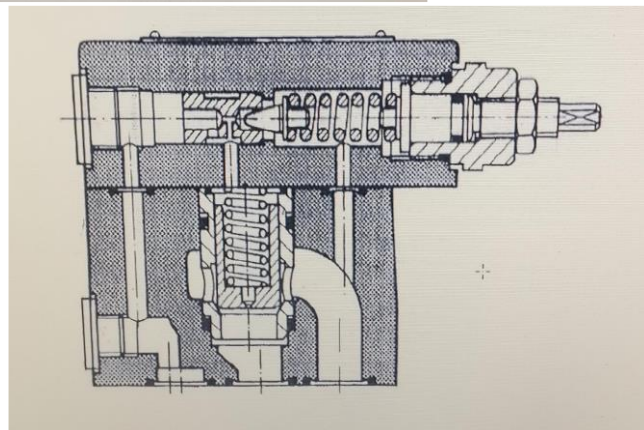
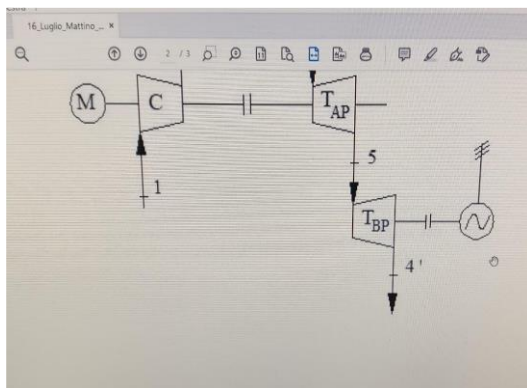


1- 2- 3 -4- 5 -6

REGGIANI PALTRINIERI

## BUSTA 5

- a) Dovendo modellare numericamente il processo di estrusione diretta di una lega di alluminio, il candidato illustri quali potrebbero essere, a suo giudizio, i principali parametri di input richiesti dal codice e le modalità di caratterizzazione sperimentale di tali dati.
- b) Il candidato definisca il concetto di rugosità superficiale, la sua correlazione con i processi di fabbricazione, i parametri utilizzati per la sua descrizione, le modalità di codifica sui disegni tecnici e di acquisizione.
- c) Il candidato consideri lo schema di layout dell'impianto termico rappresentato in figura 1 e ne definisca, in modo preciso e dettagliato, i principali componenti e le modalità di funzionamento.
- d) Il candidato identifichi il componente oleoidraulico rappresentato in figura 2 e ne descriva, in modo preciso e dettagliato, le principali caratteristiche tecniche e modalità di funzionamento.



### 1.4 Estrusione

#### 1.4.1 Generalità

L'estrusione è un processo di formatura massiva che induce un cambiamento nella forma del grezzo di partenza mediante deformazione plastica, a freddo o a caldo. Consiste nel forzare per compressione il materiale a passare attraverso una matrice, o filiera, che riproduce la forma esterna del pezzo che si vuole ottenere provocando una deformazione plastica del pezzo e un recupero elastico trascurabile, in quanto la zona soggetta a deformazione plastica è molto maggiore dell'elastica. Non è possibile realizzare una produzione continua in senso stretto. La lunghezza del massello è infatti limitata sia dalla corsa del pistone di estrusione, sia dall'aumento delle forze di attrito tra contenitore e billetta stessa nel caso di estrusione diretta o inversa.

Con la tecnica dell'estrusione si possono produrre componenti che vanno dai semplici alberi a sezione circolare fino ai componenti più complessi come travi aventi sezione più o meno elaborata, prevedendo un'anima per riprodurre la cavità interna se necessario. Tale tecnica di deformazione è utilizzata per la lavorazione di materiali metallici come l'acciaio, l'alluminio o il rame, la gomma, la plastica e altri materiali.

I tipi di processo di estrusione si possono suddividere in 4 macro-categorie, discriminate in base alla loro configurazione progettuale:

a) Estrusione diretta; b) Estrusione inversa; c) Estrusione ad impatto; d) Estrusione idrostatica.

Estrusione diretta:

una billetta riscaldata a temperatura sufficiente per ottenere la massima plasticità, viene introdotta in un cilindro, detto recipiente, che termina ad un estremo con un foro di forma corrispondente alla sezione che si vuol ottenere, cioè la matrice. Il pistone comprime il massello metallico alloggiato nel contenitore e lo costringe a passare nella matrice. Il pezzo estruso fuoriesce dalla matrice spostandosi nello stesso verso secondo cui si sposta il pistone: per questo motivo l'estrusione è denominata "diretta". Una piccola porzione di materiale, il fondello, rimane non estrusa e viene asportata con una segatrice.

Estrusione inversa:

la cavità contenente il massello è chiusa ad un estremo ed il pistone è costituito da un cilindro cavo alla cui testa è fissata la matrice. Questo pistone tubolare, avanzando, obbliga il metallo plastico a passare attraverso la filiera posta alla estremità; il metallo non si muove rispetto al proprio contenitore e l'attrito risulta diminuito, per cui anche la pressione necessaria risulta minore, ma il diametro del prodotto estruso è limitato dalla presenza dell'asta pressante cava. c) Estrusione ad impatto: il punzone scende a velocità elevata ed impatta sul materiale che viene estruso in direzione opposta a quella di avanzamento del pistone. Questo processo viene impiegato nella realizzazione di tubi pieghevoli. Nel processo risulta critico l'allineamento tra il punzone e lo stampo al fine di garantire l'omogeneità dello spessore del componente finale

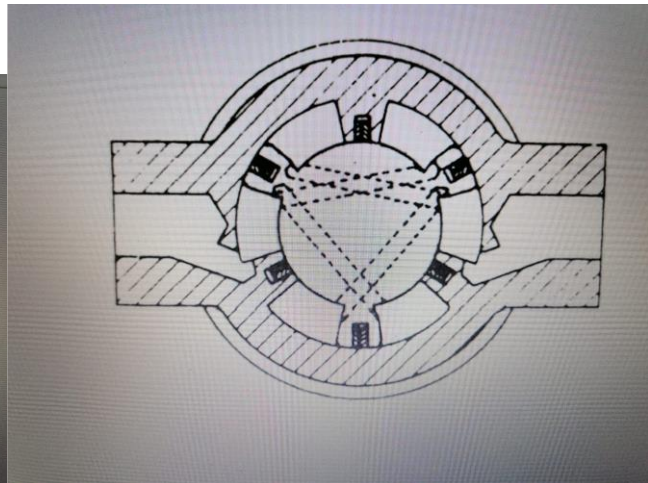
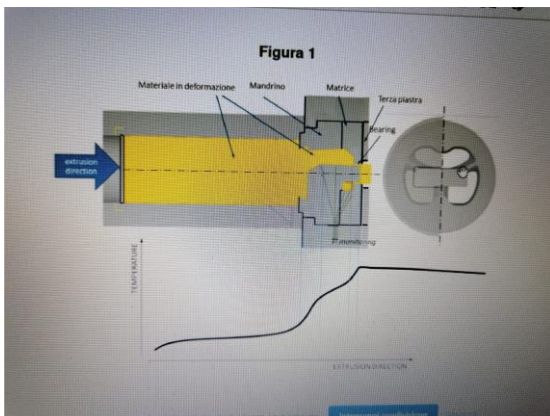
Il processo di estrusione, a freddo o a caldo, viene usato quando il processo è economicamente attraente per:

- Risparmio di materiale;
- Riduzione o eliminazione delle lavorazioni o delle operazioni di rettifica a causa della buona finitura superficiale e precisione dimensionale dei pezzi di estruso;
- Buon deflusso di calore del processo, che aumenta le proprietà meccaniche delle parti estruse.

## BUSTA 3

Prova orale del 16 Luglio 2020 - Sessione del mattino  
GRUPPO DI QUESITI NR. 3

- a) Il candidato descriva le differenze tra i processi di pressofusione in camera calda e in camera fredda con particolare riferimento a produttività e materiali colabili, motivando la risposta.
- b) Il candidato descriva il processo di estrusione di leghe di alluminio con specifico riferimento a quanto riportato nello schema di figura 1
- c) Il candidato identifichi la macchina rappresentata in figura 2 e ne descriva, in modo preciso e dettagliato, i principali componenti e le modalità di funzionamento.
- d) Il candidato descriva in dettaglio le fasi che caratterizzano il funzionamento di un motore endotermico alternativo ad accensione comandata.



### PRESSOFUSIONE

#### CARATTERISTICHE

La pressofusione è un metodo speciale di colata in conchiglia.

Il metallo, tenuto a temperatura poco più alta di quella di fusione, viene aspirato e poi spinto e pressato dal pistone nella forma metallica, ove solidifica rapidamente.

Il contatto del metallo con le pareti metalliche della forma consente di ottenere superfici levigate; inoltre l'elevata pressione di iniezione consente la penetrazione del metallo anche entro fenditure assai sottili della conchiglia.

#### IMPIEGHI

Con la pressofusione si possono ottenere grandi serie di getti con alti ritmi produttivi (1500 pezzi/ora).

I getti possiedono elevata finitura superficiale, buona compattezza e notevoli caratteristiche meccaniche. La pressofusione è impiegata per produrre getti in materiali a basso punto di fusione, quali le leghe di stagno, piombo, zinco, alluminio.

## COSTRUZIONE DELLE CONCHIGLIE

La pressofusione richiede conchiglie che resistano a notevoli sollecitazioni.

I materiali per le conchiglie devono possedere:

- buona resistenza alla corrosione e all'ossidazione a caldo;
- elevata resistenza meccanica;
- elevata resistenza all'usura;
- buona conduttività termica e stabilità alle alternanze termiche.

