



Appunti universitari

Tesi di laurea

Cartoleria e cancelleria

Stampa file e fotocopie

Print on demand

Rilegature

NUMERO: 2264A

ANNO: 2017

A P P U N T I

STUDENTE: Sobrero Giovanni

**MATERIA: Tecnologia Meccanica - Produzione e Lavorazione -
Prof. Carle - Atzeni**

Il presente lavoro nasce dall'impegno dell'autore ed è distribuito in accordo con il Centro Appunti.

Tutti i diritti sono riservati. È vietata qualsiasi riproduzione, copia totale o parziale, dei contenuti inseriti nel presente volume, ivi inclusa la memorizzazione, rielaborazione, diffusione o distribuzione dei contenuti stessi mediante qualunque supporto magnetico o cartaceo, piattaforma tecnologica o rete telematica, senza previa autorizzazione scritta dell'autore.

**ATTENZIONE: QUESTI APPUNTI SONO FATTI DA STUDENTIE NON SONO STATI VISIONATI DAL DOCENTE.
IL NOME DEL PROFESSORE, SERVE SOLO PER IDENTIFICARE IL CORSO.**

Tecnologia Meccanica

Appunti di Giovanni Sobrero

TECNOLOGIA MECCANICA

PRODUZIONE E LAVORAZIONE

PROFESSORI: FABRIZIO CARLE E ELEONORA ATRENI

FABRIZIO CARLE : PRODUZIONE

INTRODUZIONE AI PROCESSI PRODUTTIVI ①

CLASSIFICAZIONE DEI PROCESSI PRODUTTIVI

- 1) PROCESSI PRIMARI : GREZZI
- 2) PROCESSI SECONDARI = RIFINITURE : FORME FINALI
- 3) TRATTAMENTI TERMICI O CHIMICI : ESEMPPIO: TEMPERA, ZINCATURA
- 4) FINITURE : ESEMPPIO: LUCIDATURA
- 5) ASSEMBLAGGIO (SE NECESSARIO)

SCELTA DEL PROCESSO PRODUTTIVO

CRITERI:

- DIMENSIONE E FORMA DELLA PARTE, PRECISIONE
- CARATTERISTICHE DEL MATERIALE
- FINITURA SUPERFICIALE
- COSTO DELLE ATTREZZATURE
- PRODUTTIVITA'
- DISPONIBILITA' DI MACCHINE E ATTREZZATURE, ESPERIENZA
- IMPLICAZIONI AMBIENTALI

SCELTA DEI MATERIALI

(METALLI, PLASTICI, CERAMICHE, COMPOSTI)

CRITERI:

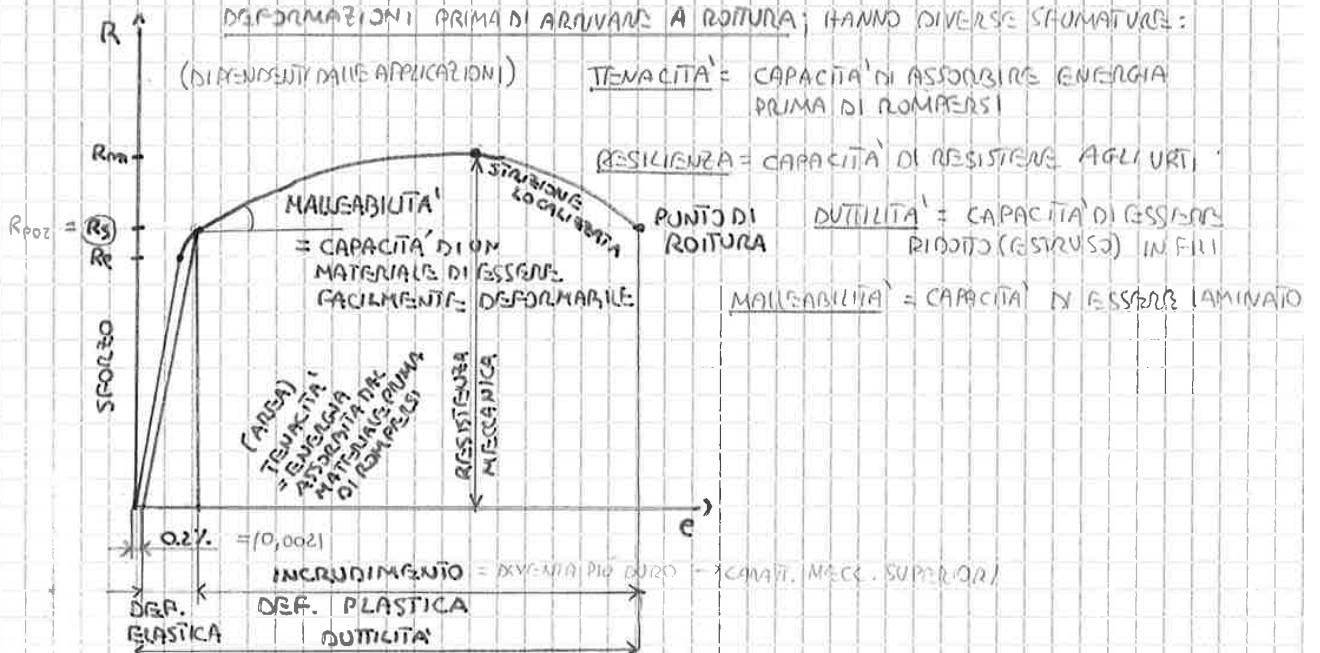
- PROPRIETA' MECCANICHE : CARICO MASSIMO E DUREZZA
- PROPRIETA' FISICHE E CHIMICHE : DENSITA', PUNTO DI FUSIONE
- LAVORABILITA'
- COSTO E DISPONIBILITA'
- VITA UTILE
- RICICLAGGIO

TRAMITE GRAFICI OTTENUTI DA PROVE DI TRAZIONE È POSSIBILE CALCOLARE LE GRANDENZE PIÙ IMPORTANTI PER I MATERIALI.

CURVA SFORZO - DEFORMAZIONE

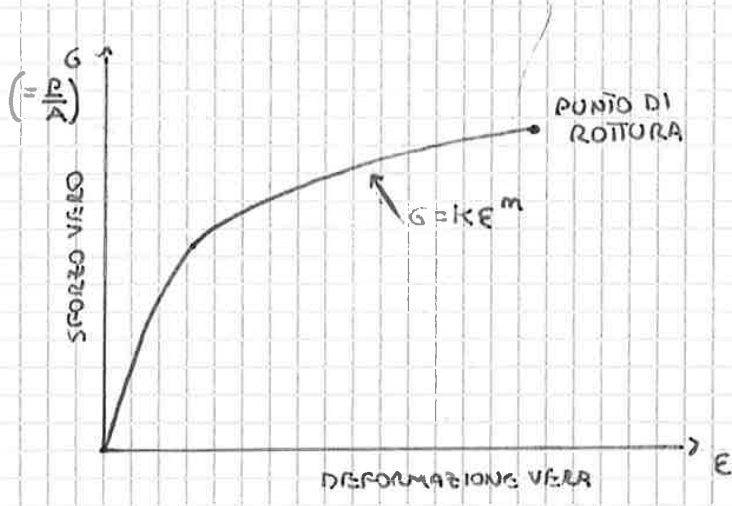
TENACITÀ, RESILIENZA, DUTTILITÀ E MALLEABILITÀ SONO TUTTE CAPACITÀ DI SOPPORTARE

DEFORMAZIONI PRIMA DI ARRIVARE A ROTTURA; HANNO DIVERSE SFUMATURE:



CONSIDERANDO $\sigma = F/A$ E $\epsilon = \frac{\rho_m \rho_0}{\rho_0}$ POSSIAMO PASSARE ALLA

CURVA SFORZO VERO - DEFORMAZIONE VERA



EQUAZIONE DI HOLLONON

$\sigma = k \cdot \epsilon^m$, K = COEFFICIENTE DI SFORZO
 m = ESPONENTE DI INCRUDIMENTO

QUESTA EQUAZIONE PUÒ ESSERE RISCRIITA COME:

$\log \sigma = \log k + m \log \epsilon$

OTTENENDO COSÌ UN GRAFICO DOPPIO LOGARITMICO



PROVE DI DUREZZA

DUREZZA = RESISTENZA ALLA DEFORMAZIONE PERMANENTE.

PIÙ UN MATERIALE È DURO PIÙ È RESISTENTE ALL'USURA.

LE PROVE DI DUREZZA DETERMINANO LA RESISTENZA OFFERTA DA UN MATERIALE A LASCIARSI PENETRARE DA UN ALTRO

Prove di durezza

Prova	Indentatore	Forma dell'impronta		Carico, P	Valore di durezza
		Vista laterale	Vista dall'alto		
● <u>Brinell</u>	Sfera in carburo di tungsteno del diametro di 10mm			500 kg 1500 kg 3000 kg	$HB = \frac{2P}{(\pi D)(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$
<u>Vickers</u>	Piramide di diamante			1-120 kg	$HV = \frac{1.854P}{L^2}$ <i>DIPENDE DALLA DIAGONALE L DELL'IMPRONTA</i>
<u>Knoop</u>	Piramide di diamante			25 g-5 kg	$HK = \frac{14.2P}{L^2}$
● <u>Rockwell</u>	Cono di diamante			60 kg 150 kg 100 kg	$\left. \begin{matrix} HRA \\ HRC \\ HRD \end{matrix} \right\} = 100 - 500t$ <i>TRA 62 & 64 QUI SI MISURA QUANTO LA PUNTA ENTRA NELL'IL MATERIALE</i>
<u>B</u>				100 kg	$\left. \begin{matrix} HRB \\ HRF \\ HRG \end{matrix} \right\} = 130 - 500t$
<u>F</u>				60 kg	
<u>G</u>				150 kg	
<u>E</u>				100 kg	HRE

Tecnologia Meccanica - Richiami sulle proprietà dei materiali

STRUTTURE DA SOLIDIFICAZIONE

LA STRUTTURA ALLA SOLIDIFICAZIONE, DIPENDE:

- DALLA COMPOSIZIONE CHIMICA DEL METALLO (TIPO DI LEGA)
- DAL FLUSSO DEL METALLO ALL'INTERNO DELLA FORMA
- DALLO SCAMBIO TERMICO (VELOCITÀ DI RAFFREDDAMENTO)

(DI CONSEGUENZA DIFFERENZA TRA LA ZONA A CONTATTO CON LE PARETI E LA ZONA INTERNA)

○ CASO DEL METALLO PURO



→ ZONA ESTERNA (A CONTATTO CON LE PARETI CHE SONO A TEMPERATURA AMBIENTE) = GRANDE ΔT =>
 IL METALLO FUSO SOLIDIFICA MOLTO VELOCEMENTE CON CONSEGUENTE FORMAZIONE DI
GRANI PICCOLI E EQUIASSICI

→ ZONA PIÙ INTERNA = IL METALLO SOLIDIFICA LENTAMENTE CON CONSEGUENTE FORMAZIONE DI
GRANI DI DIMENSIONI NOTTEVOLI (1-2 cm) = GRANI COLONNARI (FORMA ALLUNGATA)

○ CASO DELLE LEGHE

TRA LA CURVA DI LIQUIDUS E QUELLA DI SOLIDUS SI CREANO DELLE STRUTTURE:

DENDRITI

- FORMA A PICO INVESCIATO
- RAMI PRIMARI E RAMI SECONDARI (C'È UN LEGAME TRA LA DISTANZA TRA I BRACCI SECON-
DARI E LE CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL MANUFATTO)

LE DENDRITI RAPPRESENTANO UN PROBLEMA: DURANTE LA SOLIDIFICAZIONE CRESCONO
 LE DENDRITI FINCHÉ NON SI "UNISCONO", PER QUESTO LA SOLIDIFICAZIONE DOVRA' AVVENIRE
 IN MODO PRECISO, CIOÈ SEGUENDO ORIENTAMENTI PRECISI, PER EVITARE CHE L'ESTENDERSI
 DI QUESTE STRUTTURE DENDRITICHE DETERMINI ZONE IN CUI NON POTREMO IL LIQUIDO E
 QUINDI SI ANDRANNO A GENERARE ALL'INTERNO DEL GETTO DELLE POROSITÀ.

VELOCITÀ DI RAFFREDDAMENTO

10^2 K/S

V. DI RAFFR. BASSA → LUNGI TEMPI DI SOLIDIFICAZIONE

ZONE DENDRITICHE MOLTO ESTESE E GROSSOLANE (CANALI MOLTO VEGETINA)

10^4 K/S

V. DI RAFFR. ELEVATA → TEMPI DI SOLIDIFICAZIONE RIDOTTI

STRUTTURE PIÙ FINI CON PICCOLI SPAZI TRA LE DENDRITI (MIGLIORI CARATTERISTICHE MECC)

$10^6 - 10^8$ K/S

V. DI RAFFR. ELEVATISSIMA → NON PERMETTE IL FORMARSI DI ZONE CRISTALLINE

STRUTTURE AMORFE (GLI ATOMI NON HANNO TEMPO DI SISTEMARSI)

V. DI RAFFR. ELEVATA → FENOMENO DELLA MICROSEGREGAZIONE: LA STRUTTURA DELLE
 DENDRITI NON È UNIFORME = DENDRITI A CIPOLLA. LA COMPOSIZIONE CHIMICA SULLA "SUPERFICIE"
 DELLA DENDRITE RISULTERÀ DIVERSA DALLA COMPOSIZIONE DEL "CUORE" DELLA DENDRITE.

V. DI RAFFR. LENTA → FENOMENO DELLA MACROSEGREGAZIONE: DIFFERENZA DI COMPOSIZIONE
 CHIMICA ALL'INTERNO DEL GETTO. I COSTITUENTI A PIÙ BASSO PUNTO DI FUSIONE SI CONCENTRERANNO
 NELL'CENTRO DEL GETTO (CIOÈ NEL CENTRO DELLA FORMA)

SOVRADIMENSIONAMENTO DEL MODELLO

⊕ COMPENSARE LA CONTRAZIONE VOLUMETRICA CHE IL GETTO SUBISCE DURANTE IL RAFFREDDAMENTO DOPO L'AVVENUTA SOLIDIFICAZIONE: DIMENSIONI DELLA FORMA AUMENTATE DI UNA QUANTITÀ PARI AL RITIRO PREVISTO.

UTILIZZO DI MATEROZZE

⊕ COMPENSARE LA VARIAZIONE DI VOLUME CHE AVVIENE PRIMA DELLA COMPLETA SOLIDIFICAZIONE. È NECESSARIO PROVVEDERE A UN'ALIMENTAZIONE DEL GETTO CON OPERAZIONE METALFUOSO AL FINE DI EVITARE CAVITÀ CHE SI FORMEREBBERO ALL'INTERNO DEL GETTO IN CORRISPONDENZA DI QUELLE PARTI CHE SOLIDIFICANO PER ULTIME. LE MATEROZZE SONO QUINDI DEI "SERBATOI" CHE SERVONO A FORMARE IL LIQUIDO IN PIÙ AL GETTO PER CONTRASTARE LA CONTRAZIONE. IN QUESTI ELEMENTI SI DEVE FORMARE IL CONO DI RITIRO, IN QUANTO VENGONO ELIMINATI A SOLIDIFICAZIONE COMPLETATA.

$$M = \frac{V}{S}$$

MODULO DI RAFFREDDAMENTO (CHVORINOV)

V = VOLUME DEL GETTO

S = SUP. DEL GETTO LUNGO LA QUALE HO SCAMBIO TERMICO.

$$t = \frac{M^2}{K^2}$$

CHVORINOV DIMOSTRA CHE IL TEMPO DI SOLIDIFICAZIONE È PROPORZIONALE AL QUADRATO DEL MODULO DI RAFFREDDAMENTO TRAMITE LA COSTANTE $\frac{1}{K^2}$.

(K = 0,0885 ACCIAIO ; K = 0,115 LEGHE LEGGERE ; K = 0,07 LEGHE CU)

LA SOLIDIFICAZIONE ALL'INTERNO DEL GETTO AVVIENE IN MODO DIREZIONALE

GRAZIE ALLA SOLIDIFICAZIONE DIREZIONALE È POSSIBILE FAR MANIFESTARE IL CONO DI RITIRO (CARATTERISTICA INTRINSECA DEL PROCESSO DI SOLIDIFICAZIONE, NON ELIMINABILE) SULLO ULTIMO ELEMENTO. (L'ALTEZZA DEL CONO DI RITIRO PUÒ ESSERE AL MASSIMO PARI ALL'80% DELL'ALTEZZA DELLA MATEROZZA)



$$M_2 = 1,1 M_1$$

$$M_3 = 1,1 M_2$$

$$M_4 = 1,1 M_3$$

$$M_{mm} = 1,2 M_4$$

PER ESSERE SICURI CHE LA SOLIDIFICAZIONE AVVENGA LUNGO LA DIREZIONE SCELTA OCCORRE CHE:

$$M_2 = M_1 + 10\% M_1 = 1,1 M_1$$

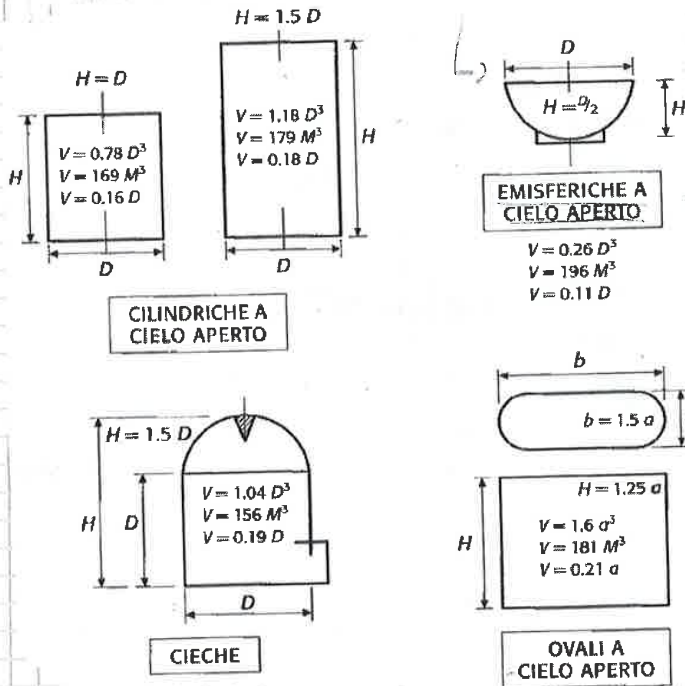
$$M_3 = M_2 + 10\% M_2 = 1,1 M_2$$

$$M_4 = M_3 + 10\% M_3 = 1,1 M_3$$

(M DIMINUISCE DI ~ 17% ⇒

$$\Rightarrow M_{mm} = M_4 + 20\% M_4 = 1,2 M_4 \rightarrow \text{CONDIZ. DI SICUREZZA})$$

IL MODULO DELLA MATEROZZA DEVE ESSERE ALMENO IL 20% SUPERIORE AL MODULO DELL'ELEMENTO A CUI È ATTACATA.



È POSSIBILE AUMENTARE L'EFFICIENZA DELLA MATEROTTA :

- 1) RIMESCOLANDO IL GETTO DE LU' INTERNO DELLA MATEROTTA A CIELO APERTO.
- 2) TRAMITE L'UTILIZZO DI POLIMERI E SOTTERMICHE CHE, POSTE SOPRA IL METALLO FUSO, FORNISCONO CALORE AGGIUNTIVO ALLA MATEROTTA A CIELO APERTO.
- 3) UTILIZZANDO MATERIALI COIBENTI CHE AVVOLGONO LA MATEROTTA FACENDO SI CHE RIMANGA A CALDO PIU' A LUNGO.

