

# IV. Moldeo en arena



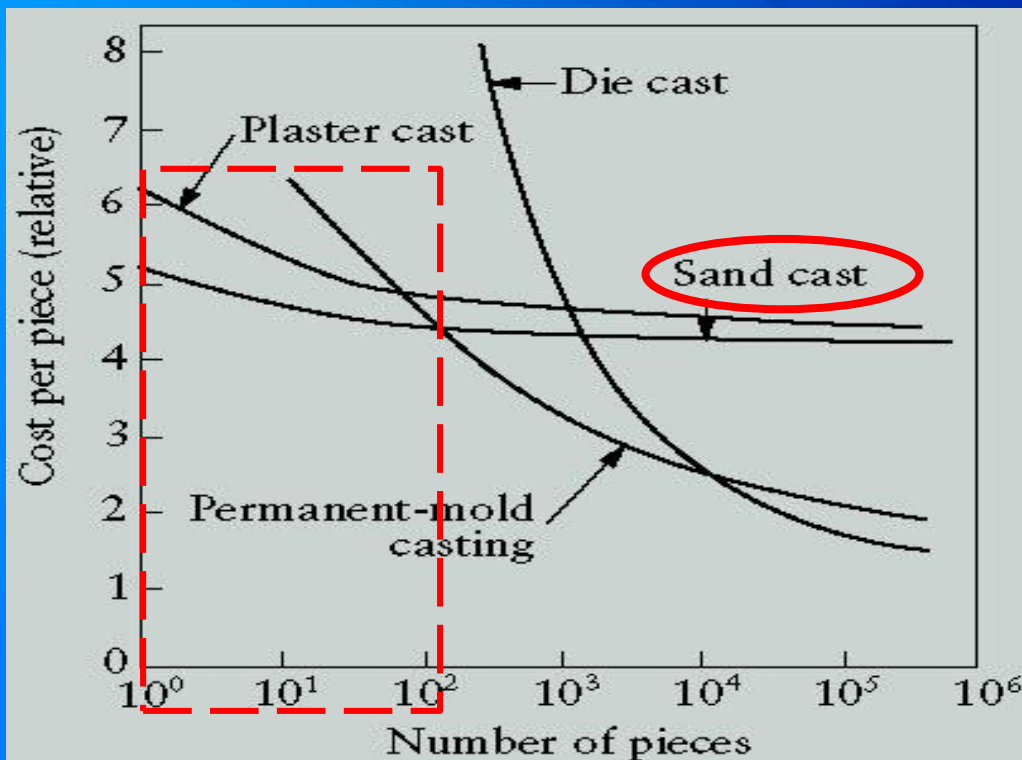
## Introducción

**4.1. Moldes unitarios de Arenas, aglutinantes. Aditivos auxiliares. Mezclas y propiedades mecánicas.**

**4.2. Defectos en piezas de fundición, debidos a las arenas de moldeo y diseño de moldes.**

# Molde unitario (expandible)

- Molde de arena en verde (Green sand mould)
- Moldeo en cáscara (Shell mould)
- A la cera perdida o de precisión (Investment casting)
- Modelo evaporable (Lost foam or full mold)



Costs Comparison for Different Casting Processes



# Process Costs

Process	Sand Casting	Low Pressure	Permanent Mold	Die Casting
Material, $C_m$ (\$)	1	1	1	1
Labor, $C_L$ (\$/hr)	20	20	20	20
Capital, $C_c$ (\$)	0.9	4.4	700	3000
Rate, $\dot{n}$ (#/hr)	6.25	22	10	50

## 4.1. Moldes en arena en verde



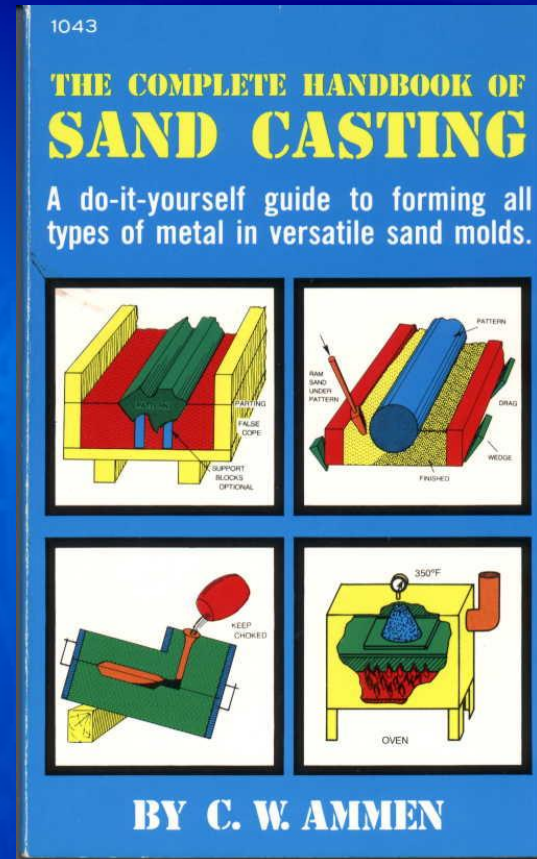
**Colada en molde de arena: aleaciones con bajo o alto punto de fusión, piezas de geometría compleja, acabado rugoso**



# Moldeo en arena

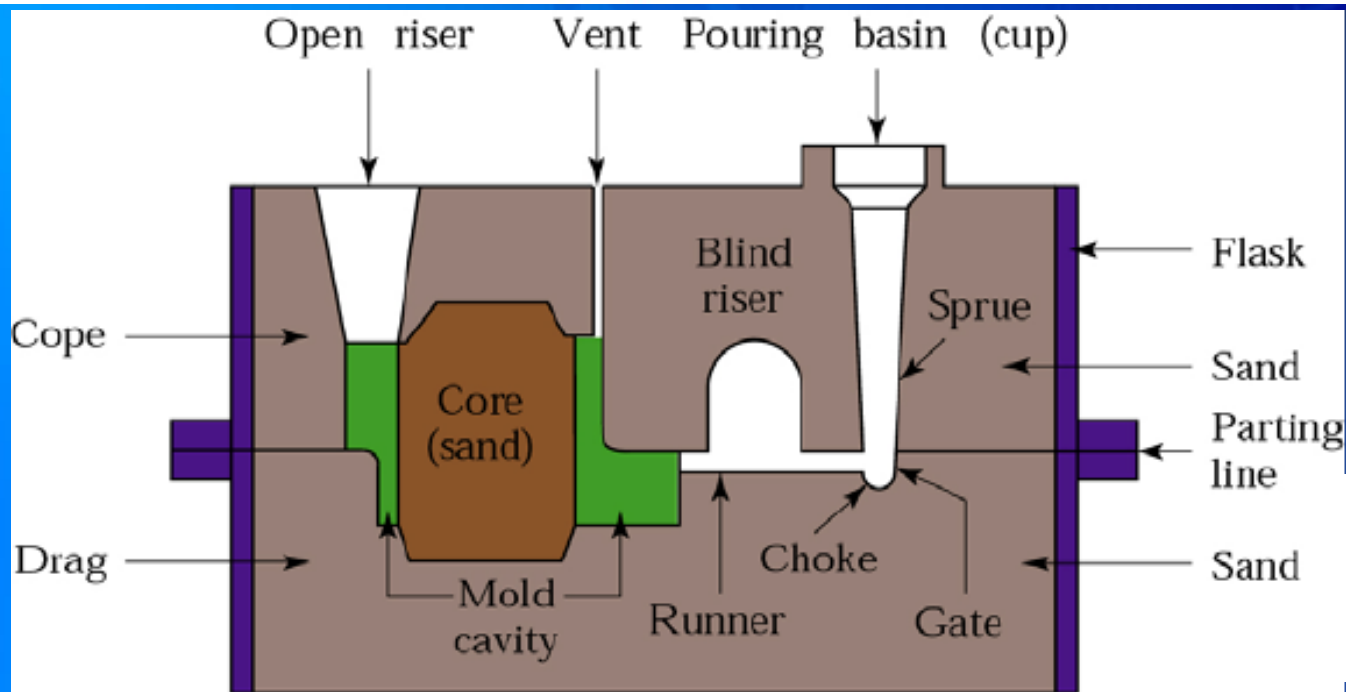
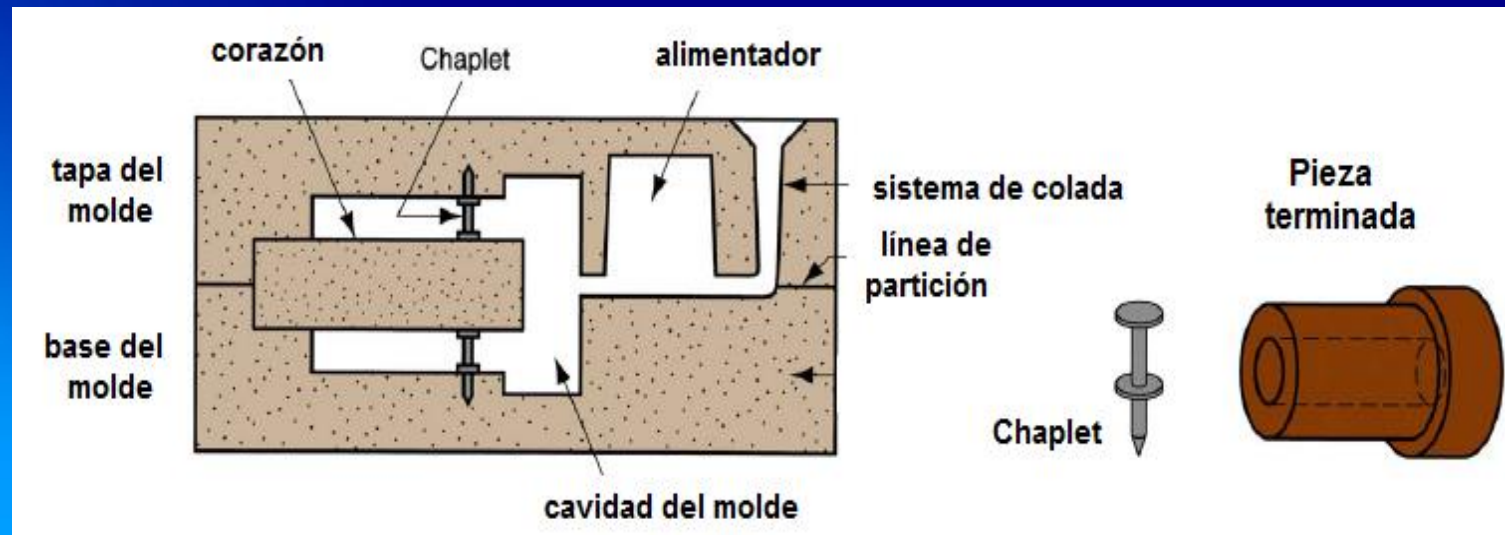
**Molde unitario:** reciben este nombre porque utiliza solo una vez, después de su uso puede ser reciclado

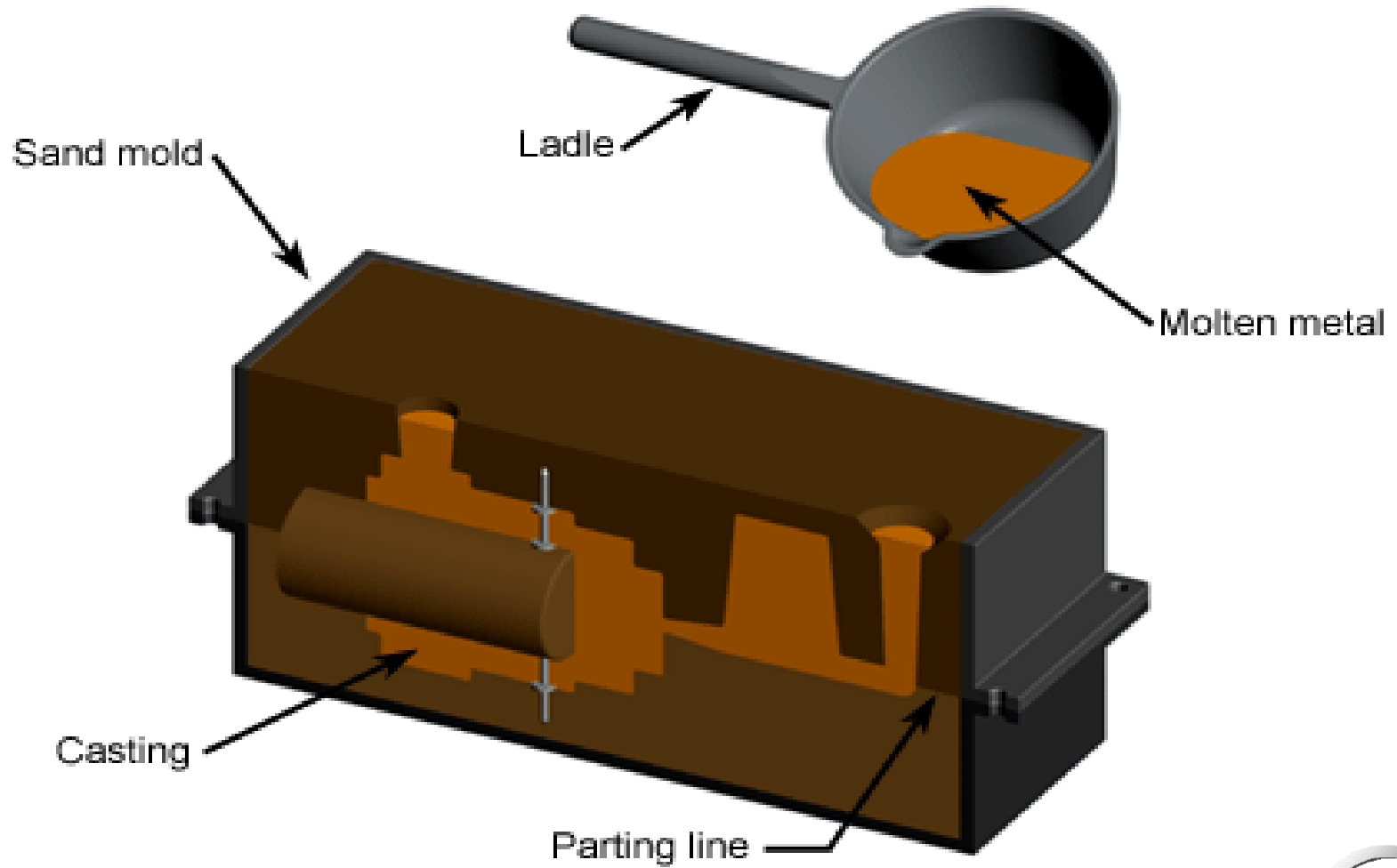
- ✓ Utiliza modelos permanentes reusables
- ✓ La arena puede ser reciclable
- ✓ La preparación de la mezcla de moldeo es CRÍTICA (paso controlante del proceso)
- ✓ Hay diferentes métodos de moldeo
- ✓ Se utiliza también para fabricar corazones





# Características y elementos de un molde de arena en verde





Copyright © 2008 Custom



# Métodos de moldeo en arena

- **Moldeo en arena en verde** (arena, bentonita y agua)
- **Arena con aglutinantes** (mezcla de arena con aglutinantes sintéticos curados química o térmicamente)
- **Molde seco:** secado de la cavidad del molde de arena en verde, hasta una profundidad de 10-25 mm. Usando quemadores o lámparas de secado



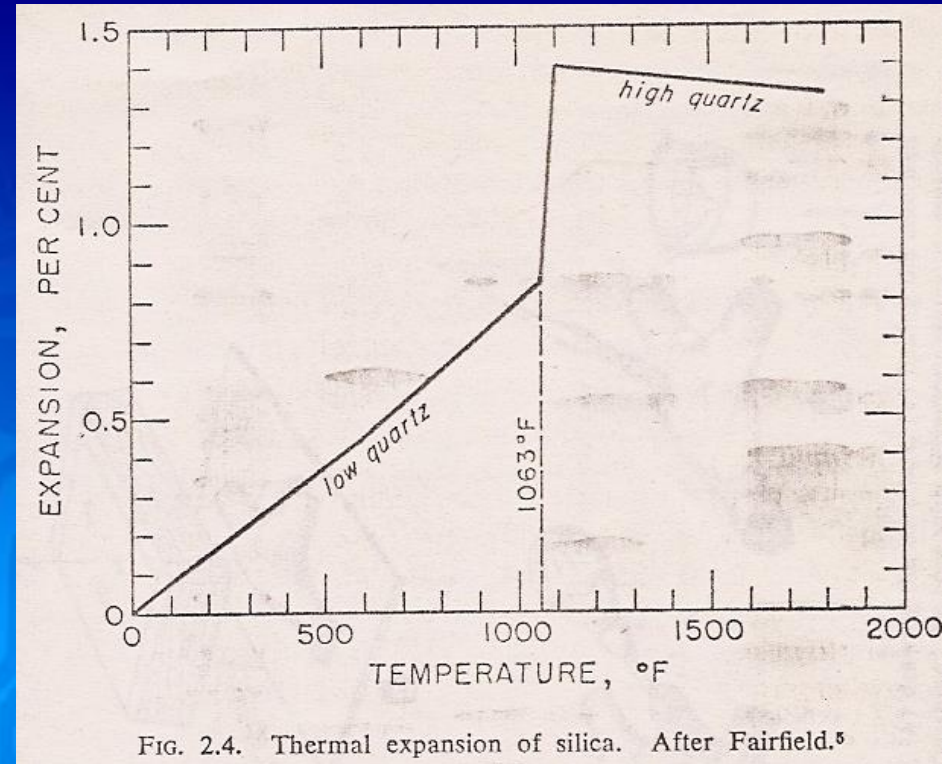


# Arenas para Fundición

**Arena sílica ( $\text{SiO}_2$ ) sola o mezclada con otros minerales**

**Composición química típica:**  
 **$\text{SiO}_2$  (97.91%),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (1.13%),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (0.50%)  $\text{K}_2\text{O}$  (0.65%) , perdidas por ignición (0.21%), Otros:  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  (Balance)**

**Otras:** zirconio ( $\text{ZrO}_2 \cdot \text{SiO}_2$ ), cromita  $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ , olivino ( $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ )



# Características y propiedades de la arena de moldeo

- ❖ **Refractabilidad:** estable a altas temperaturas
- ❖ **Estabilidad** dimensional y química a alta temperatura
- ❖ **Cohesividad:** habilidad para retener la forma
- ❖ **Permeabilidad:** habilidad para permitir que los gases escapen
- ❖ **Colapsabilidad:** habilidad para permitir que el metal se contraiga en la cavidad sin que se fracture la pieza
- ❖ **Resistencia:** para mantener la forma y resistir la erosión
- ❖ **Estabilidad térmica:** resistir la fractura al entrar en contacto con el metal líquido
- ❖ **Reusabilidad:** reciclado de la arena después del desmoldeo de la pieza
- ❖ **Diversidad** de formas y tamaños
- ❖ **Disponibilidad** y consistencia
- ❖ **Compatibilidad** con medios aglutinantes



