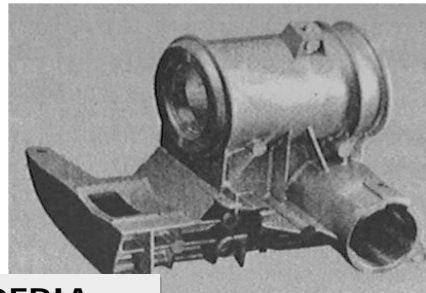
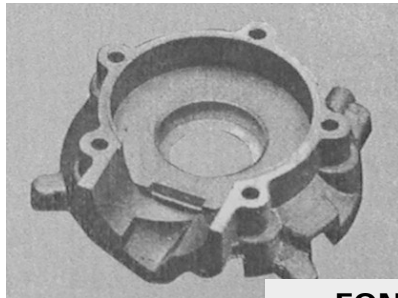
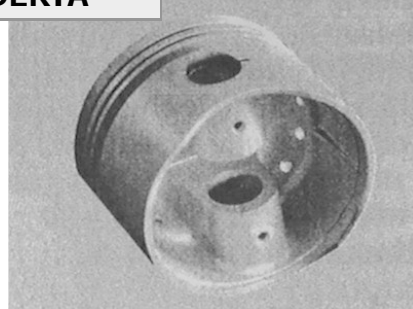
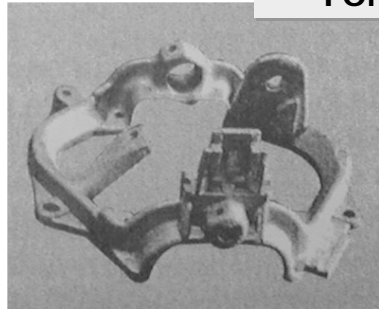


LE LAVORAZIONI PER FUSIONE

1



FONDERIA



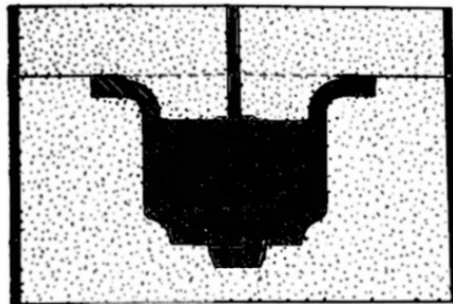
MU – Automobilistico – Meccanica

2

La fusione è una tra le tecniche più antiche per la produzione di manufatti metallici (fin dal 3000 a.C.).

L'obiettivo è dare al metallo una determinata forma partendo dallo **stato liquido**.

La **colata** è l'operazione con la quale il metallo liquido viene versato nella **forma** dove assume la forma della **cavità** relativa e si solidifica.



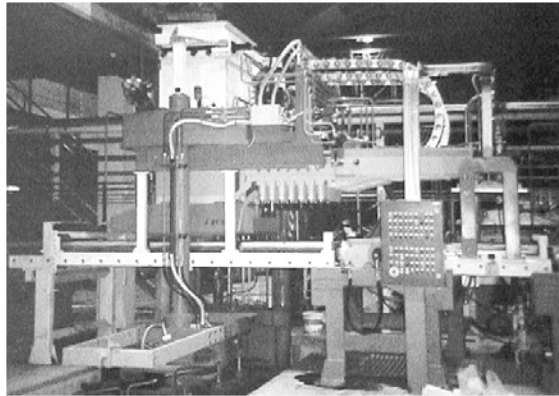
3

Al termine della solidificazione esso viene estratto dalla forma (che può essere o meno a perdere, ovvero distrutta) fornendo così un **grezzo** avente la forma della cavità riempita con il metallo fuso.



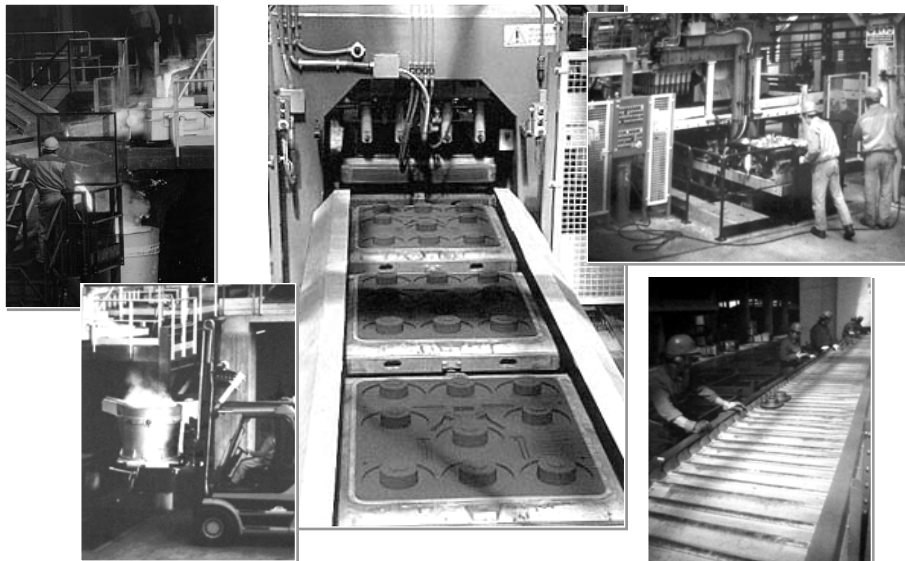
4

Solo alla fine dell'800 però la fonderia ha assunto un **carattere industriale** con il perfezionamento degli impianti, con lo sviluppo della ricerca sui materiali e con il progresso tecnologico.



5

Un impianto automatizzato ...



6

Il procedimento in pratica consiste nel preparare una cavità, detta forma, che è il negativo del pezzo che si vuole ottenere, nella quale colare poi il metallo o la lega metallica fusi scelti per la realizzazione del pezzo.

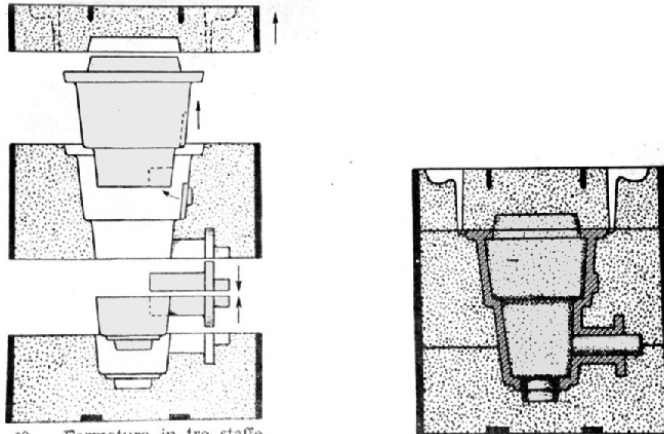
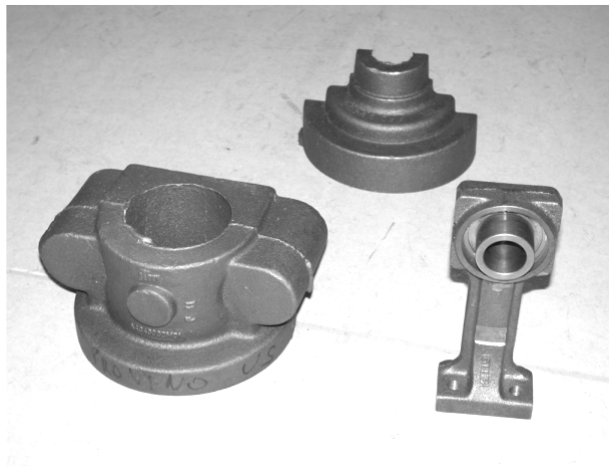


Fig. 13. - Formatura in tre stoffe

7

Il pezzo che esce dalla forma è detto **getto** e può essere un grezzo per lavorazioni successive (**semilavorato**), oppure un pezzo finito.



8

Non tutti i materiali sono adatti ad essere impiegati in fonderia.
Occorre verificarne le proprietà tecnologiche che sono:

⇒ **fusibilità e colabilità** ⇐

Le prerogative di materiali adatti ad essere fusi sono:

- fondere a temperature relativamente basse (buona fusibilità, max. 1500-1600 °C);
- riempire completamente la forma (buona fluidità o colabilità o scorrevolezza);
- mantenere una sufficiente omogeneità strutturale durante la solidificazione (niente o minima segregazione);
- fornire getti sani esenti da difetti.

9

Prova di colabilità

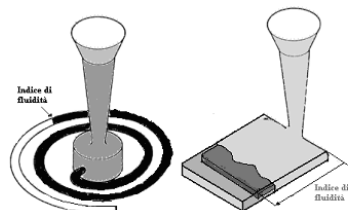
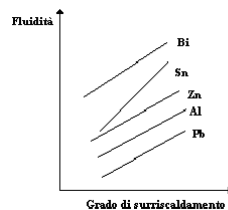
È l'attitudine di un metallo a riempire la forma

Dipende non solo dal metallo ma anche dalla forma

Viene misurata attraverso il percorso che un metallo allo stato fuso può compiere nella cavità della forma prima di arrestarsi per il progredire della solidificazione

La fluidità viene solitamente espressa attraverso la lunghezza di un canale (rettilineo o a forma di spirale) che il metallo liquido è in grado di percorrere

- Temperatura
- Energia cinetica



10

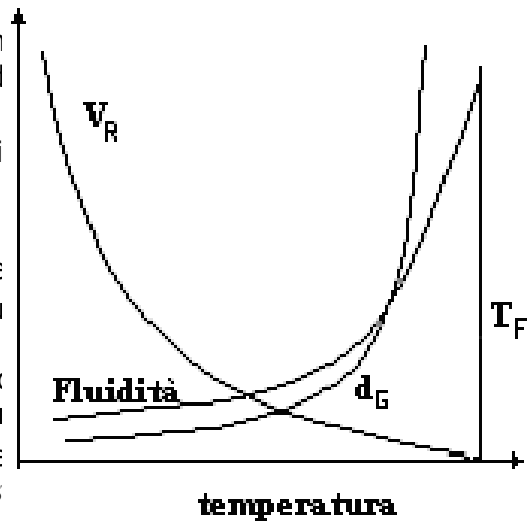
Caratteristiche fluidiche del metallo fuso

Bassi valori della fluidità dann
riprese a caldo o mancanze d
incompleto della forma

I metalli puri presentano maggi
Aumento del tenore di alliganti
fluidità

Materiali di formatura che dispe
il calore tendono a ridurre la flu

Elevata T della forma \Rightarrow solidific
notevolmente rallentata \Rightarrow au
Tale beneficio si ottiene a spese
solidificazione più lenta \Rightarrow cris
e un rallentamento della prod



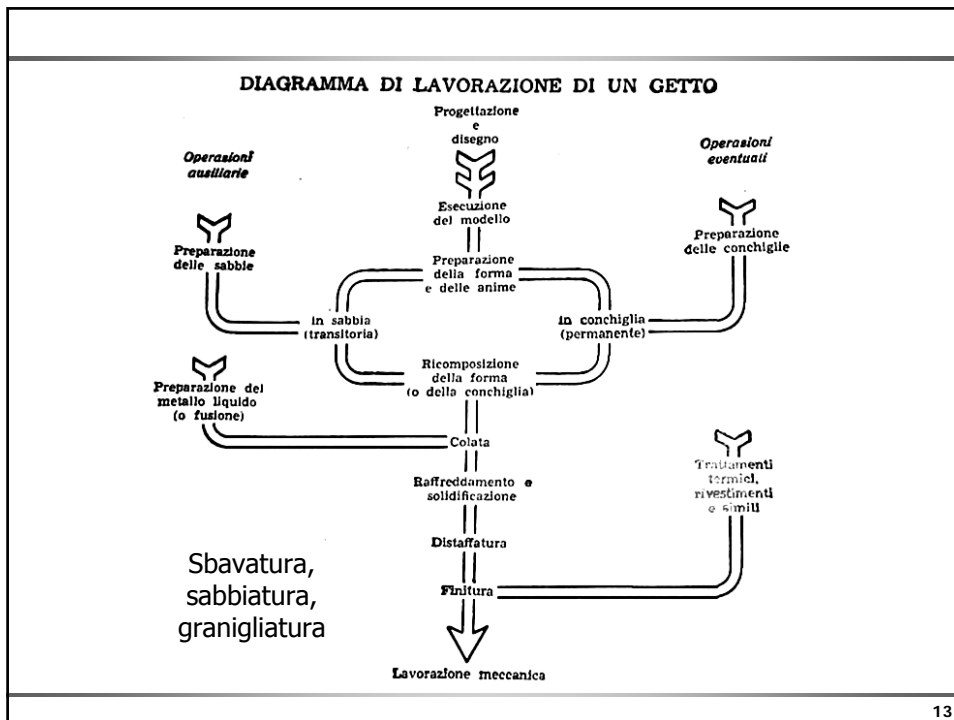
11

La forma può essere di due tipi:

- A perdere (**forma transitoria**)
- Non a perdere (**forma permanente**)

TIPI DI FORMATURA	
Forma transitoria	Forma permanente
<ul style="list-style-type: none"> - Colata in terra - Formatura a guscio - Cold-box - Microfusione o a cera persa - Con modello a perdere 	<ul style="list-style-type: none"> - In conchiglia: <ul style="list-style-type: none"> - per gravità, - sottovuoto, - pressofusione - Colata centrifuga

12

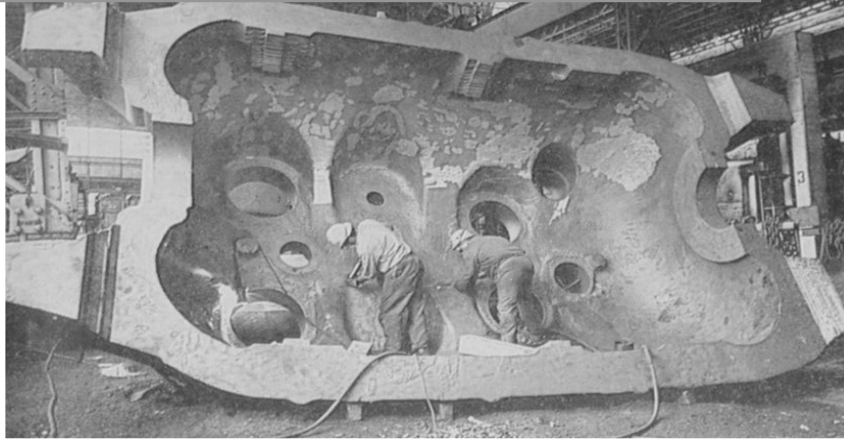


Particolari che possono essere prodotti per fusione sono:



- Carburatori
- Testate di motori
- Volani
- Bancali di macchine utensili
- Raccordi di tubazioni
- Parti di caloriferi
- Rubinetterie
- Valvolame
- Componenti di grande dimensione

La fonderia presenta il vantaggio della rapidità di esecuzione e della convenienza economica nella realizzazione di pezzi la cui forma renderebbe troppo costoso o difficile la lavorazione con altri metodi



15

Durante la fase di solidificazione hanno origine alcuni fenomeni che vanno presi in considerazione per poter correttamente progettare il **modello** e realizzare la **forma**.



- **Ritiro**
- **Cavità di ritiro**
- **Alimentazione**
- **Tensioni di ritiro**
- **Formazione di cricche a caldo**

16

Oltre a questi fenomeni occorre considerare che il modello deve presentare alcune modifiche di geometria rispetto al pezzo finito per poterne garantire l'estrazione dalla forma e che la forma stessa non si distrugga.



- Angoli di sformo o spoglie
- Raccordi sugli spigoli ed angoli
- Accorgimenti per la realizzazione di fori
- Accorgimenti per la realizzazione di sottosquadri

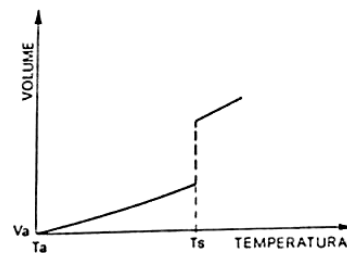
Oltre questo, se il pezzo deve essere successivamente lavorato, è necessario prevedere un opportuno **sovrametallo**.

17

RITIRO

Variatione del volume in funzione della temperatura per un metallo puro.

V_a = volume a temp. ambiente
 T_a = temperatura ambiente
 T_s = temp. di solidificazione

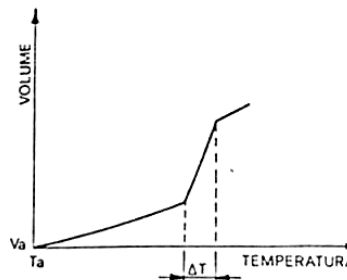


Contrazione:

- liquida
- di solidificazione
- solida

Variatione del volume in funzione della temperatura per una lega metallica.

V_a = volume a temp. ambiente
 T_a = temperatura ambiente
 ΔT = intervallo di solidificazione



18

RITIRO

Per compensare la variazione di volume che avviene prima della completa solidificazione, è necessario provvedere ad un'alimentazione del getto con ulteriore metallo fuso al fine di evitare cavità che si formerebbero all'interno del getto in corrispondenza di quelle parti che solidificano per ultime

Impiego di ALIMENTATORI o MATEROZZE

Per compensare la contrazione volumetrica che il getto subisce durante il raffreddamento dopo l'avvenuta solidificazione, si realizza la cavità relativa al getto di dimensioni aumentate di una quantità pari al ritiro previsto

SOVRADIMENSIONAMENTO DEL MODELLO

19

RITIRO – effetti sulle dimensioni

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \times \Delta T \rightarrow \Delta L = L_0 \cdot \text{rit}\%$$

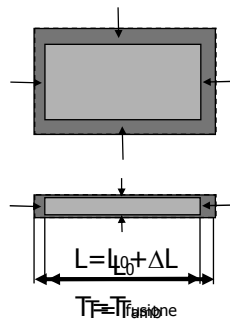
Materiale	Ritiro (%)	Materiale	Ritiro (%)
Acciai non legati	1,80	Ghise malleabili nere	0,50
Acciai legati (esclusi quelli al Mn e inossid.)	1,80	Leghe Al (basso Si)	1,35
Acciai al manganese	2,30	Leghe Al (alto Si)	1,20
Acciai inossidabili	2,00	Leghe Cu-Sn	1,50
Ghise grigie	1,00	Leghe Cu-Zn	1,20
Ghise sfer., perlitiche	1,20	Leghe Cu-Sn-Zn	1,30
Ghise sfer., ferritiche	0,50	Leghe Cu-Zn (Mn, Fe, Al)	2,00
Ghise austenitiche	2,00	Leghe Cu-Al (Ni, Fe, Mn)	1,90
Ghise bianche	2,00	Leghe di Zn	1,30
Ghise malleabili bianche	1,60	Leghe antifrizione (me= talli bianchi)	0,50

20

RITIRO – Chiarimenti

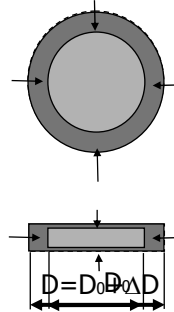
Vediamo come si comporta il ritiro su solidi assialsimmetrici e non:

Non-assialsimmetrico



Fusione /
Raffreddamento

Assialsimmetrico



quindi la circonferenza:

$$C = C_0 + \Delta C$$

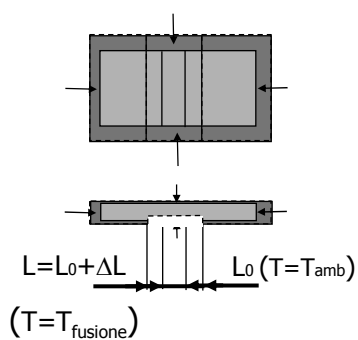
$$T = T_{\text{fusione}}$$

21

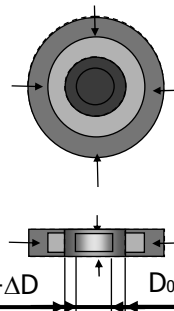
RITIRO – Chiarimenti

In presenza di fori o scarichi non cambia assolutamente nulla:

Non-assialsimmetrico



Assialsimmetrico



quindi la circonferenza:

$$C = C_0 + \Delta C$$

$$T = T_{\text{fusione}}$$

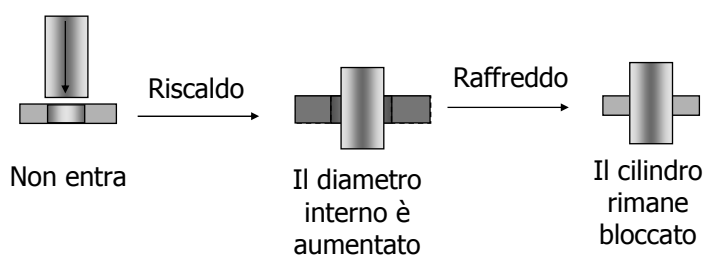
$$C_0$$

$$T = T_{\text{amb}}$$

22

RITIRO – Esempio: il calettamento

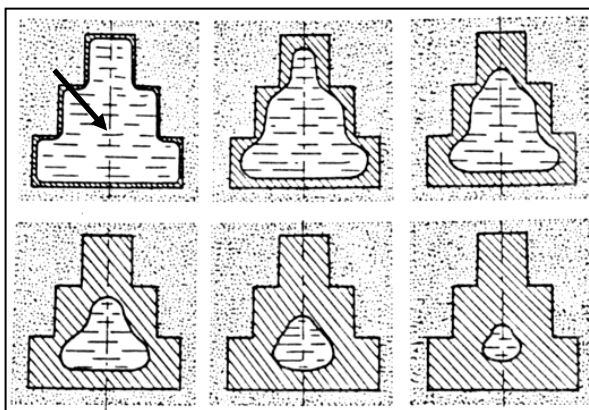
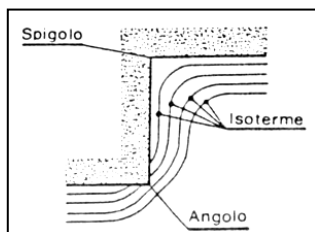
Il calettamento è un'operazione che forza un cilindro detto albero all'interno di un foro avente diametro inferiore del cilindro stesso. Per rendere possibile tale operazione il foro viene scaldato per allargarlo, nel raffreddarsi il foro torna alle dimensioni iniziali bloccando così il cilindro.