TRAMITE QUESTI ULTIMI DUE ELEMENTI È POSSIBILE RIDURRE IL VOLUME DELLA MATEROTTA IN MODO DA RIDURRE I COSTI E GLI SCARTI.

DIMENSIONAMENTO MATEROTTA

V_R = VOLUME CAVITA' DI RITORO
 V_P = VOLUME DEL PREZZO
 V_m = VOLUME MATEROTTA
 b = COEFF. DI RITORO VOLUMETRICO
 $K = 0,14$ MAT. A CIELO APERTO
 $0,20$ MAT. CIECA

$$V_R = \frac{b}{100} \cdot (V_P + V_m)$$

$$V_R = K \cdot V_m$$

UGUAGLIANDO : $\left(\frac{b}{100}\right) V_P + \left(\frac{b}{100}\right) V_m = K \cdot V_m$

$$V_m = \frac{b/100}{K - b/100}$$

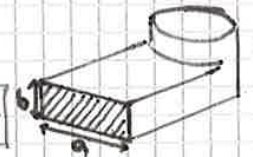
TROVATO V_m BISOGNA VERIFICARE CHE $M_m > 20\%$ DEL COMPONENTE A CUI SIO' AGGIUNGENDO LA MATEROTTA.

DIMENSIONAMENTO COLLARE MATEROTTA

LA MATEROTTA VIENE COLLEGATA TRAMITE UN COLLARE CHE, PER EVITARE CHE SOLIDIFICHI PREMATURAMENTE, DOVRA' ESSERE BEN DIMENSIONATO.

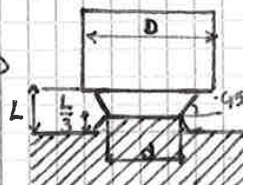
MATE

$$M_{\text{collare}} = \frac{a \cdot b}{2 \cdot (a+b)}$$



MATEROTTA A CIELO APERTO

MATERIALE	d	L
ACCIAIO	0,60D	0,14 ÷ 0,18D
GHISA	0,65D	0,14 ÷ 0,19D
LEGHE DI Cu	0,66D	0,25D
LEGHE	0,75D	0,18D
LEGHE		



PER AVERE UN SISTEMA PRESSURIZZATO, IN MODO DA EVITARE CHE CI SIANO DEI RISUCCHI D'ARIA NEL SISTEMA, UN PRIMO CRITERIO DI PROGETTAZIONE DEL SISTEMA DI COLATA PREVEDE CHE:

a: SEZIONE CANALE DI COLATA b: SEZIONE CANALE DISTRIBUZIONE

c: SEZIONE DELL'ATTACCO DI COLATA

$$a : b : c = 1 : 0,5 : 0,5$$

LEGGI CHE CARATTERIZZANO IL SISTEMA DI COLATA:

TORRICELLI DI BERNULLI

$$P + \rho \frac{v^2}{2} + \rho gh = \text{CONSTANTE}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{2gh} \quad \text{T. TORRICELLI}$$

$$v = C \sqrt{2gh} \quad \text{IN CASO DI ATRITO}$$

[C (0:1) COEFF. CORRETTIVO]

CONTINUITÀ DELLA MASSA (SUA PORTATA)

$$Q = S \cdot v$$

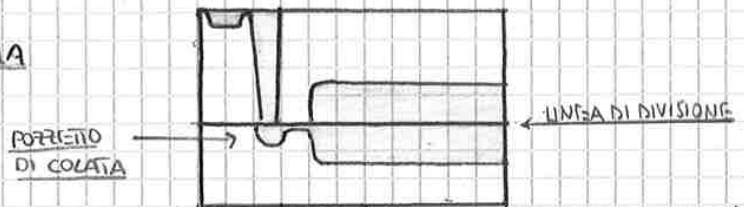
ρ_p : FLUIDO INCOMPRESSIBILE
PARETI IMPERMEABILI

LA PORTATA DI FLUIDO RIMANE COSTANTE: $A_1 v_1 = A_2 v_2$

TIPOLOGIE DI SISTEMI DI COLATA

1) COLATA IN PIANO

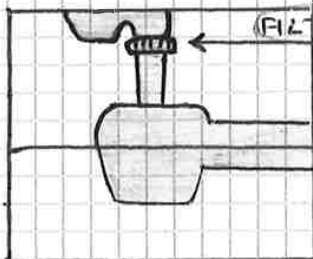
- IL CANALE DI COLATA SI APRE SUL PIANO DI DIVISIONE DELLE STAFFE.
- RIEMPIMENTO GRADUALE.
- BASSA EROSIONE DELLA FORMA.



2) COLATA DIRETTA

- IL CANALE DI COLATA SI APRE DIRETTAMENTE NELLA PARTE PIÙ ALTA DELLA FORMA.
- PROBLEMA DELLE GOCCHE FREDDIE.
- PROBLEMA DELL'EROSIONE DELLA FORMA.

(B) TRATTARE OSSID. E IMPURITÀ (NON PRECEDENTEMENTE FILTRATI)



IL CANALE DI COLATA SI APRE DIRETTAMENTE NELLA PARTE PIÙ ALTA DELLA FORMA, PER QUESTO È PRESENTE UN FILTRO.

IL RIEMPIMENTO NON È OTTIMALE PERCHÉ IL METALLO FUSO FA UN "SAUTO" E NELLA CADUTA PUÒ GENERARE SPRUZZI; INOLTRE DOPO LA CADUTA RALLENTA SUBITO SUL FONDO → RISCHIO DI EROSIONE.

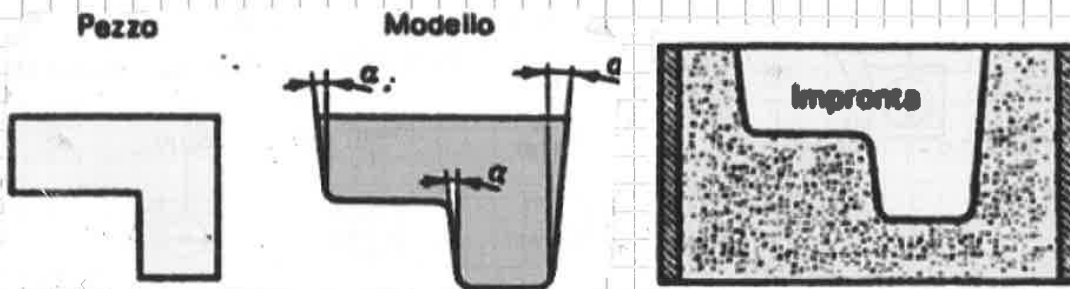
3) COLATA IN SORGENTE

- IL CANALE DI COLATA SI APRE SUL FONDO.
- RIEMPIMENTO PIÙ GRADUALE.
- MINOR EROSIONE NELLA FORMA.



SCOMPOSIZIONE DEL SISTEMA IN 3 PARTI (3 STAFFE) IN MODO DA POTER ESTIMARE LE VARIE PARTI DEL MODELLO

NB: L'ESTRAZIONE DEL MODELLO DALLA TERZA PUO' ESSERE EFFETTUATO SENZA DISTRUGGERE LA FORMA SOLO SE SONO PRESENTI ADEGUATI ANGOLI DI SPOGLIA (α) CHE DIPENDONO DAL MATERIALE, DEL MODELLO E DALLA PROFONDITA' DELL'IMPRONTA



α DIPENDENTE DA:
MATERIALE DEL MODELLO
E PROFONDITA' DELL'IMPRONTA.

INOLTRE E' NECESSARIO ELIMINARE ANCHE GLI SPIGOLI VIVI, UTILIZZANDO QUINDI DEI RACCORDI.

PER QUANTO RIGUARDA L'ESTRAIBILITA' BISOGNA TENER CONTO DELLA PRESENZA DI: SOTTOSQUADRI. PER OVVIARE A QUESTO "PROBLEMA" POSSIAMO:

- 1) ESTRARLI IN DETERMINATE DIREZIONI
- 2) SCOMPORRE LA FORMA IN PIU' PARTI (OPERAZIONE COMPLESSA E COSTOSA)
- 3) CREARE MODELLI SCOMPONIBILI (SOLTO SE SIAMO NEL CASO DI FORMA TRANSITORIA (=, INCLINE, QUESTO METODO RICHIEDE LA PRESENZA DI UN OPERATORE => OPERAZIONE COSTOSA)

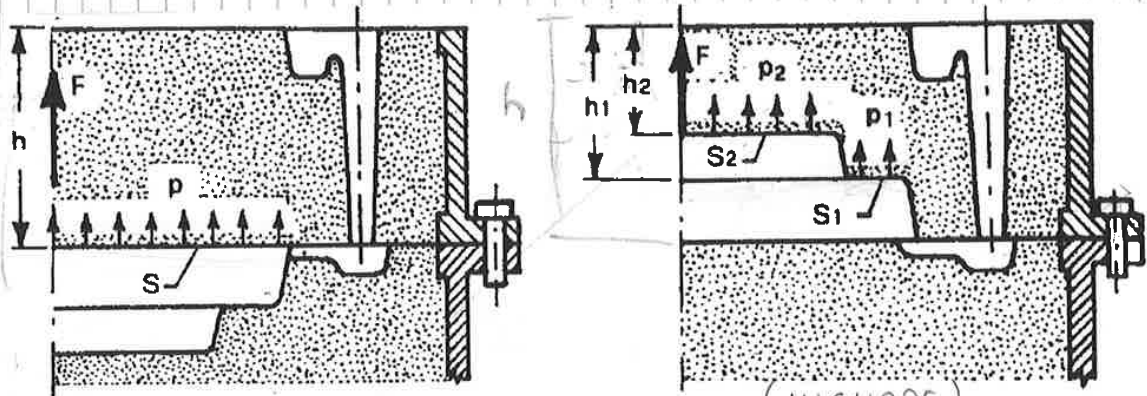
CONSIDERAZIONE SUL MODELLO - SOVRAMETALLO

IL MODELLO DEVE ESSERE DIMENSIONATO TENENDO CONTO:

DEL RITIRO VOLUMETRICO DOPO L'AVVENUTA SOLIDIFICAZIONE -> SOVRADIMENSIONAMENTO (DEL RITIRO VOLUMETRICO DURANTE LA FASE DI R Raffreddamento?)

DEL SOVRAMETALLO NECESSARIO PER FUNGERE DA "RISERVA" DI MATERIALE SULLE SUPERFICI DA LAVORARE TRAMITE SUCCESSIVE OPERAZIONI DI ASPORTAZIONI DI TRUCIOLO.

DEL PROBLEMA DELL'ESTRAIBILITA' DEL MODELLO (ANGOLI DI SPOGLIA; SPIGOLI VIVI RACCORDATI; PRESENZA DI SOTTOSQUADRI)



getto realizzato nella staffa inferiore

$$F = p \cdot S \quad \left(p = \frac{F}{S} \right)$$

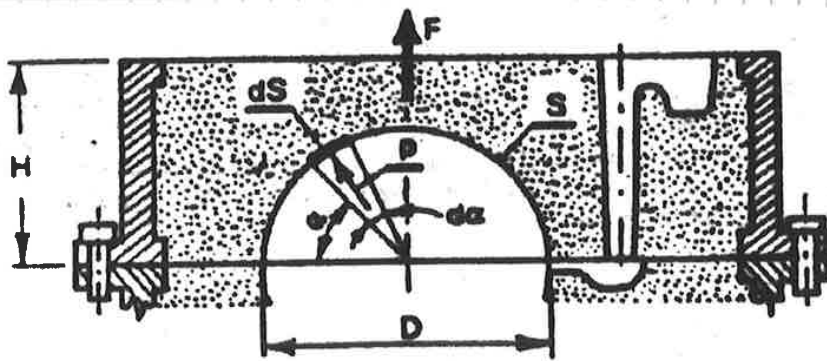
$$F = \rho g h \cdot S = \gamma h \cdot S \quad F > F'$$

(MIGLIORE)
getto realizzato nella staffa superiore

$$F' = p_1 \cdot S_1 + p_2 \cdot S_2$$

$$F' = \rho g h_1 \cdot S_1 + \rho g h_2 \cdot S_2$$

→ IN CASO DI SUPERFICIE CILINDRICA:



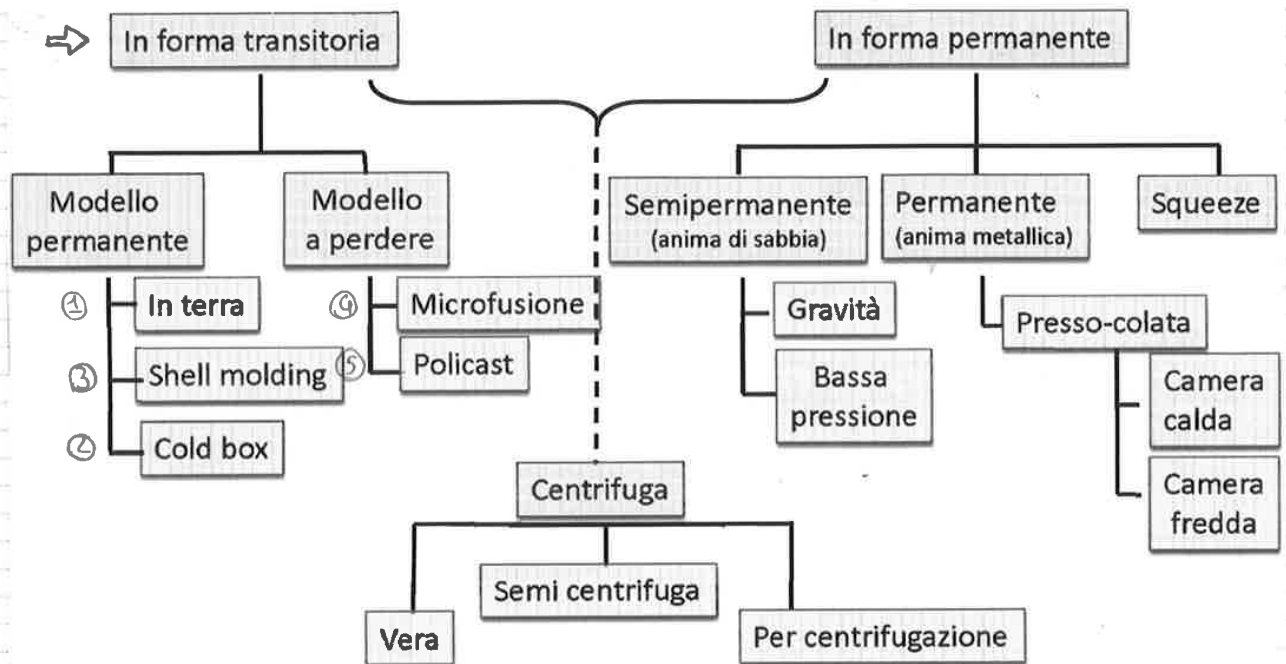
Calcolo della spinta verticale su una superficie cilindrica.

NB

$$F = \int_S p \cdot \sin(\alpha) \cdot dS = 2 \cdot \int_0^{\pi/2} p \cdot \sin(\alpha) \cdot r \cdot d\alpha =$$

$$= 2 \cdot \gamma \cdot r \cdot \int_0^{\pi/2} [H - r \cdot \sin(\alpha)] \cdot \sin(\alpha) \cdot d\alpha = \gamma \cdot D \cdot (H - \pi \cdot D/8)$$

Tecniche di fusione



MECCANISMO DI INDIRUMENTO MECCANICO

→ INTERRA SINTETICA A VERDE O A SECCO

- A PRESSIONE
- A SCOSSA
- A LANCIO + VIBRAZIONE
- AD ARIA COMPRESSA
- IN MOTTA : IN TERRA SENZA STAFFE

LE STAFFE SECONDO PER CREARE LA FORMA

→ IN FOSSA

→ PER PEZZI MOLTO GRANDI
QUINDI CON UNA GRANDE SPINTA
MECCANOSTATICA

MECCANISMO DI INDIRUMENTO CHIMICO

→ PROCESSI COLD-BOX ② [FORMA TRANSIZIONA] [MODELLO PERMANENTE]

SONO PROCESSI DI INDIRUMENTO CHIMICO CHE AVVENGONO A TEMPERATURA AMBIENTE.
SONO DETTI "BOX" PERCHÉ, SOLITAMENTE, SI APPLICANO PER DIMENSIONI RIDOTTE.
LA CARATTERISTICA PRINCIPALE DI QUESTI PROCESSI È CHE IL LEGANTE È UNA RESINA
CON CATALIZZATORE GASSOSO

ANALIZZIAMO 3 PROCESSI: ASHLAND, SO₂, CO₂.

ASHLAND

È UNO DEI PROCESSI PIÙ DIFFUSI.

- RESINA : FORMOFENDUCA
- CATALIZZATORE : TRIBETILAMMINA = ATTIVATORE : CIÒ CHE RENDE DURA LA RESINA ⇒ SABBIA

VANTAGGI : - L'INDURIMENTO AVVIENE IN POCCHISSIMI SECONDI

- SI OTTIENE UNA BUONA FINITURA SUPERFICIALE.
- BUONE CARATTERISTICHE MECCANICHE. (NB: PROCESSO UTILIZZATO, PER QUESTO MOTIVO, ANCHE PER LE ANIME)

SVANTAGGI : - RESINA IGROSCOPICA (ASSORBE L'ACQUA) ⇒ NON PER LEGHE CHE REAGISCONO CON L'H₂, COME PER ESEMPIO L'ALUMINIO.

- MATERIALE NON RECUPERABILE (PER CUI IL COSTO È ASS. ALTO)
- LA TRIBETILAMMINA È TOSSICA

GETTI CON ORDINI DI GRANDEZZA TRA 1-100 Kg

SO₂

- RESINA : FENOLICA O FENANICA
- CATALIZZAZIONE : ANIDRIDE SOLFORICA (TOSSICA)

VANTAGGI : - LA FINITURA SUPERFICIALE È MIGLIORE DI QUELLA DEL PROCESSO ASHLAND.

- SI POSSONO OTTENERE DEI GETTI MOLTO GRANDI (FINO A 40 TONNELLATE)

SVANTAGGI - POCHÉ LA RESINA È TERMOINDURENTE, SCALDANDO LA TERRA, LA RESINA SI SGIOGNE E SI PUÒ RECUPERARE PARTE DEL MATERIALE MA NON LA RESINA.