## Tamaño del grano:

- Mallas: 10 a 250 (1/12 a 1/500 plg)
- Tamaño de grano AFS (análisis de mallas), distribución en las mallas
- Grano fino mejorar el acabado superficial de las piezas
- Grano grueso mayor permeabilidad, (facilidad para que escapen los gases durante la colada)

### Efecto de la fineza y el % de bentonita

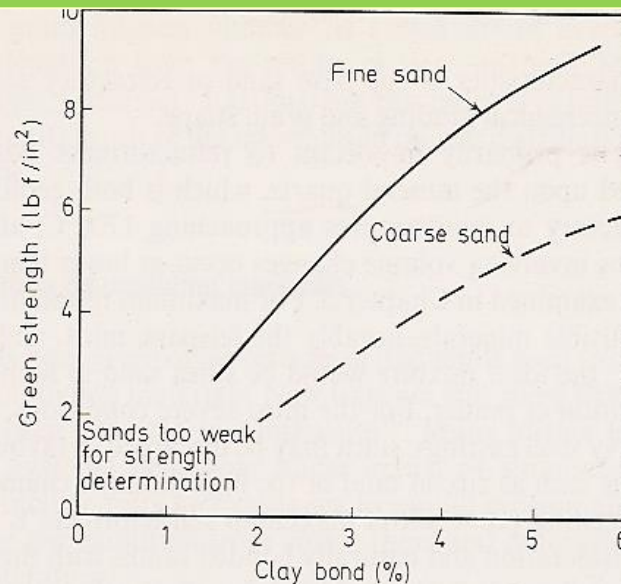


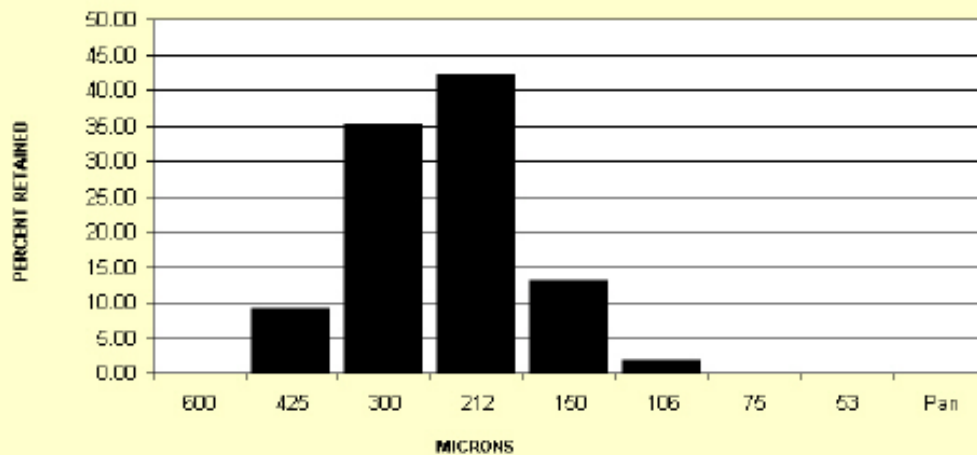
Figure 4.8. Effect of grain size on strength of clay bonded sand (from Davies<sup>2</sup>) (courtesy of British Steel Corporation)

# Granulometría AFS (fineza o tamaño de grano AFS)

## THE AFS GFN SPREADSHEET

SAMPLE SOURCE:	Southern Pacific Sands	Weight of Sample	100	grams
DATE OF TEST :	12/01/2001			
CUSTOMER	Cast Metal Services			
Sieve Size :Microns	Amount Retained	Percentage Retained %	Multiplication Factor	Product Per sieve
600	0.00	0.00	20	0.00
425	8.80	8.81	30	264.26
300	34.80	34.83	40	1393.39
212	42.00	42.04	50	2102.10
150	12.80	12.81	70	896.90
106	1.50	1.50	100	150.15
75	0.00	0.00	140	0.00
53	0.00	0.00	200	0.00
Pan	0.00	0.00	300	0.00
Total	99.90	100		4806.81
% Sieve Loss=	0.10%	Four sieve spread=	98.50%	
	AFS GFN=	48.02		

SAND SIEVE DISTRIBUTION



80 % retenida en 3 mallas

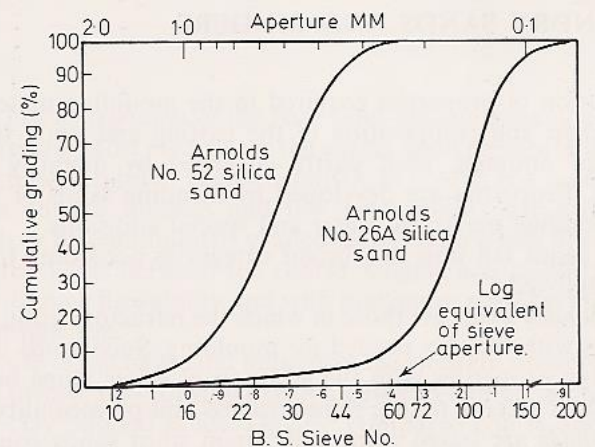


Figure 4.7. Cumulative grading curves for coarse and fine silica sands



# Distribución de la arena en las mallas



Rocla Quarry Products Pty Ltd  
130 Fawcett Avenue  
Redcliffe, W.A. 6104  
Tel.: +61 8 9475 2500  
Fax.: +61 8 9477 2633  
[www.roccla.com.au](http://www.roccla.com.au)

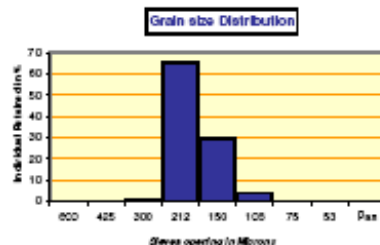
## Technical Data Sheet

### AFS 60 Silica Sand

CHEMICAL CONSTITUENTS		PHYSICAL PROPERTIES	
SiO <sub>2</sub>	99.86 %	Loss on Ignition.....	0.070 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.010 %	Water content (@ 105°C).....	<0.001%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.022 %		
CaO	0.002 %		
MgO	0.003 %		
Na <sub>2</sub> O	0.003 %		
K <sub>2</sub> O	0.003 %		
TiO <sub>2</sub>	0.034 %		
MnO	<0.001 %		

### SIEVE ANALYSIS

ASTM Sieves Series Number	Sieve opening in $\mu\text{m}$	% Retained
20	850 $\mu\text{m}$	0
30	600 $\mu\text{m}$	0
40	425 $\mu\text{m}$	0
50	300 $\mu\text{m}$	1.1
70	212 $\mu\text{m}$	65.4
100	150 $\mu\text{m}$	29.5
140	106 $\mu\text{m}$	3.9
200	75 $\mu\text{m}$	0.2
270	53 $\mu\text{m}$	0
Pan	Pan	



**PACKAGING** – Bulk Bags or 25kg

**STORAGE AND STABILITY** – Store the product in the closed original packaging at ambient temperature and protect from humidity.

All information in this publication is in accordance with our present experience and knowledge. However, since we have no influence on the way in which our products are treated and used, we cannot take any responsibility in this respect.



Rocla Quarry Products Pty Ltd  
130 Fawcett Avenue  
Redcliffe, W.A. 6104  
Tel.: +61 8 9475 2500  
Fax.: +61 8 9477 2633  
[www.roccla.com.au](http://www.roccla.com.au)

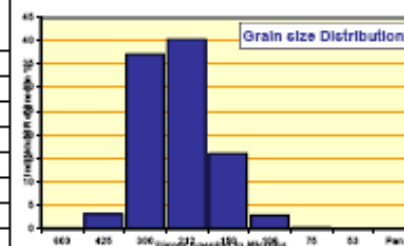
## Technical Data Sheet

### AFS 50 – 55 Silica Sand

CHEMICAL CONSTITUENTS		PHYSICAL PROPERTIES	
SiO <sub>2</sub>	99.86 %	Loss on Ignition.....	0.070 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.007 %	Water content (@ 105°C).....	4.2 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.020 %	AFS Number.....	50.7
CaO	0.002 %	Above 600 $\mu\text{m}$ .....	<1.0 %
MgO	0.003 %	Below 150 $\mu\text{m}$ .....	< 5.0 %
Na <sub>2</sub> O	0.003 %		
K <sub>2</sub> O	0.003 %		
TiO <sub>2</sub>	0.025 %		
MnO	<0.001 %		

### SIEVE ANALYSIS

ASTM Sieves Series Number	Sieve opening in $\mu\text{m}$	% Retained
30	600 $\mu\text{m}$	0.2
40	425 $\mu\text{m}$	3.1
50	300 $\mu\text{m}$	37.1
70	212 $\mu\text{m}$	40.3
100	150 $\mu\text{m}$	16.0
140	106 $\mu\text{m}$	2.9
200	75 $\mu\text{m}$	0.3
270	53 $\mu\text{m}$	0.1
Pan	Pan	



- **AFS Number = 50 - 55**

**PACKAGING** – Bulk shipment or Container

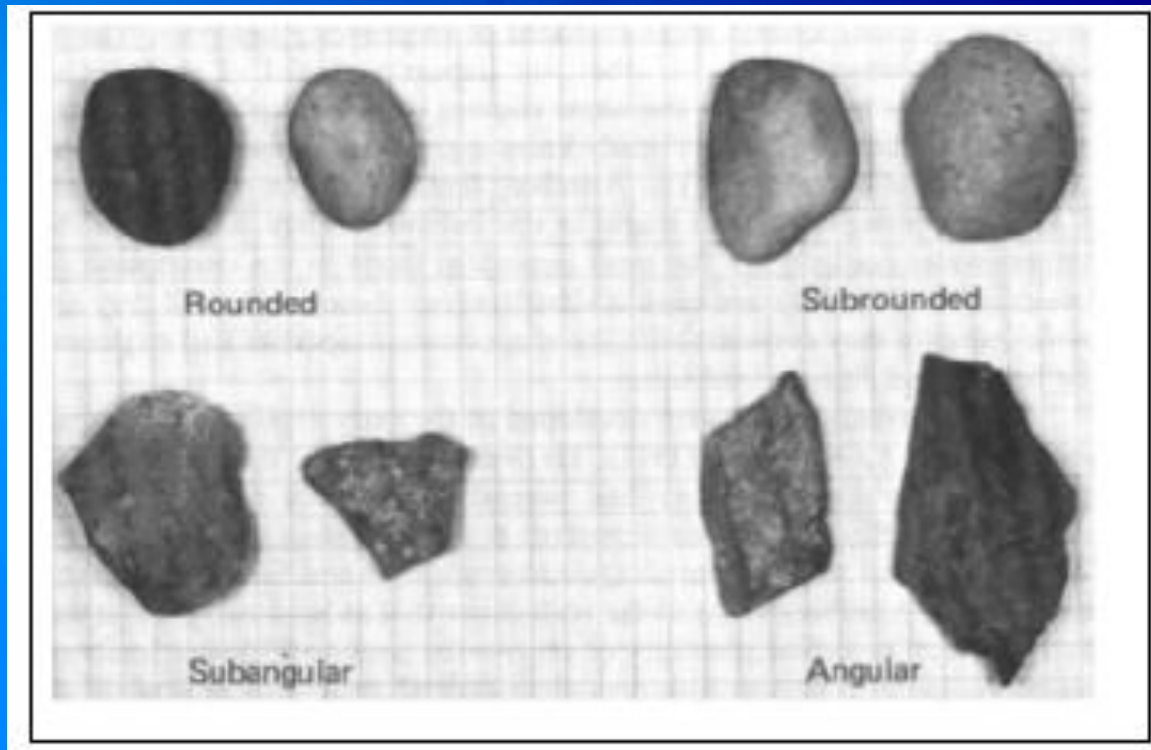
**STORAGE AND STABILITY** – Store the product in the closed original packaging at ambient temperature and protect from humidity.

All information in this publication is in accordance with our present experience and knowledge. However, since we have no influence on the way in which our products are treated and used, we cannot take any responsibility in this respect.

## **Forma del grano: angular, subangular, subredonda y redonda**

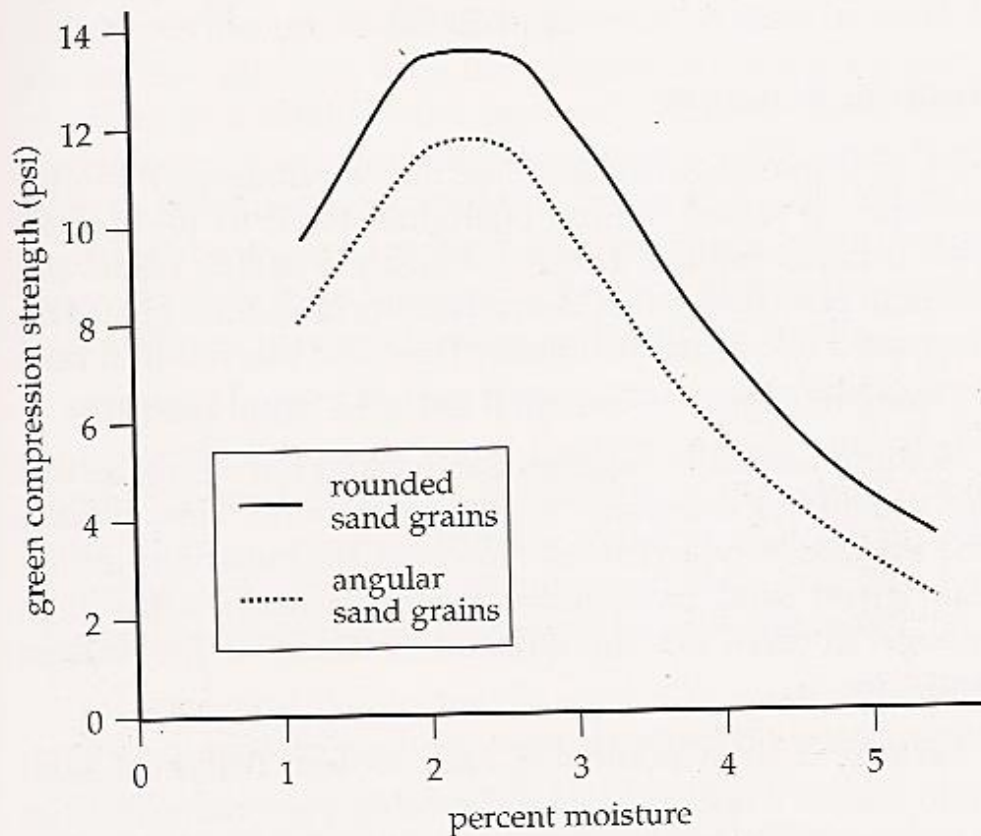
- Formas irregulares del grano aumentan la resistencia por la intercomunicación a diferencia de los granos redondos

Desventaja: la intercomunicación reduce la permeabilidad





## Interpretar la gráfica



*Fig. 8-11. Green compression strength based on grain shape and percent moisture at constant clay percentage.*

# Aglutinantes usados en las arenas

Clay are the natural “glues” used to hold sand moulds together in green, dry and hot conditions

Imparten a la mezcla de moldeo las propiedades

- Resistencia en verde
- Resistencia en caliente
- Deformación
- Resistencia en húmedo
- Densidad
- Moldeabilidad (Flowability)
- Plasticidad
- Permeabilidad
- Dureza del molde

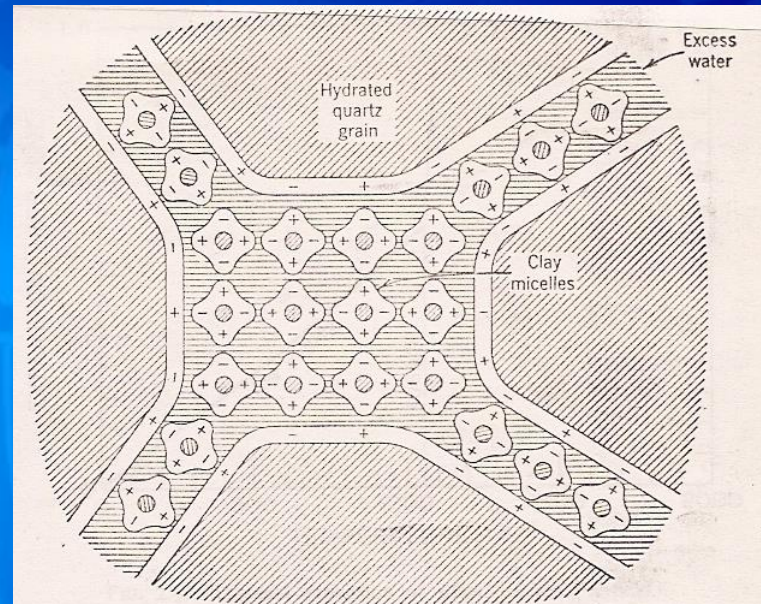


FIG. 2.3. Schematic sketch showing disposition of clay and quartz micellar dipoles. In green sand the intermicellar voids are filled with water.

# Aglutinante(s)

**Bentonita:** son montmorilonitas (también hay kaolinitas)

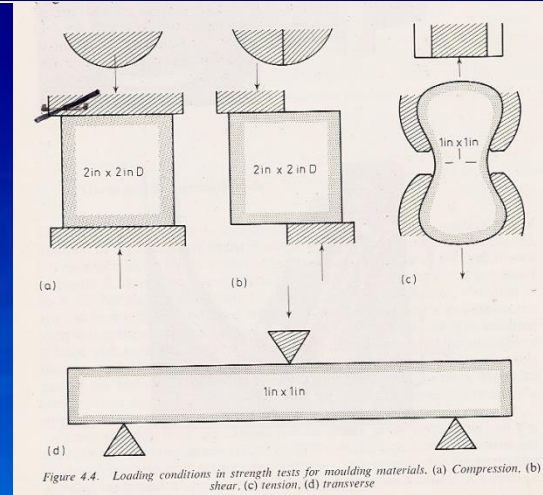
**Cálcica:** se usan como aglutinante primario en moldes para piezas de Al, montmorilonita ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) e illita (micas). Da a la mezcla menor resistencia en caliente y en seco que la sódica, para un mismo contenido de agua. Pero retiene más fuertemente la resistencia

**Sódica:** hace que la arena se hinche o expanda (swelling clay) componentes montmorilonita  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Reduce la moldeabilidad y ocasiona pegado de metal al molde.