23

CAVITA' DI RITIRO - 1

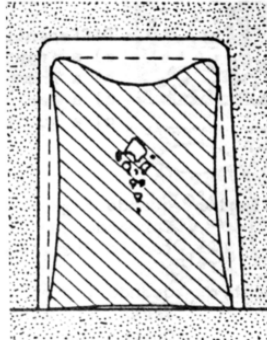
Uno spigolo disperde il calore in misura maggiore di un angolo



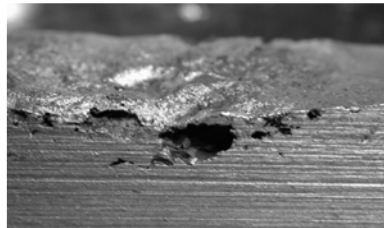
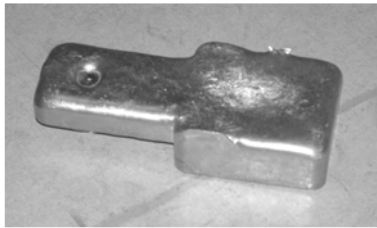
Andamento della solidificazione in un corpo fuso e andamento delle isoterme in corrispondenza di angoli e spigoli (RAGGI DI RACCORDO)

24

**CAVITA'
DI RITIRO - 2**

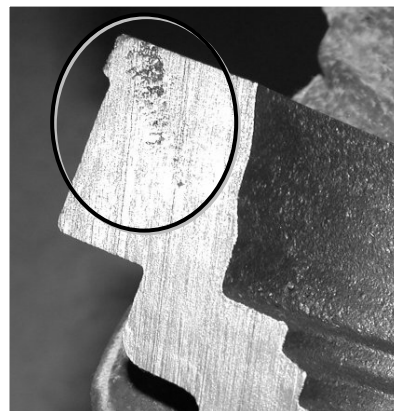
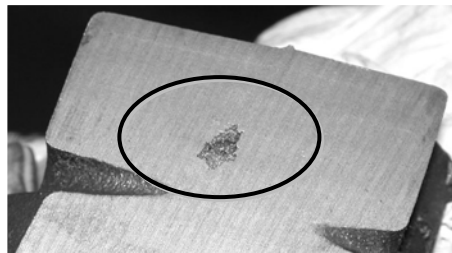
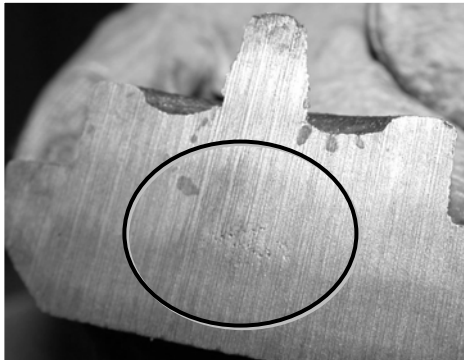


Cavità e concavità
di ritiro in un
getto non
alimentato



25

**CAVITA'
DI RITIRO - 3**

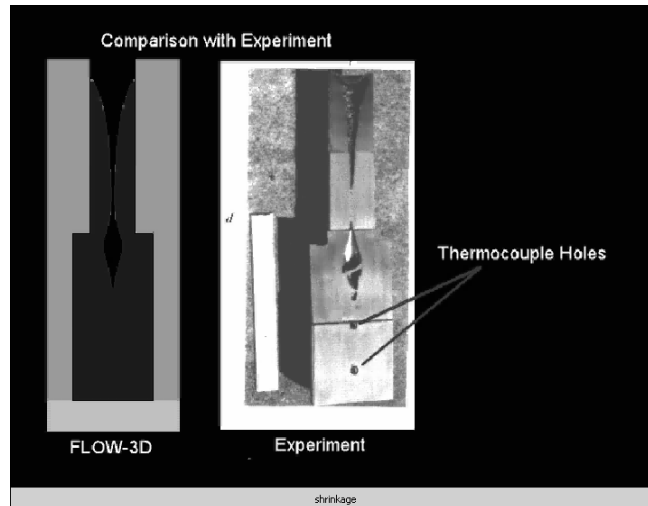


Questi pezzi sono scarti !

26

La solidificazione dei getti

La formazione del cono di ritiro



27

Alimentazione

Con alimentazione si intende il flusso del materiale allo stato liquido verso quelle parti del getto che, in via di solidificazione, sono soggette a ritiro volumetrico

La solidificazione può essere:

Esogena – i germi di cristallizzazione si formano e crescono in prossimità delle pareti della forma

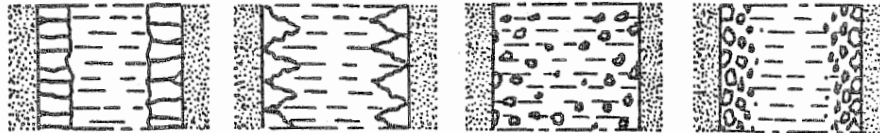
Endogena – i germi di cristallizzazione si formano e crescono all'interno del getto

Nella pratica si assiste spesso ad una combinazione di questi due tipi di solidificazione

28

Solidificazione

A fronte liscio

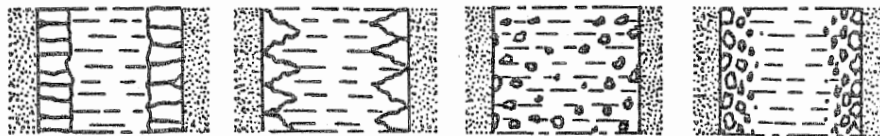


I germi si accrescono verso il centro del getto formando un fronte piuttosto regolare e liscio

29

Solidificazione

A fronte scabro

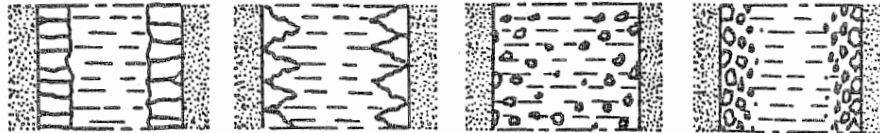


I germi si accrescono con forma dendritica verso il centro, formando un fronte frastagliato

30

Solidificazione

A centri dispersi

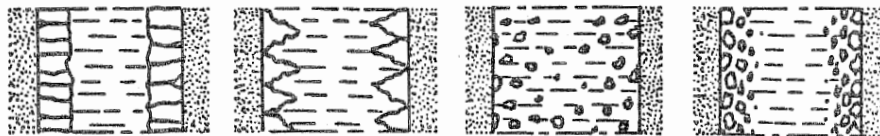


I cristalli si formano e si accrescono in tutta la massa liquida

31

Solidificazione

A guscio

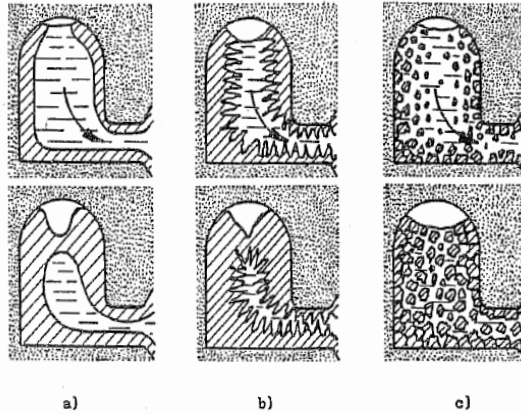


I cristalli si formano per via endogena e si presentano più piccoli e in numero minore all'interno del getto rispetto alle zone periferiche (guscio)

32

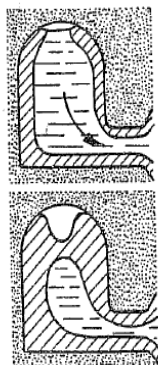
Solidificazione

L'attitudine all'alimentazione dipende anche dalla morfologia stessa della solidificazione



33

Solidificazione



Solidificazione a fronte liscio:

flusso regolare fino a quando il canale che collega l'alimentatore al getto non viene ostruito e chiuso dal metallo solidificato.

a)

34

Solidificazione



b)

Solidificazione a fronte scabro e spugnoso:
flusso ostacolato dall'accrescimento dei
grani;
nel caso di solidificazione di tipo
spugnoso si ha filtrazione intercristallina.

35

Solidificazione



e)

Solidificazione a centri dispersi e a guscio:
flusso composto sia da metallo allo stato
liquido che allo stato solido.

36

CAVITA' DI RITIRO

L'impiego delle materozze

Per eliminare questo problema occorre spostare il baricentro termico (ovvero l'ultima parte che solidifica) predisponendo **materozze** che forniscono materiale liquido al pezzo durante la solidificazione.

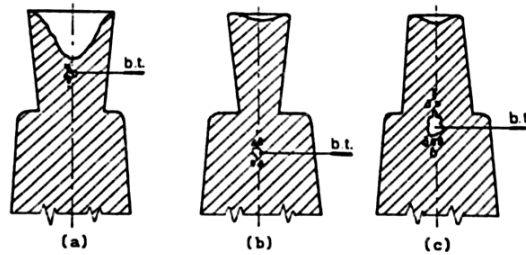


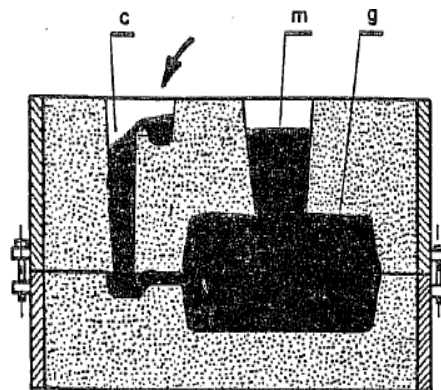
Fig. 2.35 - Influenza della forma e della dimensione della materozza sulla posizione del baricentro termico (b.t.).

Cavità primarie e cavità secondarie

37

CAVITA' DI RITIRO

L'impiego delle materozze

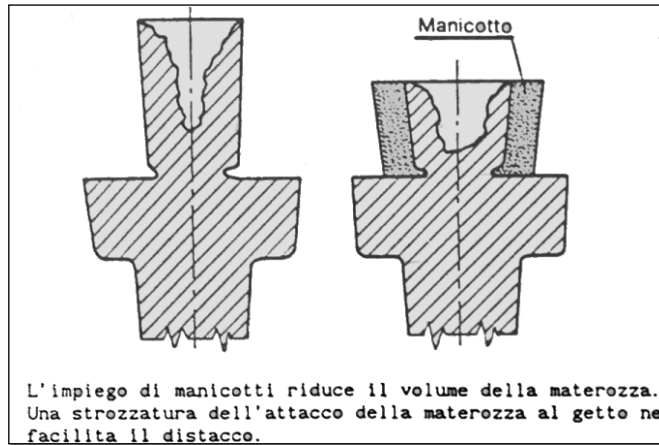


Cavità primarie e cavità secondarie

38

Altre soluzioni

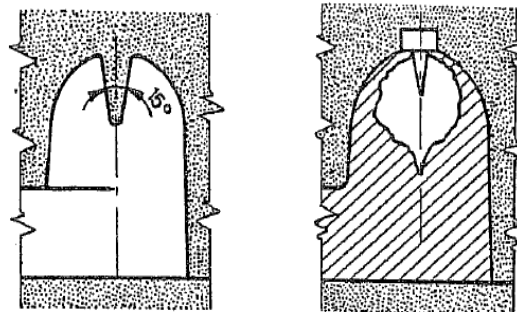
Le materozze possono anche essere coibentate o impiegate con **polveri con reazione esotermica**.



39

Altre soluzioni

Alimentatori **aperti** e alimentatori **ciechi**



40

Altre soluzioni

Nelle zone più critiche possono essere impiegati i **raffreddatori**.
Si possono limitare o ridurre le cavità di ritiro anche mediante degli opportuni raffreddatori o inserti metallici che grazie alla loro maggiore capacità termica (rispetto alla terra da fonderia) aumentano la velocità di raffreddamento delle parti del getto a maggior volume

CONTROLLO DELLA SOLIDIFICAZIONE

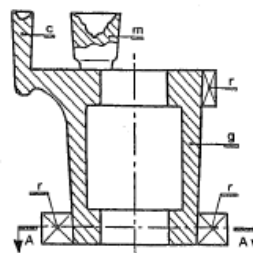
41

Altre soluzioni

Fig. 2.41

Esempio di posizionamento di raffreddatori.

c = canale di colata
m = materozza
g = getto
r = raffreddatori



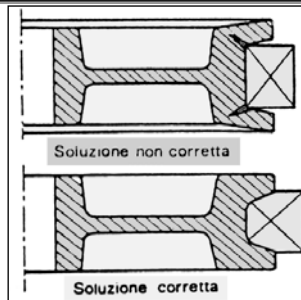
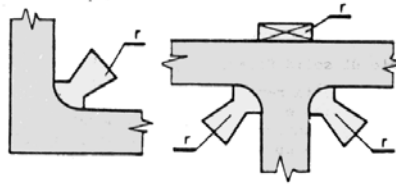
SEZ. A-A

42

Altre soluzioni

Esempio di applicazione di raffreddatori r in sezioni a L e a T.

L'assenza di raffreddatori causerebbe cavità di ritiro nella zona di giunzione delle pareti.



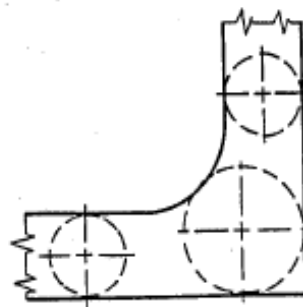
Esempio di formazione di cricche a caldo dovuta alla forma non corretta del raffreddatore. Opportuni raggi di raccordo e spoglie evitano tale difetto.

43

Il metodo dei cerchi inscritti (HEUVERS)

Si basa sull'ipotesi che il rapporto fra le masse in due diverse zone del getto sia uguale al rapporto fra le aree dei due cerchi inscritti

Le masse del getto devono aumentare passando dalle zone meno alimentate a quelle prossime alle materozze



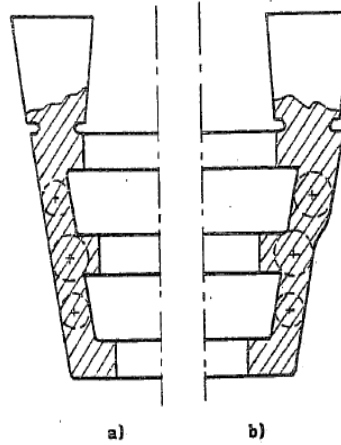
44

Il metodo dei cerchi inscritti

Fig. 2.46

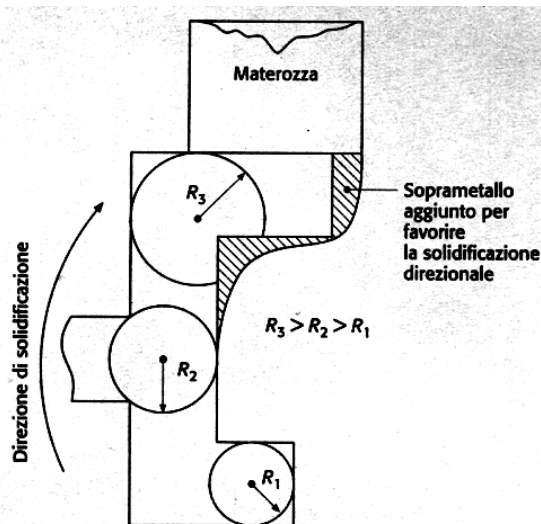
Dimensionamento di un getto:

- a) non corretto
- b) corretto



45

Il metodo dei cerchi inscritti



46

Dimensionamento delle materozze

Le materozze sono dimensionate sulla base del **modulo di solidificazione** definito come:

$$M = \frac{V}{S} = \frac{\text{Volume}}{\text{Superficie di raffreddamento}}$$

Una parte (1) del pezzo può funzionare da **alimentazione** per la successiva (2) se:

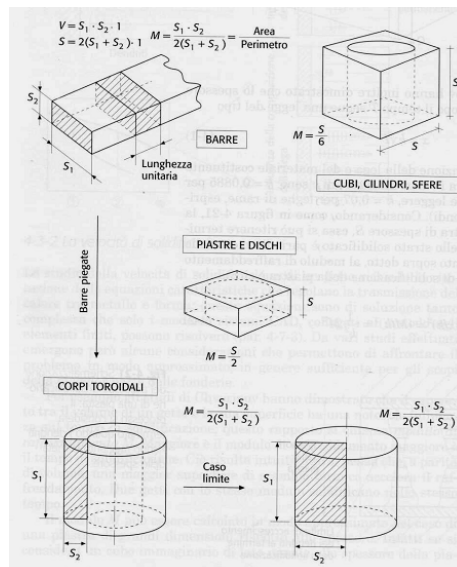
$$M_1 \geq 1,1 \cdot M_2$$

Mentre per la materozza deve valere:

$$M_{mat} \geq 1,2 \div 1,3 \cdot M_2$$

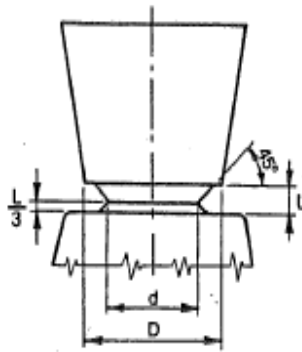
47

Metodi per il calcolo di M



48

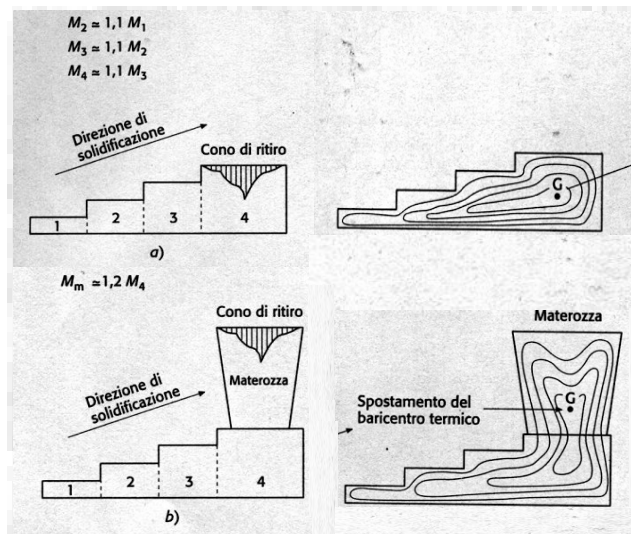
Dimensionamento del collare



Materiale	d	L
Acciaio	$0,40 \cdot D$	$0,18 \cdot D$
Ghisa	$0,66 \cdot D$	$0,18 \cdot D$
Bronzi	$0,66 \cdot D$	$0,20 \cdot D$
Leghe leggere	$0,70 \cdot D$	$0,35 \cdot D$