MECCANISMO DI INDURIMENTO TERMICO

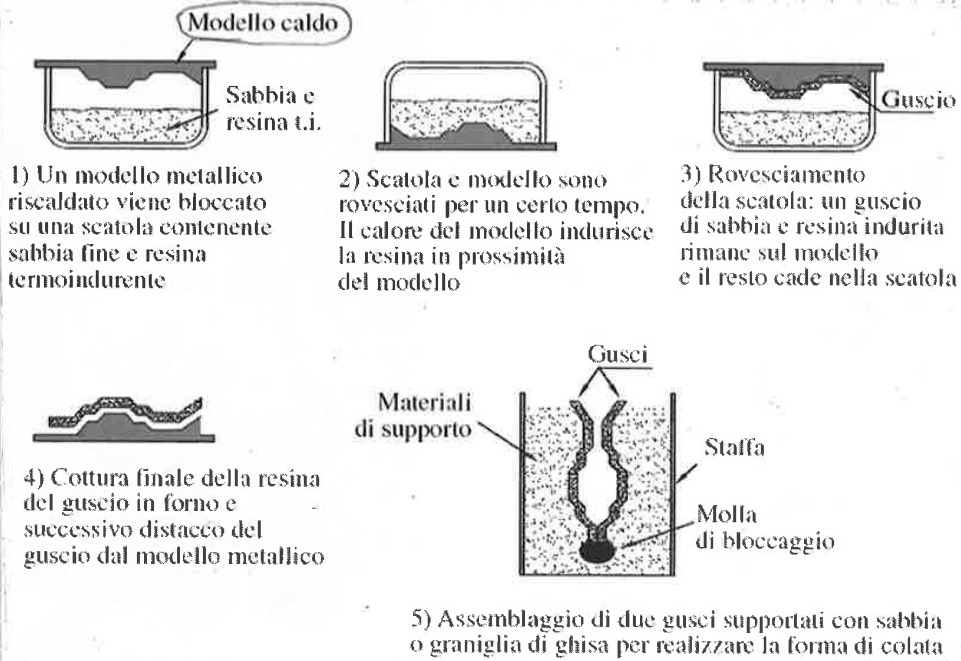
PROCESSI SHELL MOLDING - COLATA IN GUSCIO (F. TRANS.) [MODELLO PERMANENTE]

È UN PROCESSO DI COLATA IN FONDA TRANSITORIA MA CON MODELLO PERMANENTE.

QUESTA TECNICA PUÒ ESSERE UTILIZZATA PER PRODURRE GETTI FINO A 30 Kg.

SI OTTIENE UNA SABBIA PRE-RIGERIFICA CON POLIMERI (RESINA TERMOINDURENTE)

[COLATA MANUALE] IL CALORE FA SÌ CHE AVVENGA LA RETICOLAZIONE DEL POLIMERO.

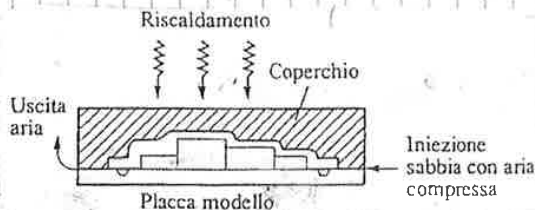


NB: → IL DISTACCO DEL GUSCIO DALLA PLACCA MODELLO AVVIENE GRAZIE ALL'USO DI DISTACCANTE E/O TRAMITE L'USO DI ESTRATTORI.

→ PER CONTRASTARE LA SPINTA METASTATICA, IL GUSCIO PUÒ ESSERE INSERITO ALL'INTERNO DI UN CONTENITORE CONTENENTE MATERIALE DI SUPPORTO IN MODO DA CONTENERE IL GUSCIO.

VANTAGGI: - BUONA FINITURA SUPERFICIALE ($R_a = 2,5 - 3 \text{ mm}$)

- PROCESSO AUTOMATIZZABILE (FACILMENTE)



- PLACCA MODELLO PERMANENTE
- COPERCHIO RISCALATO (NB: $T = 180 - 200^\circ\text{C}$)
- LA SABBIA VIENE INIETTATA CON ARIA COMP.

SVANTAGGIO: IL GUSCIO CHE SI VIENE A CREARE NON PUÒ ESSERE RIUTILIZZATO.

POLICAST (O COST FOAM = "SCHIUMA DESSA") ⑤

IL MODELLO È REALIZZATO IN POLISTIROLO ESPANSO. VIENE MESSO ALL'INTERNO DI UN CONTENITORE CONTENENTE SABBIA. L'ELIMINAZIONE DEL MODELLO NON AVVIENE PRIMA DELLA COLATA. IL MODELLO SUBLIMA CON IL METALLO, QUINDI È MOLTO IMPORTANTE L'EVACUAZIONE DEL GAS DURANTE LA SUBLIMAZIONE.

LE SUPERFICI OTTENUTE MEDIANTE POLICAST SONO, DI SOLITO, ANNERITE A CAUSA DELLA CENERE DEL POLISTIROLO.

REALIZZAZIONE DEL MODELLO: SI INFILTA ALL'INTERNO DI UNO STAMPO POLISTIROLO CHE ESPANDE ATTRAVERSO UNA CORRENTE CALDA DI VAPORE. IL POLISTIROLO SI ESPANDE RIEMPENDO COMPLETAMENTE LO STAMPO. SI APRISCE LO STAMPO E SI PASSA IL MODELLO SOTTO ACQUA FREDDA PER VELOCIZZARE IL RAFFREDDAMENTO. CREATO IL MODELLO, QUESTO VIENE RICOPERTO CON UNA VEGNICA REFRAATTARIA (NR) CHE SOSTIENE LA SABBIA ED EVITA CHE IL METALLO VADA AD ERODERE LA SABBIA. SI METTE QUINDI IL MODELLO IN UN RECIPIENTE CON SABBIA E SI EFFETTUA LA COLATA. SI LASCIA SOLIDIFICARE IL GETTO E SUCCESSIVAMENTE SI RIMUOVE LA SABBIA

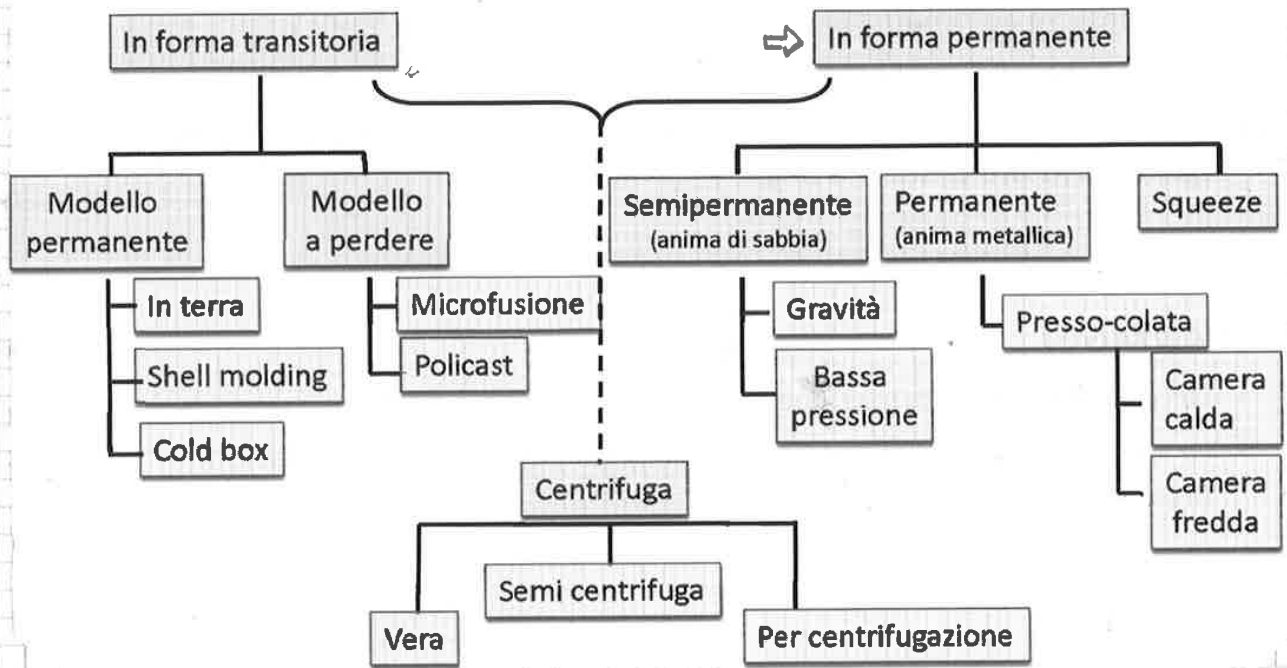
VANTAGGI - SABBIA COMPLETAMENTE RICICLABILE.

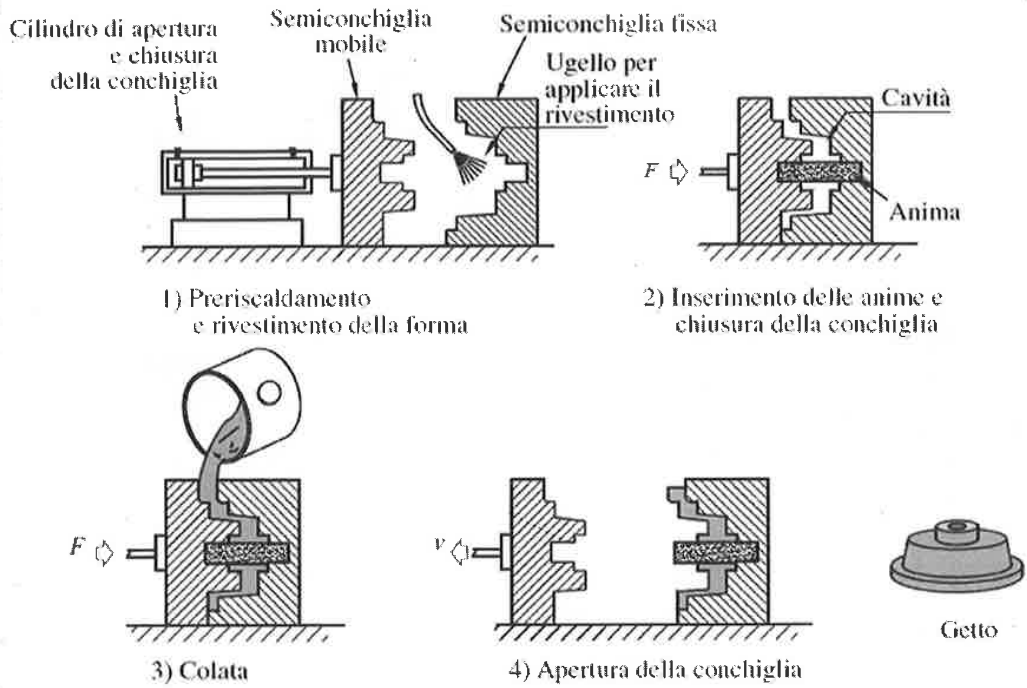
- SI EVITA IL PROBLEMA DELLE BAVE

SVANTAGGI: - BASSA QUALITÀ SUPERFICIALE A CAUSA DELLA SABBIA CHE LASCIA UN PROFILLO NON BEN DEFINITO.

OLTRE AL POLISTIROLO SI PUÒ UTILIZZARE IL POLIMETILMETACRILATO, CHE HA COSTI MAGGIORI MA UNA MAGGIORE QUALITÀ.

Tecniche di fusione



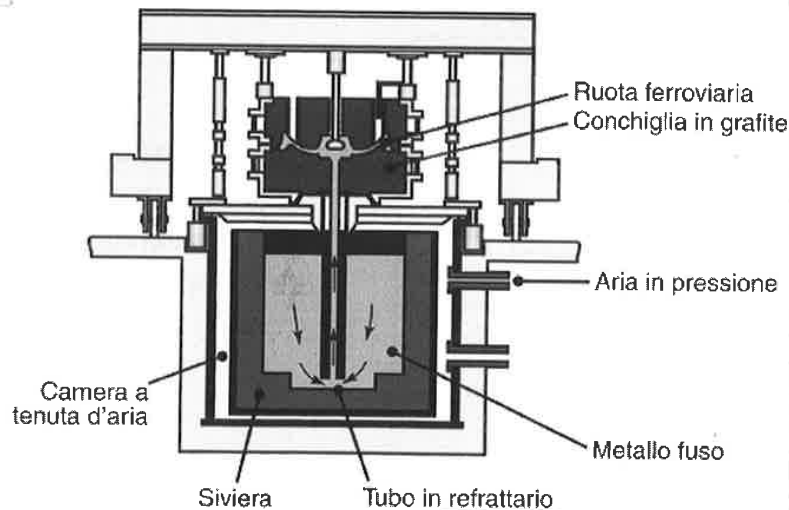


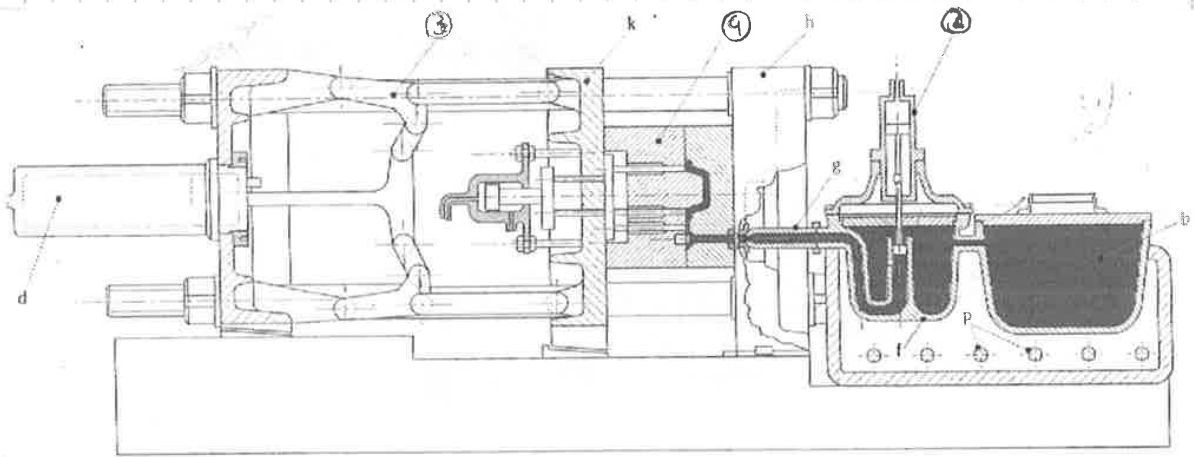
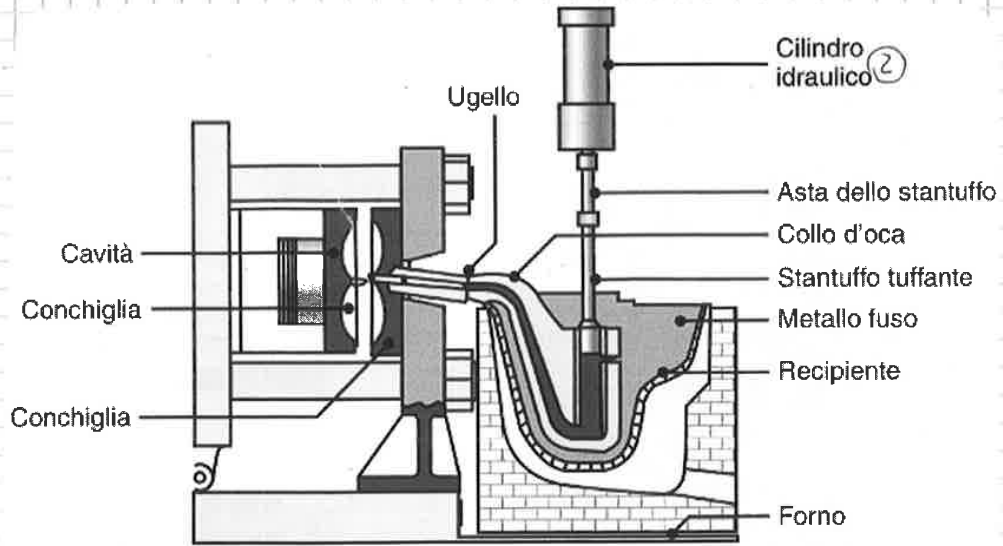
COLATA IN BASSA PRESSIONE

ABBIAMO UN GORGIOLO, CHIAMATO SIVIERA, CONTENENTE METALLO FUSO. IL METALLO FUSO VIENE COMPRESSO DALL'AZIONE DI UN GAS, (GAS: ARIA O MEGLIO AZOTO, ARGON CHE SONO GAS INERTI → PER EVITARE L'OSSIDAZIONE) IL METALLO RISALE LUNGO UN TUBO (REFRATTARIO) E RIEMPIE LA FORMA CHE PUÒ ESSERE PERMANENTE (CONCHIGLIA) O TRANSITORIA (LA PRESSIONE DEVE ESSERE PASSA). IL METALLO FUSO DEL "BAGNO DI COLATA" FUNGE DA MATERIEZZA.

VANTAGGIO: - ESSENDO IL TUBO COMPLETAMENTE IMMERSO NELLA SIVIERA NON SONO PRESENTI OSSIDI E IMPURITÀ ALL'INTERNO DEL GETTO.

LA COLATA PUÒ ESSERE EFFETTUATA ANCHE TRAMITE DUE TUBI (PEZZI PIÙ GRANDI) C'È UNA PRESSA CHE CHIUDE TUTTO. A SOLIDIFICAZIONE COMPLETATA LA PRESSA SI APRISCE E IL PEZZO SI ESTRARRE.





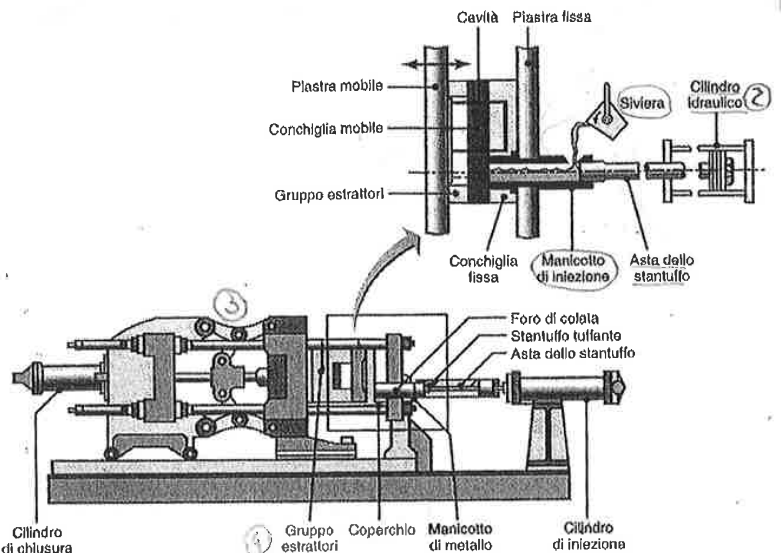
IN CAMERA FREDDA

DIFFERISCE SOLO PER IL SISTEMA DI INIEZIONE, NON C'È UN CROCCIO, MA IL METALLO LIQUIDO VIENE VERSATO TRAMITE LA SIVIERA ALL'INTERNO DEL MANICOTTO D'INIEZIONE; IMMEDIATAMENTE LO STANTUFFO INFILTA IL METALLO ALL'INTERNO DELLO STAMPO

VANTAGGI: - È PIÙ SEMPLICE E MENO COSTOSO.

SVANTAGGI:

- ALL'INTERNO DEL MANICOTTO SI PUÒ AVERE LA CORROSIONE DI SCORIE E OSSIDI (PERCHÉ: CONTATTO DIRETTO CON L'ATMOSFERA) ⇒ NON PER LE LEGHE DI Mg.
- LA PRODUTTIVITÀ È PIÙ BASSA (750-300 PEZZI ALL'ORA) PERCHÉ IL PROCESSO È PIÙ LUNGO.



COLATA CENTRIFUGA

TRAMITE QUESTA TECNICA È POSSIBILE REALIZZARE COMPONENTI CILINDRICI CAVI (TUBI). IL METALLO FUSO VIENE COLATO DALLA SIVIERA IN UN OPPORTUNO SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ALL'INTERNO DELLA CONCHIGLIA. LA CONCHIGLIA È POSTA IN ROTAZIONE MEDIANTE UN ROLLO GUIDA E SOSTENUTA DA UN ROLLO FOLLE.