**Agua:** se combina con los aglutinantes hidratándolas y facilitando el intercambio iónico:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Al}^{+3}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$  · Puede adicionarse entre 1.5 y 5.5 %

# Ensayos de las mezclas de moldeo

- **Permeabilidad (F)**
- **Resistencia al corte transversal (M)**
- **Resistencia ala compresión en verde (M)**
- **Dureza del molde (M)**
- **% de Humedad (Q-F)**
- **% Humedad (F)**
- **% de compactabilidad (M)**
- **Perdidas por ignición (Q)**
- **Moldeabilidad (en %) (M)**
- **Arcilla activa (Q)**
- **Arcilla latente (Q)**
- **Análisis granulométrico (No AFS) (F)**
- **Finos presentes en el sistema (F)**
- **Densidad (F)**



**Ensayos F físicos, Q químicos, M mecánicos**



<http://www.kelsonfoundryequipment.com>





**Speedy Moisture  
Tester**



**Moisture Analyzer**



**Sand Rammer**



**Universal Sand  
Strength  
Machine (Low  
range)**



**Green Hardness  
Tester "B" Scale**



**B Electric  
Permmeter**



**A Methylene Blue  
Clay Tester**

# Características para mezclas de aleaciones base Al

- Refractabilidad moderada
- Menor resistencia que para las aleaciones ferrosas
- Menor permeabilidad
- Menor granulometría

**Para piezas de aluminio, las propiedades de referencia son:**

No AFS	110-130
Contenido de bentonita (%)	12 - 18
Humedad recomendad (%)	4 - 5
Permeabilidad en verde	10 – 25
Resistencia compresiva en verde (psi)	5 - 10

**De que dependen las propiedades que debe tener  
la mezcla de moldeo**



## **Variables de control en el proceso de mezclado (molinos)**

- **Tipo de molino**
- **Temperatura de la arena**
- **Tiempo de mezclado**
- **Temperatura de mezclado**
- **% de humedad**
- **Tipo de bentonita y forma de incorporación**
- **Calidad de la arena**

**Se debe llevar  
Control estadístico del proceso  
de mezclado**

# Corazones (machos )

- Son insertos en la cavidad del molde previos a la colada
- El metal líquido fluye entre la pared del molde y del corazón, dando origen a piezas huecas.
- Puede requerir soportes para evitar su movimiento durante el llenado de la pieza, llamados chaplets

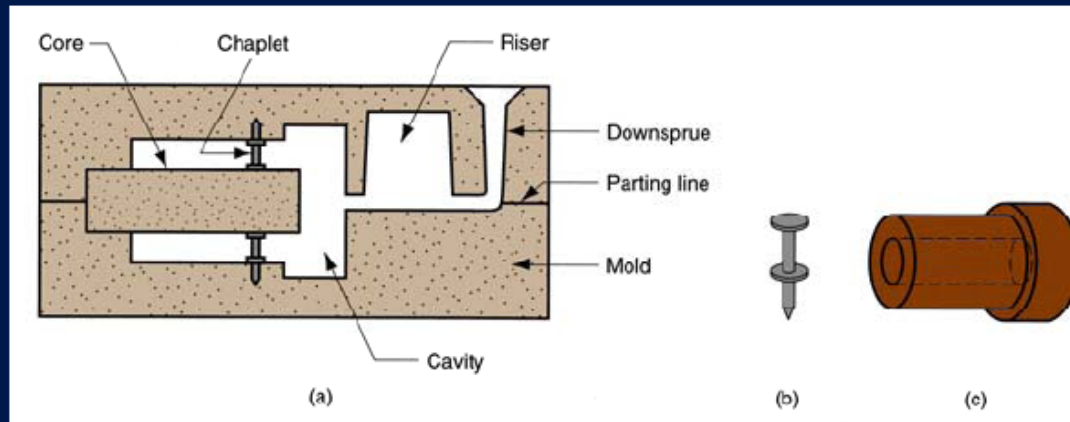
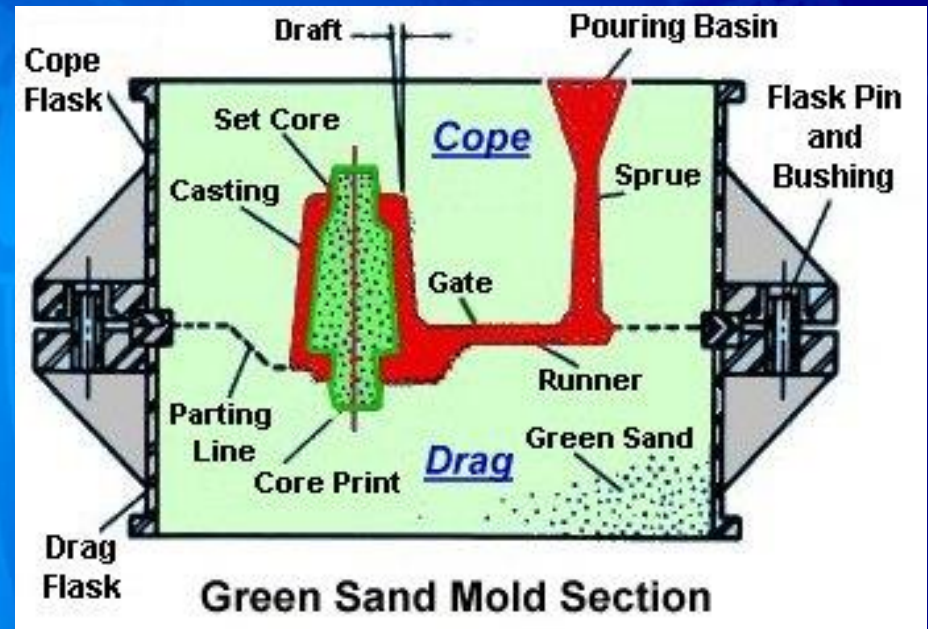
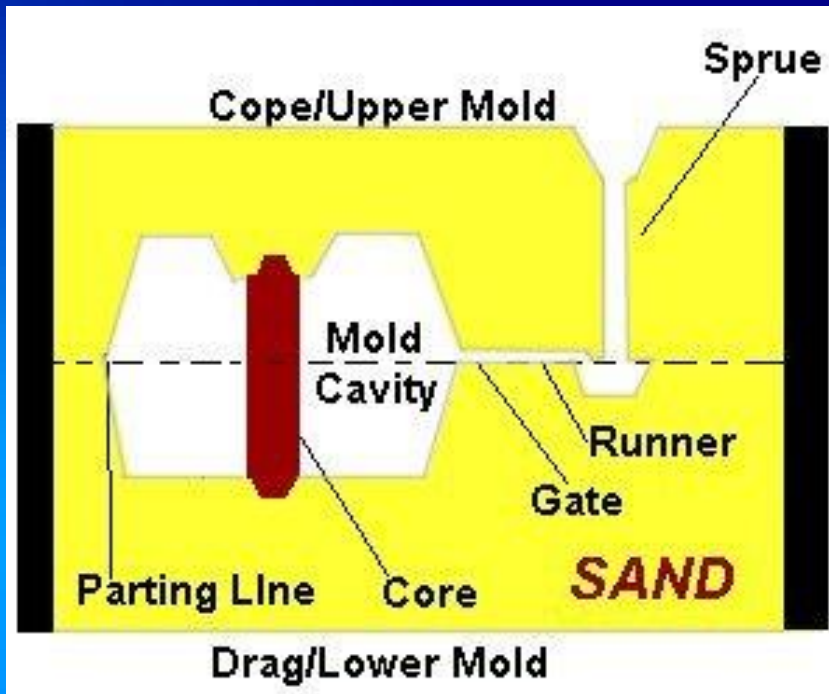


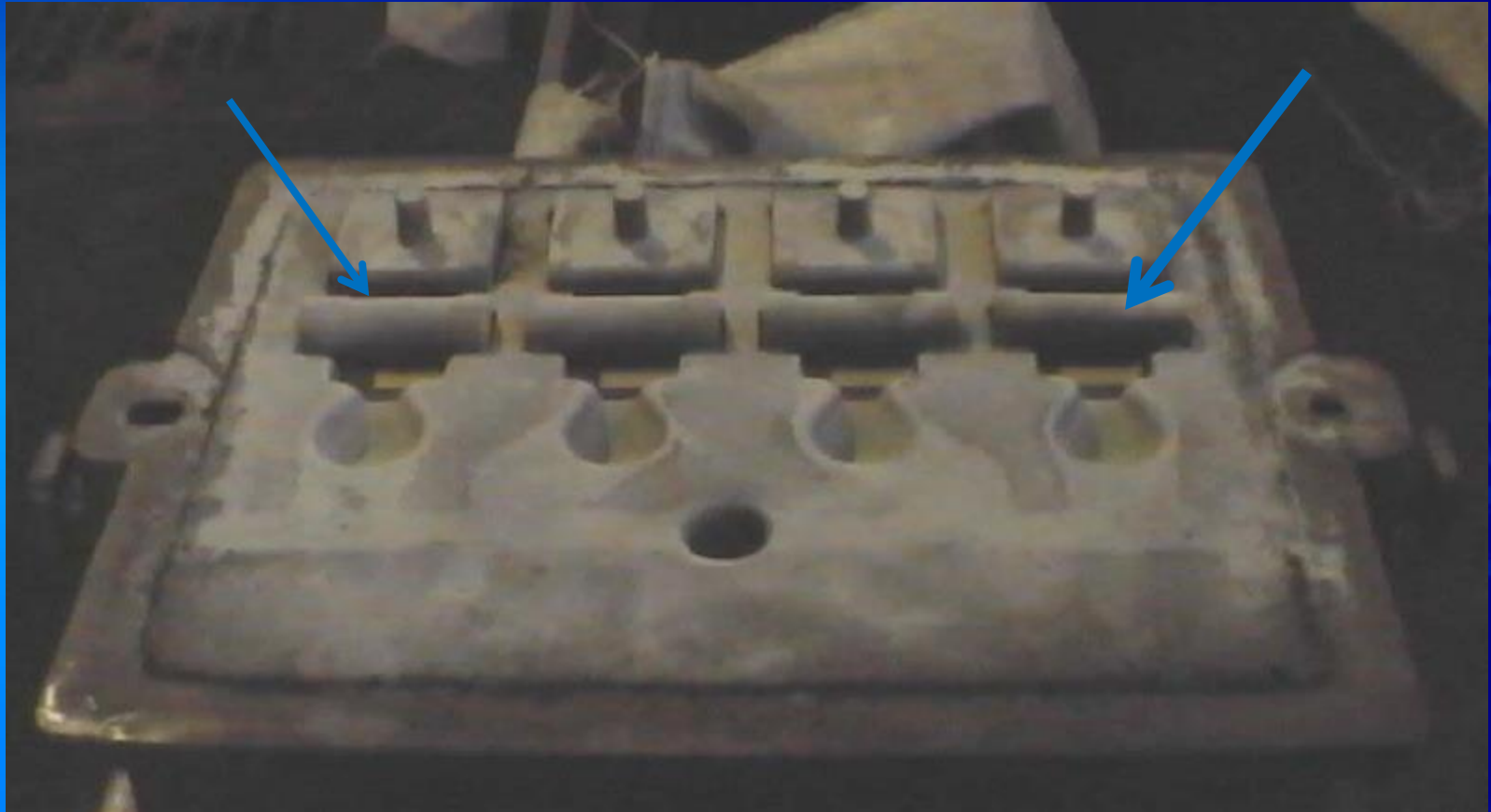
Figure 11.4 - Core held in place in the mold cavity by chaplets

(b) possible chaplet design

(c) casting with internal cavity

## Ejemplos de piezas con corazones





**Mitad inferior del molde (Drag) con corazones**



# Procesos de moldeo con aglutinantes químicos y fabricación de corazones

Table 8-6.  
Binder Systems Classified by Catalyst Curing Mechanism

Acidic	Basic (Alkaline)	Other
silicate CO <sub>2</sub> plus dehydration	phenolic ester nobake	shell (neutral)—hexa addition
warmbox	phenolic ester coldbox (addition)	silicate nobake—saponification plus dehydration
hotbox	oil urethane nobake plus oxidation	core oil (neutral)—oxidation
SO <sub>2</sub> furan	phenolic urethane nobake and coldbox	phosphate/metal oxide
SO <sub>2</sub> acrylic epoxy and free radical cure	polyol urethane nobake	

Table 8-7.  
Categories of Resin Core/Mold Processes

Coldbox	Nobake	Heat-Activated
phenolic/urethane/amine silicate/CO <sub>2</sub> furan/SO <sub>2</sub> acrylic/epoxy/SO <sub>2</sub> (acrylic) FRC/SO <sub>2</sub> phenolic/ester (methyl formate) phenolic/CO <sub>2</sub>	furan/acid phenolic/acid phenolic/ester oil urethane silicate/ester phenolic urethane phosphate/metal oxide polyol urethane	shell core oil phenolic hotbox furan hotbox urea formaldehyde hotbox warmbox

**Table 4.4**  
**CORESAND MIXTURE FOR GENERAL PURPOSES**

Composition	100 % Chelford medium silica sand 1.5 % Starch 1.5 % Core oil 2.5 % Moisture
Permeability	200
Green compression strength	2 lbf/in <sup>2</sup> (14 kN/m <sup>2</sup> )
Dry compression strength	1000 lbf/in <sup>2</sup> (6.9 MN/m <sup>2</sup> )
Dry tensile strength	250 lbf/in <sup>2</sup> (1.7 MN/m <sup>2</sup> )

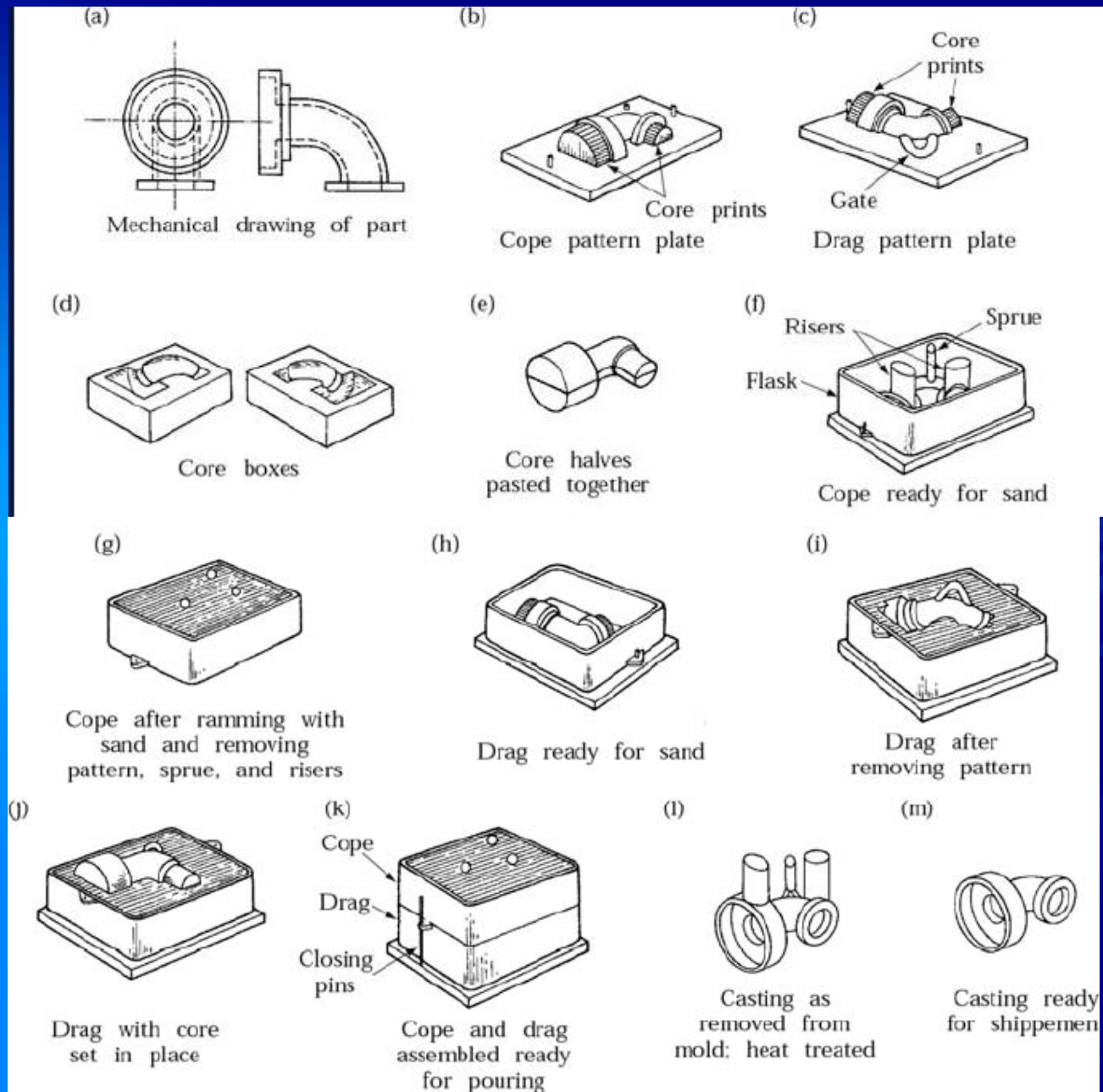




# *Métodos de moldeo*

- **Moldeo manual:** baja producción
- **Máquina moldeadora por sacudida y vibración:** media a alta producción
- **Moldeo vertical sin caja (máquinas moldeadoras):** alta producción

# Etapas de molde manual para moldes arena en verde



# Moldeo manual (pasos)

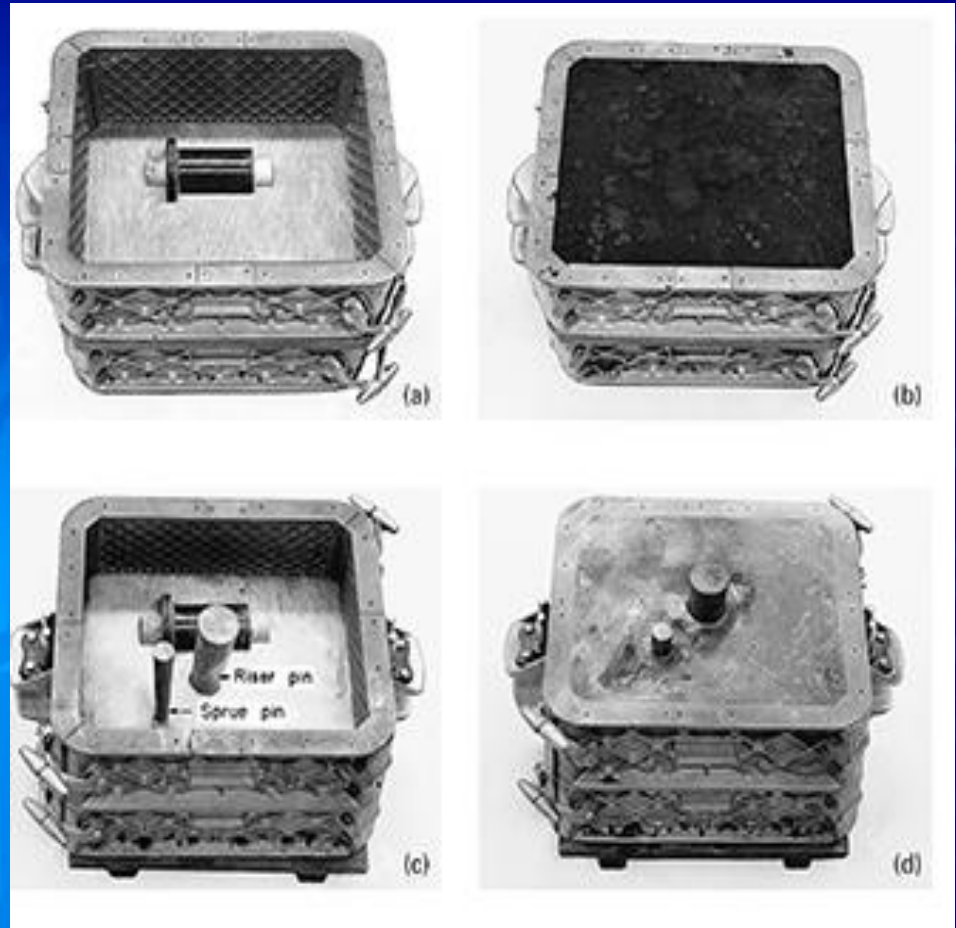
Sequential steps in making a sand casting.

a) A pattern board is placed between the bottom (drag) and top (cope) halves of a flask, with the bottom side up.

b) Sand is then packed into the bottom or drag half of the mold.