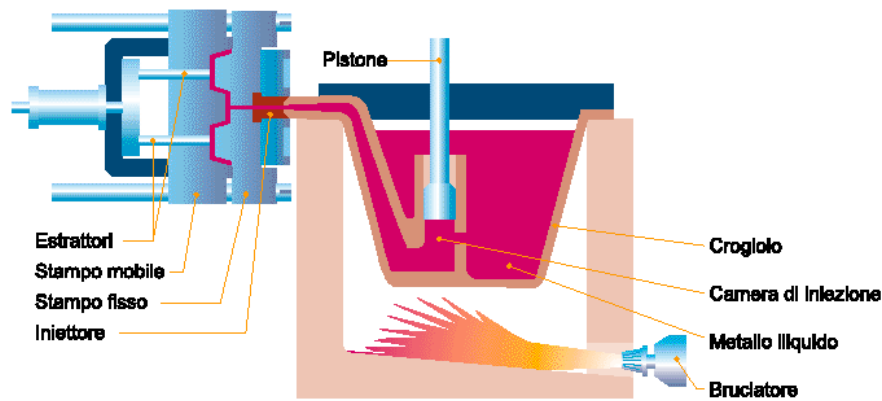
I materiali utilizzati per le conchiglie sono:

- acciai comuni per getti di metalli a bassa temperatura di fusione come zinco, piombo e stagno;
- acciai fortemente legati contenenti tungsteno, cromo e molibdeno;
- materiali a base di tungsteno come l'Anviloy per la colata dell'ottone;
- materiali sinterizzati a base di tungsteno, molibdeno, columbio e tantalio

## PRESSOFUSIONE A CAMERA CALDA TEMPERATURA < 600°C

Nelle macchine a camera calda il forno di fusione fa parte della macchina e il dispositivo d'iniezione è collocato nel crogiolo.

Il *crogiolo*, scaldato da un forno con bruciatore, contiene il metallo fuso, che attraverso un foro viene aspirato dal *pistone* entro la *camera d'iniezione* e di qui viene compresso nella *conchiglia* attraverso un *iniettore*. La conchiglia è costituita da uno *stampo fisso* e da uno *stampo mobile*, scorrevole entro perni di guida e che quindi può essere rimossa, con sistemi oleodinamici, per l'espulsione del getto solidificato. La conchiglia deve essere progettata in modo che, dopo l'apertura, il getto sia trattenuto dalla parte mobile e possa essere rimosso solo con l'azione di *estrattori*; questi sono perni disposti entro fori ricavati nella conchiglia e comandati da molle che, all'apertura della conchiglia, provocano l'espulsione del getto.



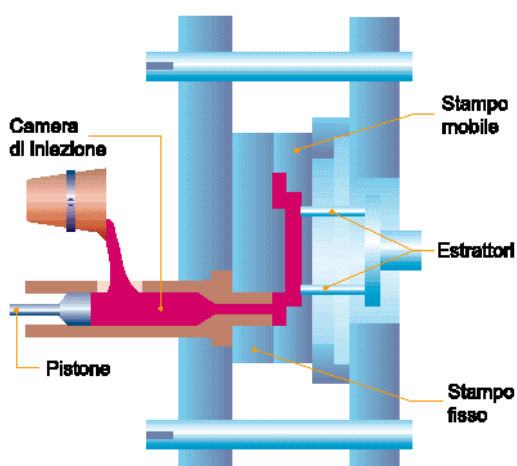
*Pressofusione a camera calda*

## PRESSOFUSIONE A CAMERA FREDDA TEMPERATURA > 600°C

La differenza sostanziale rispetto al metodo con camera calda consiste nel fatto che in questo caso il metallo viene fuso in un crogiolo separato.

Nelle macchine a camera fredda la *camera d'iniezione* è collegata direttamente alla parte fissa della conchiglia; il materiale fuso viene introdotto di volta in volta dall'operatore nella camera d'iniezione attraverso un apposito foro. L'azione del pistone, comandato da sistema oleodinamico o idraulico, comprime il materiale fuso entro la cavità della conchiglia.

Anche in questo caso la conchiglia può essere aperta per rimuovere il getto mediante estrattori.



## Fasatura variabile [\[modifica\]](#) | [\[modifica wikitesto\]](#)

Un motore a *fasatura variabile* ha uno schema di distribuzione che varia al variare dei [regimi](#). Generalmente si utilizzano degli ausili idraulici o speciali alberi a camme che in determinate condizioni o modificano la fasatura o il numero di valvole che lavorano, consentendo di ottimizzare le prestazioni e i consumi (riducendo quindi

anche l'inquinamento). Un altro motivo per cui si può utilizzare questa tecnologia è per permettere un comportamento differenziato del [motore](#), in modo che fino a un determinato numero di giri o impostazione elettronica ad esempio si abbia un comportamento "dolce" e oltre un certo regime un comportamento sportivo.

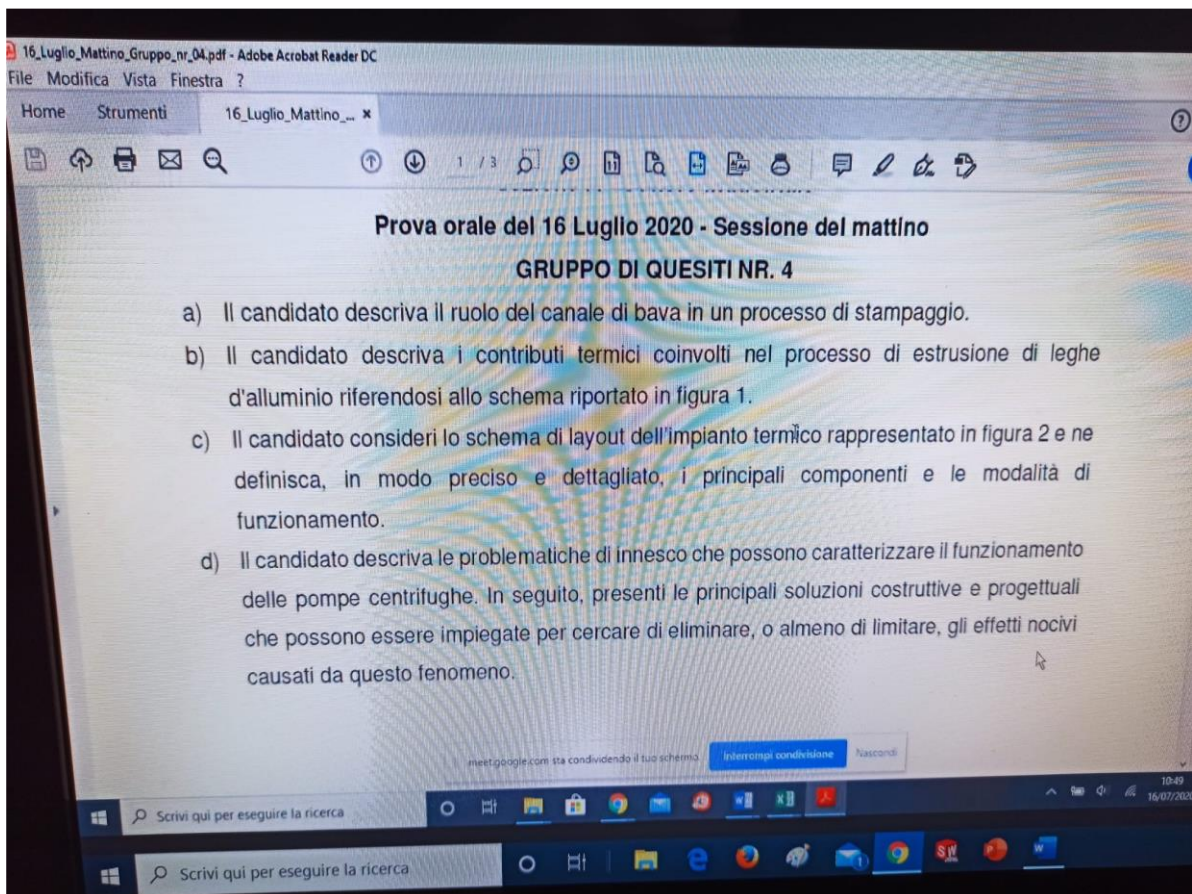
Tipo di controllo[[modifica](#) / [modifica wikitesto](#)]

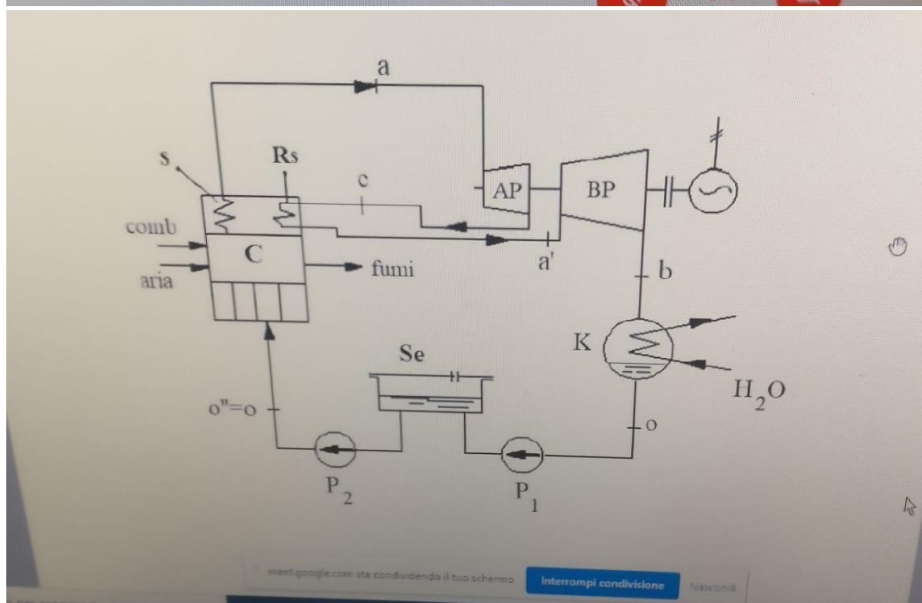
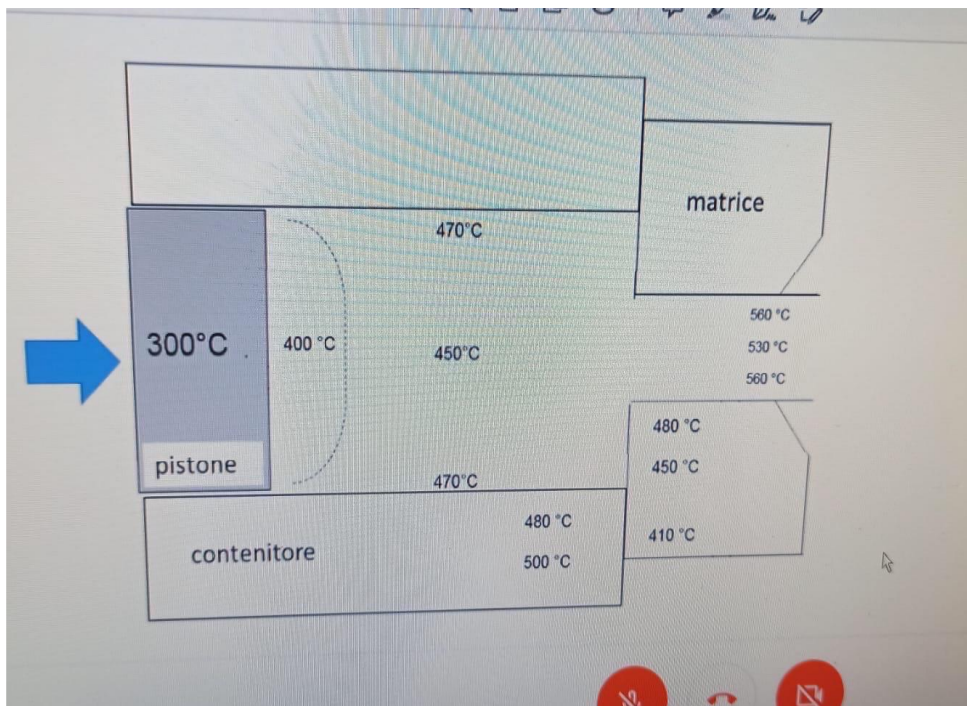
La modifica della fasatura può avvenire per:

- *Rotazione dell'albero a camme*, con questo tipo di controllo si riesce a spostare la fasatura senza però ridurne l'ampiezza.
  - *Ingranaggio a doppia dentatura*, in questo caso si utilizza un ingranaggio interposto dentro l'ingranaggio che viene mosso dalla distribuzione e ha la possibilità di scorrere sull'albero di distribuzione. Tale ingranaggio per far sì che trasmetta il moto è dotato di una doppia dentatura, la quale può essere del tipo elicoidale esterna e dritta interna (o invertita), oppure può avere entrambe le dentature del tipo elicoidale, ma con un verso di elica opposto tra esterno ed interno.
  - *Variatore idraulico*, i sistemi più moderni utilizzano tale sistema in quanto riduce gli attriti di commutazione della fase.
- *Variazione dell'effetto delle camme*, si attuano delle soluzioni in modo tale che la camma agisca di più o di meno sulla valvola a fungo e quindi di poter variare l'ampiezza della fasatura e sull'apertura delle valvole.
  - *Camme doppie*, si utilizzano più camme per l'azionamento delle valvole dello stesso lato; queste camme hanno profili diversi, e a seconda della situazione, grazie a un sistema interposto tra i lobi e le valvole, si avrà un azionamento da parte della camma meno pronunciata o più pronunciata.
  - *Bilanciere*, si utilizza una sola camma, ma si utilizza un bilanciere per l'azionamento delle valvole, il quale viene regolato da un secondo sistema a lobi, il che permette l'aumento o la diminuzione dell'effetto dei lobi del sistema di distribuzione.
  - *Camme disinseribili*, si utilizzano delle camme che possono scorrere lungo l'asse dell'albero a camme grazie a un sistema pilotato, permettendo la variazione della fasatura o il bloccaggio in posizione chiusa delle valvole, facendo funzionare il motore con un numero inferiore di cilindri.



## BUSTA 4





Le operazioni di fucinatura e stampaggio hanno come obiettivo variare la forma di un massello e, in particolare:

- la fucinatura: il massello viene lavorato tra “mazza” e “incudine”, senza uno stampo (stampo aperto). Adatto per pezzi di grandi dimensioni che richiedono scarsa precisione dimensionale;
- lo stampaggio: il materiale viene forzato a riempire una cavità costituita da due semistampi (stampo chiuso). Adatto per pezzi in grande serie anche con tolleranza relativamente strette



# FASI DEL PROCESSO DI STAMPAGGIO

1. **RISCALDO:** il pezzo viene portato ad alta temperatura per aumentarne la plasticità (riduzione delle forze necessarie per la deformazione).
2. **SBOZZATURA:** al massello viene data una forma che più si avvicina al pezzo finale. Può essere data in stampo chiuso o in stampo aperto. Se il pezzo finale ha una geometria semplice la sbazzatura può non essere necessaria.
3. **STAMPAGGIO:** lo sbazzato viene chiuso tra due (o più stampi) montati su una pressa.
4. **TRINCIATURA DELLE BAVE:** le bave presenti sul pezzo stampato vengono eliminate.

Il pezzo così ottenuto può poi subire ulteriori finiture prima di passare alle lavorazioni successive (asportazione di truciolo).

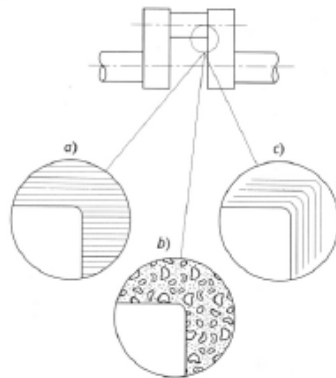
8

M.Strano - Tecnologia Meccanica

## STAMPAGGIO

Uno dei vantaggi dello stampaggio è che le fibre del materiale vengono deformate seguendo il flusso plastico del materiale e non interrotte come avviene nell'asportazione di truciolo, con evidenti vantaggi per la vita a fatica.

- a) asportazione di truciolo
- b) fusione
- c) stampaggio



tecnologia Meccanica

## STAMPAGGIO

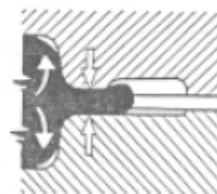
I materiali comunemente utilizzati nello stampaggio a caldo sono:

- acciai
- leghe di rame (ottoni)
- leghe leggere (Al)
- leghe di Ni
- leghe di Ti

## CAMERA SCARTABAVA

Durante la chiusura dello stampo il materiale fluisce in alcune camere poste nel piano di divisione che vengono dette camere scartabava che hanno la funzione di:

- Contenere il materiale in eccesso: per non rischiare di avere mancanza di materiale il massello contiene materiale in eccesso che al termine dello stampaggio viene accolto nelle camere scartabava. Il volume complessivo di tali camere varia dal 30% (pezzi semplici) al 70% (pezzi complessi) del volume del pezzo.
- Assicurare un perfetto riempimento delle cavità: durante la chiusura dello stampo il materiale tenderebbe a fluire radialmente mentre “risalirebbe” nello stampo con maggiore difficoltà. Il canale di bava che collega la figura alla camera scartabava, che presenta un modulo termico basso, favorisce il raffreddamento del materiale e il conseguente aumento delle caratteristiche meccaniche locali, favorendo il completo riempimento.
- Agire da ammortizzatore: la bava attutisce l’urto tra stampo superiore e inferiore al momento della chiusura.

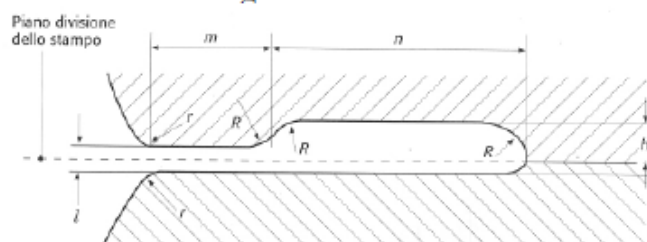


20

M.Strano - Tecnologia Meccanica

## CAMERA SCARTABAVA

Il dimensionamento viene fatto in funzione dello spessore  $l$  del canale scartabava attraverso la seguente tabella:



$l$ (mm)	$h$ (mm)	$r$ (mm)	$m$ (mm)	$n$ (mm)
0,6	3,3	1	6	18
0,8	3,4	1	6	20
1	3,5	1	7	22
1,6	4,3	1	8	22
2	5	1,5	9	25
3	6,5	1,5	10	28
4	8	2	11	30
5	9,5	2	12	32
6	11	2,5	13	35
8	14	3	14	38
10	17	3	15	40

La determinazione del valore di  $l$  ottimale viene effettuata tramite leggi empiriche. Ad esempio, se  $S$  è la sezione del pezzo misurata nel piano di bava e  $p$  il perimetro (in mm):

$$l = 0.07 \frac{S}{p}$$

oppure

$$l = 0.0175 \sqrt{S}$$

21

M.Strano - Tecnologia Meccanica

## Eliche e pompe[[modifica](#) | [modifica wikitestò](#)]

### Cavitazione in aspirazione[[modifica](#) | [modifica wikitestò](#)]



Danneggiamento dovuto alla cavitazione in una [Turbina Francis](#)

La cavitazione in aspirazione si ha quando la pompa aspira liquido in condizioni di bassa pressione, e si ha la formazione di vapore nella parte di ingresso della [pompa](#). Le bolle di vapore attraversano la girante, e quando giungono nella sezione di uscita, l'alta pressione qui presente ne causa la violenta implosione, che crea il caratteristico rumore, come se la pompa stesse facendo passare della [ghiaia](#). Ciò comporta una consistente erosione della pompa sia in aspirazione che in mandata, con conseguente diminuzione delle caratteristiche idrauliche. La tendenza di una pompa (o altro dispositivo) alla cavitazione è espresso dal concetto di **NPSH** (*Net Positive Suction Head*), in genere espresso in metri ([sistema tecnico](#)). In particolare l'**NPSH(r)** ([acronimo](#) per NPSH required) è caratteristico della pompa ed esprime il patrimonio energetico del fluido richiesto per l'attraversamento della porzione della pompa compresa tra la flangia di aspirazione e la prima girante (perdite di carico, energia cinetica, eventuale dislivello). L'**NPSH(a)** ([acronimo](#) per NPSH available), strettamente legato al circuito, esprime il patrimonio energetico del fluido al livello della flangia di aspirazione, decurtato della quantità  $P_{sat}(T)/\gamma$ .<sup>[[senza fonte](#)]</sup> Per assicurare il funzionamento in assenza di cavitazione si dovrà avere che  $NPSH(a) > NPSH(r)$ .