49

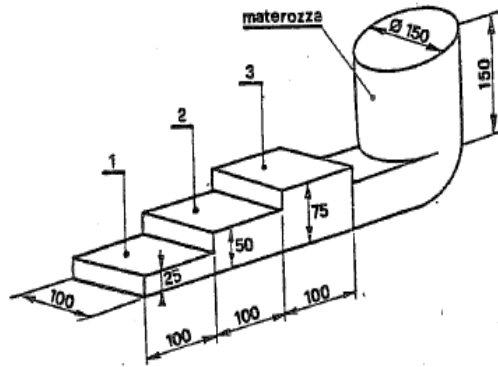
La solidificazione direzionale



50

La solidificazione direzionale

$M_1 = 9,09 \text{ mm}$
 $M_2 = 15,4 \text{ mm}$
 $M_3 = 20 \text{ mm}$
 $M_{KAT} = 25 \text{ mm}$



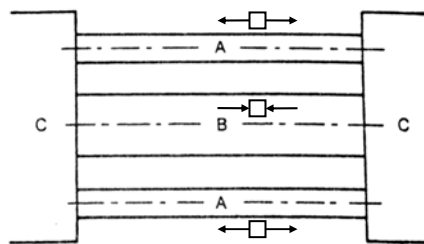
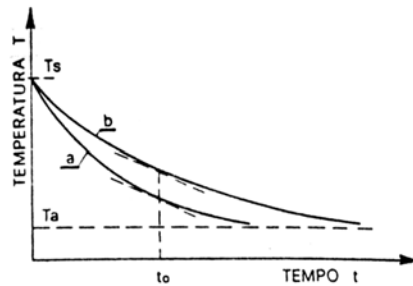
51

TENSIONI DI RITIRO

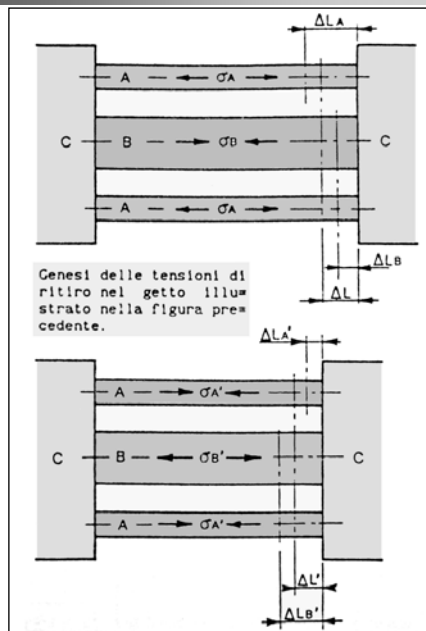
Si hanno diverse **velocità di raffreddamento** e quindi diverse **temperature** e conseguenti **accorciamenti** nelle varie barrette.

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

Poiché sono vincolate esse devono ridurre la lunghezza della stessa quantità e quindi risultano sottoposte a **tensioni interne**.



52

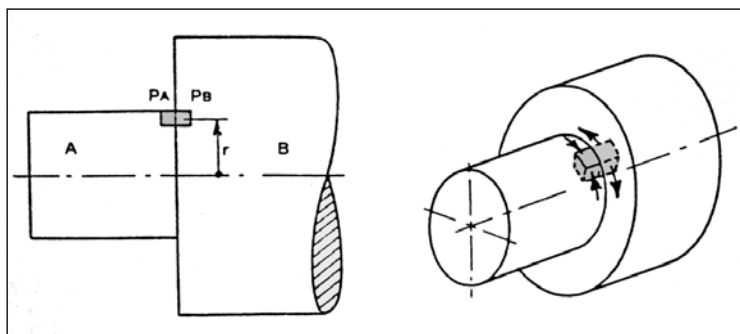


$$\sigma_A'' = \sigma_A' - \sigma_A$$

$$\sigma_B'' = \sigma_B' - \sigma_B$$

53

TENSIONI DI RITIRO effetti sul pezzo prodotto

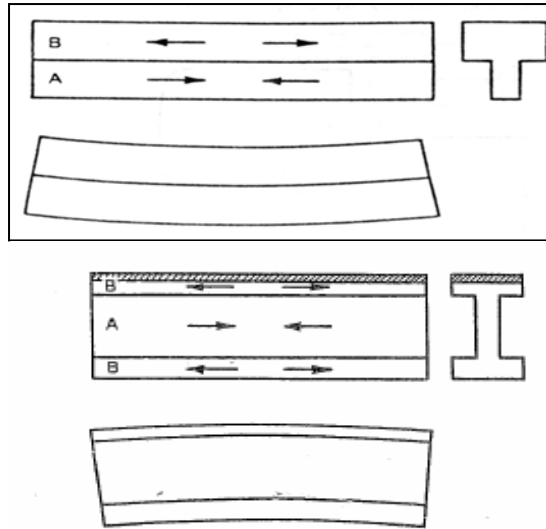


Se le tensioni superano la resistenza del materiale
si ha la formazione di cricche

Raggi di raccordo

54

TENSIONI DI RITIRO effetti sul pezzo prodotto

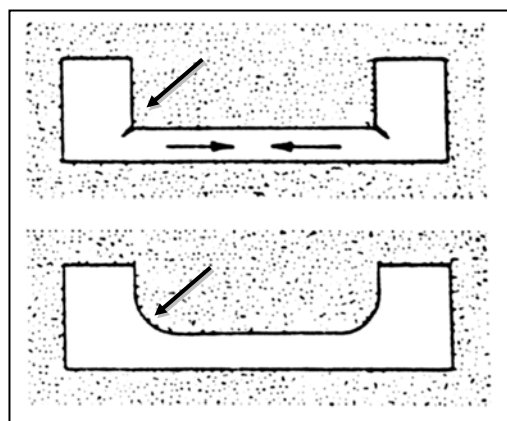


55

CRICCHE A CALDO

Il ritiro ostacolato dalla forma può dare origine alla formazione di cricche dove siano presenti spigoli vivi e conseguenti concentrazioni di sforzi.

Ampi raggi di raccordo evitano tale pericolo.



56

SOVRAMETALLO

Ha lo scopo di prevedere del materiale di "riserva" sulle superfici da lavorare tramite successive operazioni di asportazione di truciolo.

Quota nominale (mm)	Dimensione massima del getto (mm)		
	< 250	250 + 1000	1000 + 2500
< 40	4,0 + 6,0	4,0 + 6,0	5,0 + 8,0
40 + 65	4,0 + 6,0	4,0 + 6,0	5,0 + 9,0
65 + 100	4,0 + 6,0	4,0 + 7,0	5,0 + 10,0
100 + 160	4,0 + 7,0	5,0 + 7,0	5,0 + 10,0
160 + 250	6,0 + 8,0	6,0 + 8,0	7,0 + 10,0
250 + 400	-	6,5 + 9,0	7,0 + 11,0
400 + 630	-	7,0 + 10,0	8,0 + 12,0
630 + 1000	-	8,0 + 11,0	9,0 + 14,0
> 1000	-	-	11,0 + 20,0

57

SFORMI E SPOGLIE

L'estrazione del modello dalla terra può essere effettuata **senza distruggere la forma** solo se sono presenti adeguati **angoli di spoglia**.

Questi dipendono dal materiale del modello e dalla profondità dell'impronta.

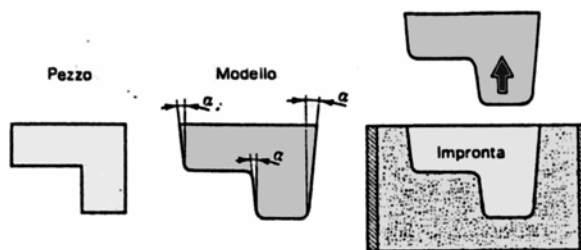


Fig. 2.14 - Il modello e' provvisto di angoli di spoglia α per favorire la sua estrazione dalla forma.

Tabella 2.4 - Valori indicativi dell'angolo di spoglia (in gradi e corrispondente pendenza) in funzione dell'altezza dell'elemento che si considera.

Altezza (mm)	Mod. in legno	Mod. metall.
≤ 20	4° 00' - 7,0%	2° 00' - 3,5%
20 + 50	3° 00' - 5,0%	1° 30' - 2,6%
50 + 80	2° 00' - 3,5%	1° 00' - 1,7%
80 + 120	1° 30' - 2,6%	0° 45' - 1,3%
120 + 220	1° 00' - 1,7%	0° 40' - 1,1%
≥ 220	1° 00' - 1,7%	0° 30' - 0,9%

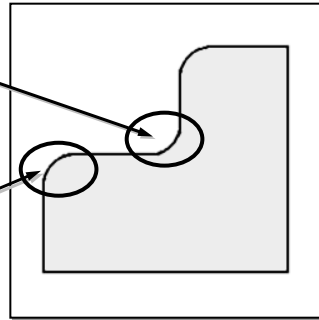
58

RACCORDI SU ANGOLI E SPIGOLI

Come già indicato è necessario sostituire agli spigoli ed agli angoli adeguati raggi di raccordo che permettano un **contenimento delle tensioni** locali, un **migliore andamento delle isoterme** di raffreddamento ed una **migliore tenuta della terra** costituente la forma.

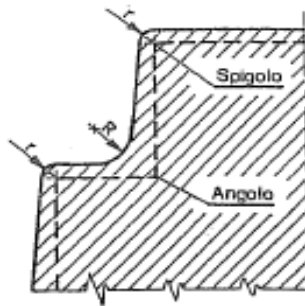
Per gli **angoli** il valore di tali raggi è suggerito dalla pratica industriale come funzione degli spessori delle parti da collegare.

Per gli **spigoli** si suggerisce un valore pari al sovrametallo.



59

RACCORDI SU ANGOLI E SPIGOLI



60

RACCORDI SU ANGOLI E SPIGOLI

Tabella 2.5 - Raccordo fra due pareti parallele di spessore differente (S e s) con e senza una superficie in comune.

	$R = 10$ $A = 0,7 \cdot S + 10$	mm mm	$S \leq 30$ mm $S > 30$ mm
	$R = 0,33 \cdot S$ $A = S$	mm mm	
	$R = 10$ $A = s + 10$	mm mm	$S \leq 30$ mm $S > 30$ mm
	$R = 0,33 \cdot S$ $A = s + 0,33 \cdot S$	mm mm	
	$R = 10$ $A = 0,7 \cdot S + 20$	mm mm	$S \leq 30$ mm $S > 30$ mm
	$R = 0,33 \cdot S$ $A = 1,4 \cdot S$	mm mm	
	$R = 10$ $A = s + 20$	mm mm	$S \leq 30$ mm $S > 30$ mm
	$R = 0,33 \cdot S$ $A = s + 0,7 \cdot S$	mm mm	

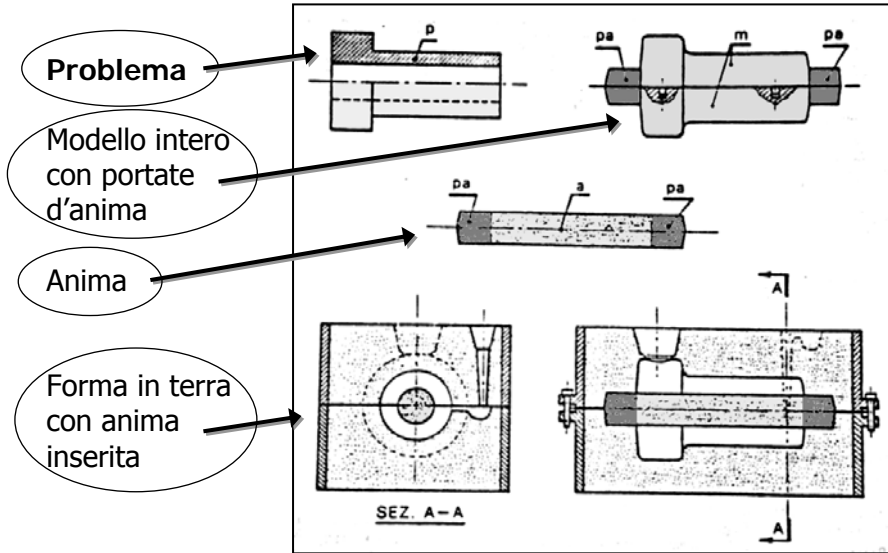
61

RACCORDI SU ANGOLI E SPIGOLI

Caso	R	Caso	R		
			$s < 10$	$10 < s < 30$	$s > 30$
	$1,25s$		s	10	$0,33s$
	s		$0,75s$	7,5	$0,25s$
	$1,5s$		$1,2s$	12	$0,4s$

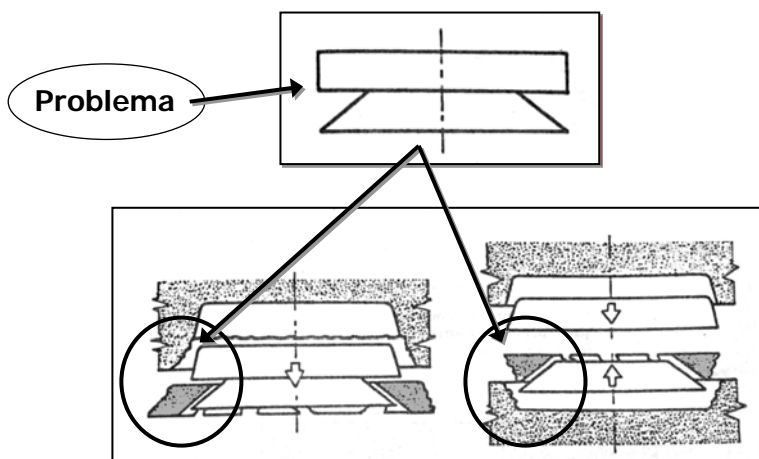
62

COME OTTENERE I FORI



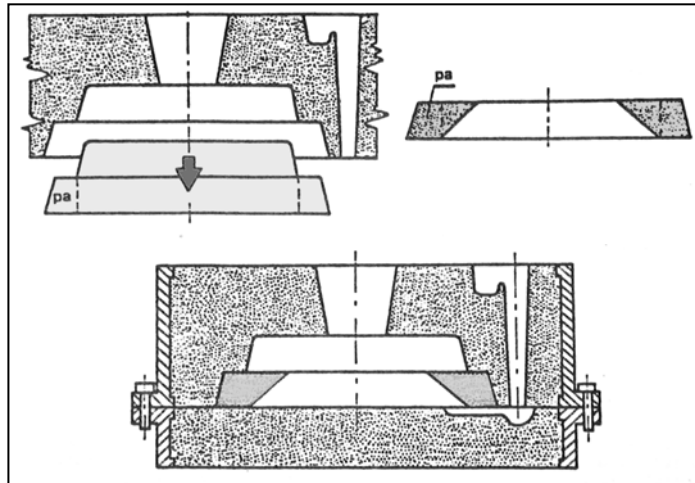
63

REALIZZAZIONE DI SOTTOSQUADRI



64

Soluzione ...

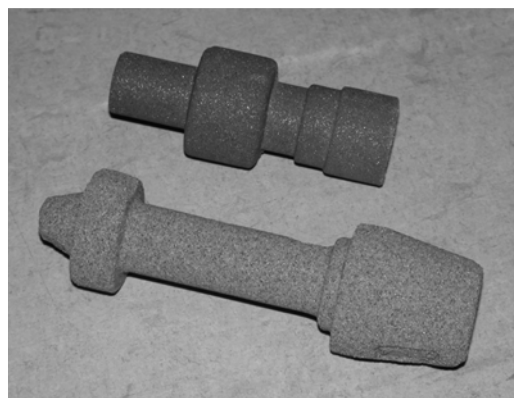


65

Esempi di anime

Le anime sono ottenute in un reparto dedicato o addirittura date a terzisti ed immagazzinate fino al momento di impiegarle.

L'ottenimento è realizzato tramite le **casce d'anima** nelle quali è formata una terra apposta (terra per anime).



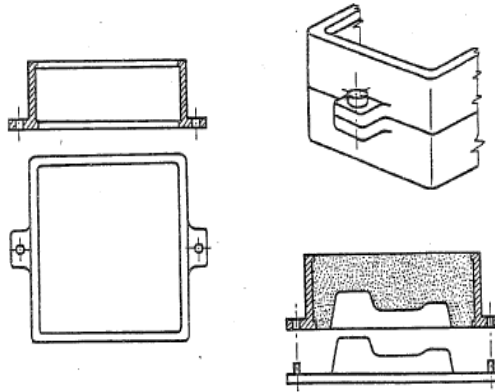
66

ACCESSORI PER L'ALLESTIMENTO DELLA FORMA

Le Staffe

Telai generalmente
in ghisa

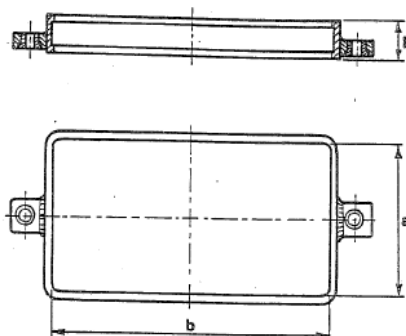
Hanno la funzione
di contenere la
terra durante la
formatura e
generalmente
durante quella di
colata



67

ACCESSORI PER L'ALLESTIMENTO DELLA FORMA

Le Staffe



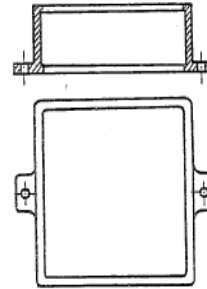
68

ACCESSORI PER L'ALLESTIMENTO DELLA FORMA

Le Staffe

Serie quadrata

a	b	H												
315	315	50	63	80	100	125	160	200						
355	355	50	63	80	100	125	160	200						
400	400	--	--	80	100	125	160	200	250					
450	450	--	--	80	100	125	160	200	250					
500	500	--	--	--	100	125	160	200	250	300				
560	560	--	--	--	100	125	160	200	250	300				
630	630	--	--	--	100	125	160	200	250	300	355			
710	710	--	--	--	--	125	160	200	250	300	355	400		
800	800	--	--	--	--	125	160	200	250	300	355	400	500	
900	900	--	--	--	--	160	200	250	300	355	400	500		



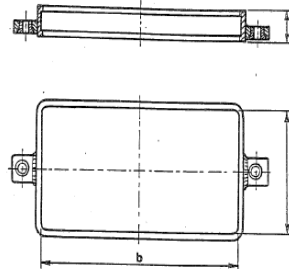
69

ACCESSORI PER L'ALLESTIMENTO DELLA FORMA

Le Staffe

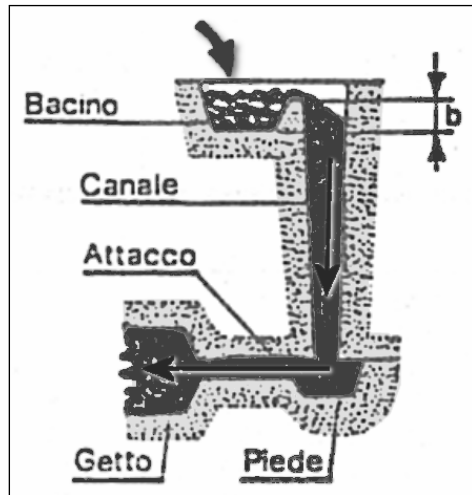
Serie rettangolare con rapporto $b/a = 1,78$

a	b	H												
315	560	50	63	80	100	125	160	200						
355	630	--	63	80	100	125	160	200						
400	710	--	--	80	100	125	160	200	250					
450	800	--	--	--	100	125	160	200	250	300				
500	900	--	--	--	100	125	160	200	250	300	355	400		
560	1000	--	--	--	100	125	160	200	250	300	355	400		
630	1200	--	--	--	100	125	160	200	250	300	355	400	500	
710	1300	--	--	--	--	125	160	200	250	300	355	400	500	
800	1400	--	--	--	--	125	160	200	250	300	355	400	500	
900	1600	--	--	--	--	160	200	250	300	355	400	500		
1000	1800	--	--	--	--	160	200	250	300	355	400	500		



70

I CANALI DI COLATA - COME IMMETTERE IL MATERIALE FUSO NELLA FORMA



Questo tipo di colata si definisce "**in gravità**" perché il riempimento della forma è garantito dal solo peso del metallo liquido.