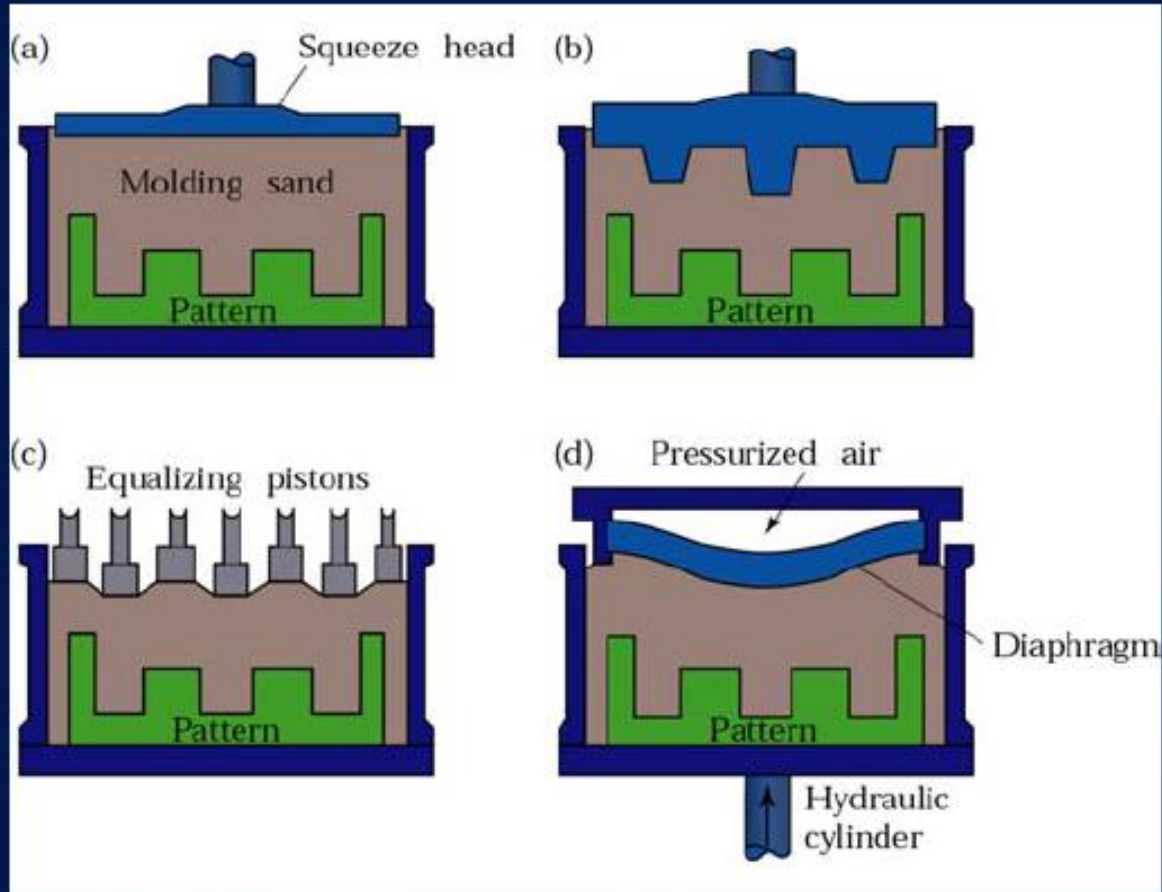
c) A bottom board is positioned on top of the packed sand, and the mold is turned over, showing the top (cope) half of pattern with sprue and riser pins in place.

d) The upper or cope half of the mold is then packed with sand.



# Moldeo a máquina

## Squeeze Heads





# Moldeo a máquina

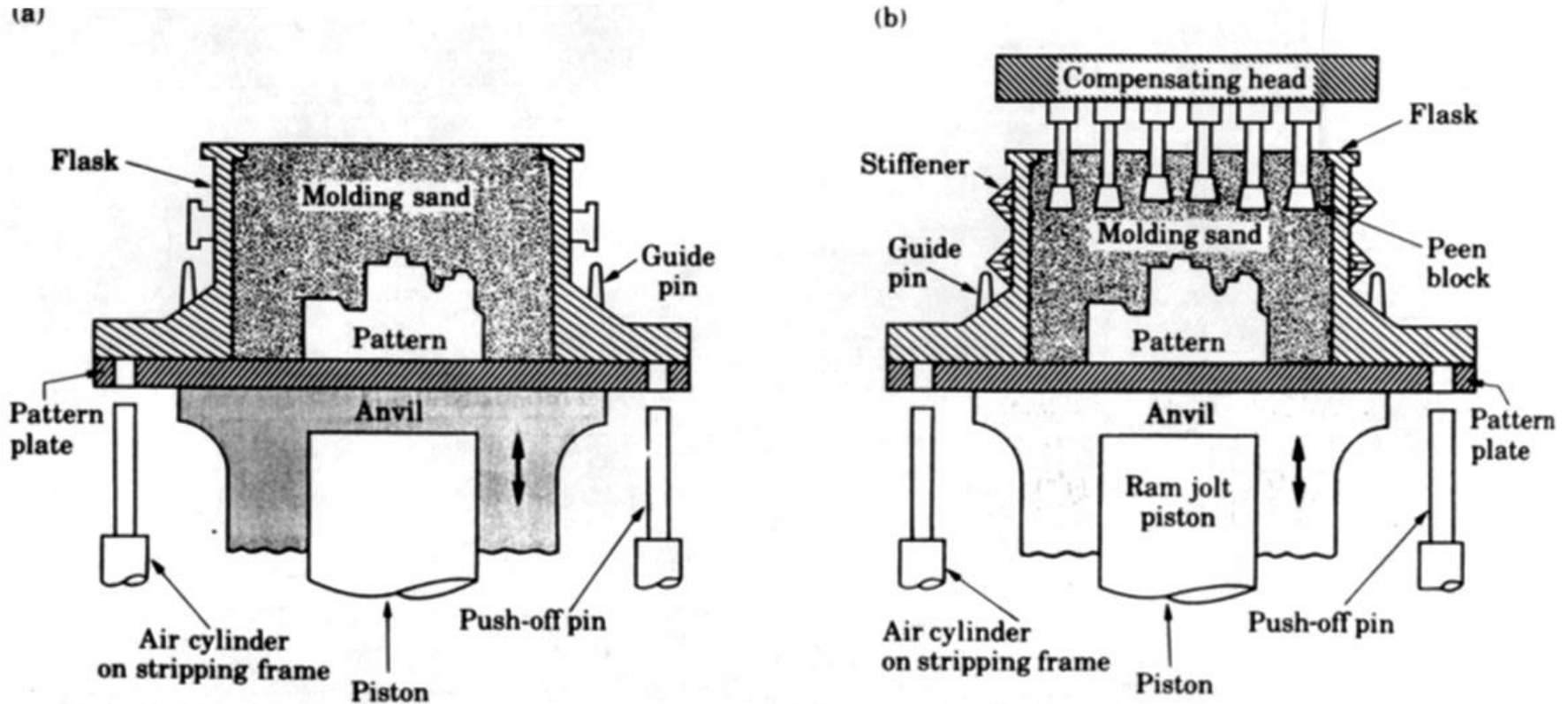
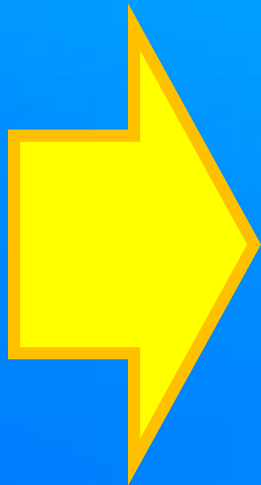
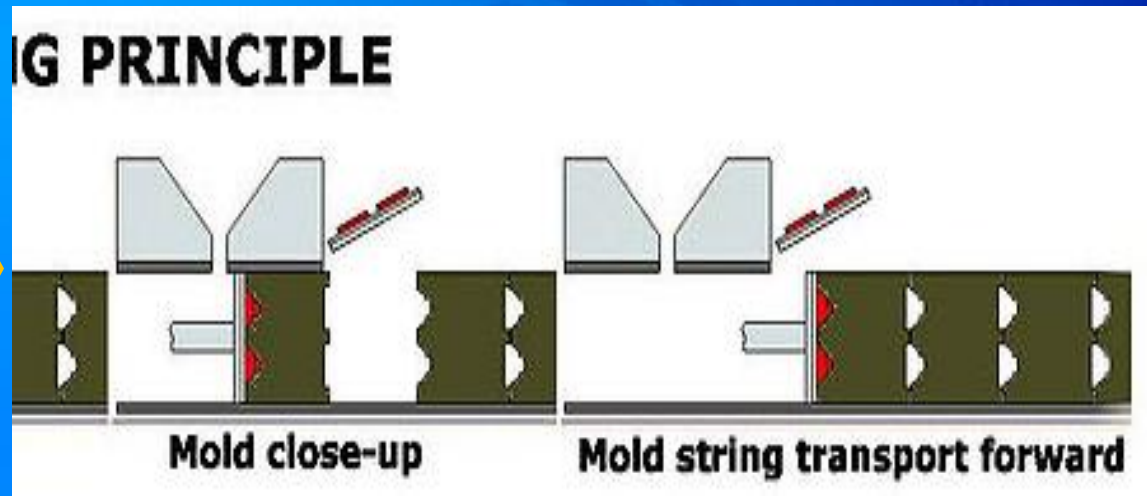
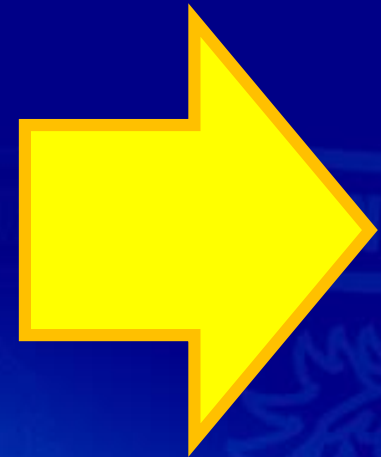
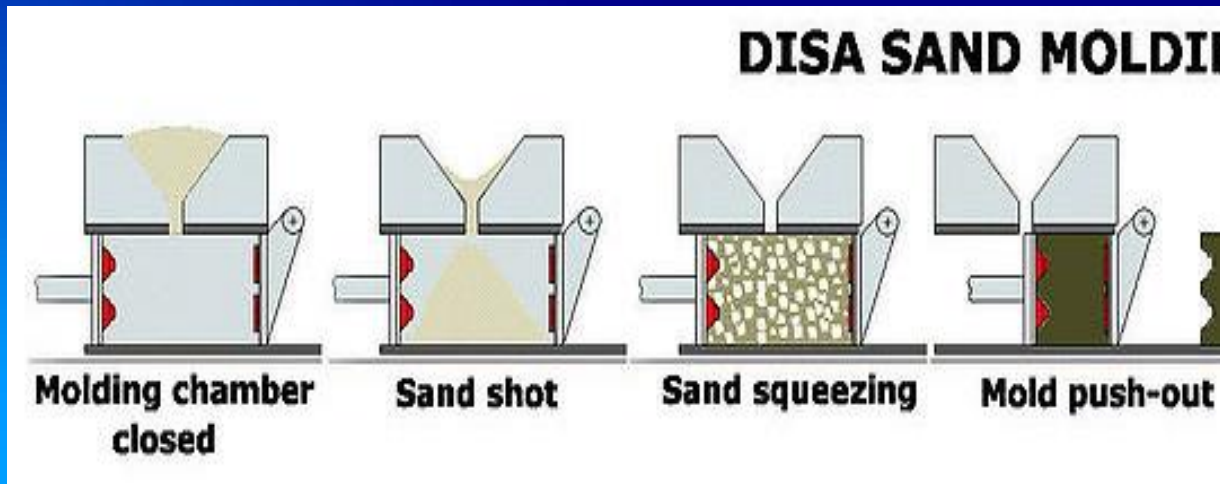


FIGURE 11.8

(a) Schematic illustration of a jolt-type mold-making machine. (b) Schematic illustration of a mold-making machine which combines jolting and squeezing.

# Moldeo vertical a máquina (etapas)





# Moldeo en Arena: Ventajas y Desventajas

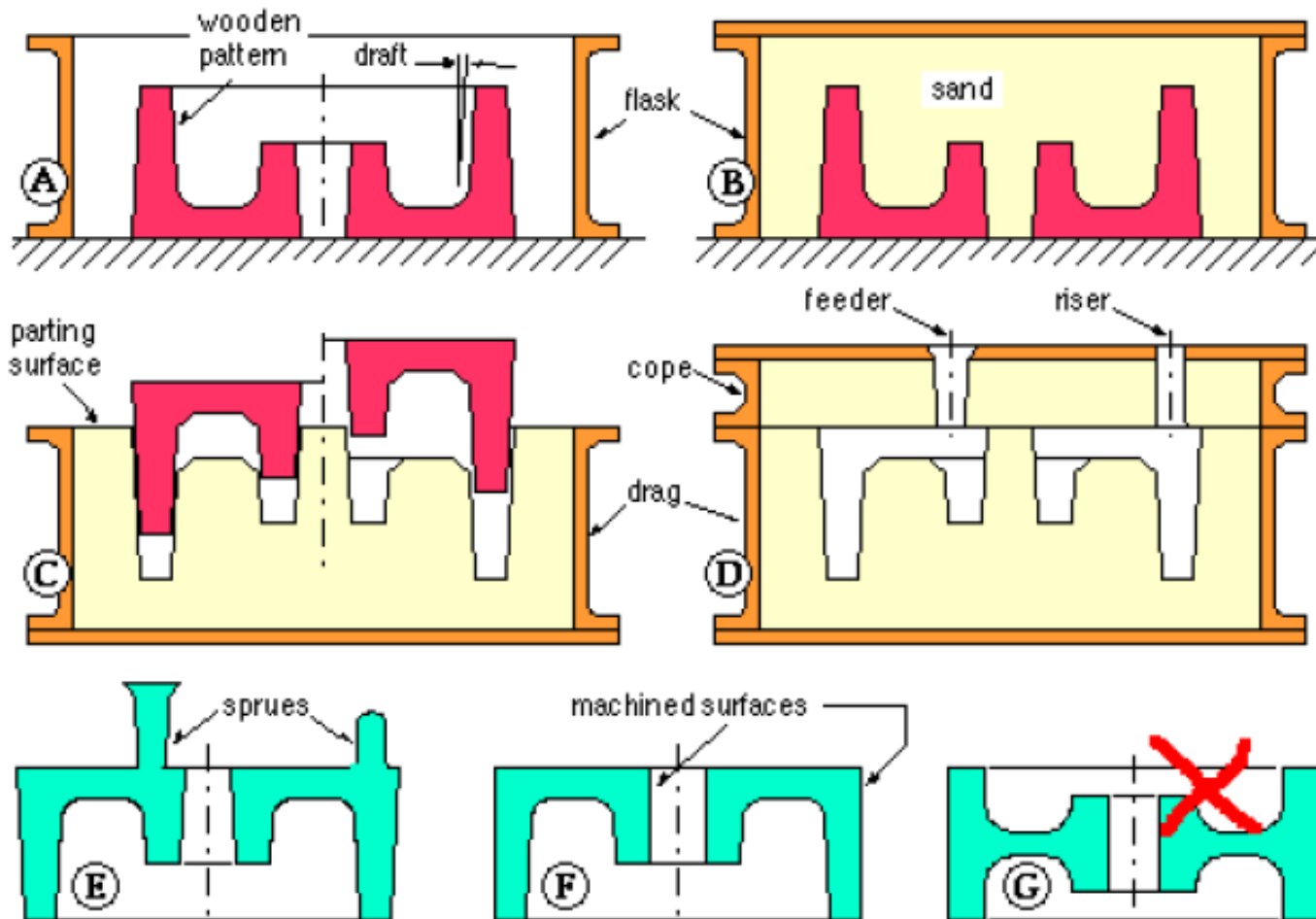
## • Ventajas

- ☐ Molde barato
- ☐ Geometría compleja
- ☐ Cualquier aleación
- ☐ Tamaño ilimitado
- ☐ Económico en baja cantidades
- ☐ Costo de herramental bajo
- ☐ Reuso de la arena con poco ajuste
- ☐ Obtención de la forma final de la pieza (near net shape)

## ☐ Desventajas

- ☐ Costo por pieza alto
  - ☐ Labor intensiva
  - ☐ Baja velocidad de producción
- ☐ Acabado superficial rugoso
- ☐ Bajas tolerancias
- ☐ Espesores relativos de pared gruesos (0.120")