La tendenza alla cavitazione di una pompa, sostanzialmente, è correlabile ai seguenti fattori:

- Alta prevalenza;
- Forti perdite di carico idraulico a monte della pompa, ossia in aspirazione;
- Differenza di quota tra pompa e serbatoio;
- Alto valore della tensione di vapore del liquido aspirato.

### Cavitazione di scarico[[modifica](#) | [modifica wikitestò](#)]

La cavitazione di scarico si manifesta quando la pressione di uscita della pompa è molto alta. Normalmente si verifica quando la pompa sta lavorando a meno del 10% delle sue condizioni di massima efficienza<sup>[[senza fonte](#)]</sup>.

A causa della pressione elevata sull'uscita, la maggior parte del liquido ricircola nella pompa ed è costretto a passare ad alta velocità nello spazio tra la girante e lo [statore](#). L'alta velocità induce la formazione di [vuoto](#) (per [effetto Venturi](#)) e la conseguente formazione delle sacche di vapore. Una pompa funzionante in queste condizioni è soggetta a rapida [usura](#) della girante e dello statore. Inoltre le condizioni di alta pressione favoriscono l'usura dei [cuscinetti](#) e delle guarnizioni. In condizioni estreme si può avere la [rottura](#) dell'[albero](#).

Per assicurare il funzionamento in assenza di cavitazione deve essere rispettata la condizione:  
 $NPSH_A > NPSH_R$

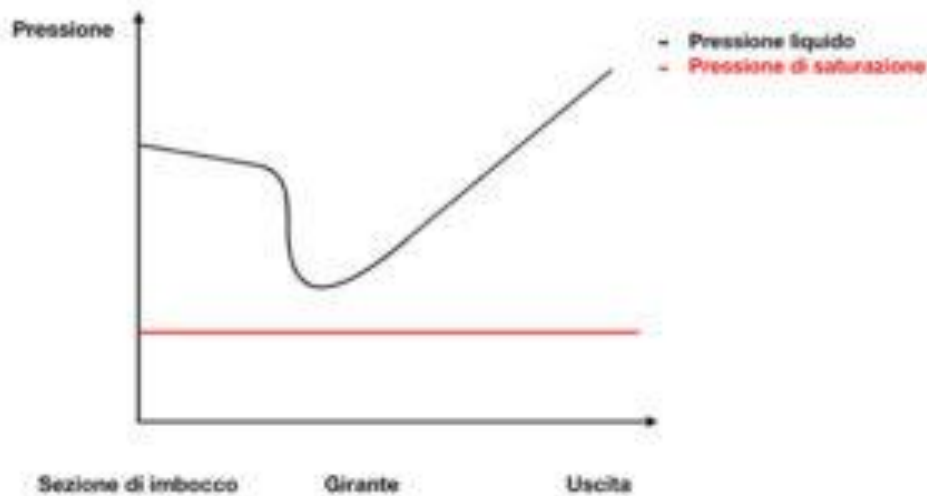


Figura 3: Pressione nella pompa

In questo modo viene garantito che, lungo tutto il circuito idraulico, la pressione del liquido sia maggiore alla pressione di vaporizzazione.

In figura 3 è mostrato un tipico andamento qualitativo della pressione del fluido all'interno della pompa, si nota come il punto più critico si in corrispondenza della girante, dove infatti si evidenziano i maggiori danni per il collasso delle bolle.

## Prevenzione

Per evitare la cavitazione, la pressione del liquido in tutti i punti deve essere al di sotto della pressione di saturazione. Questo, come visto, è garantito se  $NPSH_A > NPSH_R$ .

Alcuni accorgimenti per ottenere tale risultato sono:

- Ricorrere a pompe in serie o a una pompa multistadio, in modo da ridurre la prevalenza della singola pompa (o stadio);
- Aumentare il diametro della tubazione e/o diminuire la lunghezza del percorso di aspirazione;
- Utilizzare una pompa sommersa o comunque collocare la pompa al livello più basso possibile.
- Ridurre la temperatura del liquido (si abbassa la pressione di saturazione).
- Diminuire le perdite di carico nella pompa.
- Ridurre la portata nella pompa.
- Diminuire la velocità della girante.
- Aumentare la pressione all'ingresso della pompa.



## BUSTA 6

Fabrizio PALTRINIERI sta presentando

16\_Luglio\_Mattino\_Gruppo\_nr\_06.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

File Modifica Vista Finestra ?

Home Strumenti 16\_Luglio\_Mattino\_...

1 / 3

Condividi

**Prova orale del 16 Luglio 2020 - Sessione del mattino**

**GRUPPO DI QUESITI NR. 6**

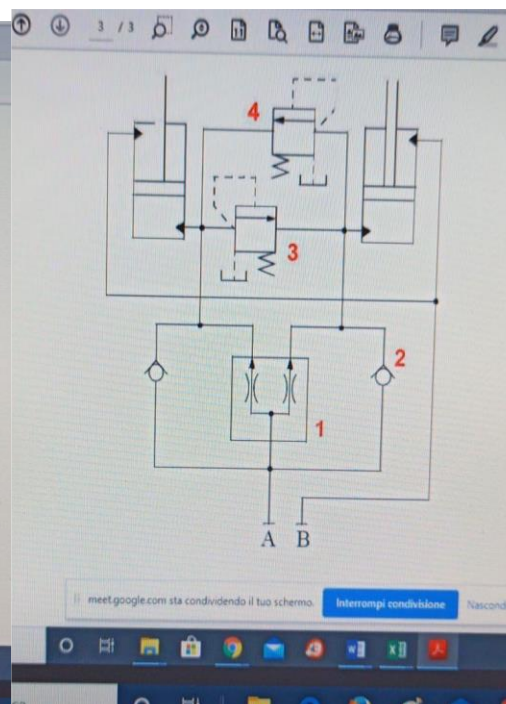
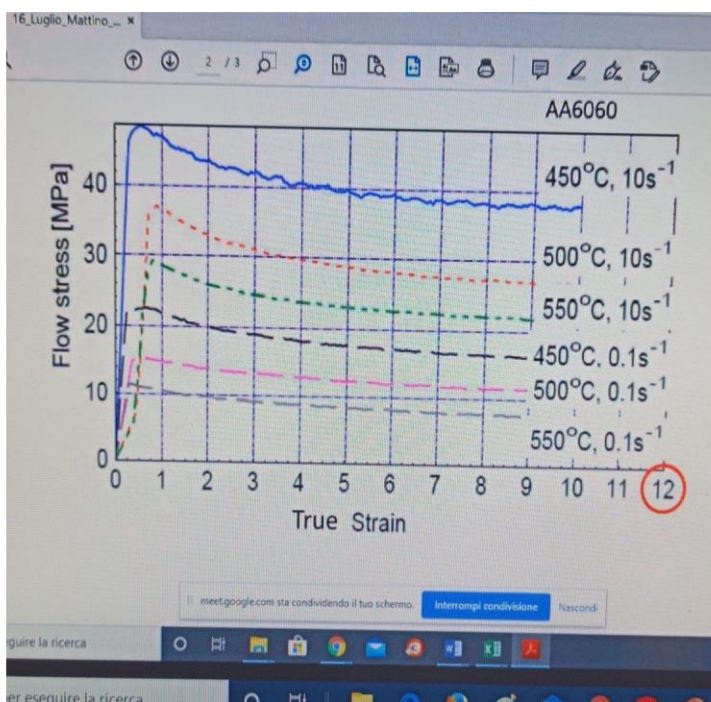
- Il candidato commenti le informazioni riportate nel grafico di figura 1.
- Il candidato descriva le principali applicazioni e differenze tra le prove di durezza Rockwell e Brinnell
- Il candidato consideri lo schema del circuito oleo-idraulico rappresentato in figura 2 e definisca, in modo preciso e dettagliato, i principali componenti del circuito. In seguito, descriva le modalità di funzionamento del circuito, per tutte le sue possibili fasi operative.
- Il candidato descriva le principali modalità comunemente impiegate per la regolazione del carico dei motori endotermici alternativi ad accensione per compressione.

Stai presentando a tutti  
Fai clic qui per tornare alla videochiamata quando sei pronto a interrompere la presentazione  
Google Chrome - meet.google.com

meet.google.com sta condividendo il tuo schermo. Interrompi condivisione Nascondi

Scrivi qui per eseguire la ricerca

11:36 16/07/2020





La durezza di un materiale definisce la sua resistenza a subire la penetrazione di un corpo e attesta le sue caratteristiche di deformabilità. I durometri utilizzati per misurare questa proprietà applicano carichi diversi e sfruttano penetratori con caratteristiche differenti.

La durezza può essere misurata secondo diverse scale. Il metodo Brinell ricorre a un penetratore sferico che viene applicato per un determinato intervallo di tempo. Il valore ricavato dalla misurazione dell'impronta rilasciata sul campione viene misurato in HB, un'unità di misura della durezza che deriva dal rapporto tra la forza applicata e la superficie scalfita dal penetratore.

La durezza Vickers si ottiene invece misurando il rapporto tra il carico applicato per un determinato intervallo da un penetratore a forma piramidale quadrata e la superficie dell'impronta, calcolata sulla base delle diagonali osservate e misurate al microscopio. L'unità HV esprime la durezza riscontrata sul campione e, normalmente viene seguita dall'indicazione del peso del carico applicato (es. HV30 = 30 kg).

La misurazione della durezza secondo la scala Rockwell, infine, prevede l'utilizzo di un penetratore sferico o conico e l'applicazione di un precarico sulla superficie del campione da esaminare. In seguito si applica una forza addizionale per un determinato intervallo di tempo, fino al raggiungimento della penetrazione massima, dopodiché il carico viene rimosso, mentre il precarico agisce ancora sul provino. La massima penetrazione ottenuta fornisce il valore di durezza ottenuto, che, a seconda dell'entità dei carichi iniziali e successivi applicati, viene misurato secondo diverse scale indicate con lettere differenti (es. HRB o HRC).

## Brinell[\[modifica\]](#) | [modifica wikitesto](#)

Si basa, nel calcolo della durezza, sulla misura del [diametro](#) dell'impronta lasciata dal penetratore. Anche la Vickers si basa sullo stesso principio e la prova Vickers viene chiamata anche **prova di microdurezza**.

