Fava, C. Tomasello – TeknoMec – ed. Hoepli]