# Sand Casting Rules



## Quality - Casting

- Sand casting
  - Tolerance (0.7~2 mm) and defects are affected by shrinkage
  - Material property is inherently poor
  - Generally have a rough grainy surface
- Investment casting
  - Tolerance (0.08~0.2 mm)
  - Mechanical property and microstructure depends on the method
  - Good to excellent surface detail possible due to fine slurry
- Die casting
  - Tolerance (0.02~0.6 mm)
  - Good mechanical property and microstructure due to high pressure
  - Excellent surface detail

## Cost - Casting

- Sand casting
  - Tooling and equipment costs are low
  - Direct labor costs are high
  - Material utilization is low
  - Finishing costs can be high
- Investment casting
  - Tooling costs are moderate depending on the complexity
  - Equipment costs are low
  - Direct labor costs are high
  - Material costs are low
- Die casting
  - Tooling and equipment costs are high
  - Direct labor costs are low to moderate
  - Material utilization is high

# Rate - Casting

- Sand casting
  - Development time is 2~10 weeks
  - Production rate is depending on the cooling time :  $t \sim (V/A)^2$
- Investment casting
  - Development time is 5~16 weeks depending on the complexity
  - Production rate is depending on the cooling time :  $t \sim (V/A)^2$
- Die casting
  - Development time is 12~20 weeks
  - Production rate is depending on the cooling time :  $t \sim (V/A)^1$

# Flexibility - Casting

- Sand casting
  - High degree of shape complexity (limited by pattern)
- Investment casting
  - Ceramic and wax cores allow complex internal configuration but costs increase significantly
- Die casting
  - Low due to high die modification costs



### 4.3. Defectos en piezas de fundición, debidos a las arenas de moldeo y diseño de moldes.



# TIPOS DE DEFECTOS DE FUNDICIÓN

Defectos por Gas

Inclusiones de arena

Rechupe

Metal frío

Molde roto

Piezas rotas ó agrietadas

Penetración de metal

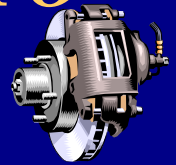
Darta

Falta de material

Grano abierto

Escoria, basura y otras inclusiones

# *DIAGRAMA CAUSA EFECTO*



## CAUSA

METODO

MATERIA PRIMA

MEDIO AMBIENTE

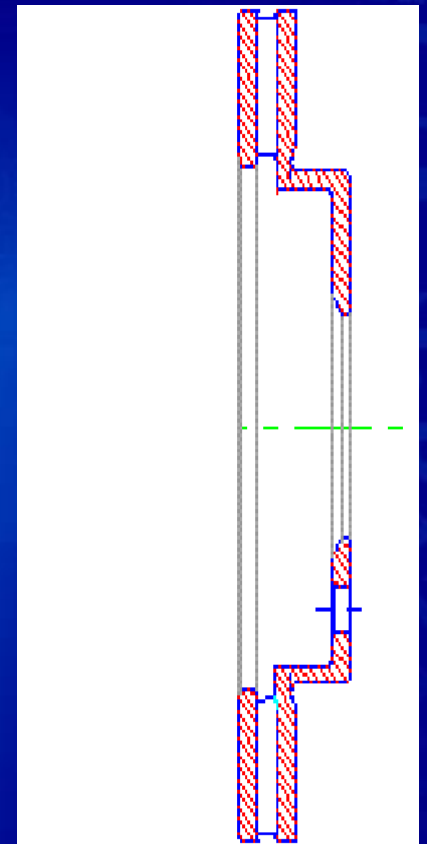
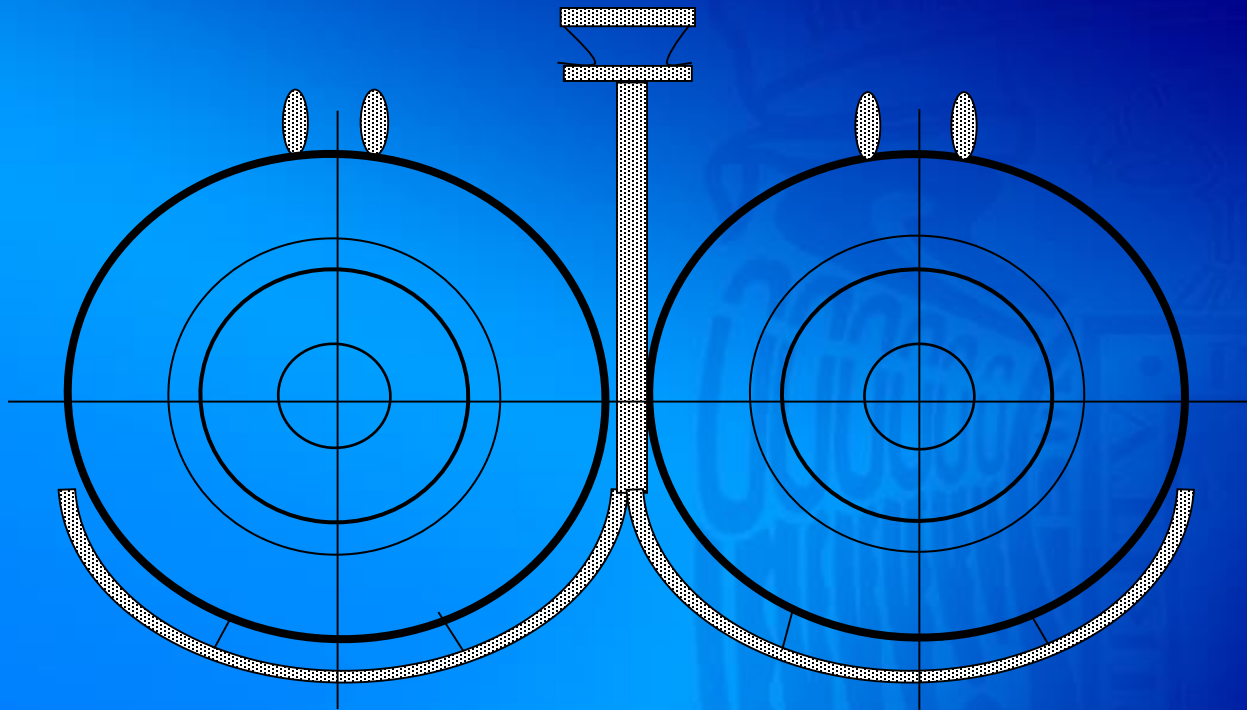
EFECTO

MAQUINARIA

MANO DE OBRA

# UBICACIÓN DEL DEFECTO

## PICTOGRAMA



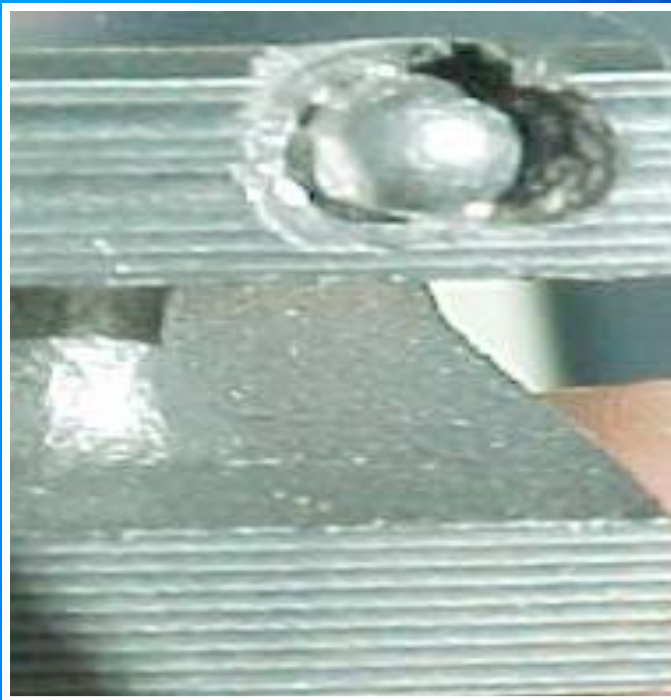


# ***DEFECTOS POR GAS***

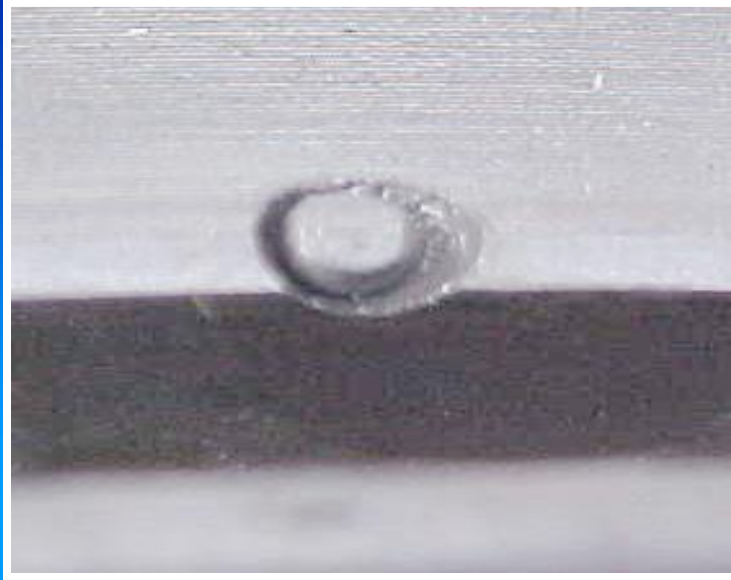
**SOPLADURAS.-** Son cavidades esfericas aplanadas o alargadas y se relacionan con la presión de un gas que excede a la presión del metal en cualquier lugar durante la solidificacion del mismo.

Existen diferentes causas por la cual se genera una sopladura:

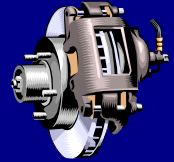
- Corazones, arena de moldeo y metal



# DEFECTOS POR GAS



# ***POSIBLES CAUSAS SOPLADURAS***



## **FUSIÓN:**

- ALTA TEMPERATURA DEL METAL
- METAL CON ALTO CONTENIDO DE Ca, Sr, Oxigeno.

## **CORAZONES:**

- ALTO CONTENIDO DE RESINA
- CORAZÓN HUMEDO
  - MAL SECADO
  - MEDIO AMBIENTE

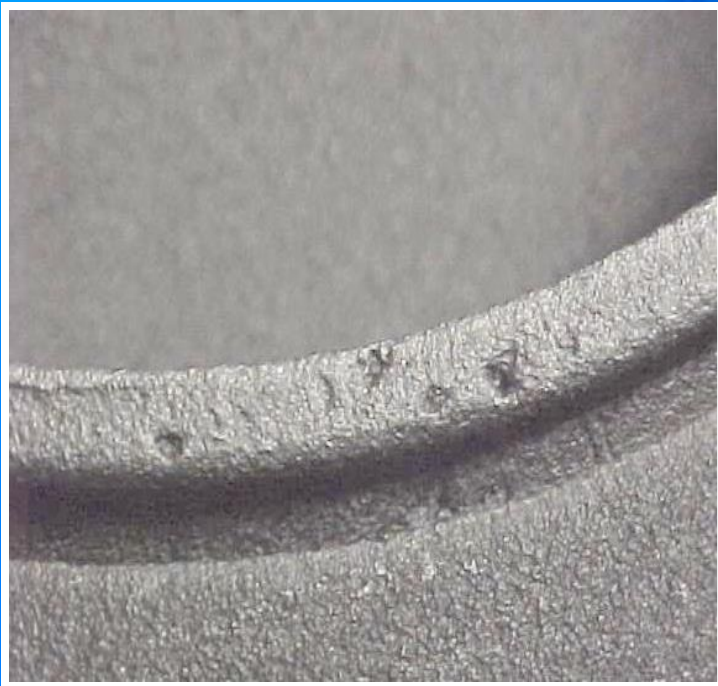
## **MOLDEO:**

- ALTA HUMEDAD EN LA ARENA
  - ALTOS FINOS
  - ALTA TEMP. ARENA
  - EXCESO ARCILLA
- ALTA ADICIÓN DE LIQUIDO SEPARADOR



# INCLUSION DE ARENA

**INCLUSION DE ARENA.-** Es el resultado de la erosión o inclusión de arena ocasionada por la corriente del metal líquido a alta temperatura, sobre la superficie del molde lo que genera que se erosione o deslave la arena incrustándose en la pieza al momento en que esta solidifica. Se presentan como unas manchas ásperas y con un exceso de metal en el lugar donde ha ocurrido el defecto.





# INCLUSION DE ARENA



# ***POSIBLES CAUSAS INCLUSION DE ARENA***

## **FUSIÓN:**

**-ALTA TEMPERATURA DEL METAL**

## **CORAZONES: (ARENA BLANCA)**

**-MAL ENSAMBLE DEL CORAZÓN**

**-CORAZÓN SUCIO O MAL SOPLETEADO**

**--BRUMOS EN EL CORAZON**

**-CORAZÓN HUMEDO**

**-MAL SECADO**

**- MEDIO AMBIENTE**

## **MOLDEO: (ARENA NEGRA)**

**- SUJETAMOLDES**

**- MAL SOLPLETEO**

**- ALTA PRESIÓN EN EL SOPLETEO**

# ***POSIBLES CAUSAS INCLUSION DE ARENA***

## **MOLDEO: (ARENA )**

- MAL DESMOLDEADO (CHAVETAS)**
- MALA SINCRONÍA**
- MAL DISEÑO DEL SITEMA DE ALIMENTACION**
- MOLDE ROTO**
- ARENA SECA**
- MALA PREPARACION DE ARENA POR TIEMPO CORTO DE MEZCLADO Y NO SE ACTIVA LA BENTONITA**

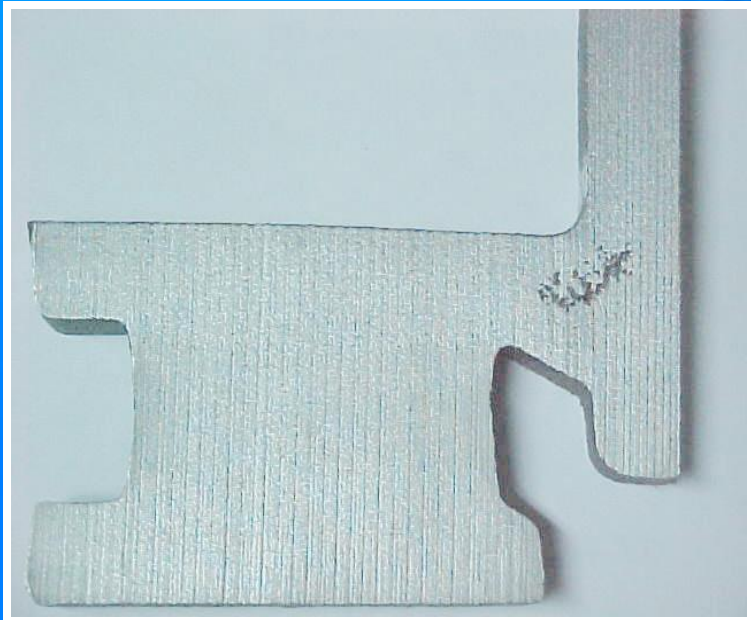
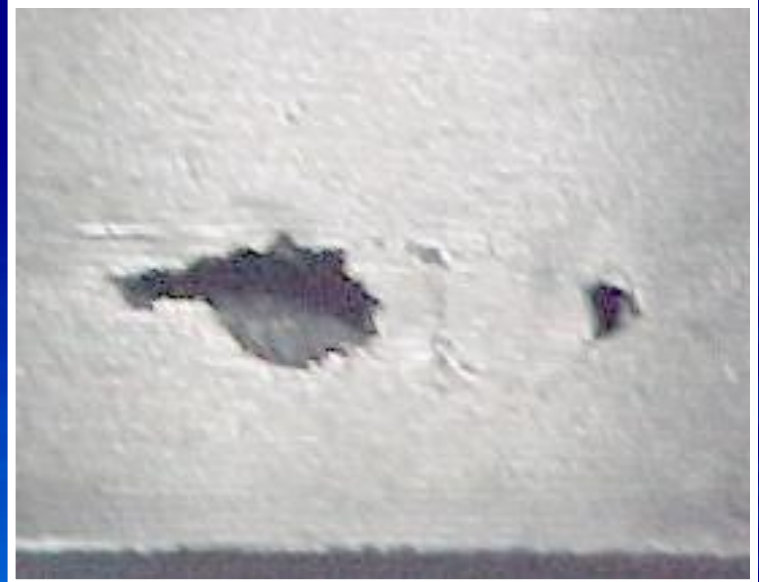
# RECHUPE

**RECHUPE (INTERNO Y EXTERNO).**- Son cavidades asimétricas o áreas esponjosas y son causadas por una contracción mientras el metal pasa del estado líquido a sólido y es un descenso del verdadero plano de la superficie de la pieza. Generalmente se presenta en zonas mas gruesas de la pieza ó puntos mas calientes.