Il profilo è tronco-conico per compensare l'aumento della velocità del metallo liquido.

Se così non fosse si correrebbe il rischio di ottenere l'inglobamento di bolle d'aria nella vena fluida.

71

Tipi di colata

Colata in piano

- Il canale di colata si apre sul piano di divisione delle staffe
- Riempimento graduale
- Bassa erosione della forma

Colata diretta

- Il canale di colata si apre direttamente nella parte più alta della forma
- Problema delle gocce fredde
- Problema della erosione della forma

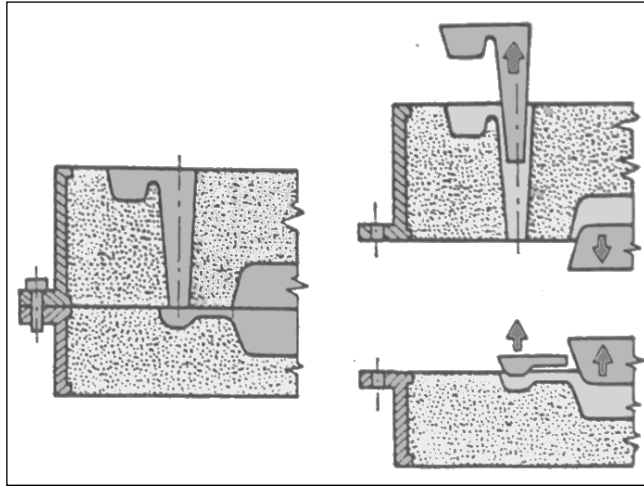
Colata in sorgente

- Il canale di colata si apre sul fondo della forma
- Riempimento più graduale
- Minore erosione della forma

Solitamente, per semplicità, l'attacco di colata avviene in corrispondenza del **piano di divisione delle staffe** in maniera **perpendicolare** o **tangenziale** rispetto al getto.

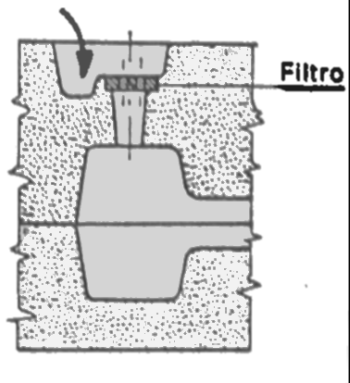
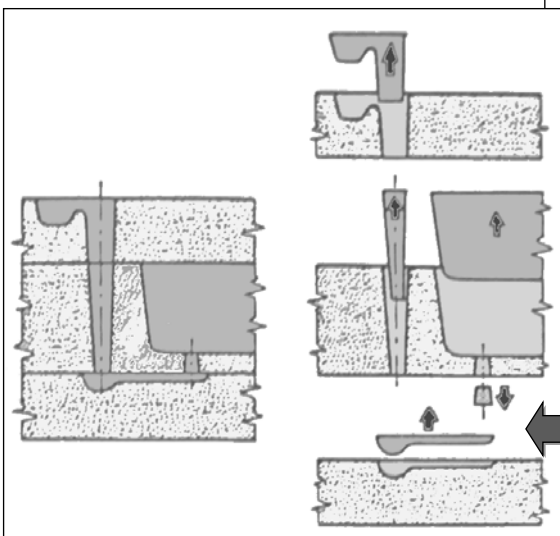
72

Colata in piano



73

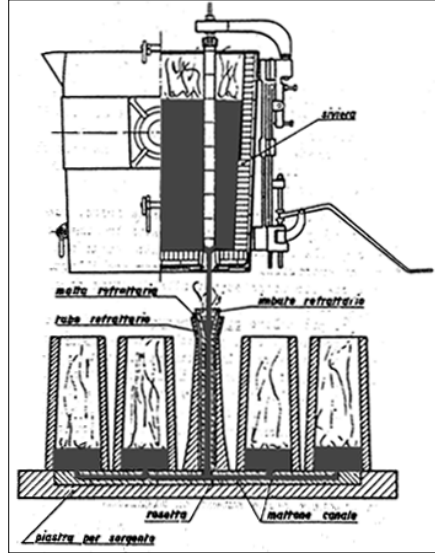
Colata in diretta



Colata in sorgente

74

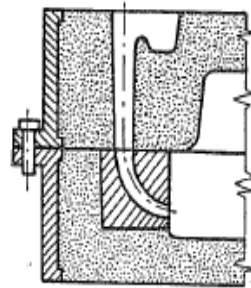
Esempio di colata in sorgente



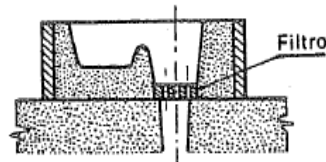
siviera

lingottiere

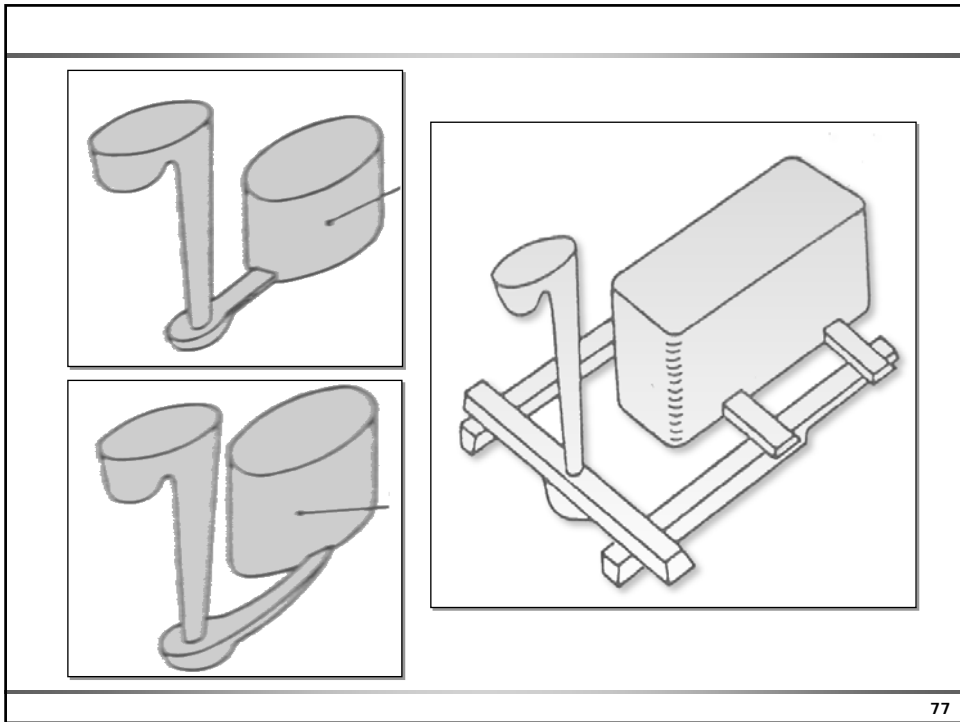
75



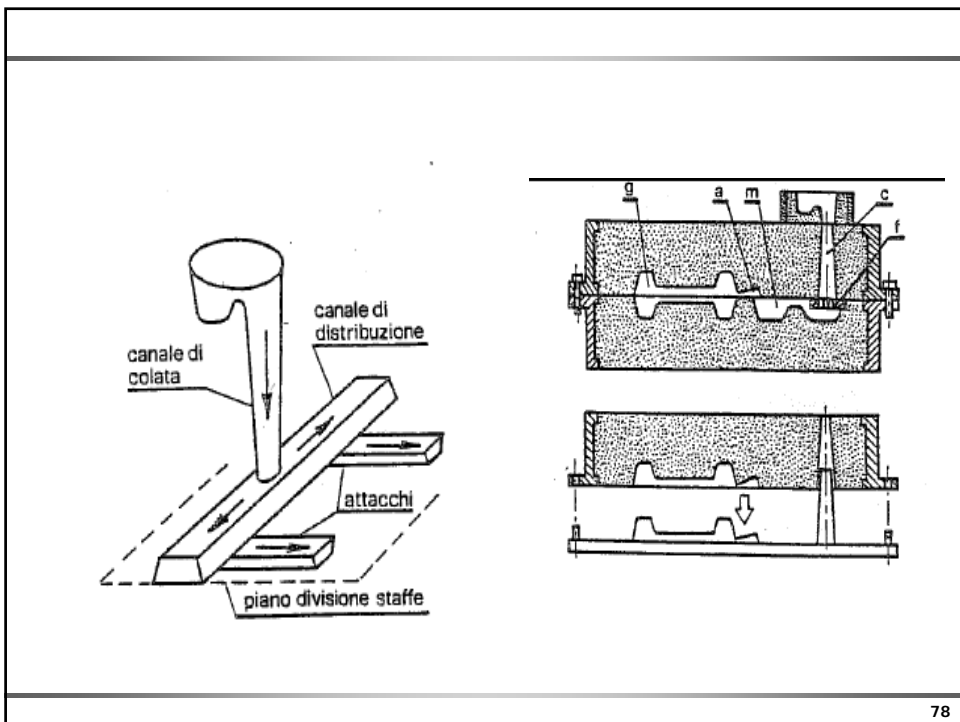
Colata in sorgente
Con utilizzo di
elemento riportato



76



77



78

FILTRI E TRAPPOLE

Filtri:

Riducono i moti turbolenti

Fermano le scorie presenti nel bagno.

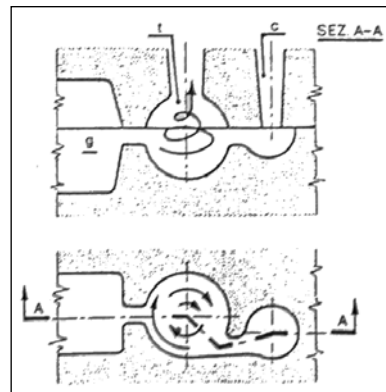
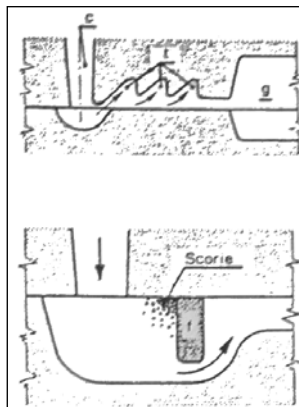
Sono in genere dei dischi forati in materiale ceramico, sabbia agglomerata o fibra di vetro

79

FILTRI E TRAPPOLE

Trappole: Fermano le scorie presenti nel bagno.

Denti di sega, fermascorie, ad azione centrifuga



80

Criteri di dimensionamento dei canali di colata e degli attacchi di colata

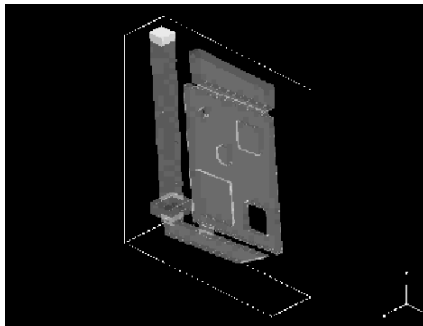
Il canale di colata deve essere dimensionato in modo da garantire il riempimento della forma prima che:

- Il metallo liquido inizi a solidificare (tempo di inizio solidificazione)
- La terra inizi a cedere per cottura in seguito alla esposizione all'irraggiamento del metallo fuso (tempo critico)

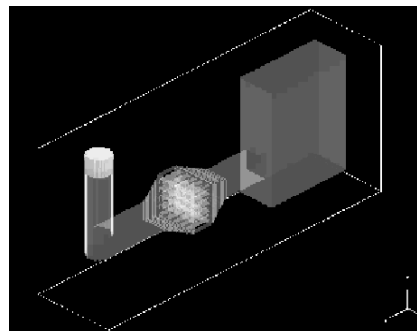
La sezione deve essere tale da garantire quindi una corretta **portata**. Inoltre il canale di colata può terminare in **più attacchi** o in **attacchi tangenziali** in modo da garantire un migliore riempimento della forma.

81

Esempi di colata in gravità



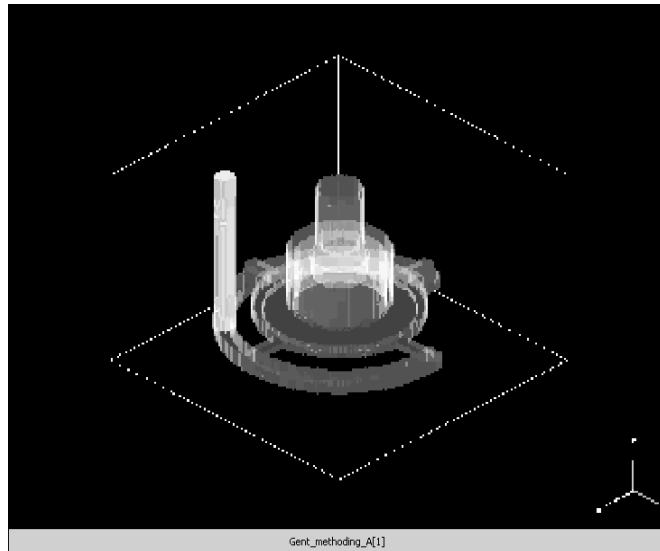
Esegui il filmato cliccando sull'immagine ...



Esegui il filmato cliccando sull'immagine ...

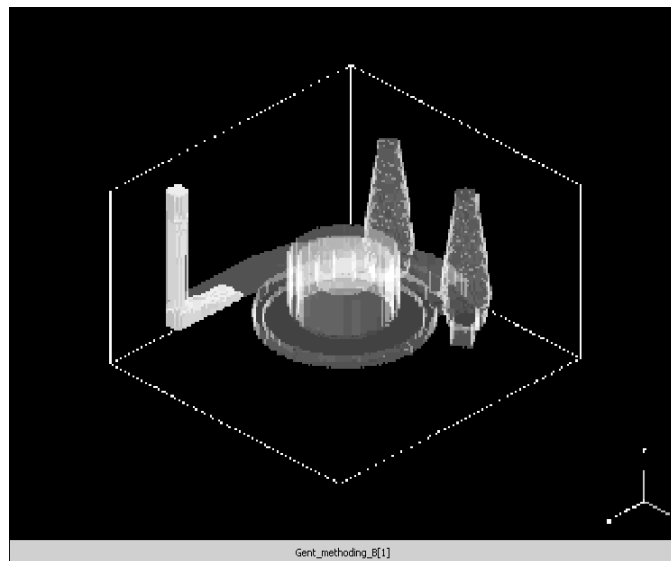
82

Esempi di attacchi di colata



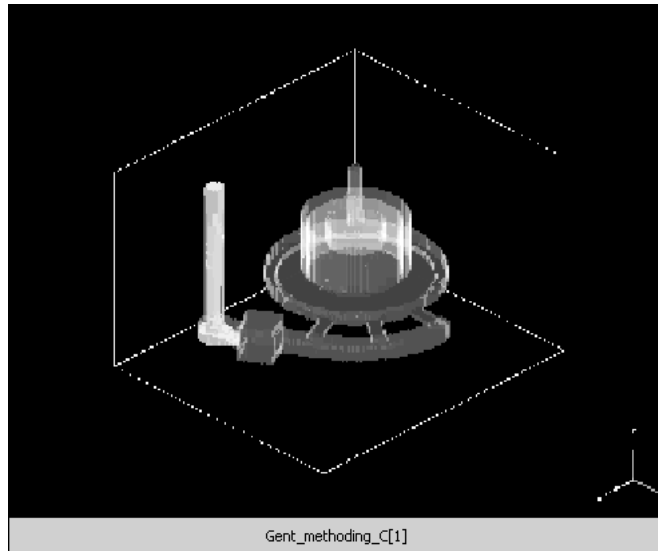
83

Esempi di attacchi di colata



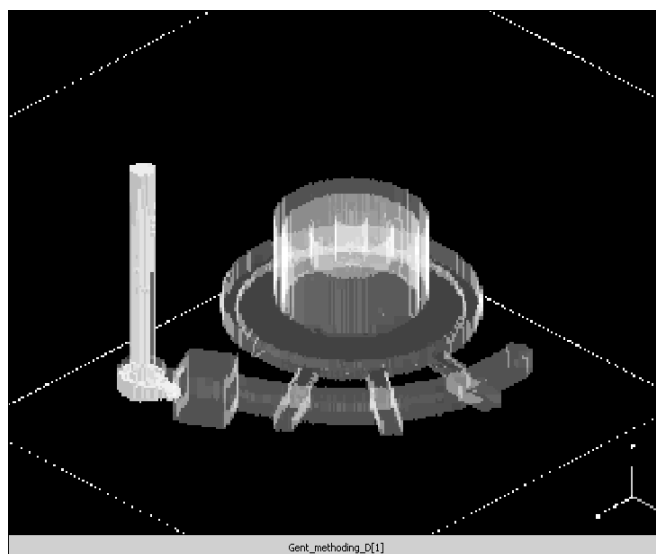
84

Esempi di attacchi di colata



85

Esempi di attacchi di colata



86

Criteri di dimensionamento dei canali di colata e degli attacchi di colata

Canale di colata:

non pressurizzato o divergente

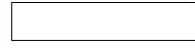
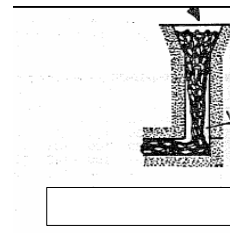
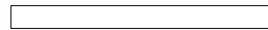
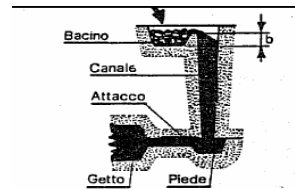
$$Sc/Sd/Sa = 1/2/2 - 1/2/4 - 1/4/4$$

riduce la velocità del metallo

pressurizzato o convergente

$$Sc/Sd/Sa = 4/8/3 - 4/3/2$$

evita il distacco della vena fluida



87

Criteri di dimensionamento dei canali di colata e degli attacchi di colata

Tempo di riempimento della forma:

Canali di sezione elevata
maggiore quantità di sfrido

Canali di sezione piccola
inizio solidificazione
cedimento della terra

$$Tr < Ts$$

$$Tr < Tc$$

88

Criteri di dimensionamento dei canali di colata e degli attacchi di colata

$$Tr < Ts$$

$$Tr < Tc$$

$$Ts = K_M M^{1.71} \quad (s)$$

$$Ts = K_S s^{1.71} \quad (s)$$

M – Modulo di solidificazione [cm]
 s - Spessore della zona più sottile e più estesa in senso verticale

Tabella 2.7 - Valori indicativi delle costanti K_M e K_S per acciai, ghise e bronzi in funzione del surriscaldamento del metallo liquido (colata in sabbia silicea).