- Penetratore: sferico

- $D$  = diametro del penetratore [mm]
- $d$  = diametro dell'impronta [mm]
- $P$  = carico prova [N]

il valore destituito dalla prova può essere confrontato con [Tensione di snervamento](#)

$Y$ =tensione di snervamento [MPa]

### Vantaggi[\[modifica\]](#) | [modifica wikitesto](#)

Rapida, economica, non distruttiva (oggetto riutilizzabile), possibilità di impiegare carichi particolarmente alti. Se si moltiplica per 3,3 la durezza Brinell di un [acciaio normalizzato](#) si ottiene il suo [carico di rottura](#).

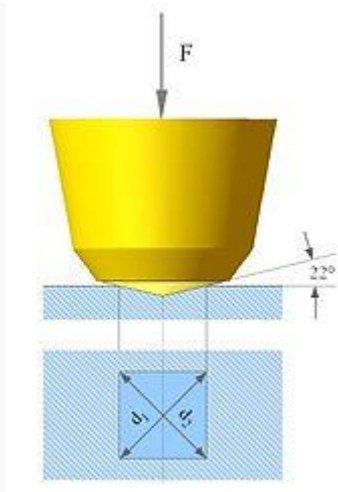
### Svantaggi[\[modifica\]](#) | [modifica wikitesto](#)

Sono difficili i confronti tra diverse misure Brinell (a parità di carico applicato, il penetratore può affondare in misure diverse, cambiando anche l'inclinazione delle facce e la distribuzione degli sforzi).

Infatti è possibile confrontare prove eseguite con parametri diversi a patto che il

rapporto      risulti verificato.

## Vickers[[modifica](#) | [modifica wikitesto](#)]



Schema semplificato della prova di durezza Vickers

Si basa sulla misura dell'area dell'impronta lasciata dal penetratore. Viene chiamata prova di **microdurezza**, per via dei piccoli carichi applicati al penetratore.

- Penetratore: piramidale a base quadrata

Angolo di apertura:

- $P$  = carico di prova (variabile) [N]
- $t$  = media delle diagonali dell'impronta del penetratore [mm]



Classica impronta lasciata da una prova di durezza Vickers

## Vantaggi[[modifica](#) | [modifica wikitesto](#)]

L'inclinazione delle facce è costante; si usano anche carichi piccoli per fare misure di durezza ravvicinate, precisione della misurazione. La scala è unica per tutti i materiali.

## **Svantaggi**[\[modifica\]](#) | [modifica wikitesto](#)

Costosa, notevole perdita di tempo nella lettura delle impronte che si può fare solo al [microscopio](#).

## **Limiti di applicazione**[\[modifica\]](#) | [modifica wikitesto](#)

- distanza dal bordo > 2d
- distanza tra impronte vicine > 1,5d.

## • **Rockwell**[\[modifica\]](#) | [modifica wikitesto](#)

- Prova di durezza messa a punto da [Steven Rockwell](#). Si basa sull'affondamento diretto dell'impronta e non sulla durezza misurata come pressione. Le scale di durezza ottenute sono convenzionali.

Tipo di prova	Penetratore	Carico applicato	Misura della durezza
B	Sferico	980 N	130 affondamento
C	Conico	1471 N	100 affondamento
T	Sferico	29,4 N	130 affondamento
N	Conico	29,4 N	100 affondamento

- **Vantaggi**[\[modifica\]](#) | [modifica wikitesto](#)
- Velocità (usata in campo [industriale](#)).
- **Svantaggi**[\[modifica\]](#) | [modifica wikitesto](#)
- È una misura di durezza solo convenzionale. L'unità di misura è rappresentata dai punti della scala utilizzata (HRC per la scala Rockwell, HV per la Vickers, HB per la Brinell, ecc.) I valori di durezza ottenuti con le diverse scale non si possono confrontare perché utilizzano unità di misura diverse. Confronti empirici possono essere effettuati ma con molta attenzione (ad es. materiali simili, dimensione di impronte simili, ecc.) (vedi norma ISO 18265)

# BUSTA 1

The image is a screenshot of a Zoom meeting. The top portion shows a presentation slide titled "Prova orale del 16 Luglio 2020 - Sessione del mattino" and "GRUPPO DI QUESITI NR. 1". The slide contains four questions (a, b, c, d) related to mechanical engineering topics like extrusion diagrams, nitriding treatments, and hydraulic circuits. The bottom portion of the screenshot shows the Zoom interface with several participants' video feeds and names: Fabrizio PALTRI, Andrea Barba, BARBARA REGG..., Alessandro Bag..., Domenico BENE..., Mattia Belloni, and Simone CALDE... Below the Zoom interface, there is a smaller window displaying a hydraulic circuit diagram. The diagram shows a pump (1) connected to a reservoir (A, B). It includes two solenoid valves (2, 3) and two cylinders (4). The circuit is designed to control the flow of hydraulic fluid between the pump, valves, cylinders, and the reservoir.

TRINIERI sta presentando

Luglio\_Mattino\_Gruppo\_nr\_1.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

Modifica Vista Finestra ?

Home Strumenti 16\_Luglio\_Mattino\_...

Prova orale del 16 Luglio 2020 - Sessione del mattino

GRUPPO DI QUESITI NR. 1

a) Il candidato descriva il contenuto informativo del diagramma limite di estrusione di leghe metalliche riportato in figura 1.

b) Il candidato, con riferimento ai trattamenti termochimici di nitrurazione e carbocementazione, dettagli temperature, tempi, meccanismi di indurimento superficiale e materiali ai quali sono applicabili.

c) Il candidato consideri lo schema del circuito oleo-idraulico rappresentato in figura 2 e definisca, in modo preciso e dettagliato, i principali componenti del circuito. In seguito, descriva le modalità di funzionamento del circuito, per tutte le sue possibili fasi operative.

d) Il candidato descriva le principali caratteristiche della fasatura delle valvole di aspirazione e di scarico di un motore endotermico alternativo ad accensione comandata.

Fabrizio PALTRI Andrea Barba BARBARA REGG... Alessandro Bag... Domenico BENE... Mattia Belloni Simone CALDE...

1 2 3 4

A B

La **nitrurazione** è un processo industriale di indurimento superficiale degli acciai.

Il procedimento consiste nel portare l'acciaio a **520-540 °C** circa<sup>[1]</sup>, mantenendo tale temperatura, relativamente bassa rispetto ad altri trattamenti termici, ma per un tempo maggiore, allo scopo di **introdurvi azoto** atomico, il quale viene assorbito dalla ferrite superficiale del metallo e forma nitru, prevalentemente  $\text{Fe}_4\text{N}$ , molto duri e che distorcono il reticolo cristallino. Il meccanismo di rafforzamento ed indurimento che quindi interviene è quello di Orowan.

**Lo spessore dello strato indurito è minore** di quello ottenuto per carbocementazione, ma in compenso la sua durezza, che varia a seconda della composizione dell'acciaio, può (con certi tipi di acciaio) raggiungere 1200 HV e rimane stabile fino a temperature di 600-700 °C.

Non è possibile utilizzare l'azoto molecolare, per la dimensione molecolare relativamente grande, per cui si utilizza l'azoto atomico ottenuto dalla dissociazione termica dell'ammoniaca<sup>[1]</sup> o dalla diffusione da bagni di sale. In tali condizioni la diffusione dell'azoto atomico nell'acciaio e l'assorbimento dalla ferrite hanno tempi ragionevoli.

## Vantaggi:

- durezza superficiale e resistenza all'usura;
- stabilità al rinvenimento e quindi durezza a caldo;
- **resistenza alla fatica e agli intagli**;
- resistenza alla corrosione, (i nitruri conferiscono sensibile "inossidabilità" superficiale).
- stabilità dimensionale.
- **i pezzi possono essere sottoposti al trattamento completamente finiti perché il processo, avvenendo a minore temperatura, provoca minime tensioni, deformazioni ed alterazioni superficiali.**
- il procedimento (pur se costoso) è unico e finale, cioè il trattamento conferisce direttamente la durezza, non sono necessari ulteriori trattamenti. Tale fatto è importante soprattutto nella valutazione generale dei costi.

Considerato il costo piuttosto elevato, si nitrurano solo acciai dove il risultato sia tale da compensare la spesa: quindi quelli contenenti cromo, molibdeno e alluminio (< 1%), che formano nitruri più efficaci di quelli di ferro. Si preferiscono inoltre acciai bonificati perché è necessaria tenacità al cuore del pezzo e perché la struttura finale creata con la bonifica facilita la diffusione dell'azoto. Ne sono esempi il 41CrAlMo7 e il 42CrMo4.

Utilizzi più frequenti: calibri, riscontri, ingranaggi di precisione, fasce elastiche, alberi a camme e a gomiti per la nitrurazione in fase gassosa; utensili di acciaio rapido a profilo costante (creatori, maschi, pettini, punte), acciai inossidabili o per valvole austenitici, alcuni acciai per stampi per la nitrurazione in bagno di sale.