# RECHUPE



# ***POSIBLES CAUSAS DEL RECHUPE***

## **FUSIÓN:**

- BAJA TEMPERATURA DEL METAL
- ALEACIONES DE RANGO LARGO
- MALA PREPARACION DEL METAL LIQUIDO Y LENTO ENFRIAMIENTO.
- COLADO INTERRUMPIDO (COPAS SIEMPRE LLENAS)

## **CORAZONES:**

- EXCESO DE PINTURA EN ATAQUES ( ATAQUES MAS DELGADOS )
- HERRAMENTAL DESGASTADO HACE QUE EL CORAZON INCREMENTE SUS DIMENSIONES

## **MOLDEO:**

- COMPRESION DE MOLDE EXCESIVO (“APLASTA” EL ATAQUE)
- FALTA DE RESISTENCIA DEL MOLDE
- FALLA EN CLAMPS ( APERTURA DE MOLDES)

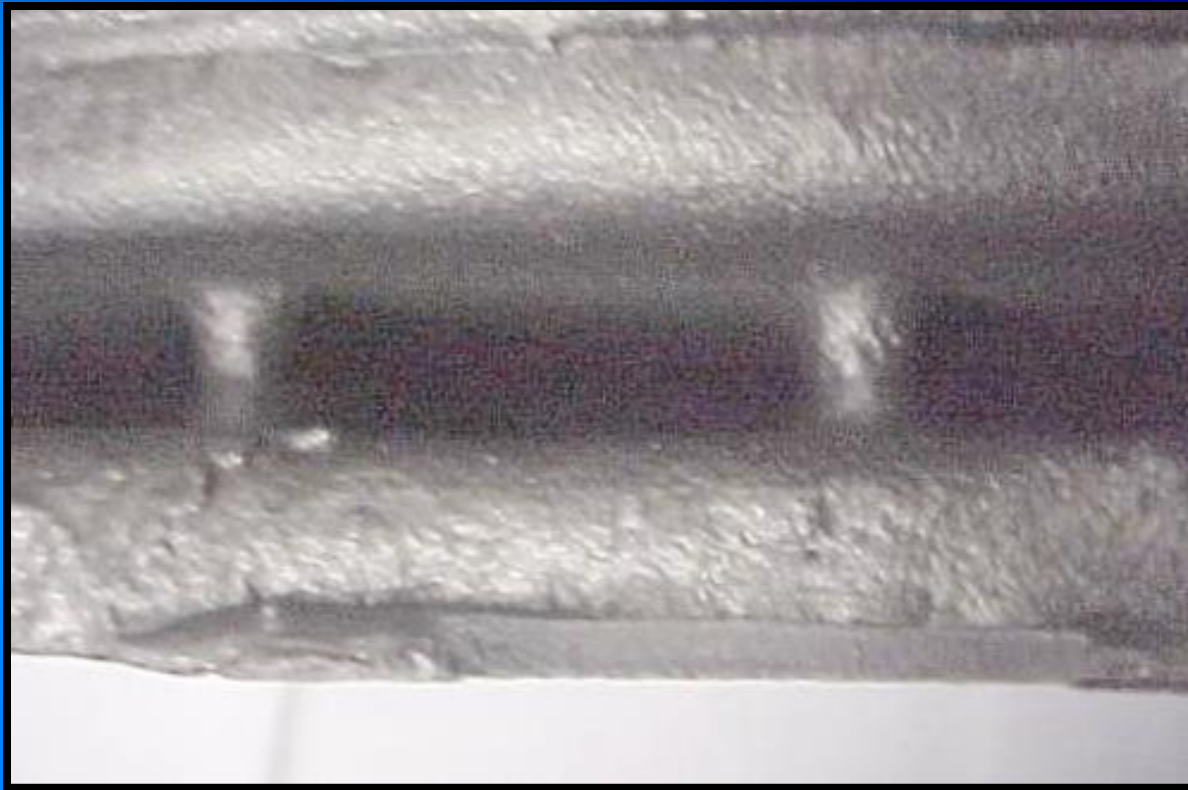
# *POSIBLES CAUSAS DEL RECHUPE*

## **MOLDEO:**

- FRACTURA DE MOLDE ( GRIETAS )
- FALTA DE RESISTENCIA DEL MOLDE
- ALTA TEMPERATURA DE LA ARENA

# METAL FRIO

**METAL FRIO.-** Son pequeños globulos de metal ó material ageno a la colada que se encuentran adheridos pero no directamente fundidos a la pieza y se observa como una falsa unión





# METAL FRIO





# ***POSIBLES CAUSAS DEL METAL FRIO***

## **FUSION:**

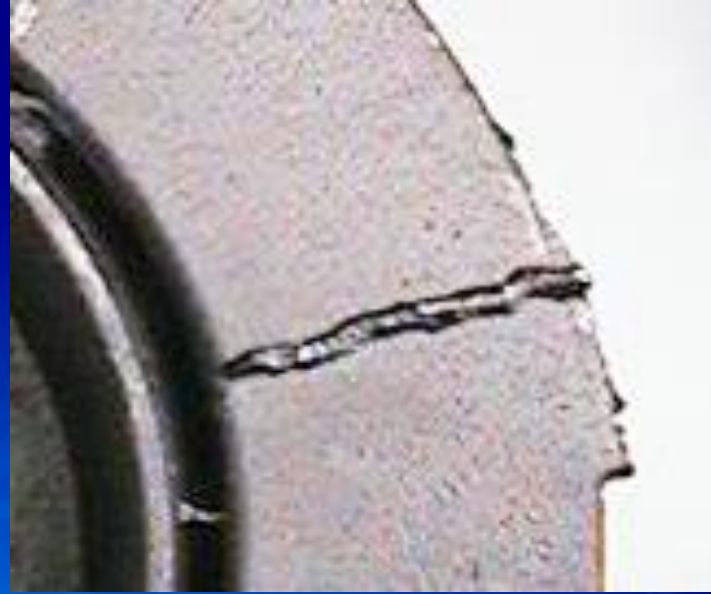
- LLENADO LENTO DEL MOLDE**
- COLADO INTERRUMPIDO**
- BAJA TEMPERATURA DEL METAL**
- NIVEL DEL CANAL BAJO**
- GOTEO DEL ESTOPPER**
- DERRAME DE METAL AL SIGUIENTE MOLDE POR COLAR**

# MOLDE ROTO (PEGOTE)

**MOLDE ROTO (PEGOTE).**-Es una protuberancia de metal en exceso sobre una superficie fundida debido a la pérdida de una porción de arena que conforma el molde y ese desprendimiento es ocupado por el metal.



# MOLDE ROTO (PEGOTE)



# ***POSIBLES CAUSAS DEL MOLDE ROTO***

## **CORAZONES:**

- EXCESO DE PINTURA EN CORAZON (AJUSTE EXCESIVO DEL CORAZON A LA PLANTILLA DEL MOLDE)
- MAL ENSAMBLE DEL CORAZON

## **MOLDEO:**

- CHAVETAS ROTAS
- SUJETAMOLDES SUCIO
- ARENA PEGADA EN HERRAMENTAL
  - ARENA HUMEDA EN MODELO
- BAJA RESISTENCIA DE LA ARENA
- TIEMPOS CORTOS DE MEZCLADO ( NO SE ACTIVA LA BENTONITA )
- RELACION ARENA METAL
- MAL ENSAMBLE DEL CORAZON



# PIEZAS ROTAS O AGRIETADAS

**ROTURA.-** Es provocado por una accion mecanica, en la mayoria de los casos hay condiciones de mal manejo que son causa de grietas provocando la rotura.





# PIEZAS ROTAS O AGRIETADAS



# ***POSIBLES CAUSAS DE PIEZAS ROTAS***

## **MOLDEO:**

- ALTA COMPACTABILIDAD EN EL MOLDE
- ALTA TEMPERATURA DE LA ARENA
- DESMOLDEO DEMASIADO CALIENTE

## **MODELO:**

- FALTA DE REDONDEO EN LAS ARISTAS
- SECCIONES IRREGULARES

## **ACABADO:**

- DEMASIADAS PIEZAS EN EL MODELO
- MAL DESMAZAROTADO
- MANEJO RUDO DE LAS PIEZAS
- MAL ESTIBADO DE LAS PIEZAS

# PENETRACION DE METAL

**PENETRACION DE METAL.-** Es una condicion en la que el metal, ú oxidos metalicos, han llenado los espacios que hay entre los granos de arena sin desplazarlos. En los moldes o corazones puede ocurrir por la porosidad de la superficie.





# PENETRACION DE METAL



# ***POSIBLES CAUSAS DE PENETRACION DE METAL***

## **CORAZONES:**

- CORAZON POROSO
- BAJA COMPACTABILIDAD DE SOPLADO
- CORAZON HUMEDO O MAL SECADO

## **MOLDEO:**

- ARENA HUMEDA
- PRESION DE PRENSADO BAJA O MUY ALTA
- USO EXCESIVO DE LIQUIDO SEPARADOR
- BAJA PRESION DE AIRE EN EL SOPLADO



**DARTA POR EXPANSION.**-Son capas toscas de metal conectadas al cuerpo de la pieza fundida a causa de propiedades inadecuadas de la arena de moldeo, flujo interrumpido, etc.



# DARTA POR EXPANSION



# ***POSIBLES CAUSAS DE DARTA***

## **FUSION:**

- VACIADO DEMASIADO LENTO
- TEMPERATURA DE VACIADO DEMASIADO ALTA

## **CORAZONES:**

- EXCESIVO RECUBRIMIENTO DE PINTURA
- INSUFICIENTE SECADO DE PINTURA

## **MOLDEO:**

- ARENA HUMEDA
- ALTA PRESION DE PRENSADO DEL MOLDE

# FALTA DE MATERIAL

**FALTA DE MATERIAL O VACIADO CORTO.-** Es cuando a una pieza fundida le falta metal debido a que el molde no se lleno.





# ***POSIBLES CAUSAS DE F. DE MATERIAL***

## **FUSION:**

- MAL VACIADO
- MOLDES INCOMPLETOS

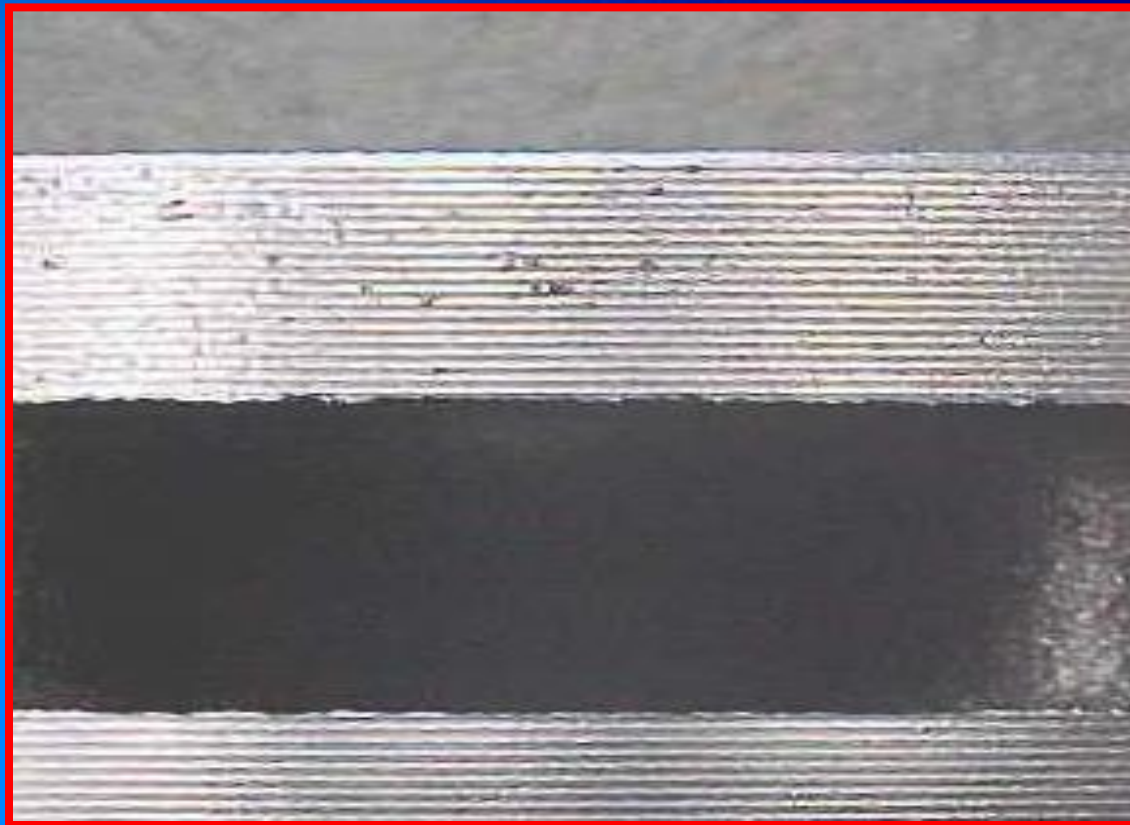
## **MOLDEO:**

- MOLDE ROTO
- PIEZA GRANDE MOLDE PEQUEÑO ( ESCURRE POR LOS LADOS )



# GRANO ABIERTO

**GRANO ABIERTO.-** La estructura de grano abierto es una condición en que una pieza fundida, cuando es maquinada o fracturada presenta un grano muy grueso y puede ser en toda la pieza o en parte de ella siendo un defecto de tipo metalurgico.



# ***POSIBLES CAUSAS DE GRANO ABIERTO***

## **FUSION:**

- VACIADO A ALTA TEMPERATURA

## **MOLDEO:**

- ALTA DEFORMACIÓN DE ARENA, MOVIMIENTO DE PARED EN EL MOLDE
- FALTA DE ENFRIADORES

# ESCORIA, BASURA Y OTRAS INCLUSIONES

**ESCORIA, BASURA Y OTRAS INCLUSIONES.-** Son cavidades bajo la superficie de arena, escoria, espuma óxidos ú otros materiales contenidos en el metal y pueden tener su origen en los moldes , corazones, metal, etc.



# ESCORIA, BASURA Y OTRAS INCLUSIONES



# ***POSIBLES CAUSAS DE ESCORIA, BASURA***

## **FUSION:**

- DESOXIDANTES EXCESIVOS**
- **BAJA TEMPERATURA DEL METAL ( LA ESCORIA NO SE SEPARA)**
- POR DESPRENDIMIENTO DE REFRACTARIO**

## **MOLDEO:**

- **ALTA ADICIÓN DE LIQUIDO SEPARADOR**
- **ARENA SUELTA DEL MOLDE O DEL CORAZON**

## **CORAZONES:**

- CORAZON MAL CURADO**
- **CORAZON SUCIO**
- **PINTURA DE CORAZON MUY ESPESA**
- CORAZON ROTO**



# **Calidad de piezas coladas (castings)**

**Hay una gran cantidad de variables durante la producción de piezas coladas, que pueden conducir a defectos del producto. Los defectos pueden clasificarse en:**

- **Defectos relacionados a la arena**
- **Defectos asociados al proceso global**

## **Métodos de evaluación**

- **Visuales**
- **No destructivos instrumentales (solo si lo justifica)**

# **Analysis of Casting Defects**

## **AFS 2nd Edition, 1966**

### **Pasos para identificación y solución del defecto**

- 1) Estado del problema**
- 2) Análisis de causas**
- 3) Evaluación de las etapas relacionadas en el proceso**
- 4) Toma de acciones**
- 5) Verificación de la acción**

# Formato de análisis de defectos

## CAUSAS POTENCIALES

- 1) **Diseño de la pieza y del modelo**
- 2) **Equipo de moldeo**
- 3) **Cajas y herramental**
- 4) **Sistema de colada y sistema de alimentación (diseño)**
- 5) **Mezcla de moldeo (arena)**
- 6) **Fabricación de corazones**
- 7) **Método de moldeo**

## **Fusión y metal**

- 1) **Composición del metal**
- 2) **Técnica de fusión**
- 3) **Condiciones de colada**
- 4) **Varios**

# Análisis de formación de defectos en el molde durante el llenado y la solidificación

## Defectos en la superficie de la tapa del molde

## Defectos en la superficie de la base del molde

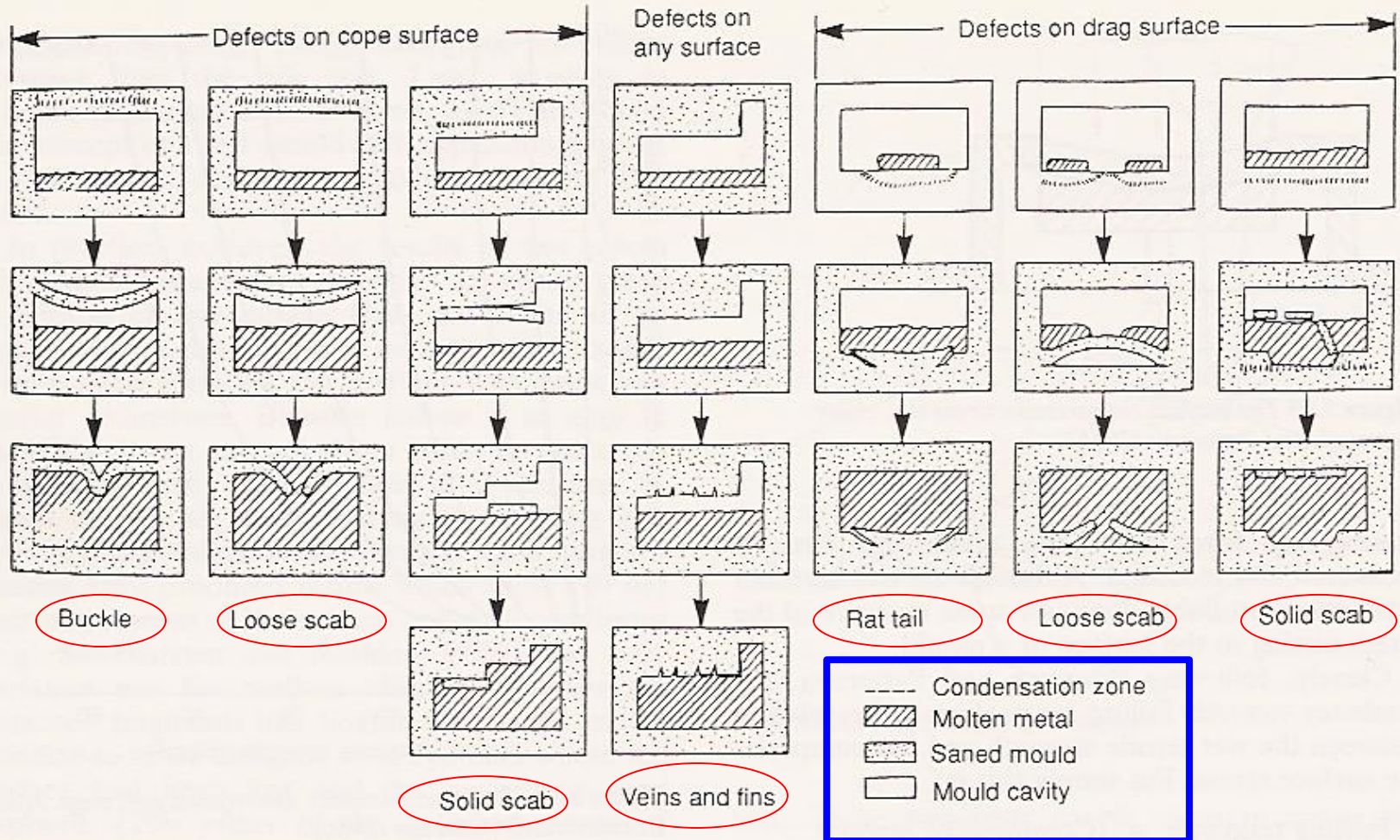


Figure 3.17 A selection of mould surface defects.