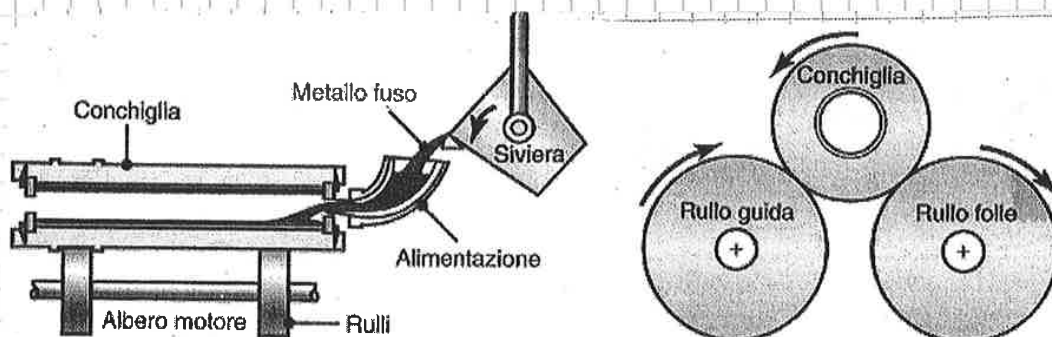
LA CONCHIGLIA È UNA SUPERFICIE CILINDRICA UNIFORME. ALL'INTERNO DI QUESTA POSSONO ESSERCI DEI "DISEGNI" PER CREARE FORME PIÙ COMPLESSE.

SI POSSONO CREARE ELEMENTI CILINDRICI CON LE SEGUENTI CARATTERISTICHE:

$D = (\text{DA } 13 \text{ mm A } 3 \text{ m})$

$\text{Lunghezza}_{\text{max}} = 16 \text{ m}$

$\text{SPESORE PARETI} = (\text{DA } 6 \text{ A } 125 \text{ mm})$



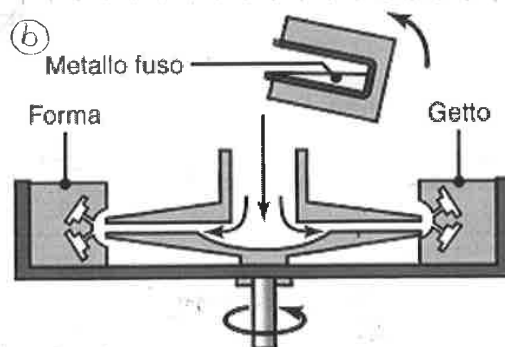
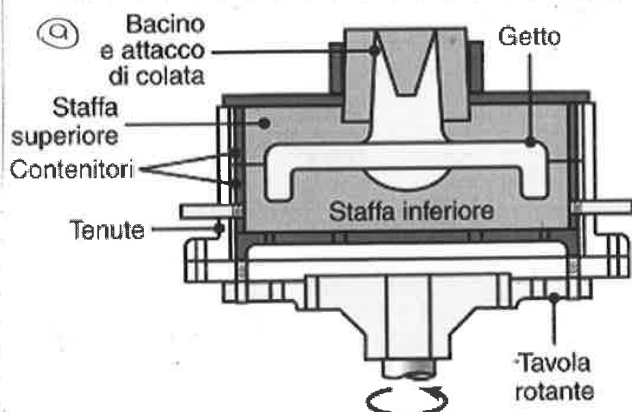
ESISTONO DUE VARIANTI DI COLATA CENTRIFUGA.

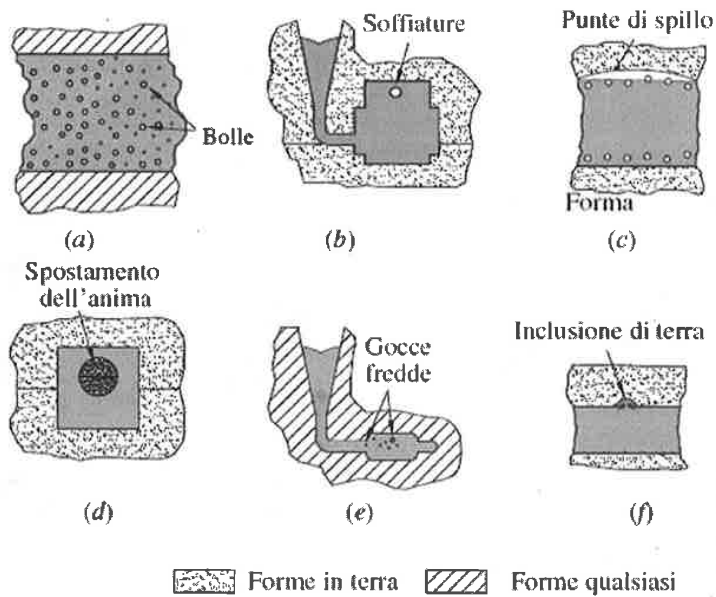
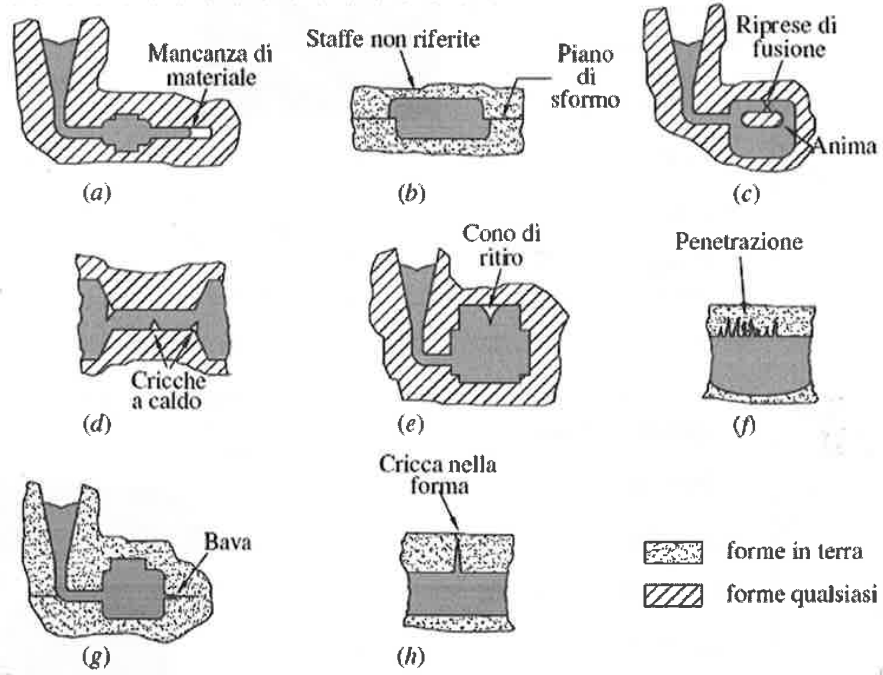
COLATA SEMI CENTRIFUGA (a)

SI POSSONO CREARE TUTTI QUEGLI OGGETTI CHE HANNO UNA SIMMETRIA ROTAZIONALE (ES: RUOTE CON RAZZE). CON QUESTO METODO, POICHÉ LE IMPURITÀ HANNO POCO INERZIA, RIMANGONO ALL'INTERNO E POSSONO POI ESSERE ELIMINATE.

COLATA PER CENTRIFUGAZIONE (b)

SI PUÒ REALIZZARE QUALSIASI GEOMETRIA. IN QUESTO CASO IL MOTTO DI ROTAZIONE HA LA CAPACITÀ DI VELOCIZZARE IL METALLO FUSO CHE VIENE SPINTO VERSO L'ESTERNO E CHE QUINDI ANDRÀ A RIEMPIRE LE FORME CHE SONO PRESENTI SULL'ESTERNO.





CRICCHE A CALDO: SI FORMANO QUANDO LA FORMA È TROPPO PICCOLA E NON LASCIA AFFIANCARE BENE IL METALLO.

GOCCE FREDDI: SI VERIFICANO QUANDO AVVIENE UNA COLATA A PICCOLO. LE GOCCE SULLA PARTE SI RAFFREDDANO PRIMA E QUANDO VENGONO INCORPATE NEL GETTO, QUESTO NON RIUSCIRÀ PIÙ A FORMARLE ⇒ DANNO DEFETTI. (SOLO SE IL GETTO LE INCORPORA VELOCEMENTE QUANDO SONO ANCORA CALDE ALLORA NON DANNO DEFETTI)

LAVORAZIONI PER DEFORMAZIONE PLASTICA III

FORGIATURA

È UN PROCESSO DI FORMATURA PER DEFORMAZIONE. VIENE EFFETTUATA SUL COMPONENTE ALLO STATO SOLIDO, APPLICANDO DELLE FORZE.

I PROCESSI DI FORMATURA PER DEFORMAZIONE SI SUDDIVIDONO:

→ PER TEMPERATURA

- DEFORMAZIONE A FREDDO ($T/T_m = T_0 < 0.3$; $T_0 [K]$ TEMP. OMLOGA, $T_m = T.$ FUSIONE)
- A MEDIA TEMPERATURA ($0.3 < T_0 < 0.5$)
- ALTA TEMPERATURA / A CALDO ($T_0 > 0.6$)

NB: A CALDO: LA LAVORAZIONE È PIÙ SEMPLICE MA CI SONO DUE PROBLEMI:

SI FORMA DELL'OSSIDO SUL COMPONENTE; SI HA UN PIÙ DIFFICILE CONTROLLO NELLE TOLLERANZE E DELLE DIMENSIONI A CAUSA DEL RITIRO CHE SI HA QUANDO IL PEZZO SI RAFFREDDA.

A FREDDO: SONO RICHIESTE FORZE MOLTO MAGGIORI; CI HA UN CONTROLLO PIÙ STRETO SULLE TOLLERANZE.

⇒ DI SOLITO LE PRIME LAVORAZIONI SI SVOLGONO A CALDO, MANTENENDO QUELLE FINALI A FREDDO.

→ PER TIPO DI OPERAZIONE

- LAVORAZIONE PRIMARIA
- SECONDARIA

→ IN BASE ALLA FORMA E ALLE DIMENSIONI DEL PEZZO

- DEFORMAZIONI DI VOLUME (BULK DEFORMATION)
- FORMATURA DELLA LAMIERA (SHEET FORMING)

IL PROCESSO DI FORGIATURA

- 1) PREPARAZIONE DEL GREZZO
- 2) RISCALAMENTO DEL GREZZO (SOLO PER STAMPAGGIO A CALDO)
- 3) RIMOZIONE DELLO STATO OSSIDATO.
- 4) PRERISCALAMENTO (SOLO PER STAMPAGGIO A CALDO) E LUBRIFICAZIONE DEI SEMI-STAMPI
- 5) FORGIATURA
- 6) RIMOZIONE DELLA BAVA
- 7) LAVAGGIO
- 8) CONTROLLO DIMENSIONALE
- 9) LAVORAZIONI PER ASPETTAZIONE DI TRUCIOLO
- 10) TRATTAMENTO TERMICO
- 11) COLLAUDO FINALE

DEFINIAMO ORA:

$\dot{\epsilon}_1 = -\frac{v}{h_1}$ VELOCITA' DI DEFORMAZIONE, v VELOCITA' CON CUI VENGONO AVVICINATI I DUE STAMPI.

QUANTIFICAZIONE DELLA FORZA

$F = \gamma_s \cdot \pi \cdot R^2 \left(1 + \frac{2}{3} M \cdot \frac{R}{h} \right)$ RICAVATA SPERIMENTALMENTE; VALORE PER I PEZZI CILINDRICI

R, h DIMENSIONI FINALI DEL COMPONENTE

$\gamma_s =$ VALORE DEL FLUSSO PLASTICO ALLA DEFORMAZIONE FINALE ϵ_1 ($\gamma_s \approx \sigma_s$)

$\frac{2}{3} M \frac{R}{h} =$ TERMINE CHE TIENE CONTO DELL'ATTRITO E DEL LAVORO RINDONANTE

ESEMPPIO: FORGIATURA DI UN COMPONENTE IN ACCIAIO INOX ($\sigma = 640 \text{ MPa}$) CON RINOVIZIONE DEL 50% DI ALTEZZA:

$d = 150 \text{ mm}$; $h_0 = 100 \text{ mm} \rightarrow h_1 = 0.5 \cdot h_0 = 50 \text{ mm}$ $M = 0.2$ (DISCUTO)

$\Rightarrow \epsilon = \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right) = \ln\left(\frac{100}{50}\right) = 0.69$

$\gamma_s = \sigma_s = \sigma \cdot \epsilon^m = 640 \cdot 0.69^{0.22} = 990 \text{ MPa}$

$F = \sigma_s \pi \frac{d^2}{4} \left(1 + \frac{2}{3} M \frac{d}{2h_1} \right) = 26,7 \text{ MN} \Rightarrow$ COME SI VEDE LE FORZE IN GIOCO SONO MOLTO ELEVATE.

VANTAGGI E SVANTAGGI NELLA FORGIATURA

VANTAGGI:

- POSSIBILITA' DI CONTROLLARE IL FLUSSO DEL MATERIALE E LA STRUTTURA;
- BUONA RESISTENZA E TENACITA' DEI MANUFATTI;
- POSSIBILITA' DI OTTENERE PEZZI PIU' VICINI ALLA FORMA FINALE;
- POSSIBILITA' DI OTTENERE COMPONENTI DI GEOMETRIA COMPICASSA (CANNELLI DI ATTERRAGGIO ALBERI AGRICOLI, BILIE...)

SVANTAGGI:

- I SEMISTAMPI SONO COSTOSI
- LAVORO ALTAMENTE SPECIALIZZATO.

V.

- FORME COMPICASSE
- PEZZI QUASI FINITI
- BUONE CARATT. MECC

SV

- COSTI ALTI
- LAVORO ALT. SPEC.

VANTAGGI E SVANTAGGI MANTELLATURA E FORGIATURA IN STAMPO APERTO

VANTAGGI:

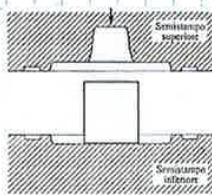
- OPERAZIONE SEMPLICE, ECONOMICA; PUO' ESSERE SEMI AUTOMATIZZATA
- POSSIBILITA' DI LAVORARE PEZZI DI GRANDI DIMENSIONI; SI POSSONO OTTENERE FORME VARIE CON GLI STESSI UTENSILI.

SVANTAGGI

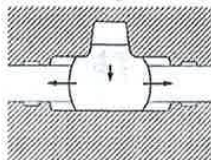
- NON SI PUO' FARE A MENO DELLA PRESSIONE DI UN'OPERAZIONE
- NON SI PUO' ELIMINARE, MA SOLO RIDURRE, L'IMBARILIMENTO.

STAMPAGGIO MASSIVO

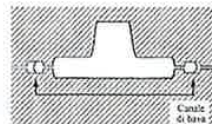
IL MATERIALE E' FORMATO IN UNA CAVITA' CHIUSA.



Inizio dell'operazione



Compressione ed estrusione



Riempimento e fuoriuscita del materiale nel canale di bava

NOTEVOLI FORZE IN GIOCO

I DUE SEMISTAMPI VENGONO AVVICINATI E SI COMPRIME IL MATERIALE CHE ANDRA' A RIEMPIRE LE VARIE PARTI NELLO STAMPO. L'OPERAZIONE TERMINA QUANDO I DUE SEMISTAMPI SONO COMPLETAMENTE CHIUSI.

IL MATERIALE IN ECCESSO PUO' FUORIUSCIRE ATTRAVERSO IL CANALE DI BAVA.

PER IL CORRETTO RIEMPIMENTO NELLA FORMA SONO MOLTO IMPORTANTI:

- IL CANALE DI BAVA
 - LA PLASTICITA' DEL MATERIALE DA FORMARE.
 - L'IMPIEGO DI LUBRIFICANTI
 - LA TEMPERATURA NELLO STAMPO
 - LA GEOMETRIA DELLA FORMA
- } PER RIDURRE L'ATTRITO E QUINDI L'IMBARILIMENTO.

E' UN'OPERAZIONE PIU' LENTA RISPETTO A QUELLA ALL'APERTO.

SI OTTENGONO BUONE TOLLERANZE DI CIRCA $\pm 0,5 \div 1\%$ NELLE DIMENSIONI NOMINALI.

A FREDDO LO STAMPAGGIO E' PIU' PRECISO; SI OTTENGONO TOLLERANZE DI $\pm 0,25 \text{ mm}$ CONTRO I $0,5 \text{ mm}$ NELLO STAMPAGGIO A CALDO. INFATTI LO STAMPAGGIO A FREDDO E' DETTO: "DI PRECISIONE".

GEOMETRIA DELLA FORMA

NON TUTTI I PEZZI POSSONO ESSERE STAMPATI, BISOGNA EVITARE CHE SIANO PRESENTI SOTTOSQUADRI, BISOGNA TENER CONTO DELL' ANGOLO DI SFORAMO.

SE LO STAMPAGGIO E' EFFETTUATO SOLO CON UN SEMISTAMPO, LO STAMPAGGIO AVRA' COSTI INFERIORI IN QUANTO NON C'E' IL PROBLEMA DEL CENTRAGGIO DEI DUE SEMISTAMPI.

LO STAMPAGGIO AVVIENE IN PIU' FASI. (\Rightarrow PIU' STAMPI)

NELLA PRIMA FASE VIENE EFFETTUATA UNA DEFORMAZIONE NOTEVOLE DEL PEZZO, NELLA SECONDA SI EFFETUA UNA DEFORMAZIONE RIDOTTA, MA SI APPLICA UNA FORZA DI CHIUSURA SUPERIORE IN MODO DA ANDARE A DEFINIRE I DETTAGLI. L'OPERAZIONE FINALE E' QUELLA DI TAGLIO DELLA BAVA. LA BAVA DEVE ESSERE SEMPRE PRESENTE; SE NON C'E' BAVA VUOL DIRE CHE LO STAMPO E' STATO PROGETTATO MALE O NON SI E' RIEMPIUTO COMPLETAMENTE.

NB: CON LO STAMPAGGIO SI OTTENGONO DEI COMPONENTI CHE HANNO CARATTERISTICHE MECCANICHE SUPERIORI RISPETTO A QUELLI OTTENUTI PER FONDERIA, PROPRIO PERCHE' IL PEZZO VIENE DEFORMATO. INFATTI NELLO STAMPAGGIO NON SONO PRESENTI MICROCAVITA' PERCHE' VENGONO COMPATTATE (O RIDOTTE AL MINIMO) IL COSTO PERO' E' SUPERIORE PERCHE' CI SONO FORZE MOLTO PIU' ALTE E GLI STAMPI SONO COMPRESI E VENGONO SOTTOPOSTI A USURA PERCHE' SI LAVORA AD ALTA TEMPERATURA. IL FATTO CHE SI LAVORA A CALDO, PERO', FAVA' AUMENTARE LE DIMENSIONI DEI GRANI. IL PROBLEMA SI RISOLVE CON LAVORAZIONI SUCCESSIVE.

CALCOLO E ANDAMENTO DELLA FORZA DI STAMPAGGIO

SPERIMENTALMENTE SI HA CHE: $F = k \cdot G_m \cdot A = k \cdot \bar{\gamma} \cdot A$ k DIPENDE DALLA FORMA

A = AREA DELLA PROIEZIONE DELLA FIGURA, SUL PIANO DI SEPARAZIONE.