**Si sconsiglia di nitrurare pezzi sottoposti a elevata compressione.**

La **CEMENTAZIONE** è un processo metallurgico utilizzato **per aumentare la resistenza all'usura degli acciai.**

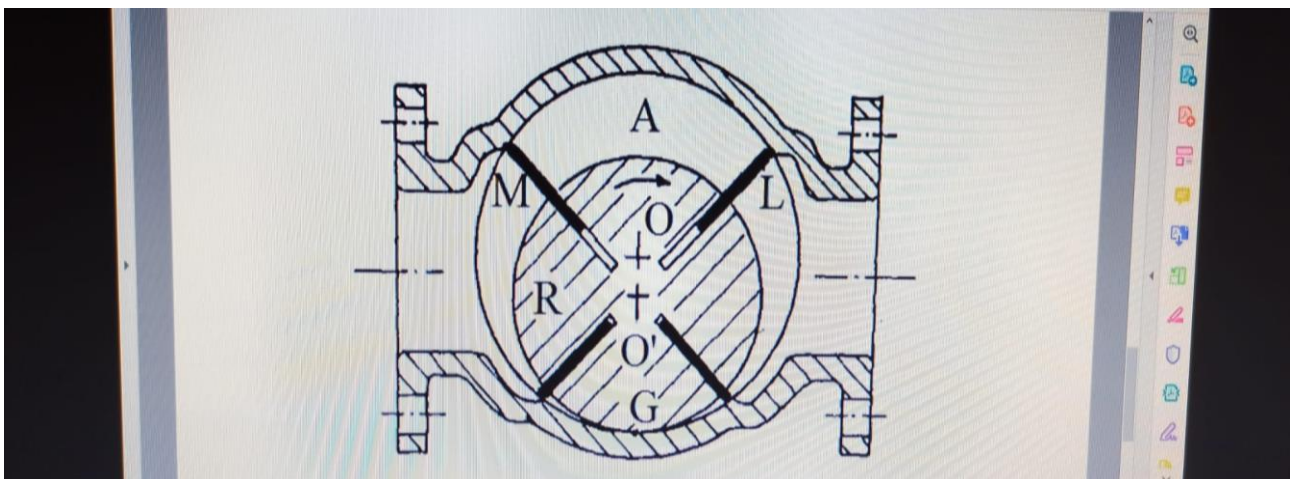
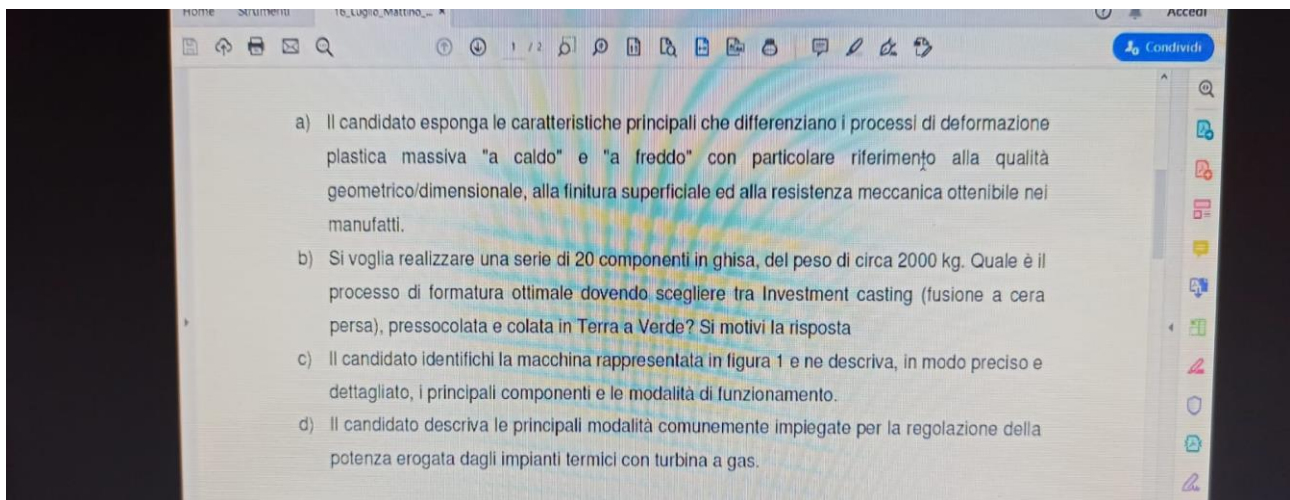
L'arricchimento superficiale in carbonio (circa 0,8%), e la conseguente formazione di carburi, è utile per conferire resistenza all'usura e rafforzamento grazie al meccanismo di Orowan in superficie, unite a tenacità interna (per esempio per denti di ingranaggi). **Conviene eseguirlo su acciaio dolce portato oltre la temperatura  $A_{c3}$  [circa 911 °C], in quanto l'austenite solubilizza meglio il carbonio. Il carbonio migra oltre la superficie per diffusione, quindi la legge che ne regola il meccanismo è la seconda legge di Fick; importanti sono inoltre parametri come la temperatura, il tipo di reticolo metallico, la differenza di concentrazione tra ambiente esterno e interno** (quindi si usa acciaio dolce con C < 0,2%, così che la forza motrice dovuta al gradiente di concentrazione sia la massima possibile) e l'estensione dei giunti dei grani (attraverso i quali gli atomi diffondono meglio). **Esistono diversi metodi di carbocementazione, in base alla sostanza cementante, ma si sottolinea che l'ambiente è sempre gassoso, in quanto vi è sempre la necessità del trasporto operato dall'ossido di carbonio.** A fine trattamento termico si otterrà uno strato superficiale altamente cementato e duro; inoltre si potrà eseguire un trattamento di tempra per conservare la tenacità al cuore.

Prodotti di solito cementati: ingranaggi.

Esempio di acciaio cementabile: 18CrMo4.



## BUSTA 2



## Lavorazioni a caldo[\[modifica\]](#) [\[modifica wikitesto\]](#)

### Forgiatura o fucinatura[\[modifica\]](#) [\[modifica wikitesto\]](#)

Deriva dal termine *fucina*, luogo dove viene messo a riscaldare il pezzo metallico. Consiste nell'*arroventare* il metallo per renderlo facilmente deformabile. Il pezzo viene quindi battuto con una *mazza* per ottenere la forma desiderata. Questa è una tecnica molto antica.

Oggi si preferisce la fucinatura a stampo (stampaggio), per cui la barra metallica arroventata viene appoggiata su uno stampo e si cala su di essa un secondo stampo, detto controstampo, in modo da serrare la forma tra i due, esercitando una forte pressione.

Dopo la fucinatura il pezzo viene tagliato nella forma finale (*tranciatura*) e vengono eliminate sbavature ed eventualmente smussati gli angoli con operazioni di limatura a mano (*finitura*).

Martelli e tenaglie sono oggetti fucinati molto resistenti, che vengono usati come utensili.

## Fusione[\[modifica\]](#) | [modifica wikitesto](#)

La fusione viene usata per produrre oggetti che hanno una forma molto complessa. Di solito si fondono metalli con temperature di fusione medie o basse. Il metallo fuso viene gettato nello stampo (*colata*) e si attende che ridiventi solido per raffreddamento. Lo stampo viene aperto e il pezzo viene finito per eliminare materozze, sbavature e smussare angoli. Gli oggetti lavorati per fusione comprendono rubinetteria, maniglie, caffettiere, tombini.

## Lavorazioni a freddo[\[modifica\]](#) | [modifica wikitesto](#)

Si effettuano solamente su lamiere d'acciaio e d'alluminio. Le lamiere possono essere piegate oppure lavorate per ottenere pezzi cavi.

Questa avviene ad una temperatura inferiore a quella di ricristallizzazione, se applico questo processo ad un metallo si ha che i grani equiassici diventano allungati.

## Imbutitura[\[modifica\]](#) | [modifica wikitesto](#)

L'operazione di imbutitura permette di trasformare una lamiera piana in una forma concava, mantenendone lo spessore medio pressoché inalterato. È l'operazione che più sollecita la lamiera durante la deformazione e per questo motivo richiede lamiere di qualità.

Oggetti ottenuti per imbutitura sono ad esempio pentole, coperchi, esterni di elettrodomestici, pezzi di carrozzeria di automobili

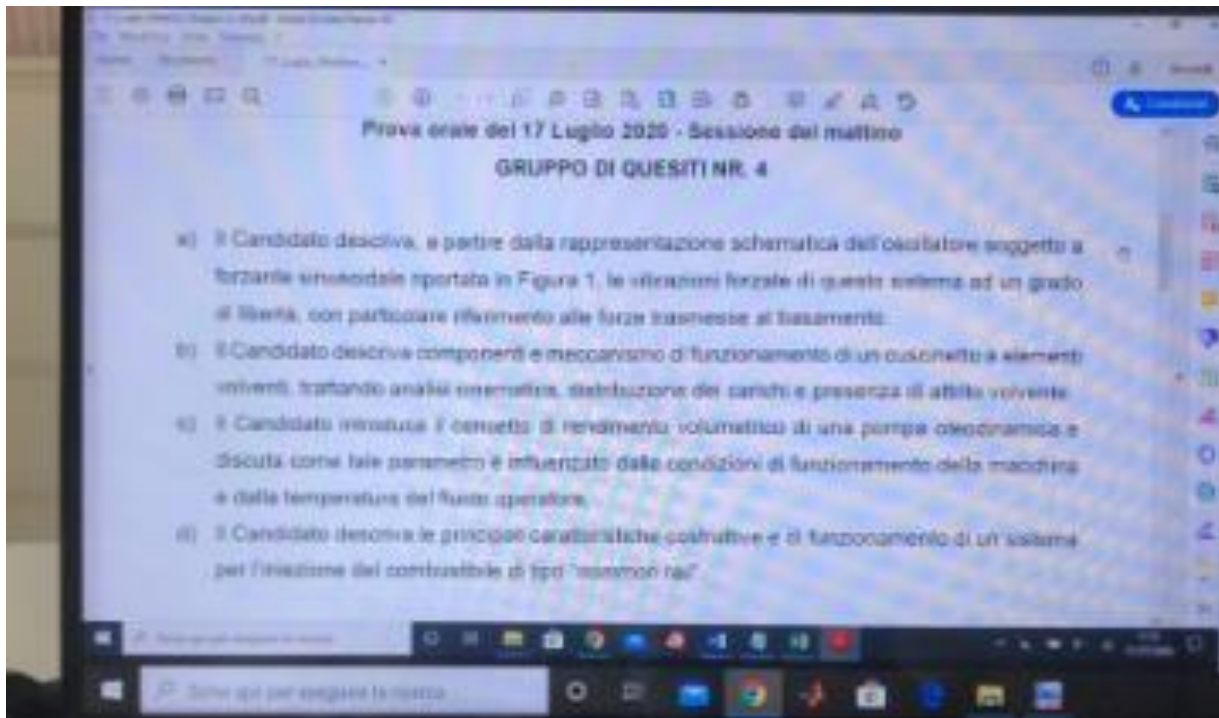
## DEFORMAZIONE PLASTICA A FREDDO

### A FREDDO

- avviene a temperatura ambiente ma comunque il pezzo si scorda durante la lavorazione
- **PRO**
  - .. Migliore finitura superficiale
  - .. Precisione dimensionale
  - .. Ricottura finale
  - .. Buona lubrificazione pezzo stampo

### A CALDA

- Avviene a temperature prossime a quelle di fusione.
- **PRO**
  - .. Minori forze
  - .. grandi deformazioni
  - .. forme complesse
- **CONTRO**
  - .. energia spesa per scaldare
  - .. ossidazione metalli e conseguente finitura scesa.
  - .. bassa precisione dimensionale.