Materiale	Surriscaldamento							
	50 °C		100 °C		150 °C		200 °C	
	K_M	K_S	K_M	K_S	K_M	K_S	K_M	K_S
Acciai	2	0,6	8	3	18	6	30	10
Ghise malleabili bronzi	3	0,9	12	3,5	25	7,5	45	14
Ghisa grigia e sferoidale	4	1,3	16	5	38	12	85	20

Tabella 2.8 - Valori indicativi del tempo critico t_c (in secondi). Questi tempi dipendono dalla granulometria della sabbia (aumentano con le dimensioni del grano) dal tipo di legante, nonché dalla forma del getto.

Forme in terra (a verde)	Forme e anime agglomerate con leganti sintetici
4 + 25	fino a 60

89

Criteri di dimensionamento dei canali di colata e degli attacchi di colata

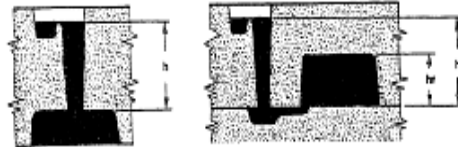
$$Q = V/Tr$$

V – volume del getto (escluse materozze e canale di colata)

$$Q_m = S_{min} v$$

$$S_{min} = Q_m/v$$

$$v = (2gh)^{0.5}$$



Sistema pressurizzato - $S_a = S_{min}$
 Sistema non pressurizzato - $S_c = S_{min}$

$$h = \frac{(\sqrt{h_i} + \sqrt{h_f})^2}{4}$$

90

Riepilogando ...		
Fenomeni che hanno luogo durante la fase di raffreddamento	Ritiro	<i>Materozze - Dimensionamento Raffreddatori</i>
	Cavità di ritiro	
	Alimentazione	
	Tensioni di ritiro	<i>Attenzione alle variazioni di spessore Raccordi - Dimensionamento</i>
	Formazione di cricche a caldo	
Aspetti geometrici del modello e sua realizzabilità	Sovrametallo	<i>Lavorazioni successive</i>
	Angoli di spoglia	<i>Estraibilità del modello dalla forma</i>
	Raccordi	<i>Riduzione tensioni Aumento resistenza forma</i>
	Scomposizione in più parti	
	Fori	<i>Anime e portate d'anima</i>
	Sottosquadri	
Altri elementi	Canale e attacchi di colata	<i>Dimensionamento Spinta metallostatica</i>
	Filtri - Trappole - Sfiati	

91

<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: auto;"> <p>FONDERIA CON FORME A PERDERE FORMA TRANSITORIA</p> </div>

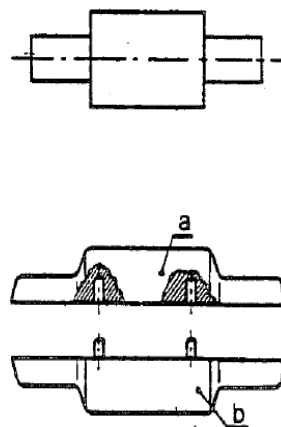
92

Riassumendo quindi un modello, rispetto al pezzo finito che si vuole ottenere, presenta modifiche dimensionali e di forma in quanto occorre tenere conto di:

- • ritiro
- • sovrametallo
- • angoli di spoglia
- • raccordi
- • scomposizione in più parti
- • eventuali portate d'anima
- • eventuali sottosquadri

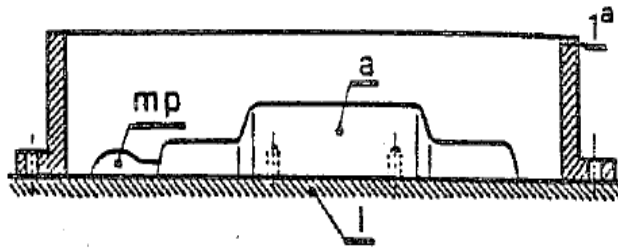
93

FORMATURA MANUALE



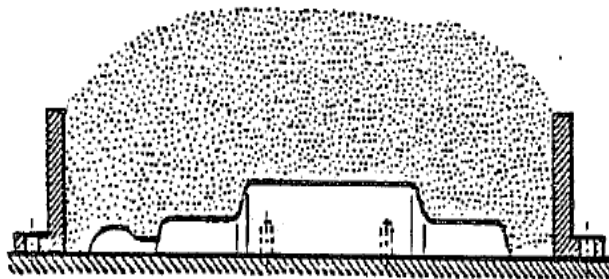
94

FORMATURA MANUALE



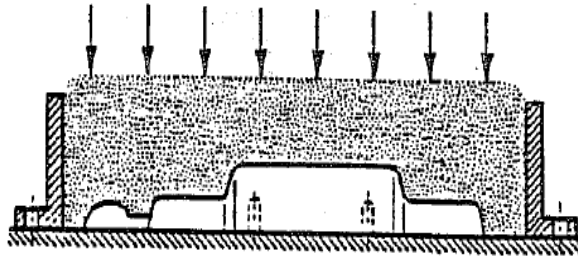
95

FORMATURA MANUALE



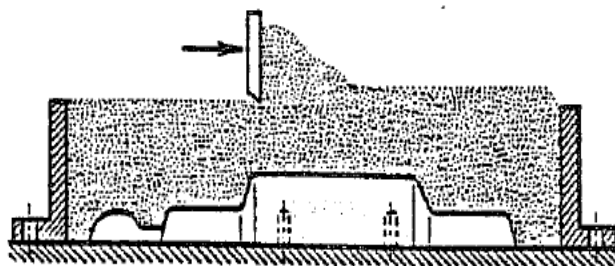
96

FORMATURA MANUALE



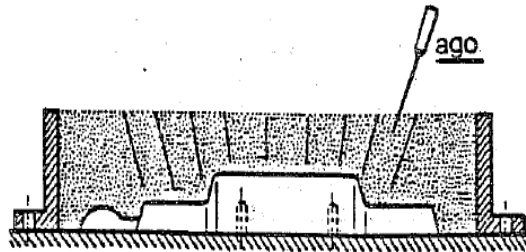
97

FORMATURA MANUALE



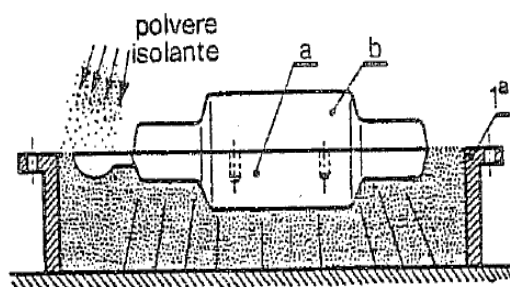
98

FORMATURA MANUALE



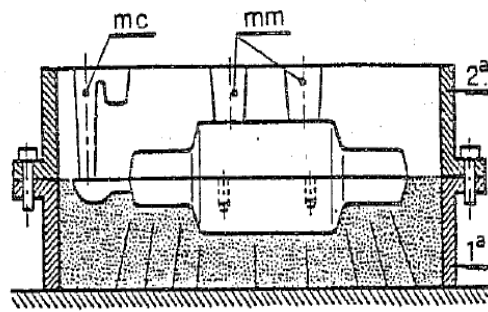
99

FORMATURA MANUALE



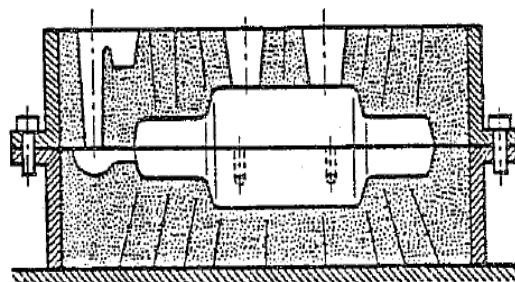
100

FORMATURA MANUALE



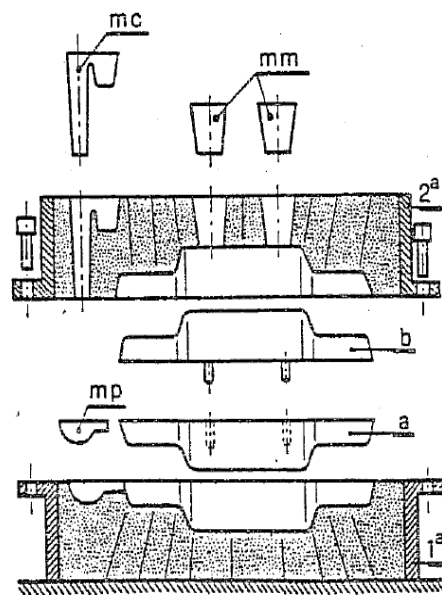
101

FORMATURA MANUALE



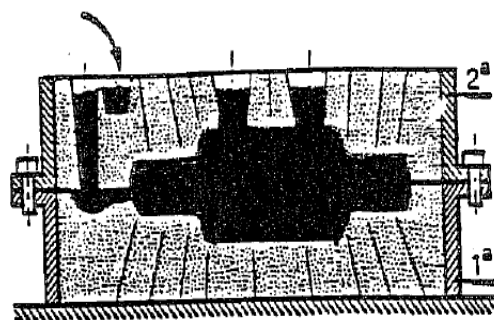
102

FORMATURA MANUALE



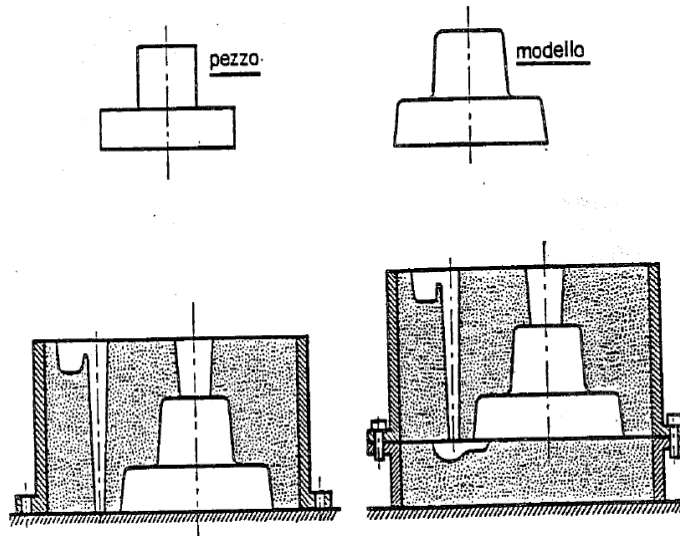
103

FORMATURA MANUALE



104

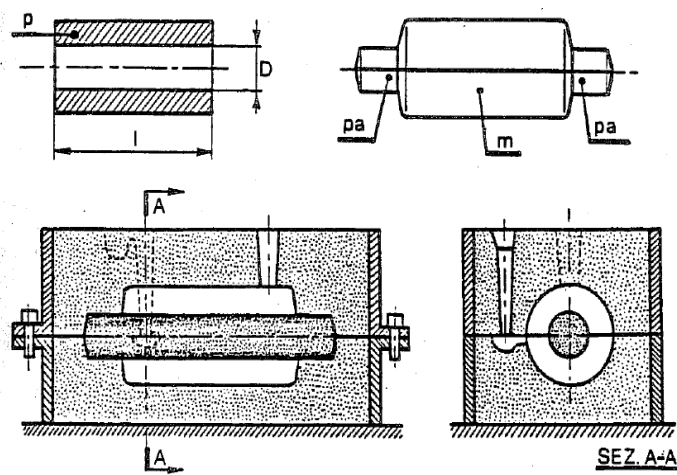
FORMATURA MANUALE



105

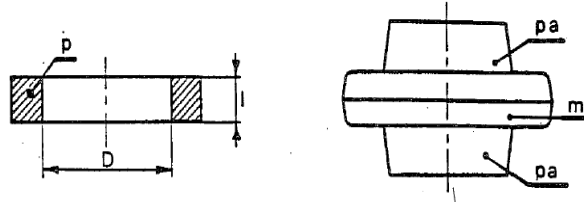
FORMATURA MANUALE

$$l / D \gg 1$$

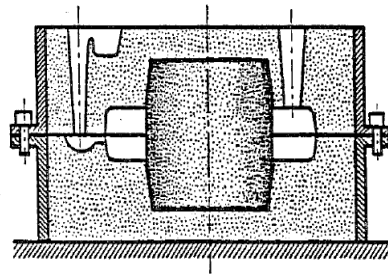


106

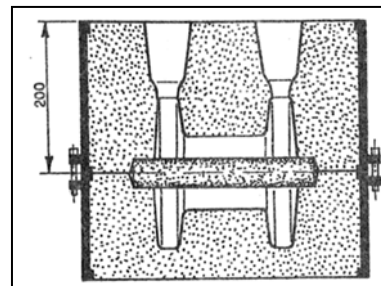
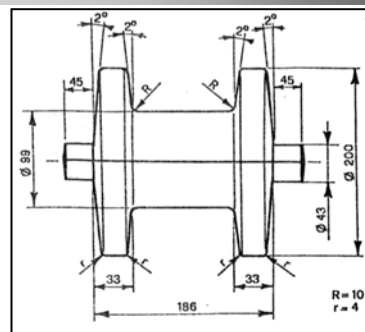
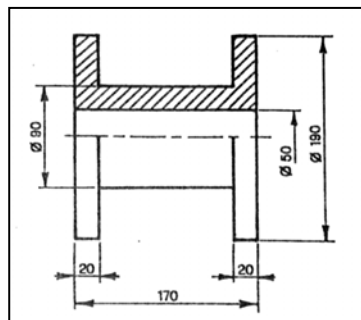
FORMATURA MANUALE



$$l / D \ll 1$$

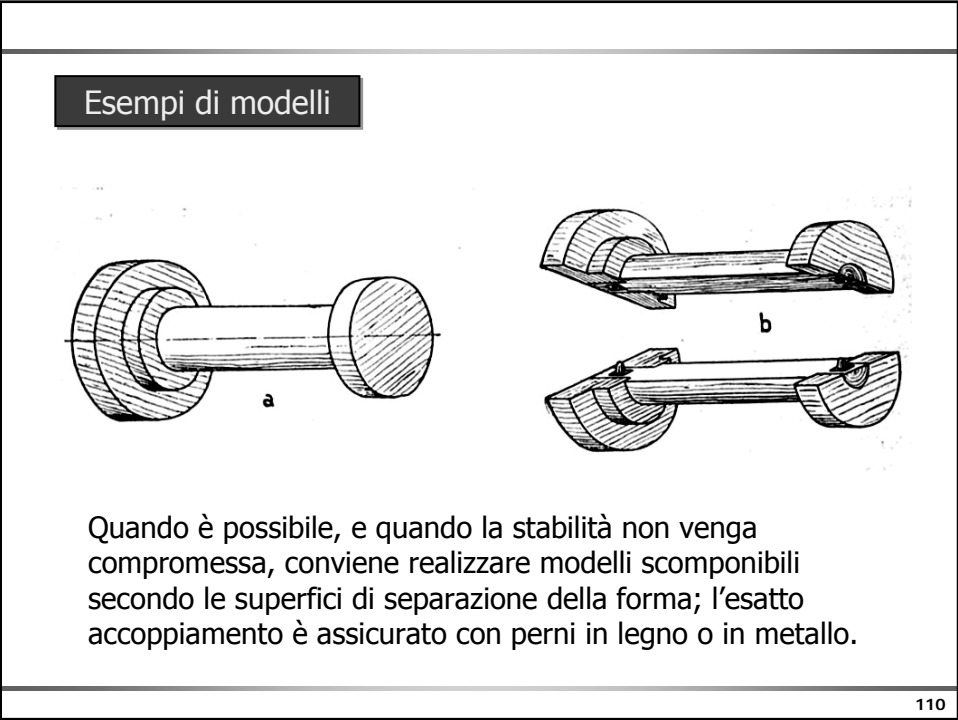
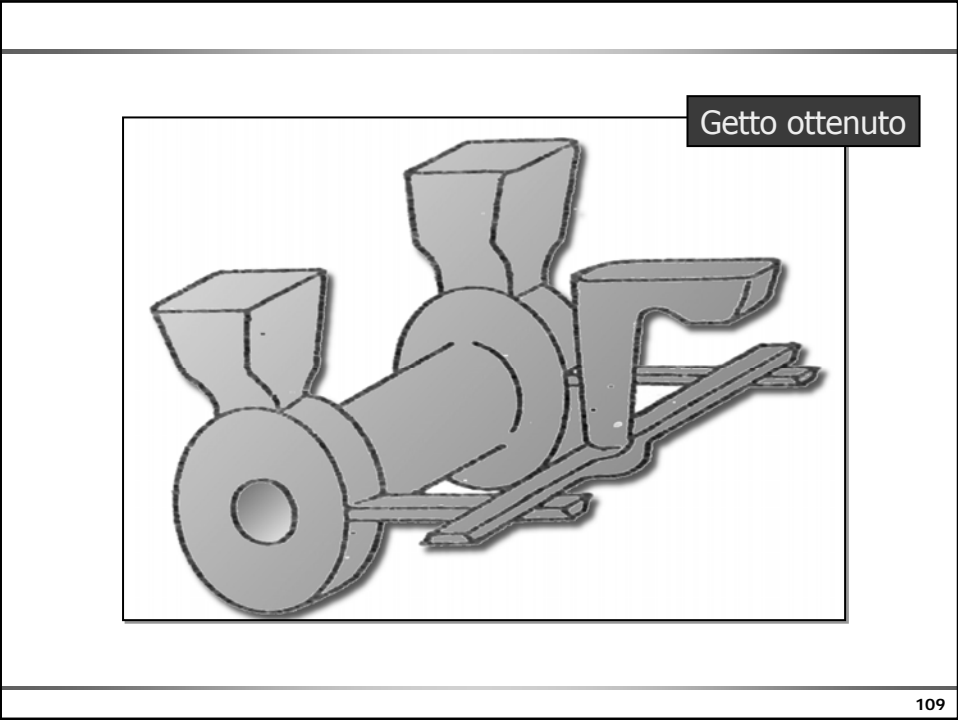


107

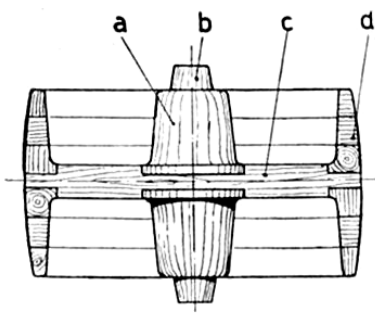


Forma allestita
per la colata

108



Esempi di modelli



Sezione del modello di una puleggia per motore: si nota la composizione a elementi: **a** mozzo in due pezzi; **b** portate per l'anima del foro; **c** cartella; **d** fascia.