ANDAMENTO DELLA FORZA: INIZIALMENTE LA FORZA CRESCE MOLTO LENTAMENTE; QUANDO IL MATERIALE INCOMINCIA A RIEMPIRE IL CANALE DI BAVA SI HA UN INCREMENTO ALTISSIMO. INFATTI LA FUNZIONE DEL CANALE DI BAVA E' QUELLA DI FARSI CHE LA FORZA AUMENTI IN MODO DA ANDARE A RIEMPIRE ALL'INTERNO DELLO STAMPO QUELLE AREE PIU' DIFFICILI CHE FINO A QUEL MOMENTO NON ERANO RIUSCITE A RIEMPIRSI. SERVE ANCHE A FAR FUORIUSCIRE IL MATERIALE IN ECCESSO. IL MATERIALE, QUINDI, DEVE INIZIARE A FUORIUSCIRE SOLO QUANDO TUTTA LA CAVITA' E' STATA RIEMPIUTA DAL MATERIALE. QUINDI AVERE BAVA CHE FUORIUSCIRE SIGNIFICA CHE TUTTA LA FORMA E' STATA RIEMPIUTA.

FORGIABILITA'

LA FORGIABILITA' DI UN METALLO E' LA CAPACITA' DI SUBIRE DEFORMAZIONE PER FORGIATURA SENZA CRICCATURA.

NON TUTTI I MATERIALI POSSONO ESSERE FORGIATI, IN QUANTO NON TUTTI RIESCONO A TENERE LE CARATTERISTICHE QUANDO VENGONO DEFORMATI.

⇒ TEST DI COMPRESSIONE: LE CRICCHE SI FORMANO SULLA SUPERFICIE IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE PIU' DEFORMATA. SI VERE QUANDO SI FORMANO LE CRICCHE PER CUI SI STABILISCE UN LIMITE.

TEST A TORSIONE: (ESEGUITO A CALDO); VIENE MISURATO IL NUMERO DI GIRI A ROTURA. (IN GENERALE I METALLI E LEGHE AD ALTE T HANNO BASSA FORGIABILITA'. ES: TITANIO)

PROGETTAZIONE STAMPI PER FORGIATURA

LA PROGETTAZIONE E' MOLTO IMPORTANTE PER OTTENERE IL PEZZO VOLUTO SENZA DEFETTI. LA PROGETTAZIONE RIGUARDA, OLTRE CHE LO STAMPO, ANCHE LA FORMA DEL SEMI LAVORATO DI PARTENZA LE SUE DIMENSIONI E LA QUANTITA' ESATTA DI MATERIALE DA UTILIZZARE.

SPESSE BISOGNA PROGETTARE IL PROCESSO INSERENDO NEGLI STEP DI FORGIATURA LA LINEA DI CONGIUNZIONE DEI SEMI-STAMPI PUO' ESSERE ANCHE NON DRITTA, MA DEVE ESSERE LOCALIZZATA NELLA ZONA CHE PIU' FACILITA LA RIMOZIONE DEL PEZZO. L'AREA IN CUI VIENE RACCOLTA LA CAVA NON DEVE RIEMPIRSI COMPATTAMENTE, ALTRIMENTI VOUL DIRE CHE HO UTILIZZATO TROPPO MATERIALE. (⇒ AUMENTA IL COSTO) E' MOLTO IMPORTANTE ANCHE UTILIZZARE DEGLI ANGOLI OPPORTUNI ($3-10^\circ$) PER L'ESTRAZIONE DEL PEZZO.

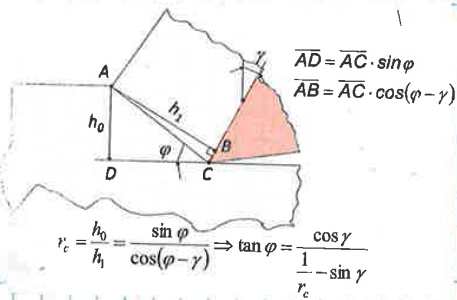
GLI STAMPI DEVONO RESISTERE A ELEVATE TEMPERATURE E PRESSIONI PER CUI SI UTILIZZANO ACCIAI DURI PER UTENSILI. ACCIAI CONTENENTI:

CRONIO (CR), NICKEL (Ni), MOLIBDENO (Mo) E VANADIO (V).

INOLTRE GLI STAMPI VENGONO RICOPERTI CON LUBRIFICANTI CHE ABBIANO ANCHE FUNZIONE DI BARRIERA TERMICA TRA IL PEZZO CALDO E IL PEZZO FREDDO, NONCHE' FACILITANO IL DISTACCO. A CALDO SI UTILIZZA GRAFITE O VETRO. A FREDDO MINERALI E SAPONE.

(SEMPRE)

$h_1 > h_0$: DEFINIAMO : $r_c = \frac{h_0}{h_1} < 1$ FATTORE DI RICALCAMENTO

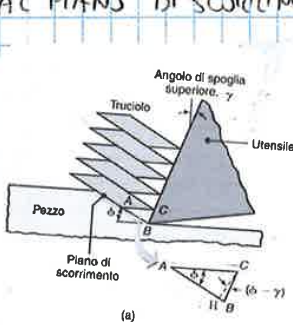


QUINDI A UN ANGOLO DI SCORRIMENTO PICCOLO CORRISPONDERA' UNO SPESORE DEL TRUCIOLO MAGGIORE. INVECE AUMENTANDO γ E QUINDI ϕ SI OTTIENE MENO TRUCIOLO E LA LAVORAZIONE DI TAGLIO RISULTA FACILITATA.

MODELLO DI PIJSPANEN

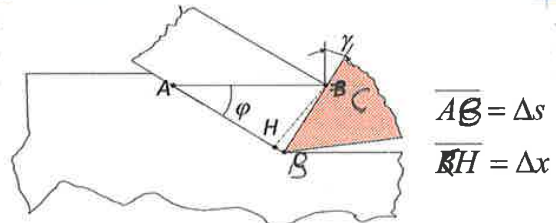
E' UN MODELLO DI APPROSSIMAZIONE DELLA FORMAZIONE DI TRUCIOLO.

SEMBRA CHE CI SIANO DEGLI ELEMENTI CHE SCORRONO GLI UNI SUGLI ALTRI PARALLELAMANTE AL PIANO DI SCORRIMENTO



$\Delta S = \overline{AB}$ (SPESORE DEL TRUCIOLO)
 $\Delta X = \overline{CH}$ (SCORRIMENTO)
 $r_s = \frac{\Delta S}{\Delta X}$ DEFORMAZIONE DI TAGLIO

SARA' QUINDI : $r_s = \frac{\Delta S}{\Delta X} = \frac{\overline{AB}}{\overline{CH}} = \frac{\overline{AH} + \overline{HB}}{\overline{CH}} = \frac{\overline{CH} \cdot \cot \phi + \overline{CH} \cdot \tan(\phi - \gamma)}{\overline{CH}}$
 $\Rightarrow r_s = \cot \phi + \tan(\phi - \gamma)$

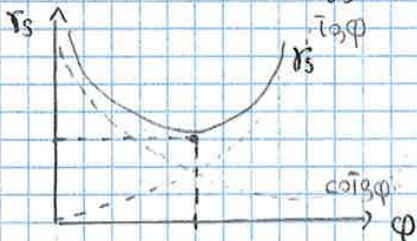


$\overline{AB} = \Delta s$
 $\overline{BH} = \Delta x$

$r_s = \frac{\overline{AH} + \overline{HC}}{\overline{BH}} = \cot \phi + \tan(\phi - \gamma)$

ORA, PER SEMPLICITA', CONSIDERIAMO $\gamma = 0$

POSSO DIAGRAMMARE r_s IN FUNZIONE DI ϕ :

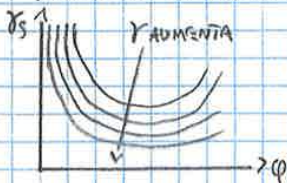


COME SI VEDE C'E' UN MINIMO DI r_s PER UN PRECISO VALORE DI ϕ

E FINO A QUESTO VALORE, ALL'AUMENTARE DI ϕ , r_s SI RIDUCE

E QUINDI ANCHE LO SPESORE DEL TRUCIOLO SI RIDUCE, SE INVECE NON SI CONSIDERA $\gamma = 0$

MA LO SI FA VARIARE, SI OTTENGONO DIVERSE CURVE



AUMENTANDO γ SI RIDUCE r_s . MA QUANTO VALE IL MINIMO?

DEVO DERIVARE r_s IN FUNZIONE DI ϕ

$\frac{d r_s}{d \phi} = 0 \Rightarrow \frac{\partial (\cot \phi + \tan(\phi - \gamma))}{\partial \phi} = -\frac{1}{\sin^2 \phi} + \frac{1}{\cos^2(\phi - \gamma)} = 0$

$\Rightarrow \sin^2 \phi = \cos^2(\phi - \gamma) \Rightarrow \phi = \frac{\pi}{2} - (\phi - \gamma) \Rightarrow 2\phi - \gamma = \frac{\pi}{2}$

NB: QUESTO RISULTATO DERIVA DA UN'ANALISI TEORICA DEL MODELLO IDEALE DI PIJSPANEN

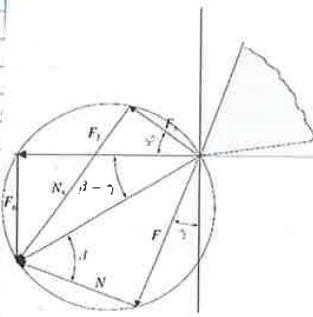
INFATTI CONSIDERIAMO $\gamma = 0 \Rightarrow \phi = \frac{\pi}{4} \Rightarrow r_c = \frac{\sin(\frac{\pi}{4})}{\cos(\frac{\pi}{4} - 0)} = 1 \Rightarrow h_0 = h_1$

RISULTATO IMPOSSIBILE: IN QUANTO

NELLA REALTA' $h_1 > h_0$ (SEMPRE) \Rightarrow QUINDI SIGNIFICA CHE QUESTO MODELLO IDEALE NON TIENE CONTO DELL'ATTRITO.

CERCHIO DI MERCHAND

SERVE PER TROVARE TUTTE LE FORZE



$$F = R \cdot \sin(\beta)$$

$$N = R \cdot \cos(\beta)$$

$$F_t = R \cdot \cos(\beta - \gamma)$$

$$F_n = R \cdot \sin(\beta - \gamma)$$

$$F_s = R \cdot \cos(\phi + \beta - \gamma)$$

$$N_s = R \cdot \sin(\phi + \beta - \gamma)$$

cui aggiungiam o:

$$F_s = A_s \cdot \tau_s = \frac{\tau_s \cdot A_0}{\sin \phi}$$

F_t e F_n SI POSSONO MISURARE SPERIMENTALMENTE TRAMITE DINAMOMETRO TRUCCO, TROVO QUINDI R . NOTO ϕ TROVO β CON CUI TROVO R_c E POI ϕ . CONSIDERANDO CHE $F_s = R \cos(\phi + \beta - \gamma)$ E' ANCHE PARI A: $F_s = \tau_s A_s$ CON $A_s = A_0 / \sin \phi$.
 $\Rightarrow \tau_s = \frac{R \sin \phi \cos(\phi + \beta - \gamma)}{A_0}$, MANTENENDO τ_s IN FUNZIONE DI ϕ POSSO TROVARE LA RELAZIONE CHE

LEGA I TRE ANGOLI: $\frac{\partial \tau_s}{\partial \phi} = \frac{R}{A_0} [\cos \phi \cos(\phi + \beta - \gamma) - \sin \phi \sin(\phi + \beta - \gamma)] = 0$

CONSIDERANDO CHE PRESSO IL PUNTO E' UNA FORZA $\neq 0$ SI HA SOLO $\cos(2\phi + \beta - \gamma) = 0$

DA CUI: $2\phi + \beta - \gamma = \frac{\pi}{2}$ LEGGE DI MERCHAND E MERCHAND. (CONSIDERA ANCHE L'ALTRA)

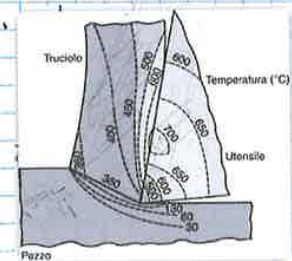
MA QUESTA FORMULA NON TIENE CONTO DI N_s . CONSIDERANDO ANCHE N_s OTTIENIAMO

$2\phi + \beta - \gamma = C$, C VALORE OTTENUTO SPERIMENTALMENTE. QUESTA ULTIMA RELAZIONE CHE TIENE CONTO ANCHE DI N_s SI CHIAMA MORELLO MERCHAND.

DISTRIBUZIONE DEL CALORE

IL PROCESSO DI TAGLIO GENERA CALORE. IN PARTE QUESTO CALORE SI DISPENDE NELL'AMBIENTE PER LA MAGGIOR PARTE (80%) VIENE PORTATO VIA DAL TRUCIOLO.

IL CIRCA 10-15% VIENE PORTATO VIA DALL'UTENSILE CHE SUBISCE QUINDI UNA FONTE DEFORMAZIONE TERMICA. IL RESTANTE 5-10% SI DISPENDE LUNGO IL PEZZO, PER CUI ANCHE IL PEZZO SUBISCE UNA DEFORMAZIONE TERMICA MA LE TEMPERATURE



CHIE AGISCONO SUL PEZZO NON SONO ELEVATE E QUINDI NON LO RANNEGGIANO.

LA TEMPERATURA SUL PEZZO LAVORATO NON SUPERA I 130°, MENTRE DELL'UTENSILE

RAGGIUNGE ANCHE I 700°C. INOLTRE IL CALORE VARIA A SECONDA DELLA VELOCITA'

DI TAGLIO. SE VE AUMENTA IL CALORE AVRA' MENO TEMPO PER DISPENDERSI E

QUINDI VIENRA' PORTATO VIA IN MAGGIOR QUANTITA' DAL TRUCIOLO. VICEVERSA SE RALLENTA

LA VE IL CALORE SI DISPENDERA' PIU' SUL PEZZO E SULL'UTENSILE.

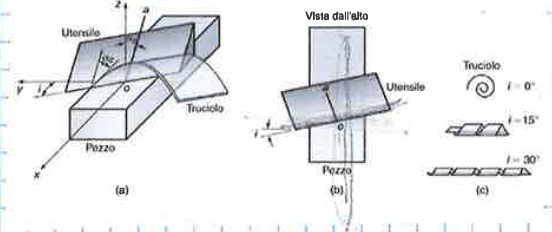
\Rightarrow RAPIDA USURA DELL'UTENSILE.

UTENSILI DA TAGLIO

TAGLIO OBLIQUO

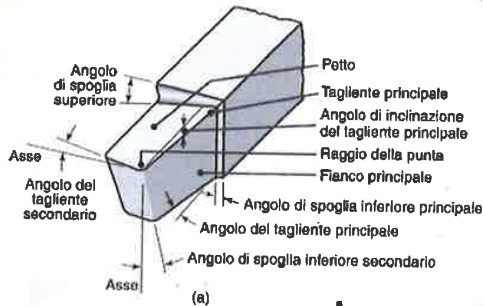
NEL TAGLIO OBLIQUO, A DIFFERENZA DEL TAGLIO ORIZZONTALE IL CUI IL TAGLIANTE È \perp ALLA DIREZIONE DI TAGLIO ($i=0$), IL TAGLIANTE PRESENTA UN ANGOLO DI INCLINAZIONE RISPETTO ALLA DIREZIONE DI TAGLIO, L'ANGOLO DI INCLINAZIONE.

QUESTO ANGOLO FA SÌ CHE IL TRUCIOLO NON SI CURVI AVVOLGENDOSI SU SE STESSO, MA CHE SI ARROTTOLI E SI ALLONTANI DAL MATERIALE IN ASPETTANDO.



UTENSILI MONOTAGLIANTE

UTENSILI MONOTAGLIANTE UTILIZZATI IN TORNIATURA



UN ANGOLO MOLTO IMPORTANTE È: "L'ANGOLO DI REGISTRAZIONE DELL'UTENSILE" / "ANGOLO DI ATTACCO PRINC." →

DEFINISCE LA FORMA DEL PEZZO E LO SPESORE DEL TRUCIOLO. UN ALTRO ANGOLO IMPORTANTE È:

"L'ANGOLO DI REGISTRAZIONE SECONDARIO" →

EVITA CHE IL FIANCO SECONDARIO STRISCI SULLA SUP. LAVORATA.

INSERTI

SONO UTENSILI DA TAGLIO CHE VENGONO MONTATI SU UN CORPO IN ACCIAIO CHIAMATO "STILO"

SONO DELLE PLACCHETTE FATTE IN DIVERSI MATERIALI E FORME. HANNO CARATTERISTICHE DI DUREZZA MOLTO ELEVATE. SOLTAMENTE SI USANO CARBURI METALLICI E CERAMICI.

TRE METODI DI FISSAGGIO:

- CON STAFFA
- CON STAFFA E SPINA DI FISSAGGIO
- A LEVA



LA GEOMETRIA DEI TAGLIANTI PUÒ ESSERE DI SVARIATE FORME E INCLINAZIONI DALLE QUALI DIPENDE LA RESISTENZA MECCANICA. IL TAGLIANTE PUÒ ANCHE AVERE RACCORDI E SMUSSI IN QUANTO LA SOLLECITAZIONE MECCANICA È MASSIMA ALLA PUNTA: CON RACCORDI E SMUSSI AUMENTO LA RESISTENZA MECCANICA.

SI PUÒ AGGIUNGERE SULL'INSERTO UN "RAMPITRUCIOLO" LA CUI FUNZIONE È DI INDIRIZIONARE IL TRUCIOLO A FRAMMENTARSI E SCEZZARSI.

PER LO PIÙ USATI PER LE OPERAZIONI DI FINITURA.

HANNO TEMPERATURA DI RINNOVAMENTO $\sim 1100-1200^{\circ}\text{C}$

MA MOLTO SPESSO GLI UTENSILI VENGONO RIVESTITI. I RIVESTIMENTI PIÙ UTILIZZATI SONO I

CARBURI METALLICI: QUESTI PERÒ NON VANNO PRESI SE DEVO LAVORARE UN METALLO PER VIA DELL'AFFINITÀ CHIMICA: SI RISCHIA CHE SI FORMINO CARBURI SUL TRUCIOLO INQUINANDOLO E PERMETTENDOGLI DI DANNEGGIARE MAGGIORMENTE L'UTENSILE, VENGONO ALLORA RIVESTITI DA STATI STATI DI ALLUMINA (Al_2O_3) CHE LIMITANO L'AFFINITÀ CHIMICA. \rightarrow FINO A (3) STATI DI RIVESTIMENTO NELLO SPESORE DI (2,10 mm).

PER ALCUNE LAVORAZIONI, COME LA "SUPER FINITURA" CHE RICHIEDEMO VELOCITÀ ELEVATISSIME SI UTILIZZANO MATERIALI CON LIVELLO DI DUREZZA MASSIMO COME IL DIAMANTE O IL NITRURIO DI BORO CUBICO; MATERIALI COSTOSISSIMI. NON SI COSTRUISCE UN VEDO E PROPRIAMENTE \rightarrow I "MICROINSEDI" NELLO SPIGOLO DELL'INSETO, OSSIA: IL DIAMANTE NON VA BENE PER LAVORARE GLI ACCIAI PER VIA DELL'ELEVATA AFFINITÀ CHIMICA.