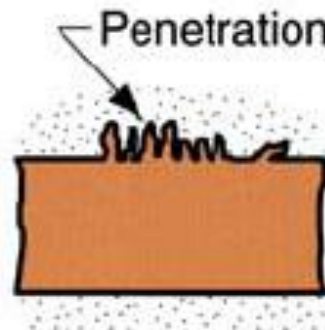


# Defectos asociados a la arena de moldeo (Casting Defects-Sand Defects)

Por insuficiente compactación (caídas o derrumbes y penetración de metal), las caídas se deben al manejo y vibración en las cajas de moldeo o adobes. Las penetraciones el metal líquido se introduce entre los espacios de los granos de arena más compactados. **Remedio** una mezcla adecuada cantidad de bentonita-agua para incrementar resistencia y adecuada compactación

## Penetration

When fluidity of liquid metal is high, it may penetrate into sand mold or sand core, causing casting surface to consist of a mixture of sand grains and metal

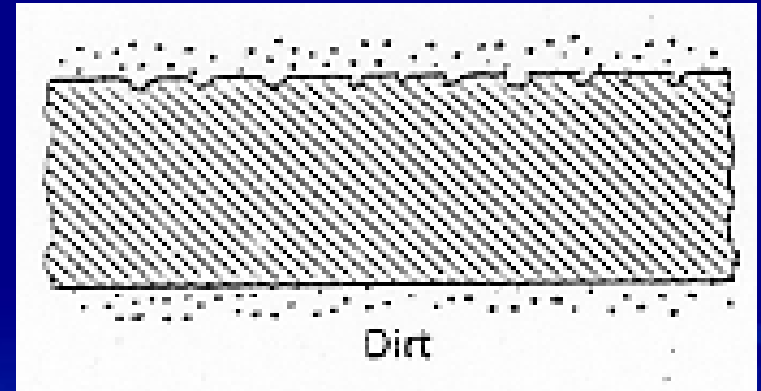




## **Por suciedad (dirt) en el molde (arena):**

debido a una mala limpieza de la cavidad del molde antes de cerrarlo. La arena sube a la parte superior del molde durante el llenado.

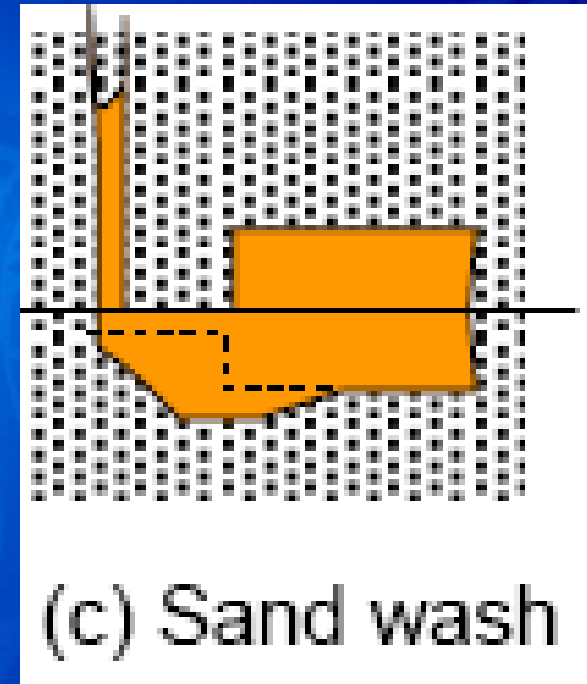
### **Solución:**



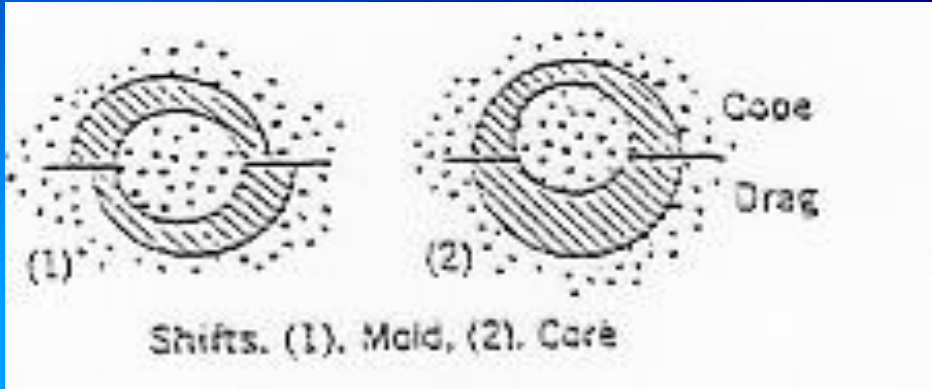
## **Inadecuado diseño del sistema de colada o insuficiente resistencia del molde (deslavado ó sand wash).**

Se debe a velocidades de llenado muy altas, asociado a una baja resistencia del molde y/ o falta de compactación.

### **Solución:**



## Debido a inadecuada posición del cope y el drag, o movimiento del corazón (mold shift)



## Inadecuada composición de la mezcla de moldeo: bucle (combado) y hinchamiento

Se presentan cuando el ultimo metal liquido que entra provoca la expansión del molde debido a la falta de material inorgánico, por lo cual la arena se expande entre los espacios de los granos y la bentonita, causando cualquiera de estos defectos

### Mold Shift

A step in cast product at parting line caused by sidewise relative displacement of cope and drag

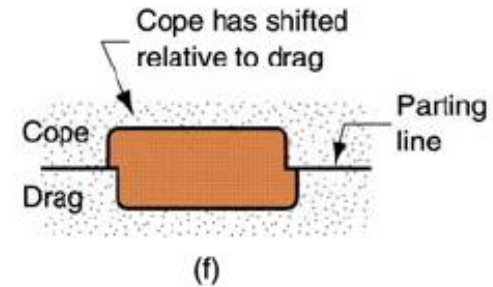
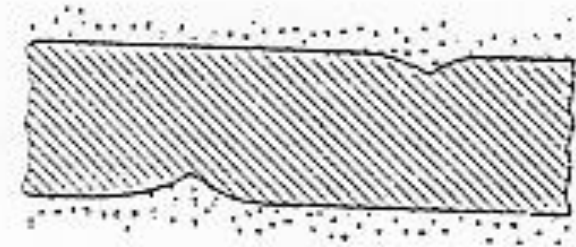
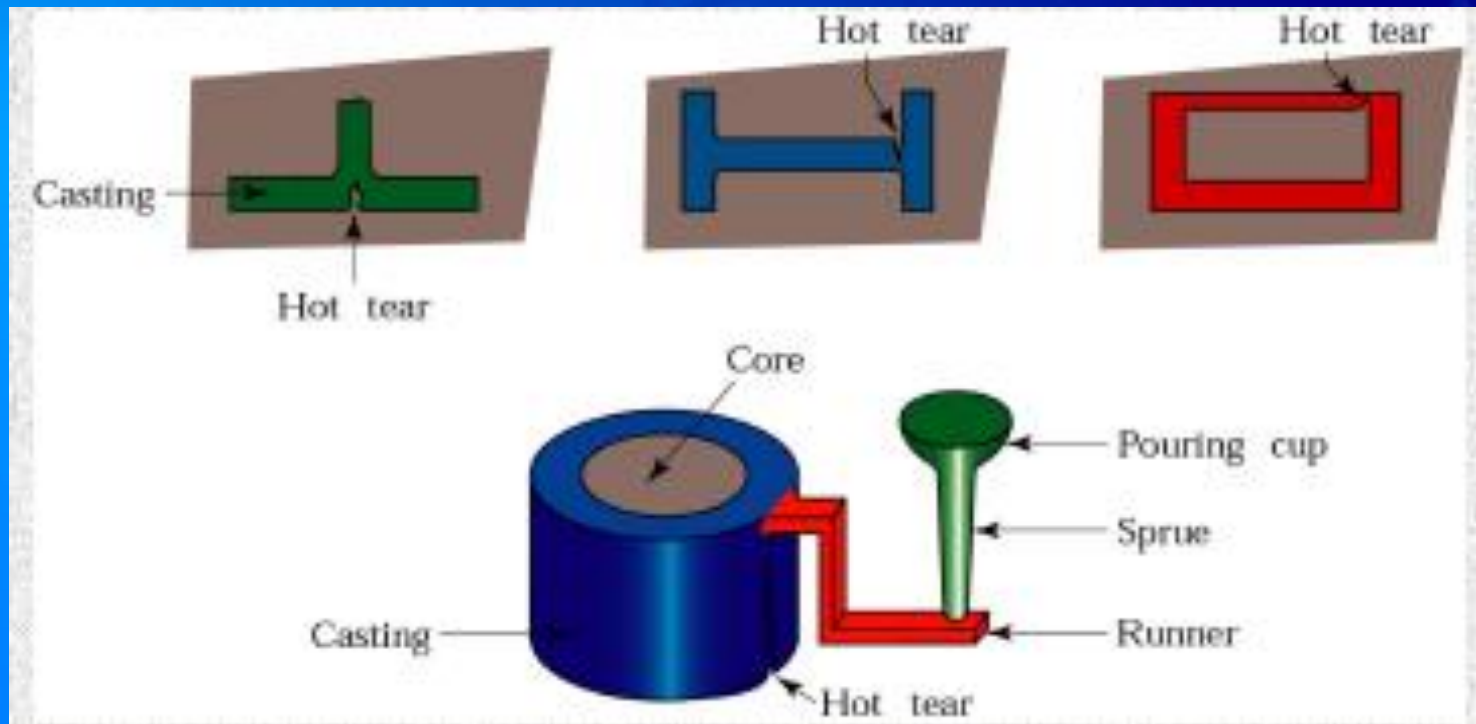


Figure 11.23 - Common defects in sand castings: (f) mold shift



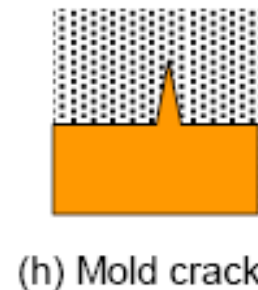
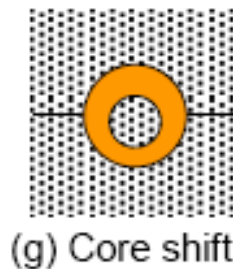
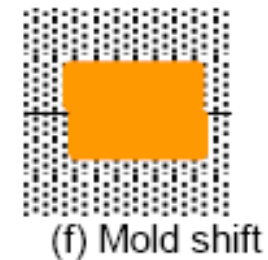
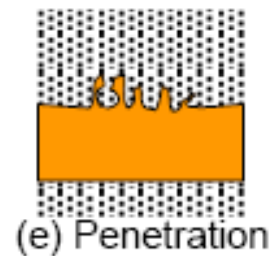
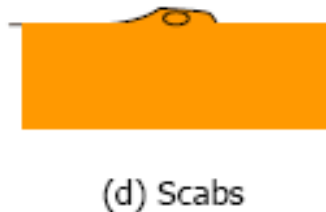
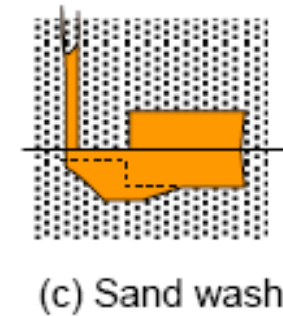
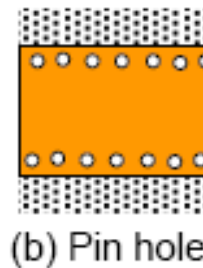
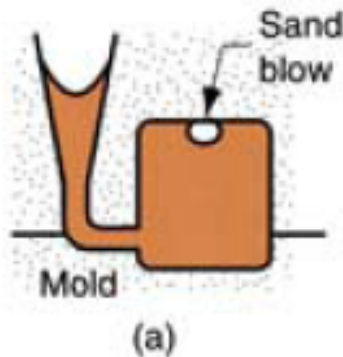
## Alta resistencia del molde provoca fracturas en caliente (Hot tears)

La elevada resistencia del molde causa constricción en la sección rodeada por la mezcla de moldeo, la cual no la deja contraer al metal libremente provocando la fractura de la zona en cuestión



# Resumen: defectos asociados a la arena de moldeo

## Sand Mold defects





# OTROS DEFECTOS

## Defecto asociado a temperaturas de colada bajas

### Misrun

A casting that has solidified before completely filling mold cavity

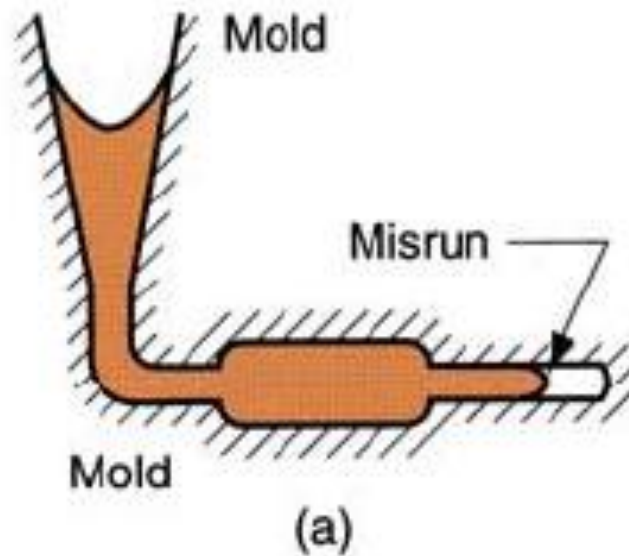


Figure 11.22 - Some common defects in castings: (a) misrun

# Modelos para fundición (Foundry Patterns)

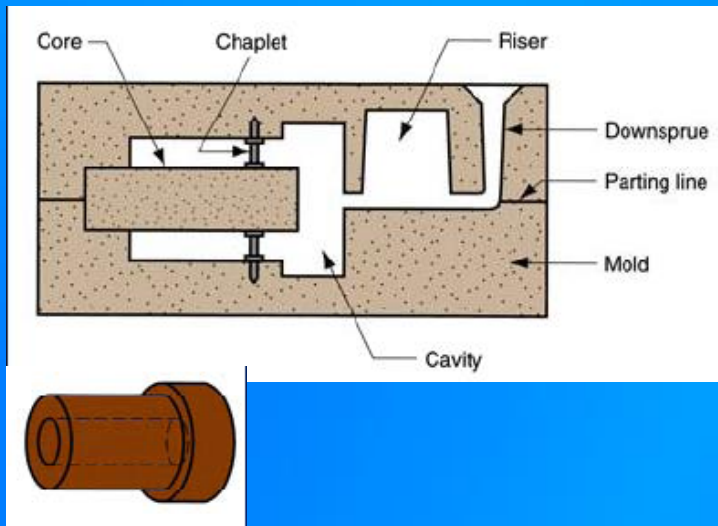
Que son (función)

OK

De que materiales están hechos

OK

Consideraciones para su diseño





**Modelo de resina epóxica**

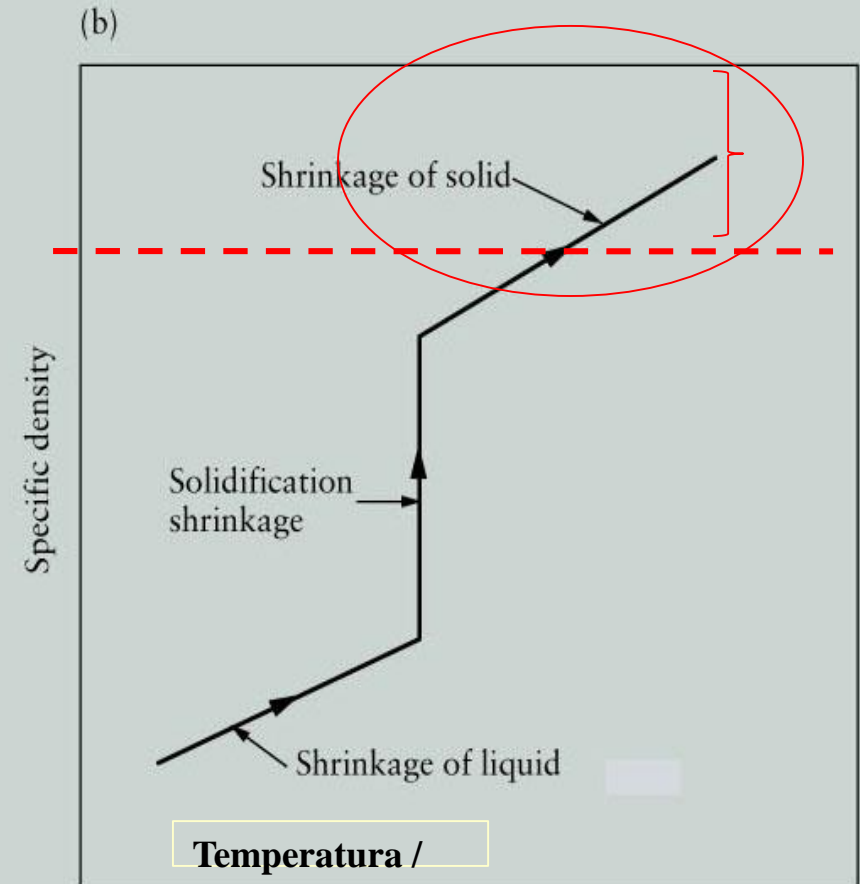
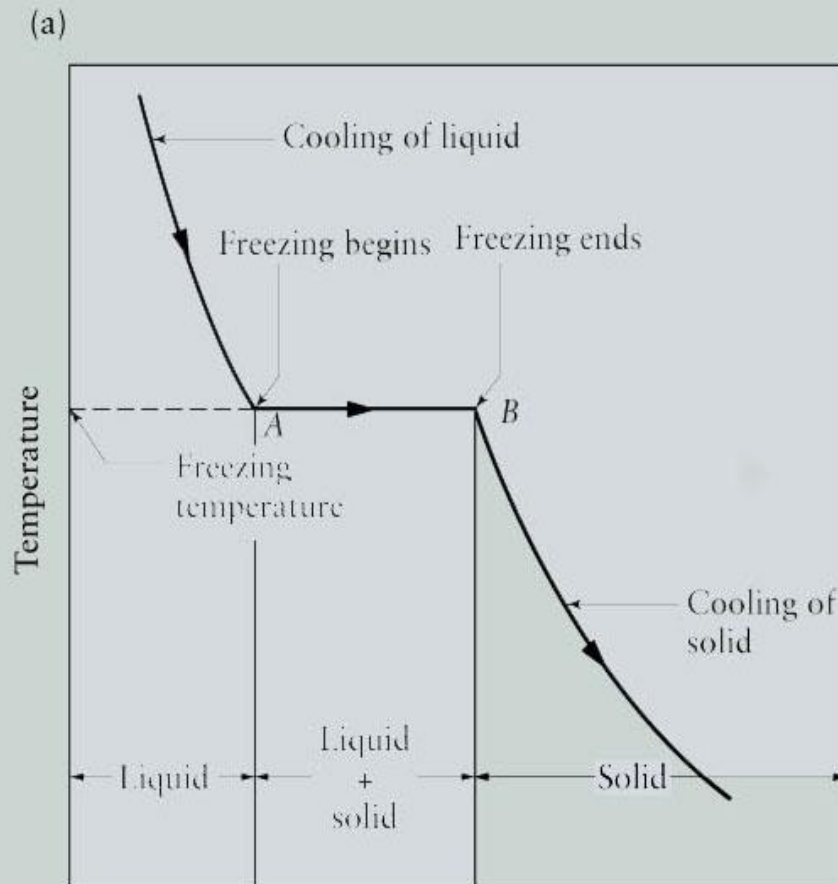