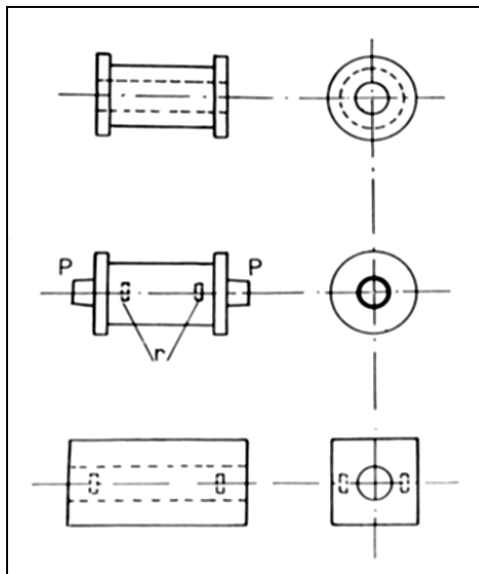
111

Sequenza di formatura

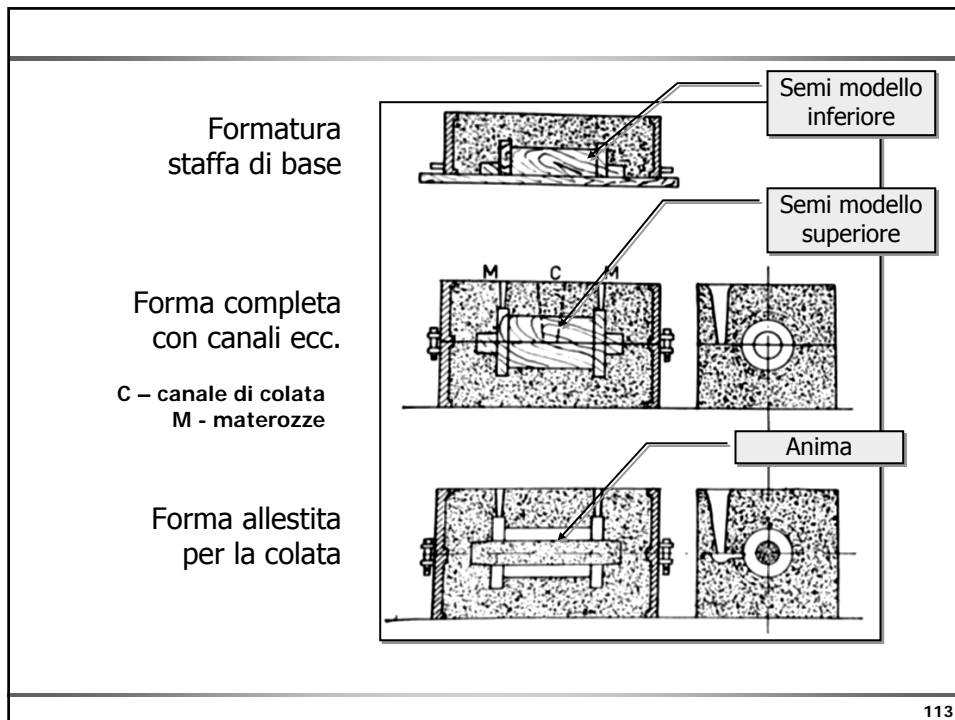
Getto da ottenere

Modello scomponibile

Cassa d'anima



112



FORMATURA MECCANICA

Produzione di serie

Aumento della produttività

Riduzione di manodopera

Allestimento più accurato

Riduzione scarti

impiego di placche modello...
Generalmente metalliche

114

FORMATURA MECCANICA

Macchine per la formatura:

A pressione

A scossa

A lancio

Ad aria compressa

115

FORMATURA MECCANICA

A pressione:

Tipo 1

Si costringe la terra a costiparsi contro il modello per effetto della corsa c dello stantuffo

Tipo 2

Il modello viene spinto e pressato della quantità c contro la terra

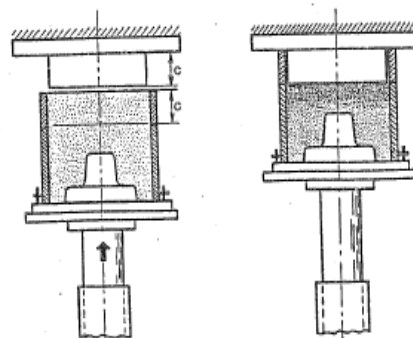


Fig. 2.52 - Macchina per formatura a pressione.

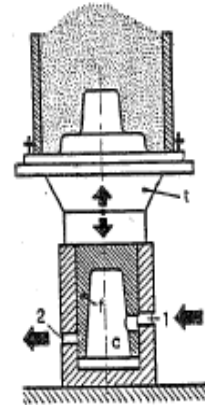
116

FORMATURA MECCANICA

A scossa:

Il principio di funzionamento consiste nel provocare bruschi moti alternativi di salita e di discesa di un tavolo sul quale sono fissate la placca modello e la staffa

Il grado di compattezza si riduce allontanandosi dal modello

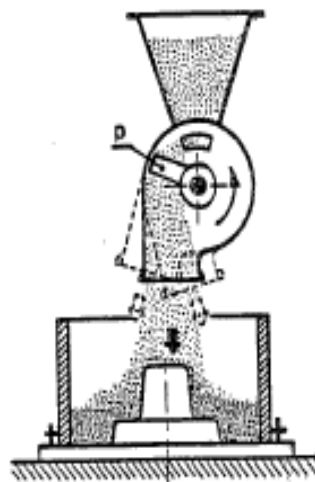


117

FORMATURA MECCANICA

A lancio:

La terra, prelevata da una tramoggia, viene lanciata con forza contro il modello da una paletta rotante

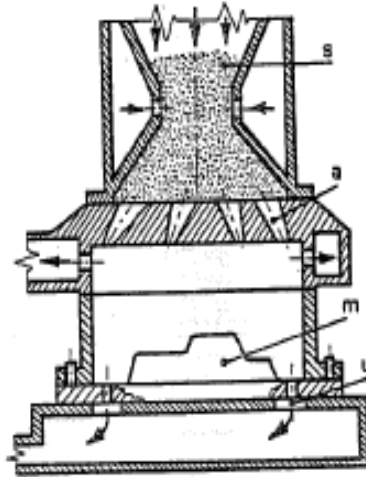


118

FORMATURA MECCANICA

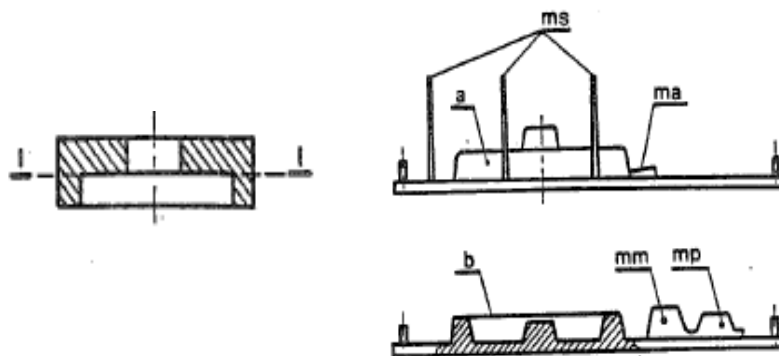
Ad aria compressa:

Sotto l'azione dell'aria compressa, la terra contenuta in un serbatoio dotato di varie aperture di espulsione, viene lanciata contro il modello



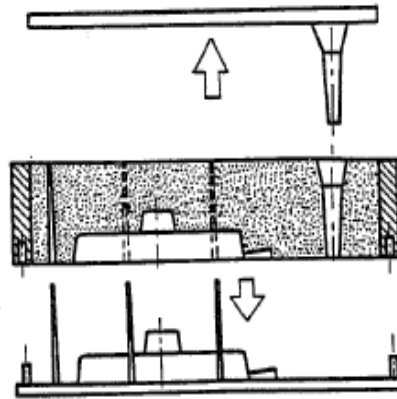
119

SEQUENZA DI FORMATURA MECCANICA



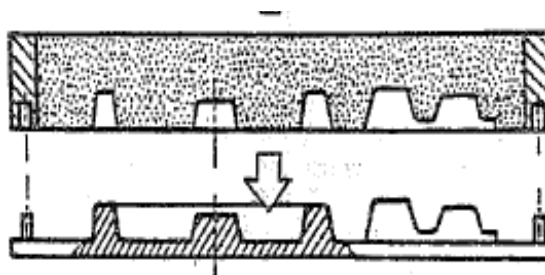
120

SEQUENZA DI FORMATURA MECCANICA



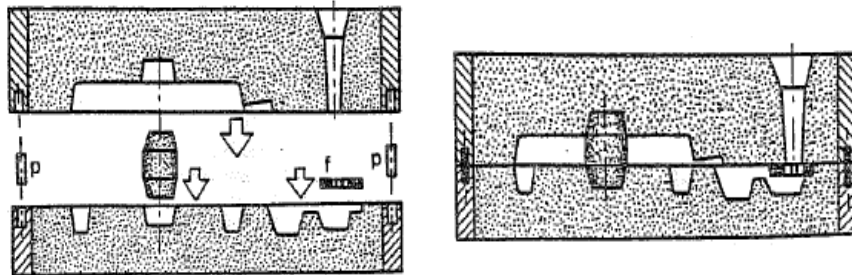
121

SEQUENZA DI FORMATURA MECCANICA



122

SEQUENZA DI FORMATURA MECCANICA



123

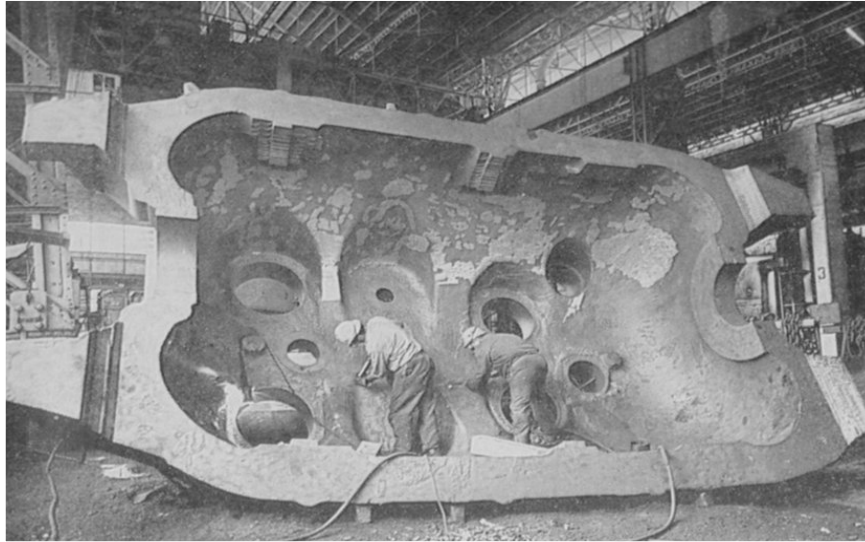
FORMATURA MECCANICA

Fonderie Glisenti



124

FORMATURA IN FOSSA



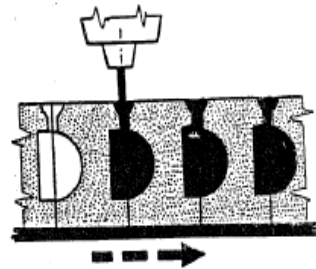
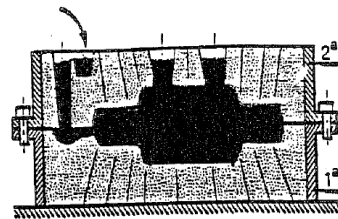
125

FORMATURA IN MOTTA

Non sempre il metallo viene colato in forme contenute in staffe

Le staffe vengono tolte appena eseguita la formatura (staffe apribili e opportunamente spogliate)

La forma viene detta MOTTA



126

FORMATURA IN MOTTA

La formatura in motta viene di solito utilizzata negli impianti automatici

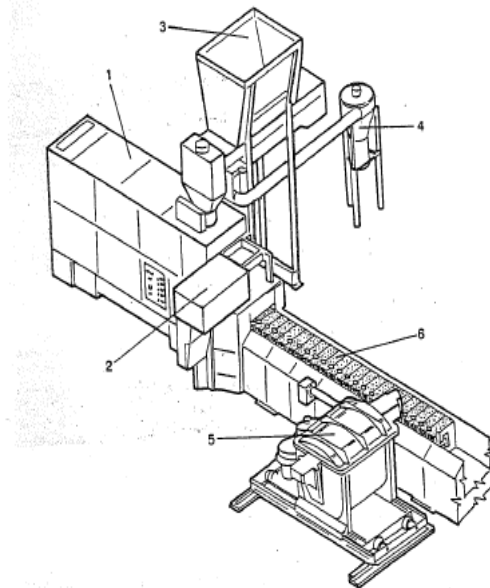
Risparmio di manodopera
Elevata produttività
Maggior sicurezza degli operatori

Piano di divisione verticale
950x800x600 mm

Piano di divisione orizzontale
1100x900x400 mm

127

FORMATURA IN MOTTA

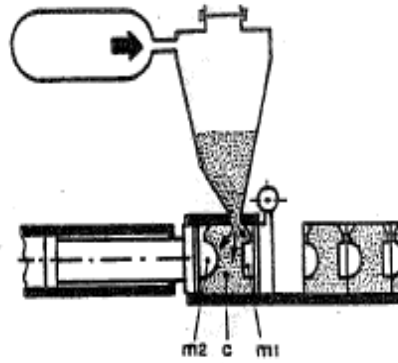


128

SEQUENZA DI FORMATURA IN MOTTA

Le placche modello sono montate su due pareti mobili della camera di formatura

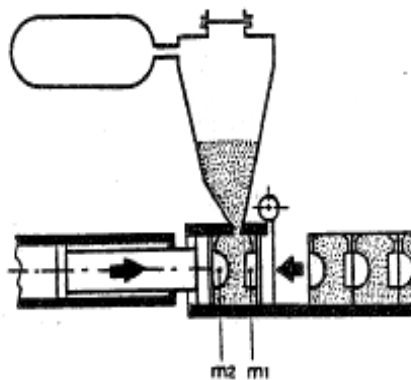
La camera viene riempita di terra



129

SEQUENZA DI FORMATURA IN MOTTA

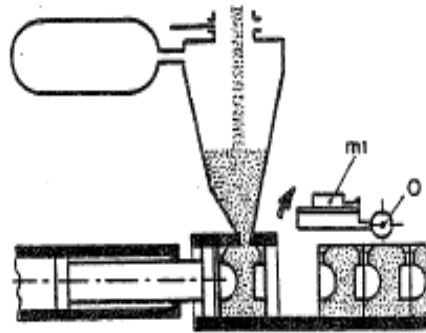
Le placche modello comprimono la terra formando la motta (semi-impronte)



130

SEQUENZA DI FORMATURA IN MOTTA

Le placca modello m1 si allontana e la motta viene espulsa



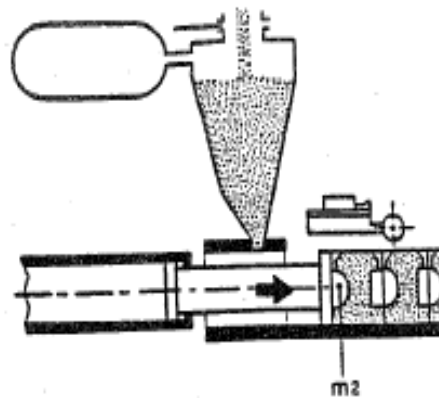
131

SEQUENZA DI FORMATURA IN MOTTA

La motta viene compressa contro quella formata in precedenza

Viene così realizzata l'impronta da riempire con il metallo liquido

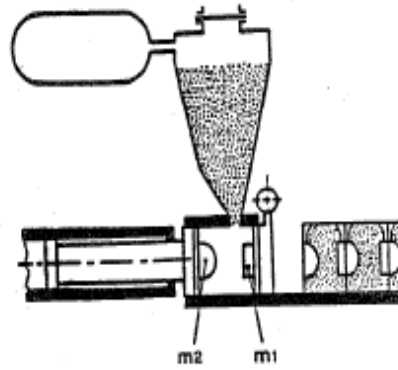
N.B. Avanzamento discontinuo



132

SEQUENZA DI FORMATURA IN MOTTA

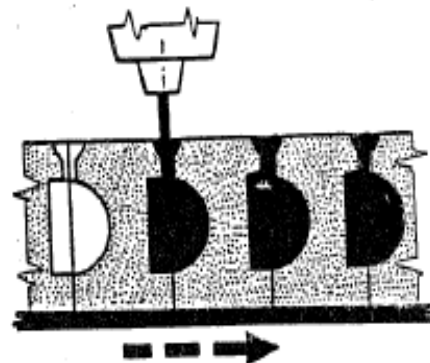
Le placche modello tornano nella posizione iniziale ed il processo di formatura della motta viene ripetuto



133

SEQUENZA DI FORMATURA IN MOTTA

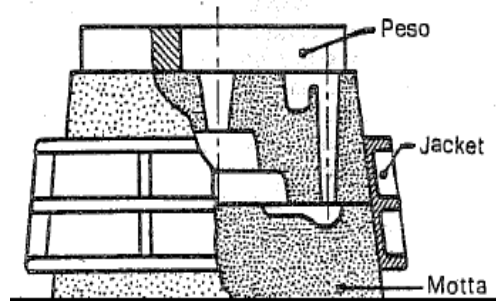
Le motte passano alla colata
Utilizzando un piano di divisione verticale si ottengono N getti con N-1 motte



134

SEQUENZA DI FORMATURA IN MOTTA

In alcuni casi, prima della colata, la motta può essere rivestita da un anello di rinforzo e appesantita con piastre



135

TERRE DA FONDERIA

Caratteristiche della terra da fonderia sono:

- Plasticità:
per riprodurre fedelmente l'impronta del modello
- Coesione:
per conservare la forma dell'impronta anche sotto la spinta (notevole) del liquido
- Refrattarietà:
per resistere alle sollecitazioni termiche e mantenere le sue caratteristiche anche ad alta temperatura
- Permeabilità:
per consentire lo sfogo dell'aria contenuta nella forma durante la colata e del vapore che si forma per l'alta temperatura a cui la terra (umida) è portata

136

TERRE DA FONDERIA

Sono quindi composte da:

- Sabbia di quarzo 83 %
- Argilloide 8,5 %
- Additivi (nero fumo) 5 %
- Acqua 3,5 %

Una siffatta terra è **rigenerabile** purché si reintegrino le parti esauste (legante ed acqua).

Per prima cosa si frantumano le zolle dopo di che si separano ed eliminano le frazioni di legante, polvere e parti metalliche. Si provvede poi ad essiccare la terra e la si reintegra con i componenti necessari.

137

CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI

SABBIA (refrattarietà e permeabilità)

Si differenzia a seconda della dimensione e della forma dei grani di sabbia. Grani grossi favoriscono la permeabilità mentre giocano a sfavore della finitura superficiale. A favore della distribuzione e dell'efficacia del legante gioca invece la forma (meglio se tondeggiante)

Le condizioni ideali si hanno con grani sferici di uguale dimensione

Permeabilità: i grani sferici massimizzano lo spazio intergranulare (grani grossi vs. grani fini)

Rivestimento con argilloide (grani tondeggianti vs. grani irregolari)

138

CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI

SABBIA

Classificazione in base alla forma e alle dimensioni:

a grano sferoidale } in base
a grano spigolato } alla
a grano composto } forma

a grano grosso } in base
a grano medio } alle
a grano fine } dimensioni

Indice di Finezza (I.F.)

Maglia del setaccio (mm)	Coefficiente moltiplicativo	Maglia del setaccio (mm)	Coefficiente moltiplicativo
1,4	6	0,25	45
1,0	9	0,18	60
0,71	15	0,125	81
0,50	25	0,09	118
0,355	35	0,063	164

Le sabbie comunemente usate hanno indici I.F. = 35 - 60

139

CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI

ARGILLOIDE (plasticità e coesione)

Bentonite: ha una funzione legante e conferisce alla terra la plasticità e la coesione (si dispone attorno ai grani di sabbia). E' composta da ossidi di Al e Si con atomi di Ca e Na. Troppo argilloide rende la terra poco permeabile.

ADDITTIVI (refrattarietà)

Nerofumo: migliora le caratteristiche di refrattarietà evitando il contatto tra sabbia e metallo (problema vetrificazione della sabbia).