USURA DELL' UTENSILE

LAVORAZIONE \rightarrow USURA DELL'UTENSILE INTERMINE DI GEOMETRIA E MATERIALE. \rightarrow DEGRADO CHE NE DETERMINA LA VITA: SI MANIFESTA SULL'UTENSILE TRAMITE "UN LARBO DI USURA" FINO A 0,2 mm È ACCETTABILE.

(IN OGNI CASO DOPO 15 MINUTI DI TAGLIO EFFETTIVO NON È PIÙ UTILIZZABILE L'UTENSILE, PER I CARBURI) L'USURA È DUVUTA A FENOMENI MECCANICI DI:

ABRAZIONE E ADESIONE DEL TRUCIOLO SUL PIEDO DELL'UTENSILE E ALLA DIFFUSIONE CHIMICA

\Rightarrow QUINDI I FENOMENI PRINCIPALI DI USURA SONO:

- 1) LARBO DI USURA
- 2) CRATERS DI USURA
- 3) SHOCK TERMICI
- 4) TAGLIANTE DI RIPOINT
- 5) DEFORMAZIONI PLASTICHE SULLA PUNTA
- 6) NOTCHING CAVITÀ O FESSURA CHE SI VERIFICA ALL'INIZIO DEL LARBO DI USURA.

LE CAUSE INVECE SONO TRE:

- ABRAZIONE
- ADESIONE
- DIFFUSIONE CHIMICA

ABRAZIONE: È PURAMENTE MECCANICO. SI VERIFICA QUANDO CI SONO DUE INCLUSIONI

SUL MATERIALE DEL PIEDO O SUL TRUCIOLO. IL TRUCIOLO ESERCITA UN'ELEVATA PRESSIONE SUL PIEDO \rightarrow SFORCAMENTO NELLE INCLUSIONI (MOLTO PURE) SUL PIEDO

ADESIONE: OLTRE AD ALTA PRESSIONE VI È ALTA T. EFFETTO COMBINATO \Rightarrow MICROSCALATURE

ULTIMO PARAMETRO CHE INFLUENZA LA QUALITÀ FINALE DEL PEZZO È LA:

RUGOSITÀ

DURANTE LA LAVORAZIONE SI CREANO DEI SOLCHI SULLA SUPERFICIE LAVORATA

DONDI ALLE CARATTERISTICHE DEL TAGLIANTE; SE PRENDI L'ALTEZZA DEI SOLCHI SI OTTIENE

LA RUGOSITÀ TEORICA. QUESTA È FUNZIONE DI a , AVANZAMENTO E R , RAGGIO DELLA PUNTA

DELL'UTENSILE, RAGGIO DI RACCORDO TRA TAGLIANTE PRINCIPALE E SECONDARIO.

ASSUMENDO UN PROFILO PARABOLICO, ALLORA QUESTO AVrà l'EQUAZIONE $y = kx^2$

E RAPPRESENTA L'IMPRONTA DELL'UTENSILE SUL PEZZO. LA CURVATURA DELLA PARABOLA

SARÀ PARI ALL'INVERSO DEL RAGGIO DI PUNTA DELL'UTENSILE: QUINDI:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = 2k = \frac{1}{R} \Rightarrow k = \frac{1}{2R} \Rightarrow y = \frac{1}{2R} x^2$$

$$x = \frac{a}{2}; y = Ra_t \Rightarrow Ra_t = \frac{1}{R} a^2$$

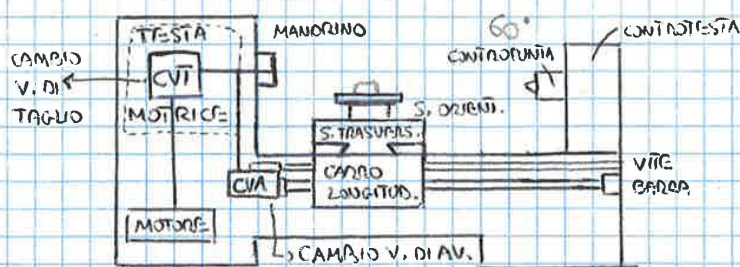
DI SOLITO PERÒ SI FA RIFERIMENTO ALLA RUGOSITÀ MEDIA R_a CHE VALE $R_a = \frac{Ra_t}{4}$

IN DEFINITIVA SI OTTIENE: $R_a = \frac{a^2}{32R}$

⇒ ALL'AUMENTARE DI a R_a CRESCE

ALL'AUMENTARE DI R R_a DIMINUISCE ⇒ CONVIENE AVERE UTENSILI CON RAGGIO DI PUNTA ALTO

SCHEMA BIDIMENSIONALE DEL TORNO PARALLELO



OPERAZIONI DI TORNITURA

- 1) TORNITURA CILINDRICA (O LONGITUDINALE): È LA PIÙ SEMPLICE; MENTRE IL PEZZO È IN ROTAZIONE L'UTENSILE SI MUOVE IN SENSO LONGITUDINALE. TRAMITE LA SLITTA ORIENTABILE POSSO ESIGUIRE LA TORNITURA CONICA.
- 2) TORNITURA PIANA (O SFACCIATURA): IL PEZZO È IN ROTAZIONE; L'UTENSILE AVANZA, NON IN DIREZIONE ASSIALE MA IN DIREZIONE RADIALE GRAZIE ALLA SLITTA TRASVERSALE. VI È UNA VARIAZIONE DI VE. VARIA CON IL MOVIMENTO RADIALE, QUINDI IN FUNZIONE DEL DIAMETRO, È MASSIMA ALL'INIZIO E TENDE A ZERO AVVICINANDOSI ALL'ASSE. C'È QUINDI IL RISCHIO DEL TAGLIANTE D'INCHIOPATO PER CUI SI SCEGLIONO VE PIÙ BASSE ELEVATE.
- 3) FORATURA: LAVORAZIONE INTERNA, POSSO OTTENERE UN FORO SUL PEZZO UTILIZZANDO LA CONTROTESTA CON UN APPORTUNO UTENSILE.
- 4) FILETTATURA: SI UTILIZZA LA VITE PER UNA MAGGIORE PRECISIONE; PIÙ PASSATE.
- 5) RIGINATURA: PER LAVORARE LA SUPERFICIE DEL PEZZO TRAMITE L'UTILIZZO DI DUE RUOTE CONTROARRESTE.
- 6) PROFILATURA
- 6) TORNITURA INTERNA: L'UTENSILE TRAMITE LO STELLO ENTRA DENTRO IL FORO (PARASSISTENTE) PER LAVORARLO, È UN'OPERAZIONE MOLTO A RISCHIO DI VIBRAZIONE POICHÉ L'UTENSILE È LUNGO E SUELO; PER QUESTO CI SONO LIMITI DI LUNGHEZZE MASSIME TORNIBILI INTRINSECAMENTE.
- 7) TRONCATURE: OPERAZIONE RADIALE TRAMITE UN UTENSILE A CUNELLO PER (TIPICAMENTE) LA REALIZZAZIONE DI GORE. FORTE RISCHIO DI VIBRAZIONE.

BLOCCAGGIO DEI PEZZI.

SISTEMA PIÙ UTILIZZATO: MANDRINO AUTOCENTRANTE.

TRE GRIFFE DISPOSTE A 120° TRA LORO. SI MUOVONO LUNGHE GUIDE RADIALI GRAZIE A UN MECCANISMO INTERNO: ABBIAMO UNA SCANALATURA ELICOIDALE PIANA MOSSA DA UNA RUOTA INGANNATA A SUA VOLTA DA UN PIGNONE CONICO COMANATO ESTERNAMENTE. IL MOVIMENTO DELLE GRIFFE È SINCRONIZZATO GRAZIE ALLA SCANALATURA ELICOIDALE PIANA: SONO QUINDI SEMPRE EQUITRIBUITE ALL'ASSE, CIÒ PER GARANTIRE UN COMPLETO CENTRAGGIO.

DUE TIPI DI GRIFFE: PER BLOCCAGGIO ESTERNO E PER BLOCCAGGIO INTERNO.

ALTRO DISPOSITIVO DI BLOCCAGGIO È L'AUTOCENTRANTE A GRIFFE INDIPENDENTI: 4 GRIFFE OGNIUNA CON COMANDO SEPARATO (SERVE PER ESEMPIO PER REALIZZARE UN FORO NON SULL'ASSE)

FORATURA

OPERAZIONI SUI FORI:

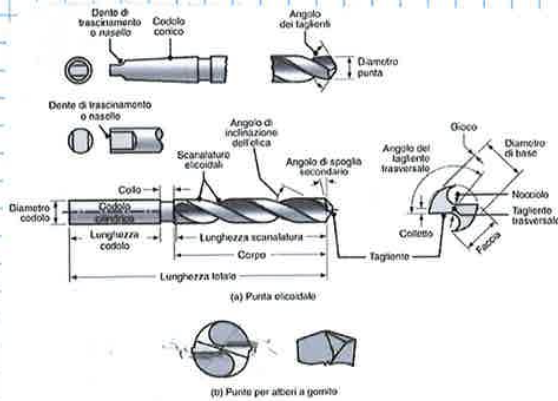
- 1) FORATURA: CON PUNTA A ELICA (SI OTTIENE UNA $R_a = 3 \mu m$)
- 2) ALLARGATURA: ALLARGARE IL DIAMETRO DI UN FORO PREESISTENTE.
- 3) AUSSATURA: RIMUOVENDO MATERIALE DA UN FORO PREESISTENTE PER MIGLIORARE LA RUGOSITÀ
- 4) CENTRATURA: PERMETTE DI OTTENERE UN PICCOLO CONE LUNGO SULLA SUP. DEL PEZZO CHE PERMETTE CONSERVARE L'ALLINEAMENTO DELLA PUNTA E DEL FORO.
- 5) SVASATI: SI UTILIZZANO UTENSILI ADATTATI PER OTTENERE LA LORO SVASATURA SUL PEZZO
- 6) LAVORAZIONE DI FORI PROFONDI: $\frac{D_{PUNTA}}{L_{PUNTA}} = \frac{1}{300}$: PUNTA A ELICA PER GARANTIRE PIÙ STABILITÀ

NB: L'UTENSILE RUOTA INTORNO AL SUO ASSE E AVANZA SUL PEZZO.

LA PUNTA A ELICA

PERMETTE DI OTTENERE UN FORO DA UN PEZZO PIANO.

PRESENTA DUE SPIGOLI TAGLIENTI SULLA PUNTA, RESPONSABILI NELL'ASPONTAZIONE DI MATERIALE



Due tipologie comuni di punta a elica: (a) Punta elicoidale. La funzione dei due colletti è quella di fornire una superficie di riferimento sulle pareti del foro, per guidare la punta durante la lavorazione. Esistono anche punte con 4 colletti per una migliore accuratezza; esistono inoltre punte con geometrie rompitrucolo. (b) Punta per alberi a gomito. Queste punte presentano una buona capacità di centraggio e poiché il truciolo tende a rompersi facilmente, sono adatte per realizzare fori profondi.

COLLOLO: PARTE TERMINALE, PUÒ ESSERE CILINDRICA O CONICA; SERVE PER L'ARRANCIAMENTO DELL'UTENSILE E PER LA TRASMISSIONE DEL MOTO.
CORPO: PARTE ATTIVA; TERMINA CON UN TRACILLO CONICO PER PERMETTERE DI OTTENERE GLI ADATTI ANGOLI DI SPOGLIA NECESSARI PER L'ASPONTAZIONE DI MAT. PER LA LAVORAZ. NEGLI ACCIAI L'ANGOLO NELLA PUNTA È DI 118° . (MATERIALE) (E)

SONO PRESENTI DUE SCANALATURE CHE PARTONO DALLI SPIGOLI TAGLIENTI E CHE SI AVVOLGONO A ELICA SULL'UTENSILE. QUESTE RIDUCONO LA RIGIDEZZA DELL'UTENSILE MA SERVONO A EVACUARE IL TRUCILO. SERVONO ANCHE EVENTUALMENTE PER INCANTARE IL FLUIDO REFRIGERANTE PER ABBASSARE LA T.

PER RIDURRE L'USURA, L'ANGOLO DI AVVOLGIMENTO NELL'ELICA È 5° (MATERIALE). PER L'ACCIAIO È 30° , MA PUÒ ANCHE CAMBIARE. SERVE PER SEGUIRE LA CURVATURA DEL TRUCILO. I DUE SPIGOLI TAGLIENTI NON SONO ALLINEATI MA SONO PARALLELI TRA LORO A UNA CERTA DISTANZA. LO SPIGOLLO CENTRALE SERVE A IRRADIANE L'UTENSILE TORSIONAMENTE. ^{NOCCHIOLO} DUNQUE LA PUNTA SERVE ANCHE A NON FARE ARRIVARE I TAGLIENTI FINO ALL'ASSE DOVE NON C'È AZIONE DI TAGLIO. SPINGE IL MATERIALE VERSO I LATI.

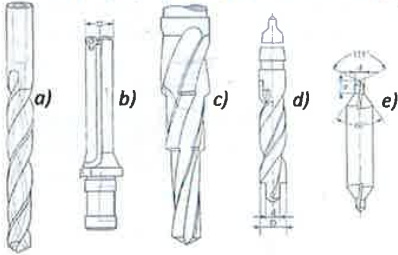
SE IL MATERIALE È DUTTOLE TENDONO A AVVOLGERSI

NB: LA PARTE LATERALE NON È A CONTATTO CON IL FORO SE NON PER I DUE COLLETTI. => NON CI SONO REAZIONI DI STRISCAMENTO CHE PROVANO DANNI ALLA PUNTA. IL COLLETTO SVOLGE ANCHE LA FUNZIONE DI ALLINEAMENTO, E STRISCIANDO, LEVIGA IN PRIMA APPROSSIMAZIONE (R_a ANCORA ALTA) IL PEZZO.

MASCHERA DI FORATURA

QUANDO BISOGNA LAVORARE PIÙ PEZZI È DIFFICILE MANTENERE LA RIPETIBILITÀ DELL'OPERAZIONE PERFETTA, SI USA ALLORA LA MASCHERA, ATTREZZATURA ESTERNA CHE GARANTISCE IL PERFETTO ALLINEAMENTO DEL PEZZO CON L'INTENSIVE. INTANTO IL PEZZO NON ESSERE BLOCCATO. LA MASCHERA È MOLTO UTILE SOPRATTUTTO QUANDO LA SUPERFACCIA NON È PIANA.

LE PUNTE



- a) Punta con passaggio olio interno
- b) Punta per fori profondi
- c) Punta a più diametri
- d) Punta per viti con testa ad esagono Incassato (brugola)
- e) Punta da centri

a) PUNTA CON PASSAGGIO OLIO INTERNO: PRESENTANO DEI CANALI INTERNI PER IL PASSAGGIO DELL'OLIO. SERVE PER MATERIALI IN CUI SI HA UN FORTE SVILUPPO DI CALORE. LE PUNTE SONO COSTOSE; IL LUBRIFICANTE PASSA ATTRAVERSO LE SCANALATURE FINO ALLA PUNTA. SE CI VUOLE UN EFFETTO PIÙ FORTE SI USANO DELLE PUNTE CON CANALI INTERNI.

b) PUNTA PER FORI PROFONDI: SI ARRIVA A PROFONDITÀ ANCHE DI $\frac{L}{d} \approx 300$

QUANDO I FORI SONO DI DIAMETRO ABBASTIANZA ELEVATO PER PERFORARLI, SI POSSONO UTILIZZARE ANCHE DEGLI INSERII INSCALTI SULLA PUNTA DELLA PUNTA. ⇒ LA PUNTA DEVE ESSERE ALMENO DI 15 mm POICHÉ L'INSCALTO PIÙ PICCOLO (E NE SERVONO DUE) CHE RESISTE È DI 6mm PER MIGLIORARE LA DICERTEZZA SPESSE VOLTE PUNTE HANNO UN CUORE DI MATERIALE AD ALTA RESISTENZA COME IL TUNGSTENO (W)

c) PUNTA A GARDINI: SONO PER LO PIÙ USATI PER LE SGROSSATURE.

d) PUNTA PER SVASATURA: HA UNA DOPIA AZIONE: UNA FINALE DI DIAMETRO INFERIORE CHE SERVE DA GUIDA. VENGONO UTILIZZATE PER ALLARGARE UN FORO. È LA PARTE DI DIAMETRO MAGGIORE AD ASPORTARE IL MATERIALE PERCHÉ LA PARTE DI DIAMETRO INFERIORE FUNGE SOLO DA GUIDA! (-) XIPESIA DEVE VITI AD ES)

e) PUNTA DA CENTRI: PRESENTANO UN TAVOLO CONICO CON UN ANGOLO DI 60°. NEL CASO DEL TORNO MI PRESENTA DI CANTARE QUEL FORNELLO CHE SERVE DA PUNTO D'APPoggio E DA RIF. PER LA CONTROPUNTA, PRESENTA QUINDI DI CANTARE UN FORNELLO CHE HA LA FUNZIONE DI ALLINEAMENTO PER LA FORATURA.

FRESATURA

HA ORIGINE DALLA LIMATURA: OPERAZIONE MOLTO LUNGA PERCHÉ CI SONO MOLTE CORSE A VUOTO; VELOCITÀ BASSE PER EVITARE LE VIBRAZIONI, È L'IDEA CHE HA PORTATO ALLA FRESATURA È QUELLA DI UTILIZZARE UN UTENSILE ROTANTE CON PIÙ TAGLIENTI, IL MOMENTO DI TAGLIO VIENE DATO DAL MOVIMENTO DI ROTAZIONE DELLA FRESA.

DUE POSSIBILI GEOMETRIE DI TAGLIO:

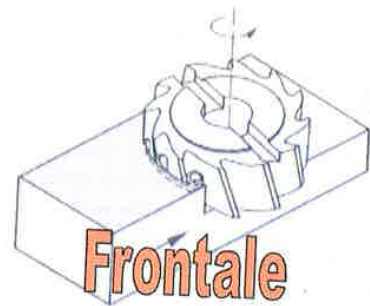
FRESA PERIFERICA

HA I TAGLIENTI DISPOSTI LUNGO LA PERIFERIA DELLA FRESA. I TAGLIENTI PRENDONO IL NOME DI DENTI DELLA FRESA E POSSONO ESSERE LONGITUDINALI O SI POSSONO SVILUPPARE A ELICA. LA FRESA È POSTA IN ROTAZIONE E IL PEZZO AVANZA VERSO LA FRESA PER FORMARE MATERIALE DA TAGLIARE. (→ MOTO DI ALIMENTAZIONE). È ASSE DI ROTAZIONE È // ALLA SUP. LAVORATA.

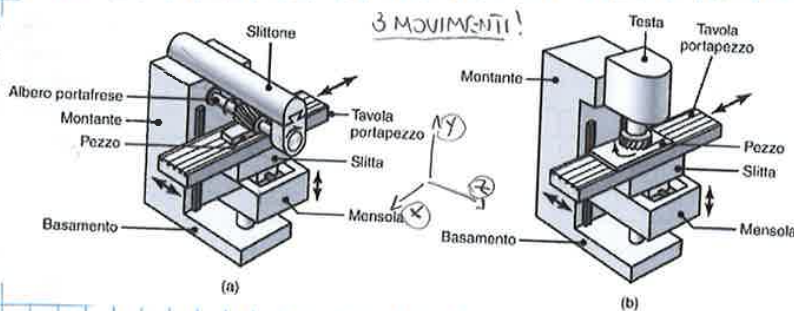


FRESA FRONTALE

L'ASSE DI ROTAZIONE È ⊥ ALLA SUP. LAVORATA, LA FRESA TURA FRONTALE È USATA PER LO PIÙ PER SPIANATURE E QUINDI PER OGGETTI DI GRANDI DIMENSIONI. NASCE DOPO LA FRESATURA PERIFERICA.