## RENDIMENTO VOLUMETRICO POMPA

La qualità costruttiva della pompa e altre variabili quali aspirazione, trafileamenti, perdite di carico determinano il **rendimento volumetrico ( $\eta_v$ )** della stessa.

Il rendimento volumetrico  $\eta_v$  è dato dal rapporto tra la portata effettiva  $Q$  alla pressione  $p$  e la portata teorica  $Q_t$  con la seguente formula:  $\eta_v = Q / Q_t$ . Il valore del rendimento volumetrico va da 0,9 a 0,95 oppure espresso in percentuale da 90% a 95% della portata teorica.  $Q_t - Q$  rappresenta il valore dei trafileamenti interni della pompa.

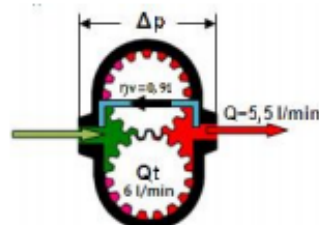
Dove  $Q$  è il valore di portata misurato al banco prova con appositi trasduttori di flusso,

$Q_t$  è la portata teorica definita in fase di progetto.

La caratteristica che determina la scelta della pompa è la portata effettiva  $Q$  espressa in **litri / min** o **dm<sup>3</sup> / min**.

*Esempio: una pompa con una cilindrata di 4 cm<sup>3</sup> è comandata da un motore elettrico che garantisce 1500 giri/min. La portata teorica è di 6 l/min, mentre la portata effettiva a 100 bar è di 5,5 l/min. Il rendimento volumetrico.*

$$\eta_v = \frac{Q}{Q_t} = \frac{5,5}{6} \cdot 100 = 91,6\% = 0,916$$



Il rendimento volumetrico peggiora al crescere della differenza di pressione tra aspirazione e mandata, peggiora all'aumentare della temperatura del fluido perché si ha un incremento dei trafileamenti, peggiora al diminuire della temperatura sotto certi valori perché si ha una eccessiva viscosità dell'olio.

# VISOSITA' DINAMICA CINEMATICA

## Definizioni [ modifica | modifica wikitesto ]

### Viscosità dinamica [ modifica | modifica wikitesto ]

La viscosità dinamica di un fluido è una misura della sua resistenza a fluire quando è applicato uno sforzo tangenziale. La causa di tale resistenza è dovuta agli strati adiacenti di fluido che si muovono con velocità diversa. La definizione viene data nel caso di **regime laminare**. La situazione ideale è quella di avere un fluido omogeneo, come in figura, tra due superfici piane orizzontali eguali, una fissa e l'altra mobile. Se la velocità del piano mobile è piccola e inoltre le particelle di fluido si muovono in direzione parallela al piano mobile con una velocità che varia **linearmente** da zero sul piano fisso a  $u$  sul piano mobile, in questo caso la viscosità dinamica è semplicemente data da:

$$\mu = \frac{Fd}{Su} = \tau \frac{d}{u}$$

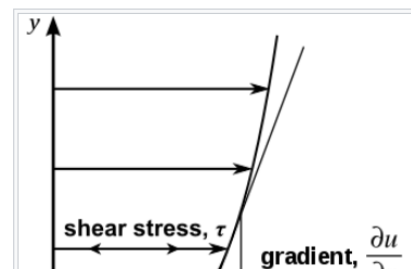
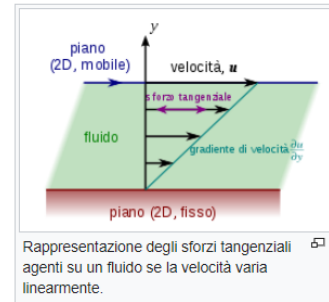
dove:

- $F$  è la forza che viene applicata al piano mobile
- $d$  è la distanza tra i due piani
- $u$  è la velocità costante del piano mobile
- $S$  è la superficie di ogni piano
- $\tau = \frac{F}{S}$  è lo sforzo di taglio

Nel caso più generale (come nella figura a fianco) la velocità del fluido non è una funzione lineare della distanza dal piano fisso, in questo caso la relazione tra sforzo di taglio e viscosità diventa:

$$\mu = \tau \frac{\partial y}{\partial u}$$

dove adesso:



### Viscosità cinematica o diffusività cinematica [ modifica | modifica wikitesto ]

Si chiama in questa maniera il rapporto tra la viscosità dinamica di un fluido e la sua densità,<sup>[6]</sup>:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$


Spesso viene anche chiamata diffusività cinematica, essa è una misura della resistenza a scorrere di una corrente fluida sotto l'influenza della **gravità**. Questa tendenza dipende sia dalla viscosità dinamica sia dal **peso specifico** del fluido. Quando due fluidi di uguale **volume** sono messi in viscosimetri capillari identici e lasciati scorrere per gravità, il fluido avente maggior diffusività impiega più tempo a scorrere. Ad esempio il **mercurio** risulta avere una viscosità dinamica 1,7 volte maggiore di quella dell'**acqua**, ma a causa del suo elevato peso specifico, esso **percola** molto più rapidamente da uno stesso foro a parità di volume. Infatti la viscosità cinematica del mercurio è nove volte minore di quella dell'acqua a **temperatura ambiente** (20 °C).<sup>[7]</sup>

La viscosità cinematica è un parametro utile quando si ha a che fare con il **numero di Reynolds**, utile nello studio della fluidodinamica per distinguere tra **regime laminare** e **regime turbolento**. Il numero di Reynolds è dato in condizioni dinamiche dal rapporto tra le **forze d'inerzia** e le forze viscosive:

$$Re = \frac{\rho u L}{\mu} = \frac{u L}{\nu},$$

dove  $L$  è tipica dimensione lineare nel sistema.

### Viscosità di volume [ modifica | modifica wikitesto ]

 Lo stesso argomento in dettaglio: **Viscosità di volume**.

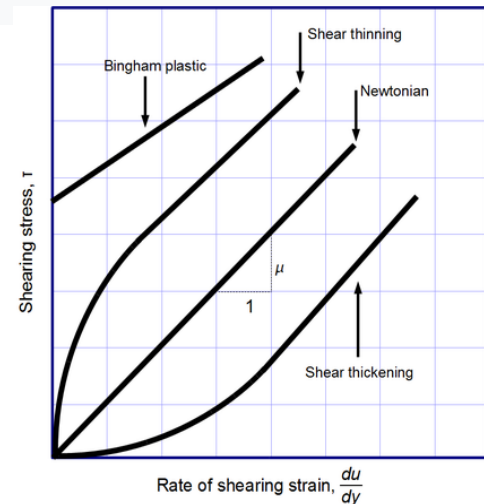
Quando un **fluido compressibile** è o compresso o espanso, senza sforzo di taglio, esso può anche in questo caso avere una forma di viscosità interna che rappresenta una resistenza alla deformazione. Queste forze sono collegate alla velocità di compressione o di espansione; per questa ragione si introduce un parametro in genere indicato con la lettera  $\lambda$  che ha le dimensioni della viscosità dinamica. La viscosità di volume interviene nelle **equazioni di Navier-Stokes** che descrivono la dinamica dei fluidi. La viscosità di volume è importante solo quando il fluido è rapidamente compresso o espanso, come nel caso del **suono** o delle **onde d'urto**. La viscosità di volume spiega la perdita di energia di questo tipo di onde come descritto dalla **legge di Stokes** sull'attenuazione del suono.

# FLUIDI NON NEWTONIANI



La **legge di Stokes** (viscosità lineare) e analogamente ad altre leggi, come la **legge di Hooke**, non è una legge fondamentale della natura, ma una legge che approssima il comportamento solo di alcuni materiali.

Tale legge definisce un comportamento viscoso ideale, caratterizzato da un valore del coefficiente di viscosità **indipendente dallo sforzo di taglio**  $\tau$  e dal gradiente del flusso di scorrimento: i fluidi che obbediscono a tale legge sono detti **fluidi newtoniani**. In realtà per molti fluidi il coefficiente di viscosità  $\mu$  è variabile con  $\tau$ . Un fluido caratterizzato da una risposta nel gradiente del flusso di scorrimento non lineare rispetto allo sforzo di taglio si denomina **fluido non newtoniano**. I gas, l'acqua e molti fluidi comuni sono in condizioni normali newtoniani. Per quanto riguarda i **fluidi non newtoniani** possiamo fare la seguente classificazione anche se non completa:



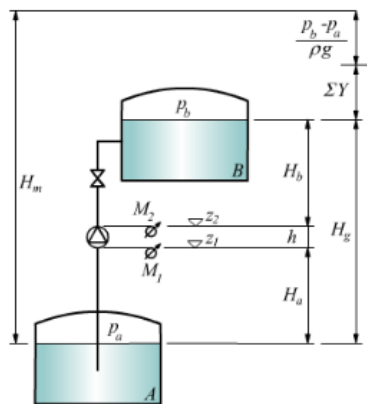
- Il Candidato descriva le principali caratteristiche e ricavi le equazioni fondamentali del rotismo epicicloidale rappresentato in Figura 1, con riferimento al calcolo del rapporto di trasmissione.
- Il Candidato esponga la definizione di rendimento delle macchine, con riferimento al caso di macchine disposte in serie ed in parallelo, per un flusso di potenza diretto e retrogrado nelle trasmissioni meccaniche.
- Il Candidato identifichi la macchina rappresentata in Figura 2 e ne descriva, in modo preciso e dettagliato, i principali componenti e le modalità di funzionamento.
- Il Candidato definisca il concetto generale di prevalenza di una pompa centrifuga. In seguito, illustri la formula semplificata per la valutazione della prevalenza e le relative ipotesi semplificative.



# PREVALENZA

## MACCHINE OPERATRICI

Le macchine operatrici idrauliche sono comunemente denominate **pompe** e sono classificate in **pompe alternative** e **pompe rotative**.  
Le pompe alternative sono pompe a stantuffo mentre quelle rotative si suddividono a loro volta in pompe centrifughe e pompe ad ingranaggi.