ACQUA (coesione e plasticità)

Un eccesso di acqua provoca, durante la colata, uno sviluppo nocivo di vapori; un difetto di acqua si traduce in uno sgretolamento della terra prima dell'avvenuta solidificazione.

140

FORME A VERDE e FORME ESSICcate

La colata può essere eseguita in:

"forme a verde"

Forma in terra appena allestita ... e quindi contenente ancora tutta l'umidità

"forme a secco"

Che hanno subito un essiccamento ... perdita di parte dell'umidità

L'eliminazione dell'umidità e le trasformazioni derivanti dalla cottura dell'argilloide forniscono una maggiore resistenza alla forma

141

FORME A VERDE e FORME ESSICcate

L'essiccamento viene fatto:

- in appositi forni (camere di essiccamento)
- con essiccatori portatili

La temperatura di essiccamento varia a seconda del materiale di formatura, del legante e del materiale costituente il getto (300° C ghisa, 500° C acciaio)

I tempi di essiccamento variano tra le 2 e le 20 ore

N.B. se troppo spinto, l'essiccamento porta all'evaporazione non solo dell'acqua di umidificazione ma anche di quella di costituzione dell'argilloide → perdita delle proprietà agglomeranti

142

FORME A VERDE e FORME ESSICcate

Pregi della formatura a secco

Migliore finitura del getto

Limitata formazione di gas

Maggiore permeabilità

Difetti della formatura a secco

Costosa

Necessita di grandi spazi

Problemi di sterratura

143

FORME A VERDE e FORME ESSICcate

Formatura a semiverde

Essiccazione superficiale della forma

Tempi di essiccamento inferiori

Costi inferiori

Richiede una colata entro breve tempo dall'essiccazione

144

FORMATURA DELLE ANIME

LE ANIME DEVONO PRESENTARE:

- Elevata refrattarietà
- Elevata permeabilità
- Adeguata resistenza allo schiacciamento (provocato dal metallo allo stato liquido)
- Sufficiente grado di cedevolezza (durante il raffreddamento)

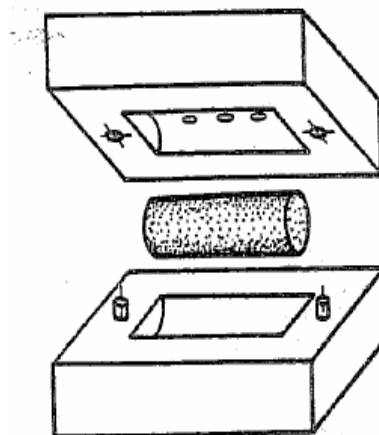
- Facile estrazione dal getto (friabilità)

Come legante della sabbia vengono utilizzate sostanze che bruciando durante la solidificazione del getto permettono poi alla sabbia di scorrere fuori dalla cavità

145

FORMATURA DELLE ANIME

La formatura delle anime avviene in genere utilizzando delle casce d'anima



146

Tecniche di formatura delle anime:

- • formatura in terra
- • formatura in sabbia-silicato
- • hot box
- • cold box

147

FORMATURA IN TERRA (per anime)

La terra per anime è costituita da sabbia argillosa legata con oli autoessicanti. L'indurimento vero e proprio avviene a 180 - 240 °C grazie all'ossidazione e polimerizzazione delle sostanze. Le anime così ottenute sono **cotte**.

Per la realizzazione automatica delle anime si richiede una maggiore fluidità o scorrevolezza; in questo senso la composizione caratteristica è:

100 kg di sabbia quarzifera	1 kg di bentonite
1 kg di plastificante	2 kg di acqua
2,5 kg di olio per anime	

Le anime vengono fatte essiccare in gusci

148

FORMATURA IN TERRA (per anime)

Aspetti positivi:

Semplice preparazione della miscela

Semplice costruzione delle casse d'anima

Aspetti negativi:

Lunghi tempi di essiccamento (1.5 - 2.5 ore)

Costo degli impianti di essiccamento

Impiego di gusci di essiccamento

Sistema poco efficiente per la produzione in serie

149

FORMATURA IN SABBIA-SILICATO

La miscela è costituita da sabbia di quarzo e da una soluzione liquida di silicati di sodio (2-3%) avente la funzione di agglomerante

La miscela viene indurita senza apporto di calore

Viene compressa nella cassa d'anima e fatta attraversare da un flusso di CO₂

Dalla reazione si forma una sostanza legante (anidride silicata) che assicura la resistenza necessaria all'anima

150

FORMATURA IN SABBIA-SILICATO

Aspetti positivi:

Basso costo

Lunga conservazione della miscela

Alta resistenza iniziale (immediato utilizzo)

Possibile riciclaggio della miscela

Aspetti negativi:

Sterraggio dell'anima difficoltoso

151

FORMATURA HOT BOX

Utilizza una miscela costituita da sabbia quarzifera, da resine sintetiche fluide e da un catalizzatore che agisce a caldo:

La miscela viene sparata nella cassa d'anima e riscaldata (180° - 250° C)... Indurisce per polimerizzazione in tempi brevi

152

FORMATURA HOT BOX

Aspetti positivi:

Buone caratteristiche delle anime

Elevata produttività

Aspetti negativi:

Elevato consumo di energia per il riscaldamento

Possibile presenza di sostanze nocive

153

FORMATURA COLD BOX

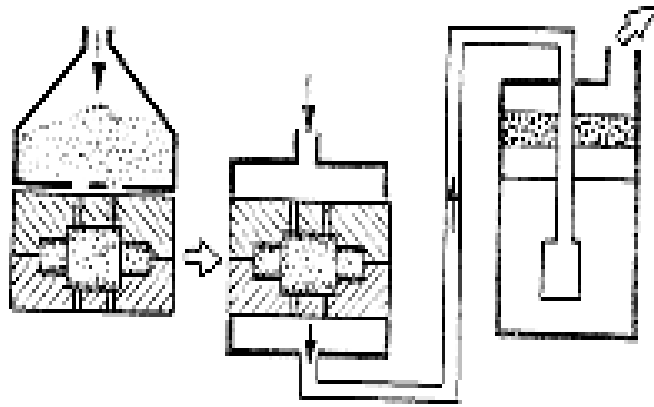
Si basa su un processo di polimerizzazione a freddo

La miscela è composta da sabbia quarzifera e da un legante organico bicomponente

La miscela viene sparata nella cassa d'anima e fatta attraversare da un catalizzatore (che agisce a temperatura ambiente)

154

FORMATURA COLD BOX



155

FORMATURA COLD BOX

Aspetti positivi:

Elevata resistenza meccanica

Buona sterrabilità

Lunga conservazione delle anime

Questa tecnica si è affermata molto rapidamente ed ha spesso soppiantato le altre tecnologie per la foratura di anime

156

Altre tecniche di formatura con forma a perdere:

- Formatura in sabbia-cemento
- Formatura a guscio
- Formatura con resine indurenti a freddo
- Formatura con modello a perdere in polistirene
- FORMATURA DI PRECISIONE

157

FORMATURA IN SABBIA-CEMENTO

Usato solitamente nei getti di medie e grandi dimensioni

La miscela è composta da:

- Sabbia di quarzo
- Cemento
- Acqua

Forme molto resistenti e permeabili con buone finiture superficiali

158

FORMATURA IN SABBIA-CEMENTO

Aspetti positivi:

Bassi costi del materiale

Materiali non dannosi per l'operatore

Possibilità di rigenerazione delle terre

Aspetti negativi:

Lungo tempo di idratazione

Non è possibile conservare la miscela

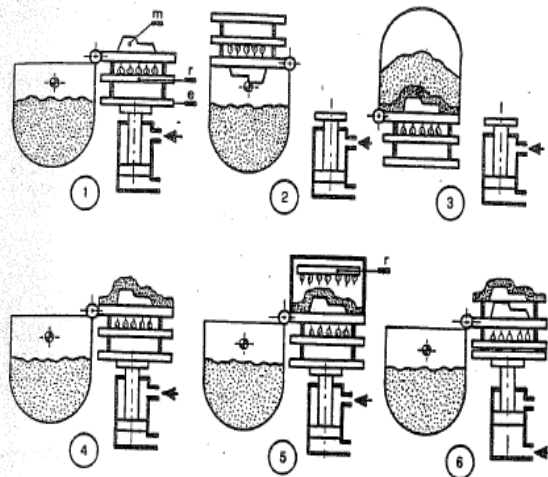
Distaffaggio difficoltoso

159

FORMATURA A GUSCIO (shell molding)

Utilizza una miscela di:

- Sabbia di quarzo
- Resina sintetica
- indurenti



160

FORMATURA A GUSCIO

Lo strato indurito per polimerizzazione è di circa 10-20 mm

Il guscio presenta una permeabilità maggiore rispetto ad una forma in terra e un maggiore isolamento termico

La formatura a guscio viene impiegata per getti di limitate dimensioni (generalmente inferiori ai 20 kg)

Questa tecnica è conveniente per produzioni di media e grande serie

161

FORMATURA CON RESINE INDURENTI A FREDDO

Sono sistemi di formatura che utilizzano miscele costituite da sabbia e resine sintetiche che induriscono a temperatura ambiente mediante reazione chimica

Aspetti positivi:

Precisione dei getti

Tolleranze ristrette

Produttività elevata

162

FORMATURA CON MODELLO A PERDERE IN POLISTIRENE

Il modello, realizzato in polistirene espanso viene distrutto al momento della colata

Sequenza di formatura

- Costruzione di un modello in polistirene (dei relativi accessori)
- Rivestimento del modello con un film poroso e refrattario
- Allestimento della forma (il modello viene circondato da sabbia priva di leganti)
- Colata (il metallo fuso, gassificando il pse si sostituisce ad esso)

163

FORMATURA CON MODELLO A PERDERE IN POLISTIRENE

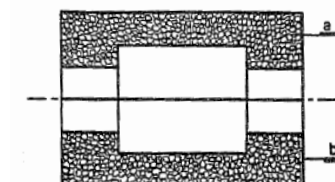
Il modello non viene estratto dalla forma →

Non deve essere scomposto in più parti

Non presenta angoli di spoglia

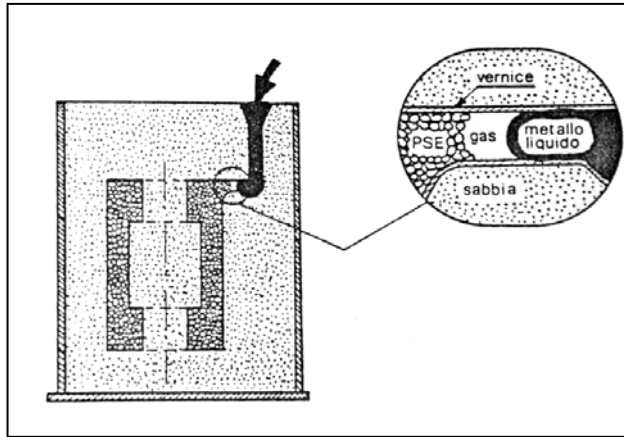
Non presenta portate d'anima

Può presentare sottosquadri



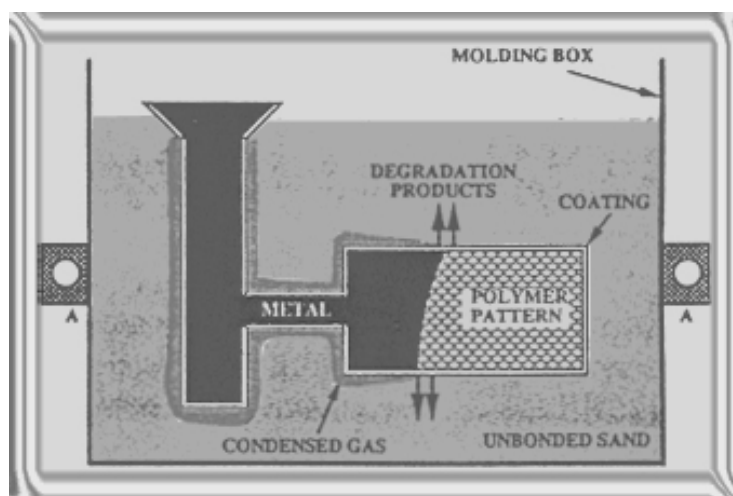
164

Il principio di riempimento della forma



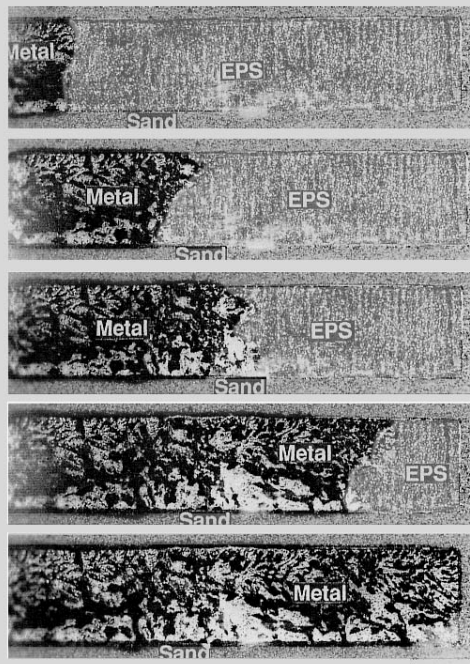
165

Il principio di riempimento della forma



166

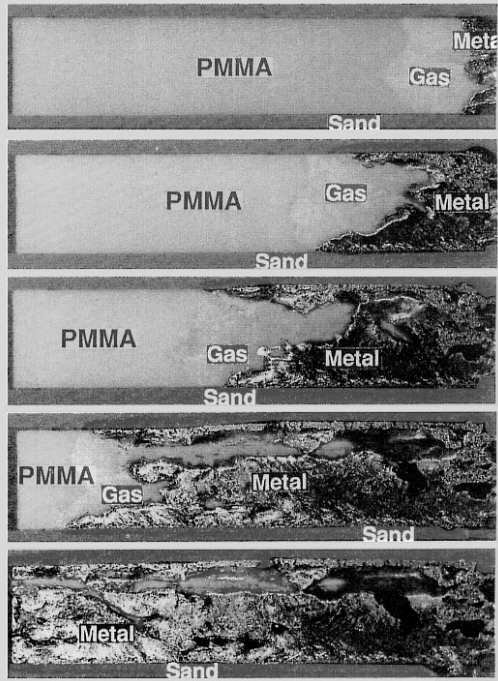
Il principio di riempimento della forma



2 cm

167

Il principio di riempimento della forma



2 cm

Aspetti positivi:

Eliminazione dei leganti della sabbia

Eliminazione delle anime

Assenza di bave

Riciclaggio totale della sabbia

169

FORMATURA DI PRECISIONE

Formatura a cera persa

Sistema pycast

Sistema Mercast

Sistema Shaw

Sono tecniche che permettono di realizzare getti con buone tolleranze e finiture superficiali tali da non richiedere successive lavorazioni

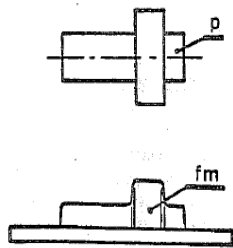
... Riduzione del sovrametallo

170

FORMATURA DI PRECISIONE

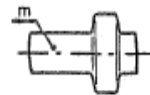
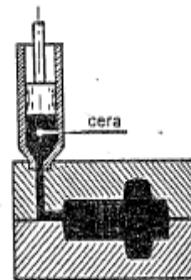
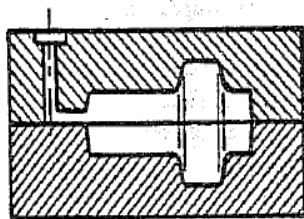
Formatura a cera persa

Questo processo utilizza un modello a perdere in cera



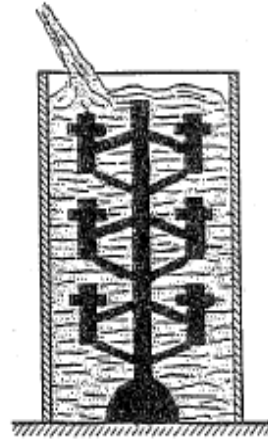
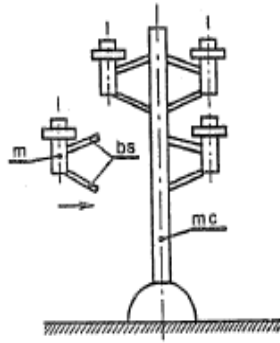
171

FORMATURA DI PRECISIONE



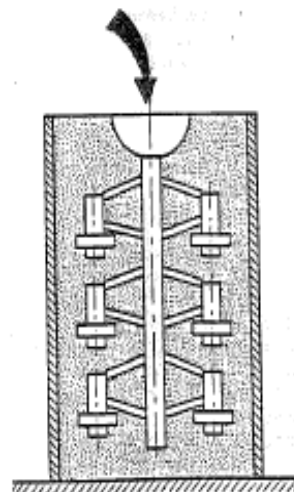
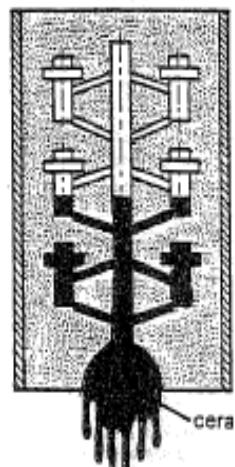
172

FORMATURA DI PRECISIONE



173

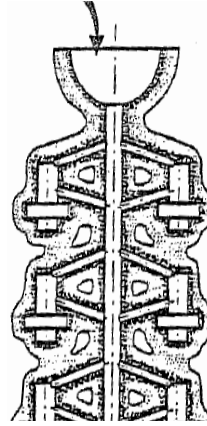
FORMATURA DI PRECISIONE



174

FORMATURA DI PRECISIONE

Sistema pycast



175

**FONDERIA CON FORME
PERMANENTI
COLATA IN CONCHIGLIA
PRESSOFUSIONE**

176

Le problematiche sono le stesse viste per la formatura in terra, ovvero sformi, ritiro, sovrametallo, ...

La forma è ottenuta all'interno di **stampi in metallo** che quindi possono essere utilizzati più e più volte.

La colata può ancora avvenire per semplice immissione del metallo liquido nella forma, oppure tramite spinta del metallo stesso (si esercita cioè una pressione sul liquido).

In questo caso si parla di **colata sotto pressione** ed in particolare di **pressofusione** che può essere eseguita a camera calda o a camera fredda.

177

I materiali più comunemente usati sono le ghise, gli acciai legati, le leghe di rame-berillio e il bronzo

Le conchiglie vengono generalmente impiegate nelle produzioni di grande serie

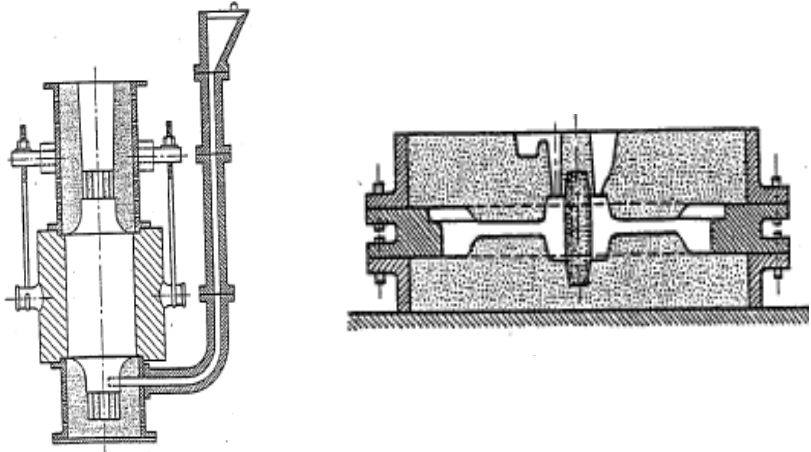
Tabella 2.11 - Colata in conchiglia: valori indicativi del sovrametallo e delle tolleranze sui getti.