LA FRESATRICE



È LA MACCHINA CHE SERVE PER EFFETTUARE L'OPERAZIONE DI FRESATURA: PUÒ AVERE DUE CONFIGURAZIONI:

- a) PER LA FRESATURA PERIFERICA: HA UNA STRUTTURA (BASAMENTO) IN GHISA, CHE È UN MATERIALE CHE SMORZA BENE LE VIBRAZIONI. IL MONTANTE SI SVILUPPA VERTICALMENTE E AL SUO INTERNO C'È IL MOTORE ELETTRICO & IL CAMBIO DI VELOCITÀ PER LA ROTAZIONE DEL MANDRINO. DI FRONTE AL MONTANTE C'È UNA MENSOLA CHE PUÒ MUOVERSI VERTICALMENTE. PER QUESTA VI È UN SECONDO MOTORE (POSTO ALL'INTERNO DELLA MENSOLA) E UN CAMBIO PER LA VELOCITÀ DI AVANCEMENTO ⇒ SI HANNO DUE MOTORI DISTINTI. CON IL MANDRINO SI REALIZZA IL MOVIMENTO DI TAGLIO. SULLA MENSOLA VI SONO DELLE GUIDE SULLE QUALI SI MUOVE UNA SLITTA E SU DI QUESTA VI È LA TAVOLA PORTAPEZZO. LA FRESA È MONTATA SU UN "ALBERO PORTAFRESA" CHE È SOSTENUTO DA UN LATO DAL MANDRINO E DALL'ALTRO DA UN SUPPORTO CHIAMATO "SLITONE".

FRESATURA PERIFERICA

COMBINAZIONE DI DUE MOVIMENTI:

$(V_f \neq V_a) \Rightarrow$ DA' ORIGINE A UNA

CICLOIDE.

LA V_a SARA' PARI A:

$V_a = a \cdot n = a \cdot z \cdot \frac{m}{60}$ m , NUMERI MINUTO

IL TRUCIOLO HA UNA CONFIGURAZIONE

A VIRGOLA PERCHÉ LO SPESORE

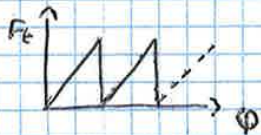
DEL TRUCIOLO NON È COSTANTE MA

AUMENTA IN PIANO, CIÒ È VARIA DURANTE L'ASPOTAZIONE.

LA FORZA DI TAGLIO È PROPORZIONALE ALLA SEZIONE DEL TRUCIOLO IMPEDIMATO: $F_t = k_s \cdot A_0 = k_s \cdot h^{1.7} \cdot b$

$\Rightarrow F_t = f(h, \dots) \Rightarrow$ SIGNIFICA CHE ALL'INIZIO LA F_t È PARI A ZERO PER POI ARRIVARE ALLA FINE

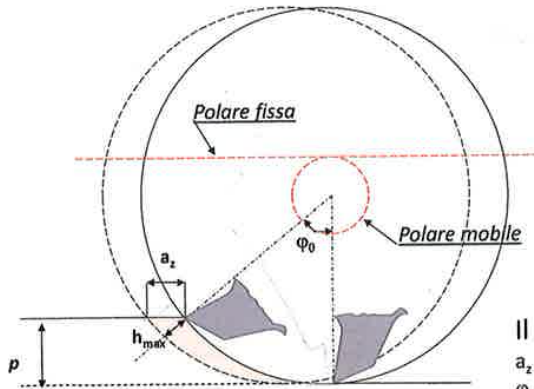
AL VALORE MASSIMO. $\Rightarrow F_t$ NON COSTANTE MA CONTINUAMENTE VARIABILE \Rightarrow VIBRAZIONI.



La cicloide

$$\rho \cdot \omega = \rho \cdot 2\pi \cdot n = v_a = n \cdot a$$

$$\rho = \frac{a}{2\pi}$$



Il truciolo a virgola

a_z	avanzamento per dente
ϕ_0	angolo di contatto
p	profondità di passata
h	spessore del truciolo

DUE CONFIGURAZIONI DI FRESA PERIFERICA:

PEZZO SEMPRE (a)
DA SX -> DX

ROTA. IN SENSO OROLOG.

OPPOSIZIONE

- Sezione del truciolo crescente
- La fresa respinge il pezzo
- Finitura superficiale non buona

ROTA. IN SENSO ANTIOROLOG.

CONCORDANZA

- Sezione del truciolo decrescente
- La fresa trascina il pezzo
- Finitura superficiale buona
- Possibilità di vibrazioni

IN OPPOSIZIONE PUÒ SUCCEDERE CHE, ALL'INIZIO DEL TAGLIO, IL TAGLIANTE NON RIESCA A TAGLIARE IL TRUCIOLO PERCHÉ h_0 (SPESORE DEL TRUCIOLO IMPEDIMATO) PUÒ ESSERE PIÙ PICCOLO DEL RACCORDO DEL TAGLIANTE; PER CUI CIÒ CHE SUCCEDERÈ È CHE IL TAGLIANTE STRISCIERÀ LUNGO IL PEZZO PROVOCANDO SOLO UNA DEFORMAZIONE PLASTICA (INDUMENTO IL PEZZO IN SUP.) E NON UN'OPERAZIONE DI TAGLIO. QUESTO FINCHÉ LO SPESORE NON AUMENTA E PERMETTE DI ASPOTARE IL TRUCIOLO. CIÒ COMPORTA UNA MAGGIORE USURA DEL TAGLIANTE.

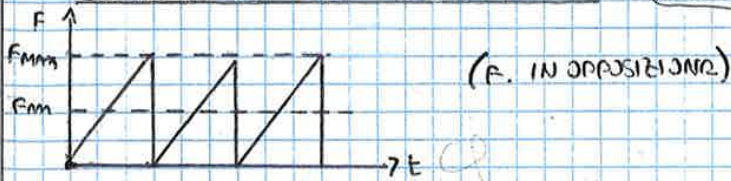
IN CONCORDANZA NON NASCE IL PROBLEMA DELLO STRISCAMENTO DELLO SPESORE NULO.

IN QUESTO CASO IL TAGLIANTE TOCCA IL PEZZO CON UN URTO E POI GRADUALMENTE LA FORZA DECRESCe. PROBLEMI POTREBBERO ESSERE DATI DA ACCIAI OSSIDATI, LA CUI SUPERFICIE INDURITA PROVCA UN'USURA MAGGIORE PER IL TAGLIANTE.

PER QUANTO RIGUARDA LA FORZA DI TAGLIO SI HA:

$F_t = K_s \cdot A_0 = K_s \cdot h^{1-\alpha} \cdot b$ SE VOGLIO F_{max} USO h_{max} , SE VOGLIO F_m USO h_m .

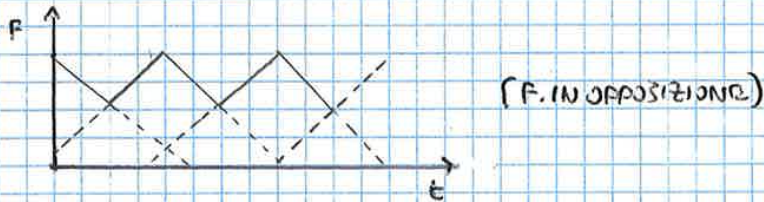
SE ABBIAMO UN SOLO DENTE IN PRESA $(\alpha \text{ (ANGOLO FRA TAGLIENTI)}) = \varphi_0$, $\alpha = \frac{360^\circ}{Z}$



QUESTO ANDAMENTO COSÌ VARIABILE (UNTESCA VARIATION).

PER RIMUOVERE QUESTO ANDAMENTO SI RICORRE A UNA DENTATURA ELICOIDALE E CIO' PERMETTE DI AVERE UN INGRESSO E UN' USCITA GRADUALE E NEL TEMPO.

CONSIDERANDO SEMPRE UN SINGOLO DENTE IN PRESA:



-) SE SI HA PIU' DI UN DENTE IN PRESA; 2 CONFIGURAZIONI:

$\alpha > \varphi_0$

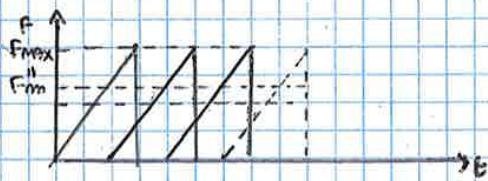
IN QUESTO CASO VUOL DIRE CHE IL SECONDO DENTE ENTRA IN PRESA ANCORA PIU' TEMPO DOPO CHE IL PRIMO E' USCITO DAL PERIZIO.



LA F_{max} NON CAMBIA. LA F_m CAMBIA. PER CONOSCERE QUESTA BISOGNA CONOSCERE $X = \frac{\varphi_0}{\alpha} < 1$ ($F'_m = X \cdot F_m$)
RISULTANDO $F'_m < F_m \Rightarrow$ OCCORRE MENO POTENZA.

$\alpha < \varphi_0$

IN QUESTO CASO IL SECONDO TAGLIANTE E' GIA' IN PRESA PRIMA CHE IL PRIMO T. ESCA DAL PERIZIO



LA F_{max} NON CAMBIA. LA F_m CAMBIA.

$X = \frac{\varphi_0}{\alpha} > 1$ ($F''_m = X \cdot F_m$)
RISULTANDO $F''_m > F_m \Rightarrow$ OCCORRE PIU' POTENZA.

SPESSORE DEL TRUCIOLO

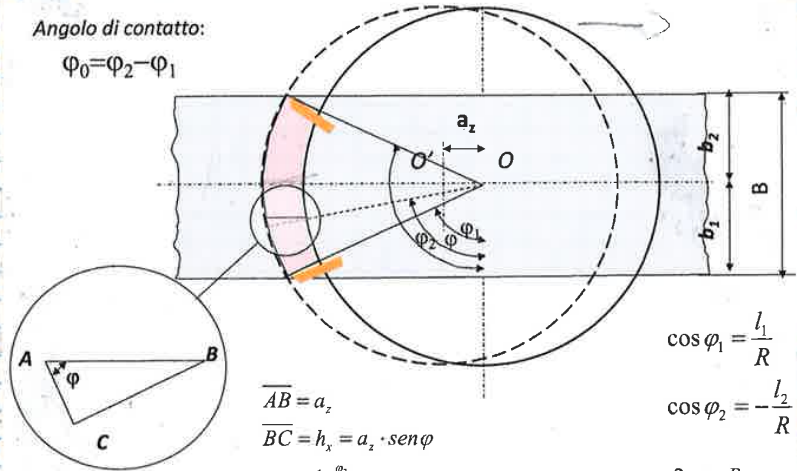
→ FRESA PIÙ GRANDE DEL PEZZO: LA PARTE IN BASSO LAVORA IN OPPOSIZIONE (IN QUESTO CASO)

LA FRESA POTREBBE ESSERE POSTA SULLA METEZZERIA DEL PEZZO, QUINDI $b_1 = b_2$, OPPURE, È PIÙ FREQUENTE AVERE $b_1 > b_2$ PER PRIVILEGIARE LA LAVORAZIONE IN OPPOSIZIONE. ANCHE IN QUESTO CASO LO SPESSORE DEL TRUCIOLO ASSORTATO NON È COSTANTE: È MASSIMO NELLA METEZZERIA DELLA FRESA E DIMINUISCE VERSO INGR. E USCITA.

LA PARTE IN ALTO LAVORA IN CONCORDANZA.

Angolo di contatto:

$\varphi_0 = \varphi_2 - \varphi_1$



$\cos \varphi_1 = \frac{l_1}{R}$
 $\cos \varphi_2 = -\frac{l_2}{R}$

$\overline{AB} = a_z$
 $\overline{BC} = h_x = a_z \cdot \sin \varphi$

$h_m^* = \frac{1}{\varphi_0} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} a_z \cdot \sin \varphi \cdot d\varphi = \frac{a_z}{\varphi_0} [\cos \varphi_1 - \cos \varphi_2] = \frac{2 \cdot a_z \cdot B}{\varphi_0 D_{fresa}}$

(LA VARIAZIONE DI SPESSORE È PIÙ RIDOTTA CHE IN FRESATURA PERIFERICA)

→ CONSIDERIAMO UN GENERICO ANGOLO φ . CONSIDERIAMO IL TRIANGOLO ABC. PER COSTRUZIONE SI HA CHE $\overline{AB} = a_z$. \overline{BC} È LO SPESSORE DEL TRUCIOLO INDEFORMATO (h_x)

$\Rightarrow \overline{BC} = h_x = a_z \cdot \sin \varphi$

$\Rightarrow BC$ SARÀ MASSIMO PER $\varphi = 90^\circ$, CIÒÈ SULLA METEZZERIA

$\Rightarrow BC$ SULLA METEZZERIA VALE $a_z \Rightarrow BC_{max} = h_{x,max} = a_z$

QUELLO CHE CI INTERESSA PER IL CALCOLO DELLA POTENZA È LO SPESSORE MEDIO DEL TRUCIOLO.

FACCIAMO ALLORA LA MEDIA INTEGRALE E OTTIENGO:

$h_m = \frac{1}{\varphi_0} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} a_z \cdot \sin \varphi \cdot d\varphi = \frac{a_z}{\varphi_0} [\cos \varphi_1 - \cos \varphi_2] = \frac{2 \cdot a_z \cdot B}{\varphi_0 D_{fresa}}$

φ_0 IN RADIANTI

$\varphi_0 = \varphi_2 - \varphi_1$, $B = b_1 + b_2$

CONSIDERIAMO INVECE IL TRIANGOLO OFR:

$R \cos \varphi_1 = b_1 \Rightarrow \cos \varphi_1 = \frac{b_1}{R} = \frac{2b_1}{D_{fresa}}$

SE CONSIDERO IL TRIANGOLO ODS

$R \sin(\varphi_2 - \frac{\pi}{2}) = b_2 \Rightarrow -R \cos \varphi_2 = b_2 \Rightarrow \cos \varphi_2 = -\frac{b_2}{R} = -\frac{2b_2}{D_{fresa}}$

\Rightarrow SI OTTIENE: $\cos \varphi_1 - \cos \varphi_2 = \frac{2b_1}{D} + \frac{2b_2}{D} = \frac{2B}{D}$ (HO DIMOSTRATO LO SPESSORE MEDIO)

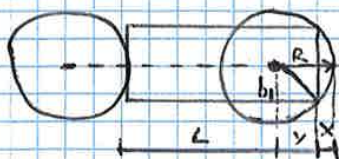
ABBIAMO CALCOLO LO SPESSORE DEL TRUCIOLO CONSIDERANDO COME h_p $X = 90^\circ$ IN REALTÀ,

NORMALMENTE $X < 90^\circ$. CON $X < 90^\circ$ LO SPESSORE DEL TRUCIOLO INDEFORMATO È MINORE.

\Rightarrow ANCHE F_c È MINORE. ($F_c = k_s \cdot A_0 = k_s h^2 \cdot h_0 \cdot \sin X \cdot v$)

CALCOLO DEL TEMPO DI TAGLIO IN FRESATURA

BISOGNA CONSIDERARE TUTTO LO SPAZIO PERCORSO DALLA FRESA. $x + L$



$$\left. \begin{aligned} x &= R - y \\ y &= \sqrt{R^2 - b^2} \end{aligned} \right\} x = R - \sqrt{R^2 - b^2}$$

IL TEMPO DI TAGLIO SARÀ ALLORA:

$$t = \frac{L + x}{V_a}$$

$$x = R - \sqrt{R^2 - b^2}$$

$$V_a = Q_f \cdot Z \cdot M$$

$$\Rightarrow t = \frac{R - \sqrt{R^2 - b^2} + L}{Q_f \cdot Z \cdot M}$$

RETIFICATURA

È UNA LAVORAZIONE CHE IMPIEGA UN UTENSILE CHE È COSTITUITO DA GRANI ABRASIVI.

TENUTI ASSIEME DA UN LEGANTE. QUESTO UTENSILE PRENDE IL NOME DI MOLA.

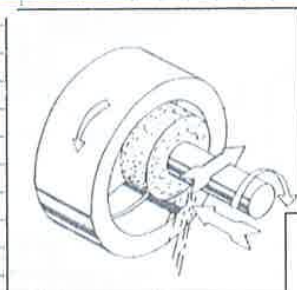
I GRANI SONO DURISSIMI, MOLTO PICCOLI E MOLTO APPUNTITI.

→ MIGLIORARE LA FINITURA SUPERFICIALE DEI PEZZI. MA ANCHE (F) DI →

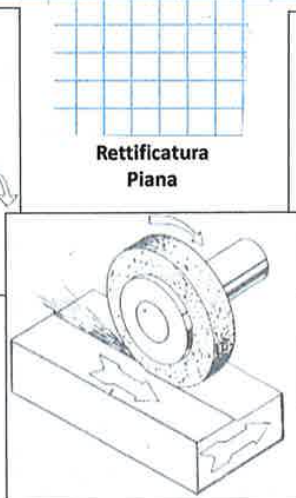
→ ASPORTARE MATERIALE DI ELEVATA DUREZZA (ASPORTARE POCHI MM DI MATERIALE)

È QUINDI UNA LAVORAZIONE FINALE PER OTTENERE DEI PEZZI DI QUALITÀ MOLTO ELEVATA.

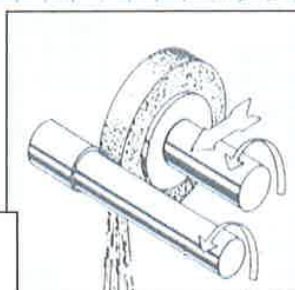
ALCUNI ESEMPI:



Rettificatura Cilindrica Interna



Rettificatura Piana



Rettificatura Cilindrica Esterna

LA MOLA

IL MOVIMENTO DI TAGLIO È POSSEDDUTO DALLA MOLA, IL MOVIM. DI AVANZAM. È DATO (TIP.) DAL P.