Ipotizziamo di avere un impianto costituito da una pompa che ha a funzione di sollevare un liquido da un serbatoio A ad un serbatoio B, entrambi chiusi, in cui regna esclusivamente la pressione assoluta  $p_a$  e  $p_b$ .

Si definisce **prevalenza geodetica  $H_g$**  la differenza di quota tra la superficie libera del liquido contenuto nel serbatoio A e la superficie libera del liquido contenuta nel serbatoio B.

Un parametro caratteristico delle pompe è la **prevalenza manometrica  $H_m$**  definita come la variazione di carico misurato con un manometro  $M_2$  posto tra la bocca di mandata e quella di aspirazione della pompa in cui è situato un altro manometro  $M_1$ .

La prevalenza manometrica può anche essere definita come l'energia necessaria che la pompa deve conferire al fluido per mandarlo dal serbatoio A al serbatoio B.

Facendo riferimento al disegno consideriamo la quota dalla superficie libera del liquido contenuto nel serbatoio A alla sezione di aspirazione della pompa in cui è posto il manometro  $M_1$ , questa è definita altezza di aspirazione  $H_a$ .

La quota tra la sezione di mandata in cui è situato il manometro  $M_2$  e il pelo libero del liquido contenuto nel serbatoio B è chiamata altezza di mandata  $H_b$ .

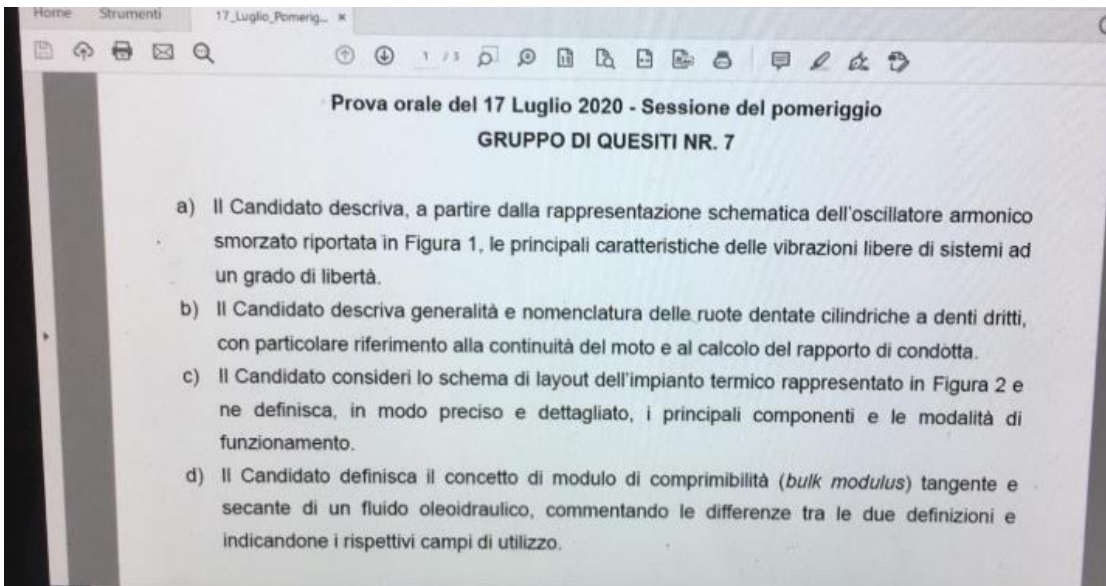
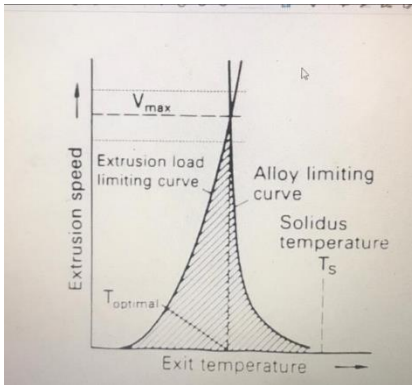
Viene indicata con  $h$  l'altezza della pompa ossia il dislivello tra le sezioni in cui sono posti i manometri  $M_2$  ed  $M_1$ . È possibile dimostrare che la prevalenza manometrica di una pompa vale:

$$H_m = \frac{p_b - p_a}{\rho g} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + H_g \quad \text{metri di colonna d'acqua}$$

1 SESSIONE 2020  
Sezione A - Settore Industriale  
Prova orale del 17 Luglio 2020 - Sessione del pomeriggio  
GRUPPO DI QUESITI NR. 6

- Il candidato descriva gli strumenti di attuazione delle fasi di verifica e validazione di un modello di simulazione numerica di processo volte ad assicurare, rispettivamente, l'accuratezza e l'affidabilità dei risultati.
- Il candidato descriva il contenuto informativo del diagramma limite di estrusione di leghe metalliche riportato in figura 1.
- Il candidato illustri i concetti di affidabilità manutentiva, probabilità di guasto e rateo di guasto nel contesto della teoria affidabilistica per componenti non riparabili.
- Si descrivano le caratteristiche dei sistemi di movimentazione della merce in un magazzino industriale e le modalità di dimensionamento di una flotta di AGV

## LIMITE DI ESTRUSIONE



## BULK MODULS

### Modulo di compressibilità

Da Wikipedia, l'enciclopedia libera.

[Disambiguazione](#) – Se stai cercando il fattore di comprimibilità, vedi [Fattore di comprimibilità](#).

Il **modulo di compressibilità** (o **modulo di comprimibilità**, **modulo di massa** o **modulo di bulk**) di una **sostanza** è l'aumento della **densità** provocato da una **compressione**. È definito come l'incremento di **pressione** necessario a causare un relativo incremento di **densità** secondo la relazione:

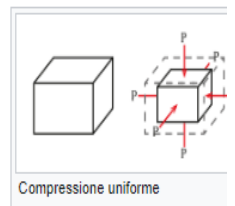
$$K = \rho \frac{\partial p}{\partial \rho}$$

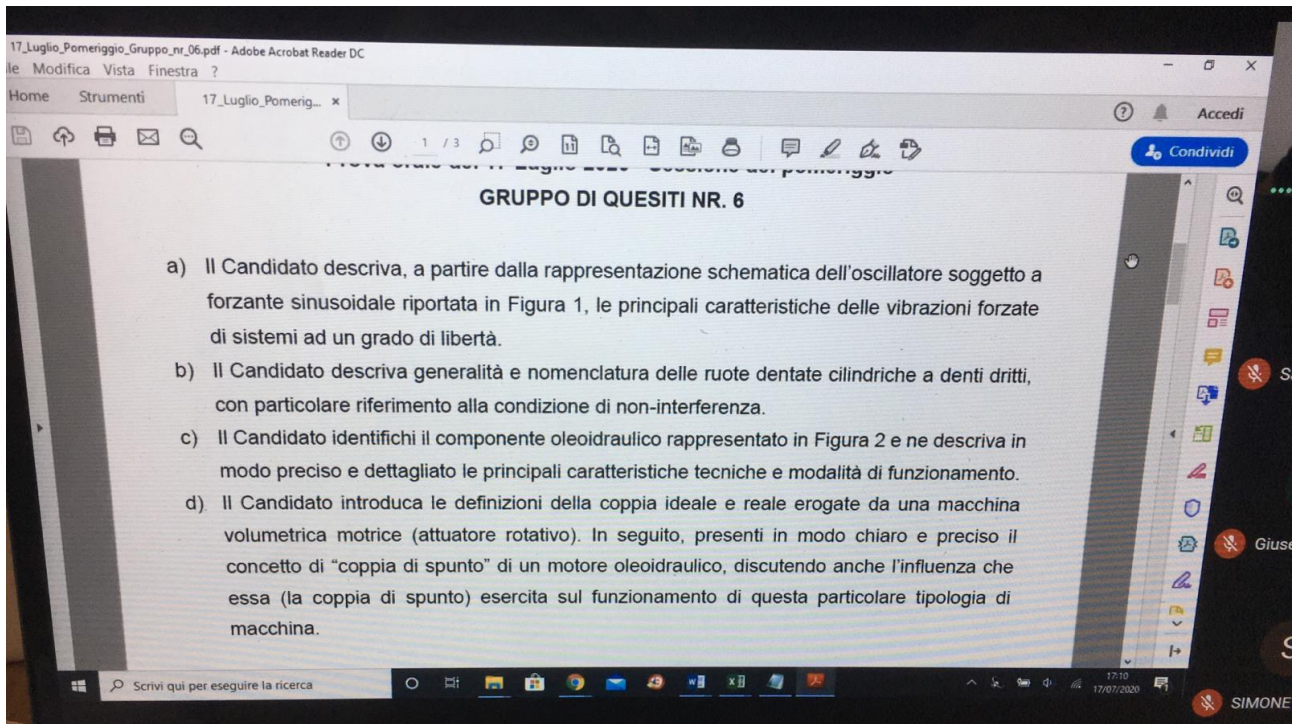
dove  $K$  è appunto il modulo di compressibilità,  $p$  la pressione e  $\rho$  la densità.

L'inverso del modulo di compressibilità è il **coefficiente di comprimibilità cubica**.

Altre **grandezze simili** descrivono la risposta del materiale (**deformazione**) ad altri tipi di **stress**: il **modulo di taglio** descrive la risposta a deformazioni tangenziali, il **modulo di Young** quella a deformazioni lineari. Per un fluido è significativo solo il modulo di compressibilità.

Per un solido anisotropo (ad esempio il legno o la carta), queste tre grandezze non sono sufficienti per descrivere la deformazione, e si deve usare la **generalizzazione** della **legge di Hooke** in forma tensoriale.





## TURBOGAS

### REGOLAZIONE TURBO-GAS

$$P = \dot{m} u \cdot L_u \cdot \eta_m$$

- Si può agire su 2 parametri  $\left\{ \begin{array}{l} \dot{m} \\ L_u \end{array} \right.$
- Riduco la portata massica di aria
  - Riduco il lavoro utile riducendo il punto di fine compressione, e quindi viene ridotta  $T_{max}$

Ingeg: cosa si ha:

- calo del rendimento termodinamico
- calo del rendimento di combustione