Dimensione nominale (mm)	Sovrametallo (mm)
< 100	0,5 + 2,0
100 + 300	1,5 + 2,5
300 + 500	2,5 + 3,0

Tolleranze: $\begin{cases} \pm 0,2 + 0,7 & \text{(per dimensioni nominali < 100 mm)} \\ \pm 1,0 + 1,5 & \text{(per dimensioni nominali di 300 + 500 mm)} \end{cases}$

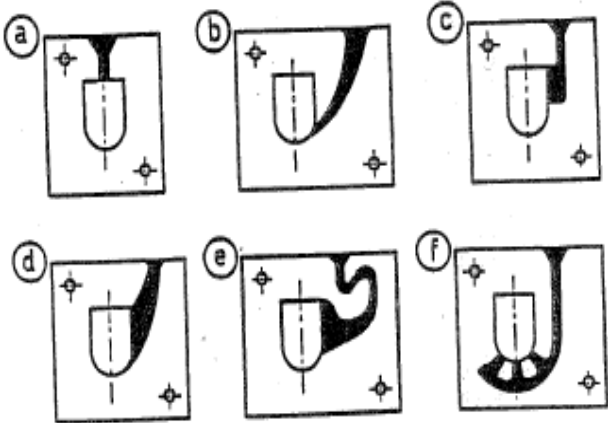
178

FORME PARZIALMENTE METALLICHE



179

FORME TOTALMENTE METALLICHE



180

PROCESSO DI COLATA

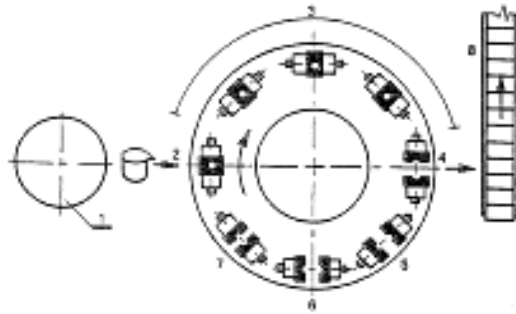


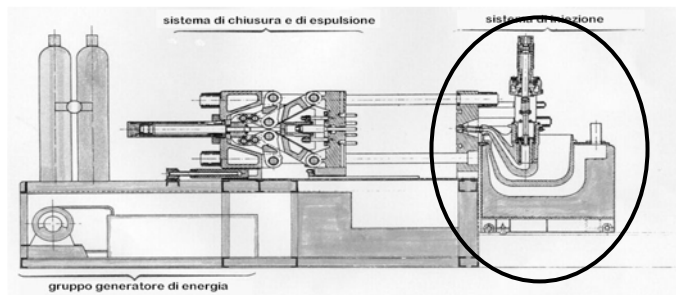
Fig. 2.68 - Schema di un impianto di colata in conchiglia.

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 1) ferro, | 5) pulitura/verniciatura conchiglia, |
| 2) stazione di colata, | 6) posizionamento delle anse, |
| 3) fase di raffreddamento, | 7) inizio chiusura della conchiglia, |
| 4) apertura conchiglia/scarico gette, | 8) nastro trasportatore. |

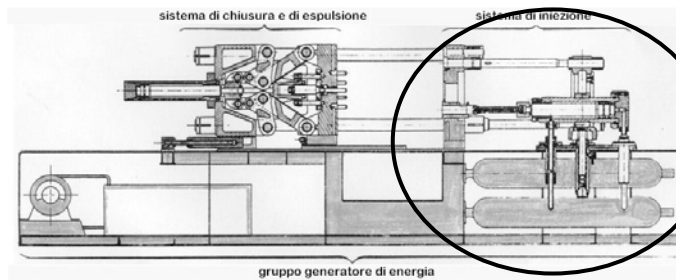
181

La Pressa

Camera
calda

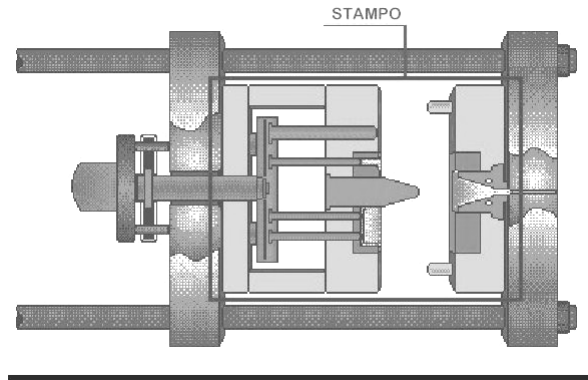


Camera
fredda



182

Esempio di stampo per pressocolata



183

PRESSOFUSIONE A CAMERA CALDA

A camera di pressione oscillante

Fig. 2.73-a
Macchina per iniezione a camera oscillante.
Fase di riempimento.

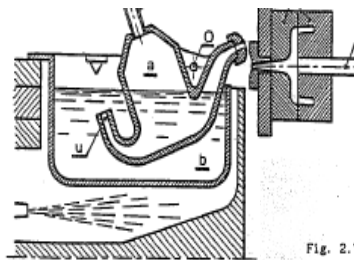
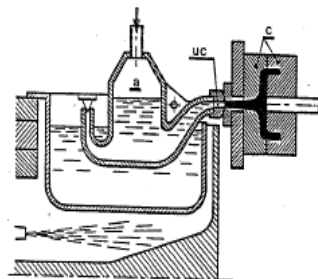


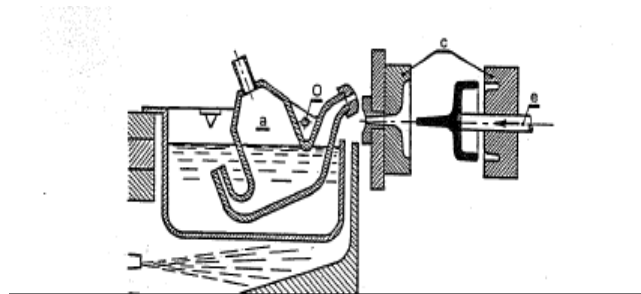
Fig. 2.73-b
Macchina per iniezione a camera oscillante.
Fase di iniezione.



184

PRESSOFUSIONE A CAMERA CALDA

A camera di pressione oscillante



185

PRESSOFUSIONE A CAMERA CALDA

A pistone tuffante

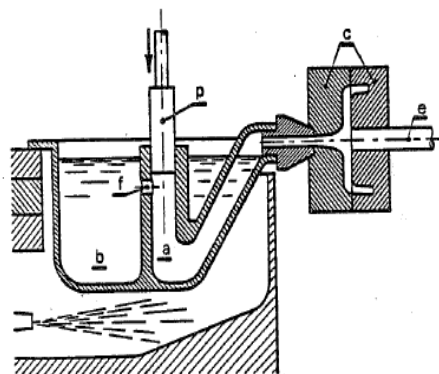
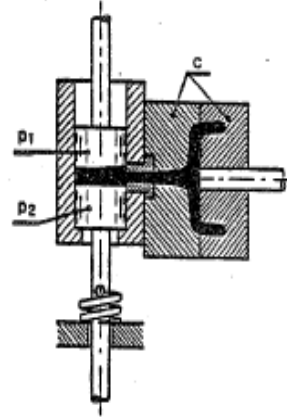
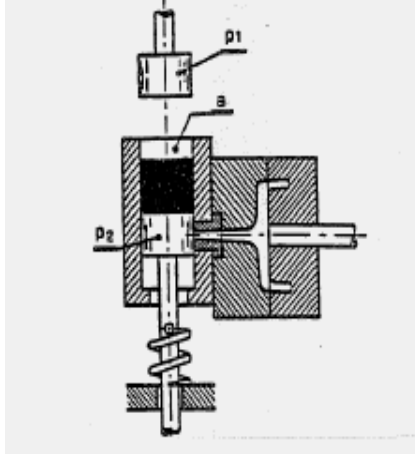


Fig. 2.74 - Macchina per iniezione a camera calda a pistone tuffante.

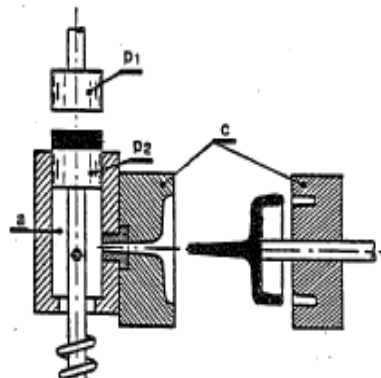
186

PRESSOFUSIONE A CAMERA FREDDA



187

PRESSOFUSIONE A CAMERA FREDDA



188

**Schema di funzionamento ed esempio di
macchina di pressocolata a camera calda**

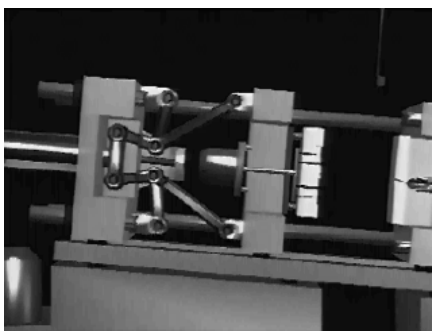


Esegui il filmato cliccando sull'immagine ...

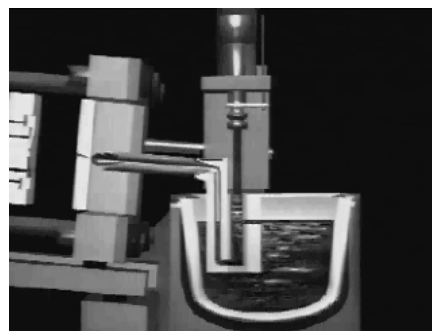
Esegui il filmato cliccando sull'immagine ...

189

**Schema di funzionamento ed esempio di
macchina di pressocolata a camera calda**



Esegui il filmato cliccando sull'immagine ...



Esegui il filmato cliccando sull'immagine ...

190

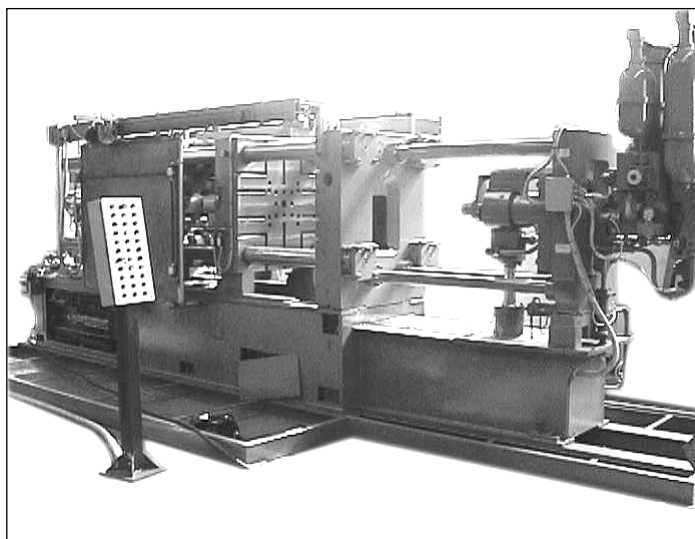
Schema esempio di funzionamento e particolari di una macchina di pressocolata a camera calda



Esegui il filmato cliccando sull'immagine ...

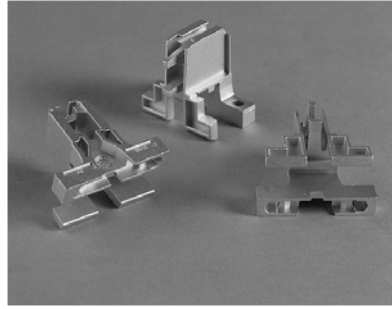
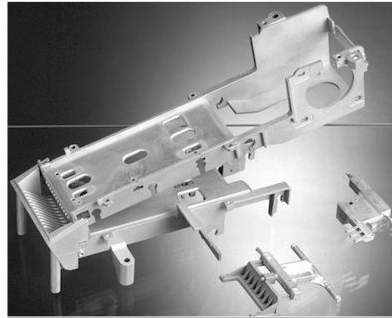
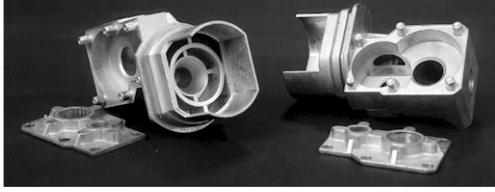
191

Particolari di una macchina di pressocolata a camera fredda

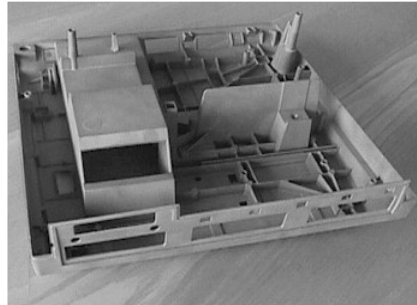


192

Esempi di pezzi pressocolati



193



194



195

Vantaggi della pressocolata

- Complessita' delle forme
- Cadenze produttive elevate
- Riproducibilita' perfetta
- Automatizzazione - robotizzazione
- Piccole – medie – grandi e grandissime serie

196

Si ha spesso la tendenza a dire che il processo di pressocolata è riservato esclusivamente alle grandi e grandissime serie. Bisogna dimenticare questo preconcetto. Tutto è funzione della complessità del pezzo e delle tecniche di produzione meno onerose.

Per questo non è raro incontrare serie di 500 pezzi all'anno realizzati in fonderia di pressocolata.

Tuttavia la grande maggioranza delle serie è superiore a 5000 pezzi all'anno in uno o due lotti. La taglia del pezzo o il peso, sono anche parametri da considerare. Generalmente più i pezzi sono piccoli più le serie sono grandi.

197

La pressocolata permette l'ottenimento di forme più complesse rispetto alla colata in gravità

Le leghe che possiedono una eccellente fluidità o «colabilità», permettono il riempimento di tutte le cavità o impronte, qualunque sia la loro complessità grazie alla azione di spinta.

Le proprietà fisiche, i deboli calori specifici e latenti di fusione, il breve intervallo di solidificazione, combinati con macchine sofisticate, permettono di avere tempi di produzione elevati (da 80 a 1500 iniezioni all'ora) con più impronte all'interno dello stesso stampo. Non è difficile incontrare delle fabbricazioni di milioni di pezzi al giorno nelle fonderie di pressocolata.

198

LA COLATA CENTRIFUGA

Vedi slide pdf allegate

199

LA SPINTA METALLOSTATICA

E' la risultante delle pressioni che il metallo allo stato liquido esercita sulle pareti della forma

Tali pressioni possono deformare le pareti della forma e sollevare la staffa superiore

- formazione di bava
- fuoriuscita di metallo

Conoscendo l'entità di queste sollecitazioni è possibile scegliere in modo corretto il sistema di formatura ed eseguire un dimensionamento ottimale

... Si può contrastare l'azione di sollevamento della staffa superiore con collegamenti rigidi tra le staffe o con opportuni pesi posti sulla staffa superiore

200

LA SPINTA METALLOSTATICA

Su tutte le pareti di un recipiente contenente un liquido si genera una pressione perpendicolare alla superficie e dipendente dalla distanza dalla superficie libera del liquido e dal peso specifico

$$p = \gamma \cdot h$$

Pressione

Peso specifico

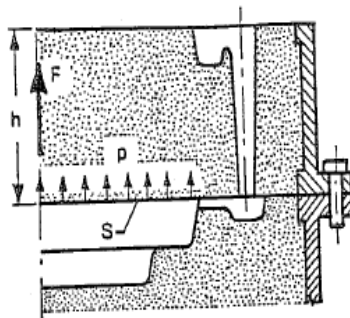
Distanza dalla superficie libera

E' consuetudine, salvo per getti di grosse dimensioni, considerare solo la componente della forza diretta verso l'alto

201

LA SPINTA METALLOSTATICA

Superficie piana orizzontale



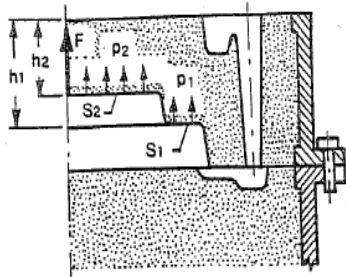
$$F = S \cdot \gamma \cdot h$$

getto realizzato nella staffa inferiore

202

LA SPINTA METALLOSTATICA

Superficie piana orizzontale



getto realizzato nella
staffa superiore

$$F = S_1 \cdot \gamma \cdot h_1 + S_2 \cdot \gamma \cdot h_2$$

E più in generale...

$$F = \sum_{i=1}^n S_i \cdot \gamma \cdot h_i$$

203

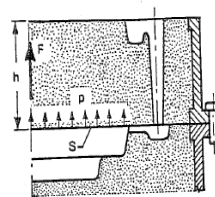
LA SPINTA METALLOSTATICA

Superficie piana orizzontale

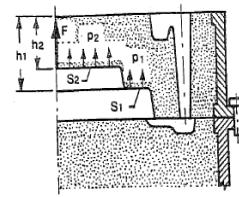
$$F = S \cdot p$$

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

$$p > p_1 > p_2 \quad \dots \quad S \approx S_1 + S_2$$



getto realizzato nella
staffa inferiore



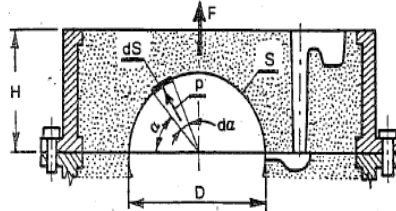
getto realizzato nella
staffa superiore

→ La spinta metallostatica può variare (a parità di getto) a seconda di come disponiamo il getto nelle staffe

204

LA SPINTA METALLOSTATICA

Superficie cilindrica



La pressione varia da punto a punto

$$F = \gamma \cdot D \cdot (H - \pi \cdot D / 8)$$

205

LA SPINTA METALLOSTATICA

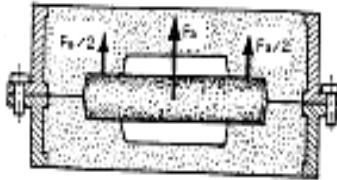
Superficie di forma qualsiasi

La forza di sollevamento della staffa è uguale a quella che si avrebbe sulla superficie piana definita dal contorno dell'impronta in corrispondenza del piano di divisione delle staffe, diminuita del peso del metallo che occupa l'impronta nella staffa superiore

206

LA SPINTA METALLOSTATICA

Anime

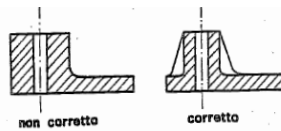


$$F_a = V_a \cdot \gamma_m - V_{Ta} \cdot \gamma_a$$

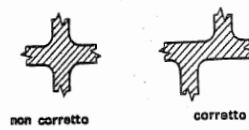
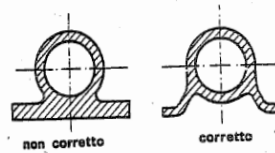
207

SUGGERIMENTI DI PROGETTAZIONE

1. Evitare parti a grosso spessore sostituendole, dove possibile, con parti sottili nervate; cala così il peso e la possibilità di cavità interne dovute al ritiro.



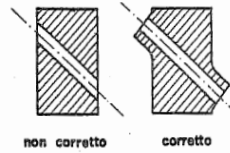
2. Spessori possibilmente uniformi; questo sempre per evitare le cavità di ritiro.



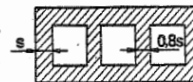
208

SUGGERIMENTI DI PROGETTAZIONE

3. Se il pezzo deve essere successivamente forato, creare dei piani perpendicolari all'asse del foro.



4. Pareti interne con spessore pari a 0,8 volte lo spessore di quelle esterne in modo da favorirne il raffreddamento.



5. Eliminare, dove possibile, i sottosquadri, modificando il disegno del pezzo. (p.d. = piano di divisione delle staffe)