LA MOLA È MOLTO GRANDE IN QUANTO IN QUESTA OPERAZIONE LA VELOCITÀ DI TAGLIO V_t

DEVE ESSERE MOLTO ELEVATA. (DI SOLITO 250 m/s : VELOCITÀ QUASI LIMITE)

QUANDO LA LARGHEZZA DELLA MOLA È MINORE DI QUELLA DEL PEZZO IN ALCUNI CASI

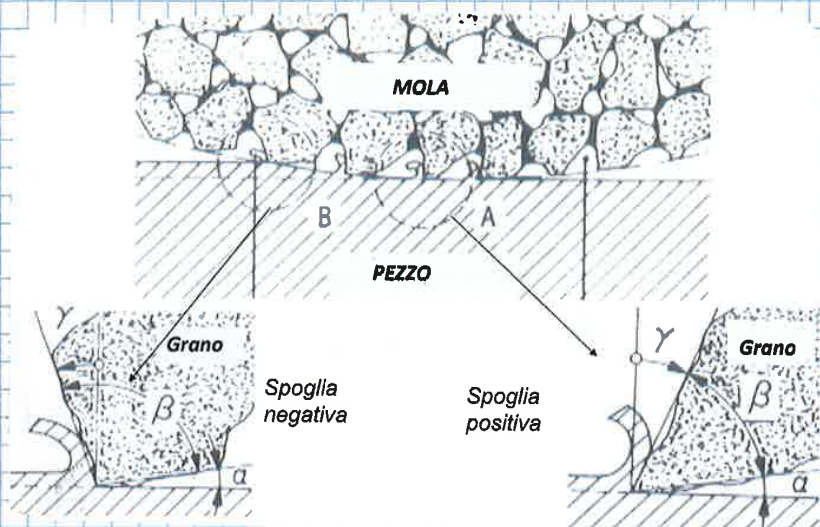
PUÒ SERVIRE ANCHE IL MOVIMENTO TRASVERSALILE DEL PEZZO PER APORTARE NUOVO MATERIALE

È UNA MACCHINA DI ESTREMA PRECISIONE: PERMETTE DI OTTENERE RUGOSITÀ DI 0.2 μm

(VALORE TIPICO 0.8 μm CONTRO GLI 1.6 ÷ 3.2 μm DI TORNITURA E FRESATURA)

IL MOTORE È DIRETTAMENTE COLLEGATO AL MANUBRIO PER AVERE IL TUTTO PIÙ COMPATTO

E AVERE UN ALTO RENDIMENTO



L'IRREGOLARITA' NON E' SOLTANTO SULLA FORMA DEI GRANI MA ANCHE SULLA DISTRIBUZIONE DEI GRANI LUNGO LA SUPERFICIE DELLA MOLA. LA DISTANZA λ TRA DUE GRANI ADINI NON E' COSTANTE LUNGO LA MOLA. QUINDI IL PASSO CIRCONFERENZIALE λ E' VARIABILE SULLA SUPERFICIE ATTIVA. PER CAPIRE IL NUMERO DI GRANI SI PUO' PROCEDERE IN DUE MODI: 1) λ E' MISURATO COME VALORE MEDIO, ANDANDO A CONTARE QUANTI SONO I GRANI DISPOSTI LUNGO UNA CIRCONFERENZA E FACENDO IL RAPPORTO, (M° GRANI / CIRCONE.) 2) SI PRENDE IN CONSIDERAZIONE UNA PORTIONE DI SUPERFICIE QUADRATA E SE NE SI CONTANO I GRANI.

ABRASIVO

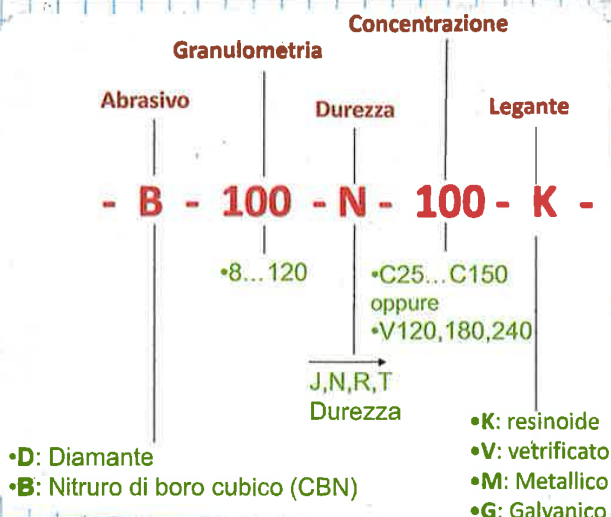
ABRASIVI DI TIPO CONVENZIONALI:

- OSSIDO DI ALLUMINIO PER LA LAVAZIONE DEGLI ACCIAI
- CARBURO DI SILICIO PER LA LAVAZIONE DI GHISE E MATERIALI NON FERROSI.
(ANCHE IL NITRATO DI TITANIO E IL CARBURATO DI TITANIO O TUNGSTENO)

SUPERABRASIVI:

- NITRATO DI BORO CUBICO
 - DIAMANTE - NB NON E' UTILIZZATO PER LAV. DI ACCIAI PER L'ELEVATA AFFINITA' CHIMICA
- LE MOLI DI SUPERABRASIVO SONO COSTITUITE DA UN CORPO METALLICO SU CUI E' DEPOSITATO UNO (O COMUNQUE POCCHISSIMI) STRATO DI SUPERABRASIVO.

ABRASIVO NOBILITE (SUPER ABRASIVO)



GRANULOMETRIA E' DISOLTO ELEVATA PERCHÉ SONO GRANI MOLTO PICCOLI

DUREZZA: VALORI VICINI ALLA FE

CONCENTRAZIONE (AL POSTO DELLA STIPITURA); E' INDIVIDUATA DA C, PIÙ UN NUMERO CHE INDICA IL NUMERO DEI GRANI PER CM³ OPPURE DA V PIÙ UN NUMERO CHE INDICA LA % IN VOLUME Moltiplicata per 10.

LEGANTE: PIÙ UTILIZZATO E' QUELLO METALLICO.

LE MOLE IN SUPER ABRASIVO POSSONO ESSERE DI DUE TIPOLOGIE

⊙ MONOSTRATO

SUL CORPO METALLICO DELLA MOLA VIENE DEPOSITATO I SINGOLI GRANI ABRASIVI CHE POI VENGONO RIVESTITI PER ESSERE TENUTI INSIEME CON LA DEPOSITAZIONE DI UNO STRATO METALLICO. QUESTO STRATO CEDERÀ ALL'INIZIO DELLA LAVORAZIONE DEL METALLO

⊙ MULTISTRATO

SI PREFERISCE UN LEGANTE RESINOIDE O CERAMICO. SPRESSI COMUNQUE RIGORI QUESTE MOLE SONO "DRESSABILI" CIOÈ SI POSSONO LAVVIVARE IN MODO PILOTATO UTILIZZANDO DELLE MOLE METALLICHE CHE FANNO CEDERE IL LEGANTE E QUINDI RIFESCONO A RIMUOVERE TUTTO L'ULTIMO STRATO DI GRANI ABRASIVI.

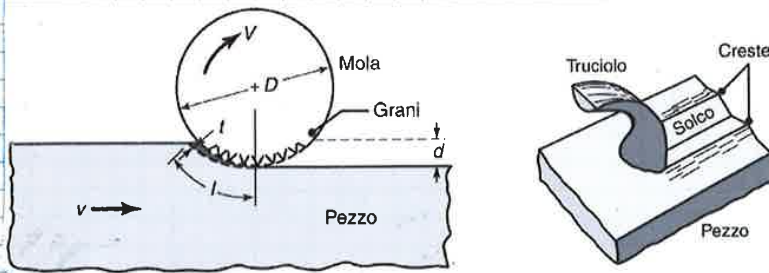
UNA MOLA E' CARATTERIZZATA ANCHE DAL RAPPORTO DI RETTIFICATURA (G), PARAMETRO CHE SERVE A CONFRONTARE LE MOLE,

$$G = \frac{\text{VOLUME DI MATERIALE RIMOSSO}}{\text{VOLUME DI USURA DELLA MOLA}} \quad \text{PER MOLE CONVENZIONALI: } G = 200 \div 250$$

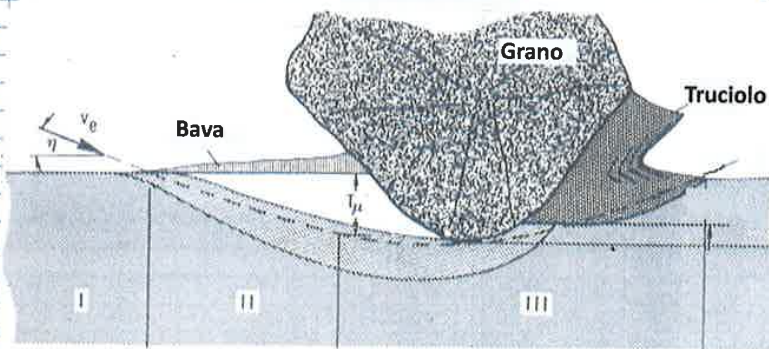
SE IL VALORE E' BASSO VUOL DIRE CHE LA MOLA SI USURA FACILMENTE E QUINDI RIESCO AD ABROLTARE POCO MATERIALE.

FORMAZIONE DEL TRUCIOLO

È UN'OPERAZIONE MOLTO COMPLESSA.



IN PRIMA APPROSSIMAZIONE SI PUÒ FARE UNA SIMILITUDINE CON LA FRESATURA, E QUINDI IDENTIFICARE LA MOLA COME UN UTENSILE CONTAGLIANTI DISPOSTI SULLA PERIFERIA DELL'UTENSILE STESSO A UNA DISTANZA PARI AL PASSO CIRCONFERENZIALE.



- I. Zona di deformazione elastica
- II. Zona di deformazione plastica
- III. Zona di taglio

ZONA I: IL MATERIALE PASSA SOPRA IL MATERIALE DEL PEZZO CREANDO UNA LEGGERA COMPRESSIONE PER LOI LA DEFORMAZIONE È SOLO ELASTICA.

ZONA 2: QUANDO LA DEFORMAZIONE SUPERA IL LIMITE ELASTICO SI ENTRA NEL CAMPO PLASTICO; IL MATERIALE VIENE SPOSTATO LATERALMENTE, SI FORMANO QUINDI LE CRESTE LATERALI.

ZONA 3: LA PRESSIONE SUL MATERIALE DEL PEZZO RAGGIUNGE UN VALORE SUFFICIENTE AD ASPORTARE IL TRUCIOLO. SI FORMA QUINDI IL MICROTRUCIOLO, QUESTA È LA FASE DI TAGLIO.

ENERGIA SPECIFICA

È DATA DA:

È L'ENERGIA NECESSARIA PER RIMUOVERE UN'UNITÀ DI VOLUME DI MATERIALE, I CONTRIBUTI:

$$U_{TOT} = U_{TAGLIO} + U_{SOLCATURA} + U_{STRISCIAMENTO}$$

CONTRIBUTO DI SOLCATURA: È L'ENERGIA NECESSARIA PER REALIZZARE I SOLCHI E QUINDI AL DOP. PLAS.

CONTRIBUTO DI STRISCIAMENTO: È LEGATO ALL'ATTRITO CHE DEVE VINCERE PER PASSARE AL DI SOPRA DEL MATERIALE.

USURA DELLE MOLE

3 MECCANISMI DI USURA: → PERDITA DI SPIGOLI TAGLIANTI

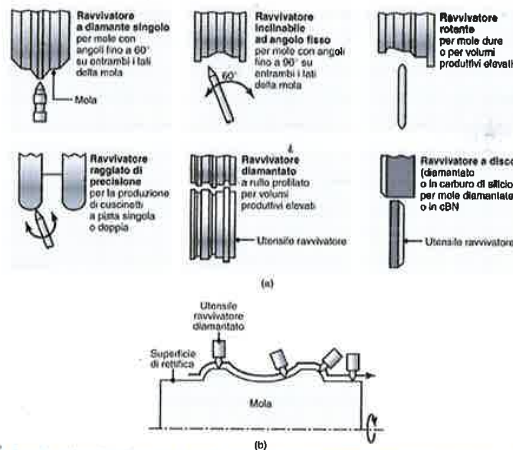
- PER ATRITO (E' FORTEMENTE INFLUENZATO DA FENOMENI DI DIFFUSIONE CHIMICA)
- PER FRATTURA NEL LEGANTE (IL GRANO ABRASIVO VIENE SCALZATO → RAVVIVATURA)
- PER FRATTURA NEL GRANO ⇒ IN REALTA' E' UNA COSA POSITIVA IN QUANTO OFFRE DEI NUOVI SPIGOLI DI TAGLIO.

RAVVIVATURA (O DIAMANTATURA)

SE LA MOLA NON E' IN GRADO DI AUTORAVVIVARSI IN MODO CONTINUO, BISOGNA RICORRERE A UNA RAVVIVATURA PILOTATA DELLA MOLA PER ELIMINARE I GRANI USURATI.

E' ANCHE DIAMANTATURA REALCHE' VIENE ESEGUITA CON UN UTENSILE CON LA PUNTA IN DIAMANTE.

(a) Metodi di ravvivatura della mola e (b) sagomatura della superficie di rettifica di una mola mediante ravvivatura a controllo numerico. Si noti che l'utensile ravvivatore diamantato è perpendicolare alla superficie della mola nel punto di contatto. Fonte: OKUMA America Corporation





- 1) $\Delta l = l - l_0$
- 2) $e = \frac{\Delta l}{l_0}$
- 3) $\epsilon = \rho_m \left(\frac{l}{l_0} \right)$
- 4) $S = \frac{F}{A_0}$
- 5) $\sigma = S(1+e)$

ES.01

ESERCITAZIONE 1

(TENS. - DEF.)

1) $S = eE \Rightarrow e = \frac{S}{E} \cdot 100 (\%)$

2) $\sigma_s = \frac{R_s}{A_0}$; $UIS = \frac{R_{MAX}}{A_0}$ (TENS. SEMPL. ; TENS. DISTRIBUITS)

ES.02

1) MATERIALE \rightarrow COMPORTAMENTO PIU' LEGGERO = ?

DATI: $\sigma_s, SF, \rho_0, \rho$

ES.03

$GAMM = \frac{\sigma_s}{SF} \rightarrow A_0 = \frac{F}{GAMM} \rightarrow V_0 = A_0 \rho_0 \rightarrow M = V_0 \cdot \rho$

1) $V_t = \frac{\pi N D_m}{1000}$ $\left[\frac{m}{min} \right]$ ($\rightarrow N$) $D_m = \frac{D_e + D_i}{2}$

2) $V_a = a \cdot N$ TORNITURA $a, \left[\frac{mm}{giro} \right]$ N [RPM]

3) $t = \frac{l}{V_a}$ [min] (TEMPO DI TAGLIO)

4) $T_i = C_i \cdot m$ pezzi (DURATA DELL'UTENSILE)

5) $V_t \cdot T^m = C \Rightarrow \rho_m V_t + m \rho_m T = \rho_m C$

$\begin{cases} \rho_m V_{t1} + m \rho_m T_1 = \rho_m C \\ \rho_m V_{t2} + m \rho_m T_2 = \rho_m C \end{cases}$ COSI' \Rightarrow DETERMINIAMO m, C

ESERCITAZIONE 2

(LEGGE DI TAYLOR)

ES.01 ; ES.02

ESERCITAZIONE 6
(ECONOMIA DEL TAGLIO)

1) (TORNITURA)
 $Vt \cdot T^m = C \Rightarrow \begin{cases} P_m V_{t1} + m P_m T_1 = C \\ P_m V_{t2} + m P_m T_2 = C \end{cases} \Rightarrow m_1 C$

2) $V_{t,MIN} = C \left(\frac{M}{C_{ta} + t_{cu} M} \cdot \frac{m}{1-m} \right)^m$ NB! VAL. TAGLIO COSTO MIN.
 $M = \left[\frac{C}{m m_1} \right]$

3) $T_{C,MIN} = \left(\frac{C}{V_t} \right)^{\frac{1}{m}} [m]$

4) $C_p = \frac{C_{su}}{N} + t_{imp} M + t_{re} M + \frac{C_{ta} + t_{cu} M}{N_p}$ NB! VAL. TAGLIO COSTO MIN.
 N POTREBBE = 0

5) $t_{re} = \frac{\pi D}{1000 \cdot a \cdot V_t}$ [minuti]

6) $t_p = \frac{t_{su}}{N} + t_{imp} + t_{re} + \frac{t_{cu}}{N_p}$ [m]
 N NUMERO PEZZI

7) $T_p = \frac{R - C_p}{t_p}$ [m]

RIFERITIAMO UNICO PEZZO E A UNICO TAGLIANTE

ES. 01

1) $C = \frac{C_1}{Q_m}$

2) $C_{ta} = \frac{C_{inserto}}{n_{taglianti}}$ (SE ABBIAMO UN INSERTO □ ⇒ 4 TAGLIANTI)

3) $V_{t,MAX} = C \left(\frac{1}{t_{cu}} \cdot \frac{m}{1-m} \right)^m$ VAL. TAGLIO MASSIMA PROD.

ES. 03

ESERCITAZIONE 7
(FONDERIA)

1) $M = \frac{V}{S}, t = \frac{M^2}{h^2}$

2) SFERA: $V = \frac{4}{3} \pi R^3; A = 4 \pi R^2$

3) CILINDRO: $V = \frac{\pi d^2 h}{4}; A = \frac{2 \pi d^2}{4} + \pi d h$

4) CUBO: $V = a^3; A = 6a^2$

5) PARALLELEPIPEDO: $V = a^2 h; A = 2a^2 + 4ah$

6) PIASTINA PIANA: $V = a s h; A = 2ah + 2as + 2sh$

ES. 01

1) $V_m = \frac{V_p}{\frac{100h}{b} - 1}$

2) $\frac{M_m}{M_p} \geq 1.20$

ES. 02

1) $Q = A_1 V_1 = A_2 V_2$

2) $p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$
 $\Rightarrow v_2 = \sqrt{v_1^2 + 2g(h_1 - h_2)}$

3) $Re = \frac{v_2 d_2 \rho}{\eta}$
 $\eta = \text{VISCOSITÀ}$

ES. 03

5

ESERCITAZIONE 8
(FONDERIA)

(CONDI DI RIPO)
 1) $V_R = b (V_p + V_m)$ $b = \frac{b\%}{100}$
 2) $R = k \cdot S$ (RAGGIO DI INFI.)
 3) $f_{eff} \cdot f_{STR} = 2,5 \cdot S$

} ES. 01

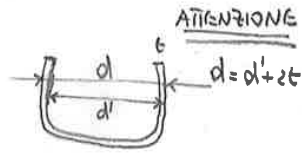
ESERCITAZIONE 9
(LAMINAZIONE)

1) $\begin{cases} \Delta h_{max} = M^2 \cdot \frac{D}{2} \\ \Delta h_{eff} = \frac{\Delta h_{max}}{2} \end{cases}$
 2) $\epsilon = \rho_m \frac{h_0}{h_f}$
 3) $\bar{y} = \frac{\kappa \cdot \epsilon^m}{m+1}$
 4) $L = \sqrt{\frac{D \cdot \Delta h_{eff}}{2}}$ (LUNGH. DI CONT.)
 5) $A_c = L \cdot W$
 6) $F = \bar{y} \cdot A_c$
 7) $C_{ID} = F \cdot \frac{L}{2}$
 8) $P_{re} = \frac{z \cdot C_{ID} \cdot \omega}{\eta}$ $z = M \cdot R_{VULL}$
 $\eta = 0,9$

} ES. 01 ; ES 02

ESERCITAZIONE 12
(IMBUTITURA)

- 1) $\pi d h + \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{\pi}{4} D^2 \Rightarrow D = \sqrt{d^2 + 4 d h}$ DIAMETRO DEL DISCO DI LAMIERA
- 2) $F_{ER} = \frac{4}{3} UTS \cdot p \cdot t$ $p = \pi D$, t SPESORE LAMIERA
- 3) $L_{ER} = F_{ER} \cdot k_p \cdot t$ LAVORO DI TRANCIAZIONE, k_p COEFF DI PENETR.
- 4) $\beta = \frac{D}{d}$ SE $\beta < 2 \Rightarrow$ IMBUTITURA IN UN UNICO PASSAGGIO
- 5) $F_{IMB,MAX} = \pi d UTS \cdot t \cdot (\beta - 0.7)$
- 6) $F_{IMB,MIN} = 0.63 F_{IMB,MAX}$
- 7) $L_{IMB} = F_{IMB,MIN} \cdot h$
- 8) $e_{MAX} = \frac{\pi}{8} \sqrt{\frac{E \cdot d^3}{G \cdot 0.8 \cdot UTS}}$ LUNGHEZZA MAX DEL PUNZONE AL LIMITE DI STABILITÀ PER SOLLECITAZIONE A CARICO DI PUNTA



ES 01; ES 02