**Modelo de madera**

# Fundamentos para el diseño de modelos

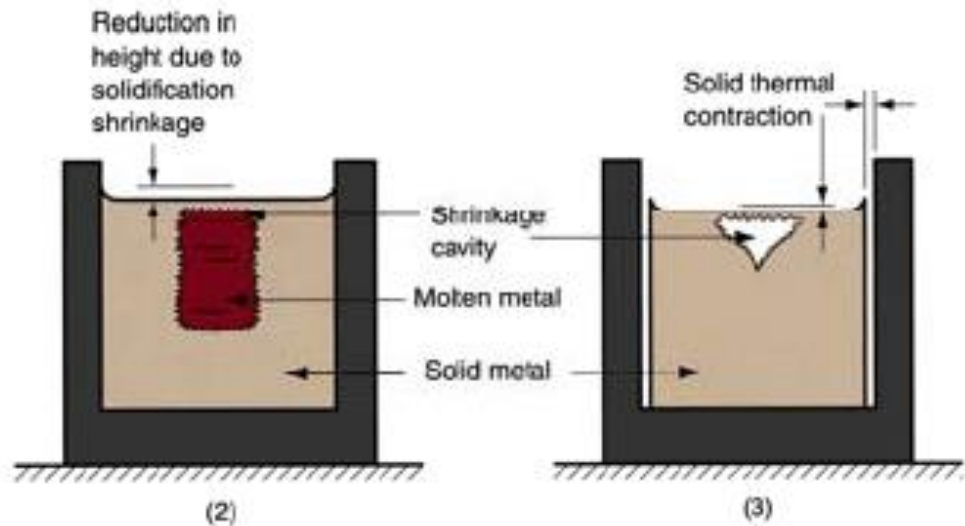
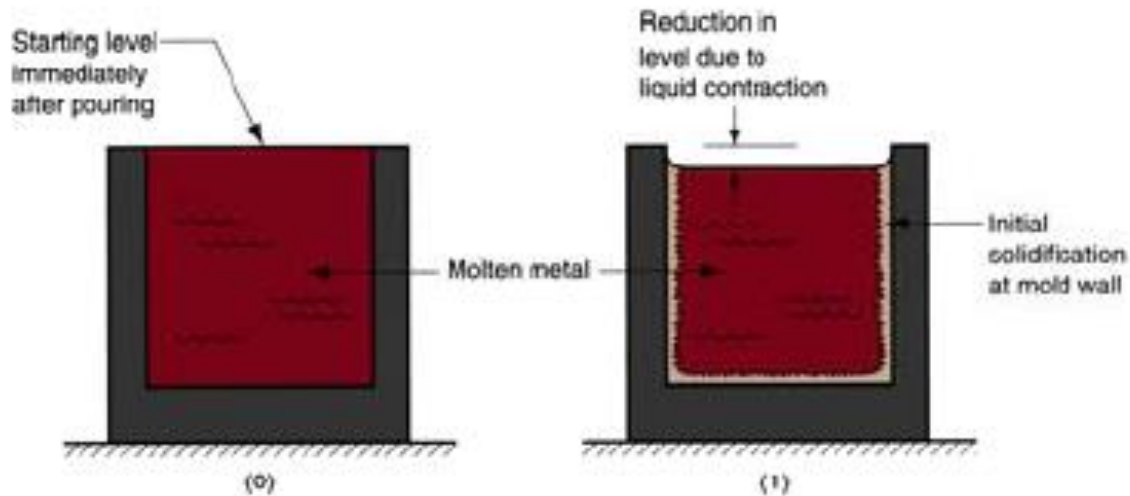
## Contracción durante la solidificación

(a) Temperature as a function of time for the solidification of pure metals. Note that freezing takes place at a constant temperature. (b) Density as a function of time.





# Etapas de contracción



# Solidification Contraction for Various Cast Metals

TABLE 10.1

Metal or alloy	Volumetric solidification contraction (%)	Metal or alloy	Volumetric solidification contraction (%)
Aluminum	6.6	70%Cu-30%Zn	4.5
Al-4.5%Cu	6.3	90%Cu-10%Al	4
Al-12%Si	3.8	Gray iron	Expansion to 2.5
Carbon steel	2.5-3	Magnesium	4.2
1% carbon steel	4	White iron	4-5.5
Copper	4.9	Zinc	6.5

Source: After R. A. Flinn.

# Contracción para Al y sus aleaciones

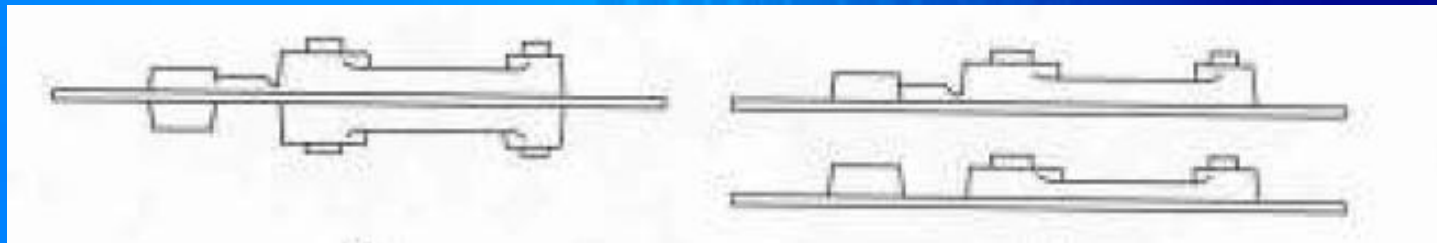
Aleación de Al	% Contracción
Al puro	8.0
Al-4Cu-2Ni-Mg	5.3
Al -12Si	3.5
Al-5Si-2Cu-Mg	4.2
Al-9Si-Mg	3.4
Al-5Si-1Cu	4.9
Al-5Si-2Cu	5.2
Al-4Cu	8.8
Al-10Si	5.0
Al-7Si-Ni-Mg	4.5
Al-5Mg-Si	6.7
Al-7Si-2Cu-Mg	6.5
Al-5Cu	6.0
Al-11Mg-Si	4.7
Al-5Zn-Mg	4.7

**¿Cuál es el efecto del aleante sobre la contracción, tomando como referencia el Al puro?**

# Consideraciones para el diseño de modelos

## Patterns

- All dimensions of patterns are increased to account for the contraction (solid shrinkage) of the casting from the solidus to room temperature.
- If the casting is to be machined, an appropriate thickness (machining allowance) is added.
- Patterns are made of wood or a metal or strong plastic for greater durability and dimensional stability.
- For easy removability from the consolidated mold, patterns are made in two halves.

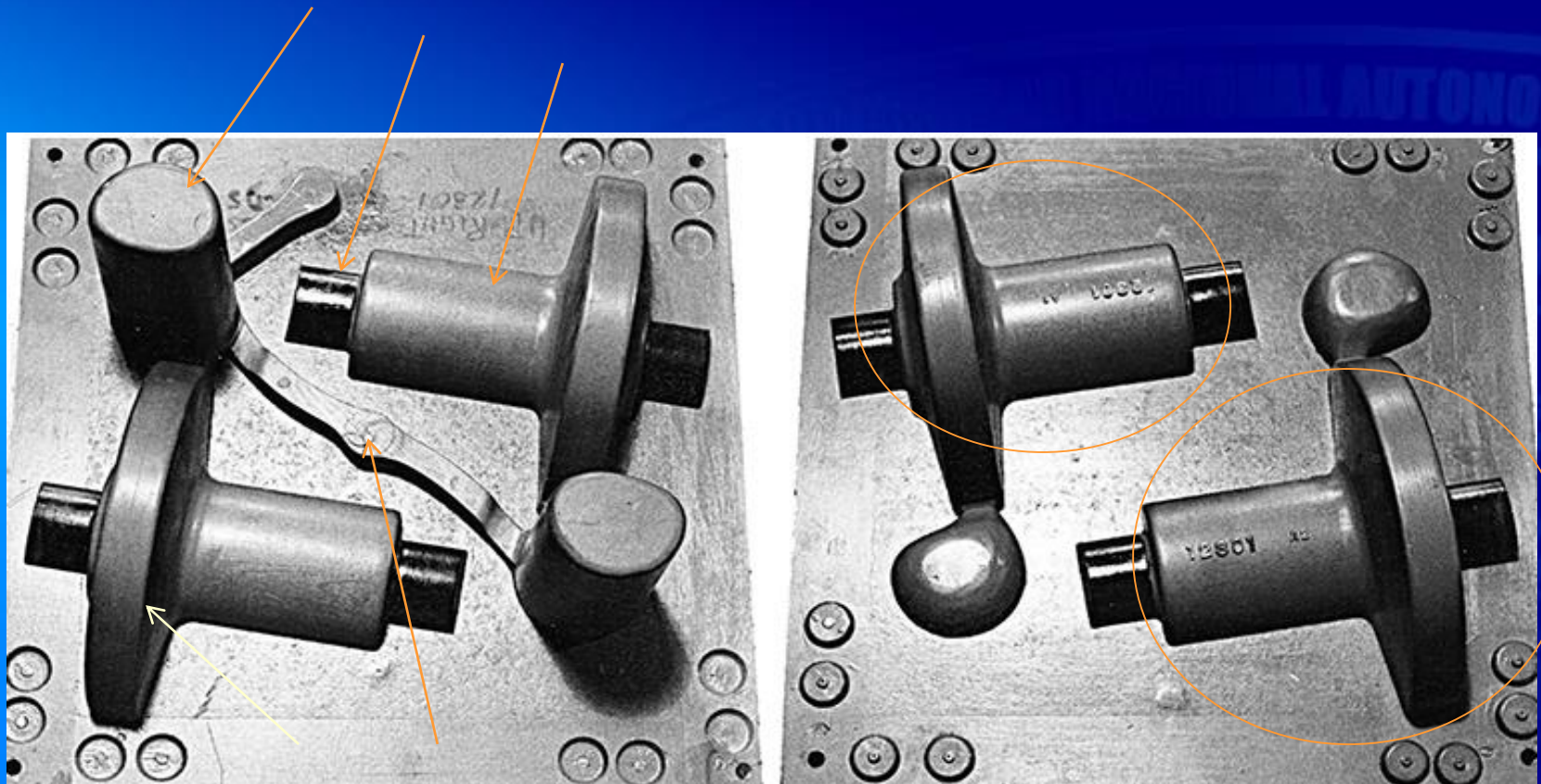




## Consideraciones para el diseño de modelos

- Surfaces parallel to the direction of withdrawal are given a draft to allow removal of the pattern without damaging the mold.
- Cavities, undercuts, and recesses in the cast shape must be formed by the insertion of core. Nesting holes (core prints) are used for accurate location of cores. Cores are made of refractory materials.
- The simplest pattern for producing the shape shown in Figure 7-18 would be in one piece, and gates, runners, and risers would be added during molding.
- For higher productivity, elements of the feeding system are incorporated into the pattern.

# Comentar las consideraciones



# Pattern Allowances

A pattern is slightly larger than the part of which it is a replica because of the following allowances:

- (a) **Tolerancias por contracción** (Solid shrinkage allowance)
- (b) **Tolerancias por maquinado** (Machining allowance)
- (c) **Tolerancia sppor ángulo de salida** (Draft- It is the taper provided on surfaces parallel to the direction of withdrawal of the pattern from the mold to prevent crumbling of the mold surfaces. The taper varies from 0.25 to 2 degrees.
- (d) **En ocaciones tolerancias por pintura** (Paint allowances)

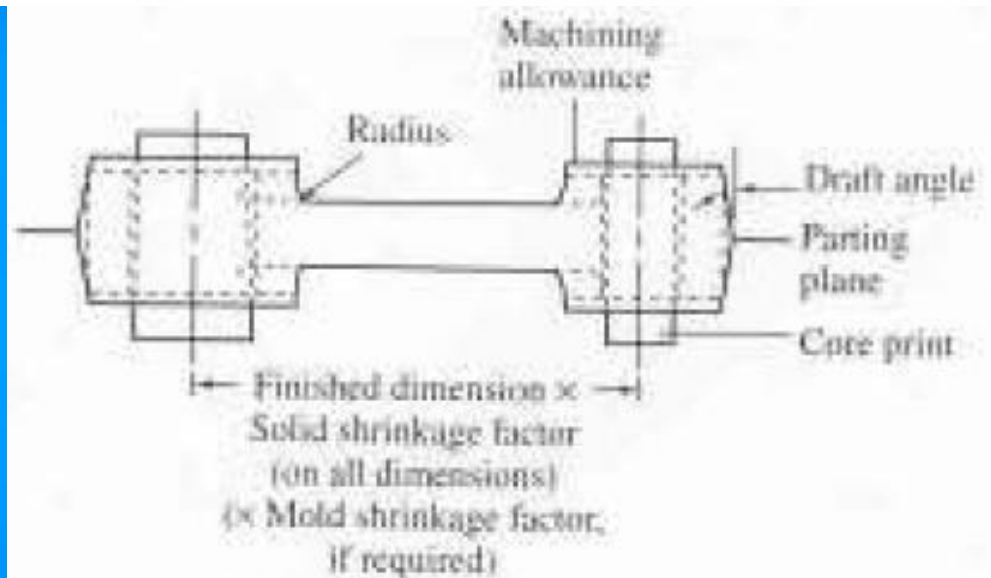
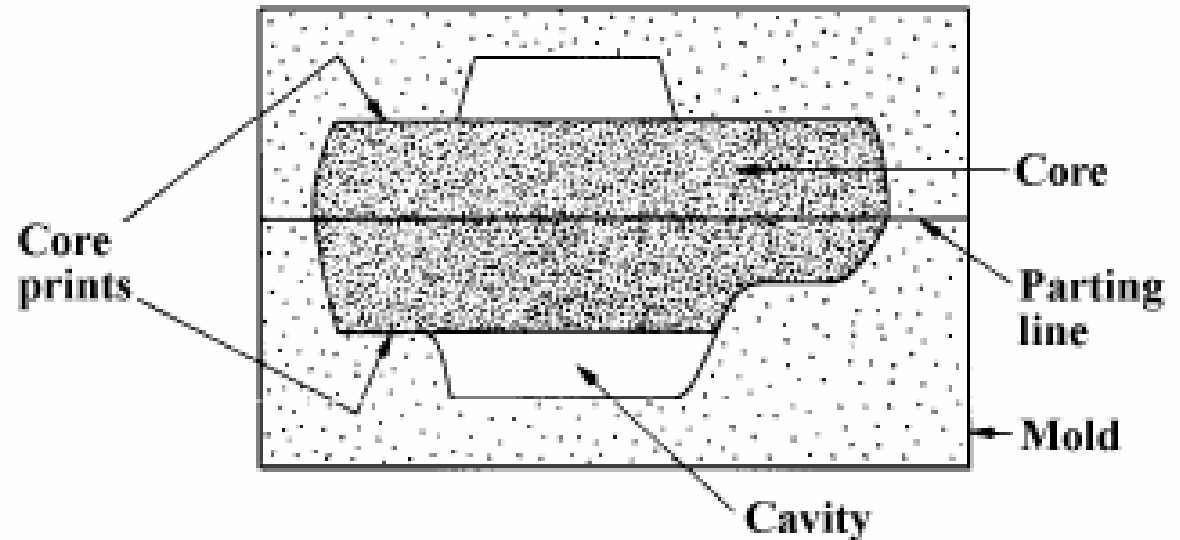
TABLE 2-1 Typical Pattern Machining Allowances for Sand Casting

(The allowances are in inches per side. For internal surfaces such as bores, the allowance is about  $\frac{1}{32}$  in. greater and is negative.)

Material Cast	Overall Length of External Surfaces			
	0 to 12 in.	12 in. to 24 in.	24 in. to 42 in.	42 in. to 60 in.
Aluminum alloys	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{3}{16}$

# Pattern Design Considerations

- Shrinkage allowance
- Machining allowance
- Distortion allowance
- Parting line
- Draft angle



# Typical Shrinkage Allowance

Metal or alloy	Shrinkage allowances	
	mm / m	
Aluminum alloy .....	13	

# Typical Pattern Machining Allowance

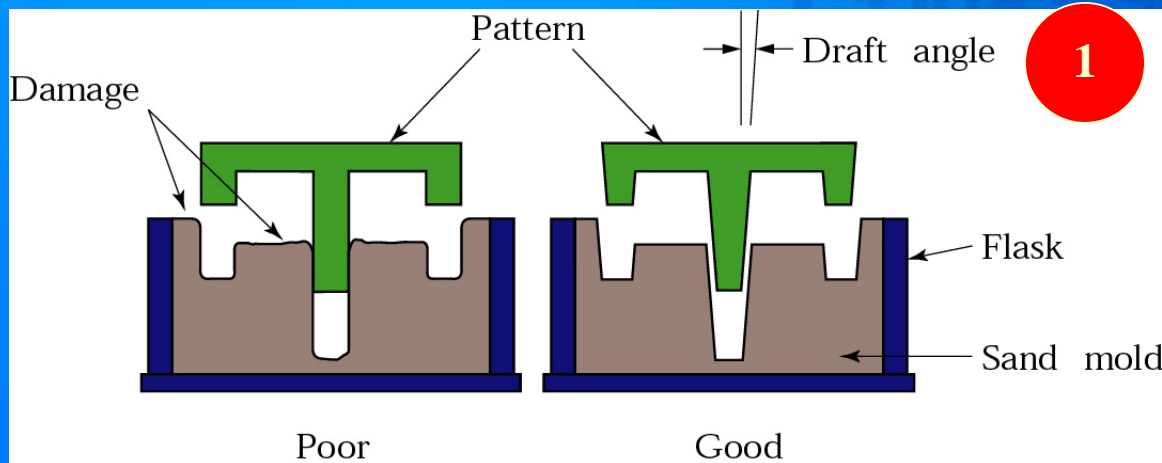
Pattern size, mm	Allowances, mm		
	Bore	Surface	Cope side
For nonferrous alloys			
Up to 76.....	1.6	1.6	1.6
76 - 152.....	2.4	1.6	2.4
152 - 305.....	2.4	1.6	3.2
305 - 510.....	3.2	2.4	3.2
510 - 915.....	3.2	3.2	4.0
915 - 1524.....	4.0	3.2	4.8



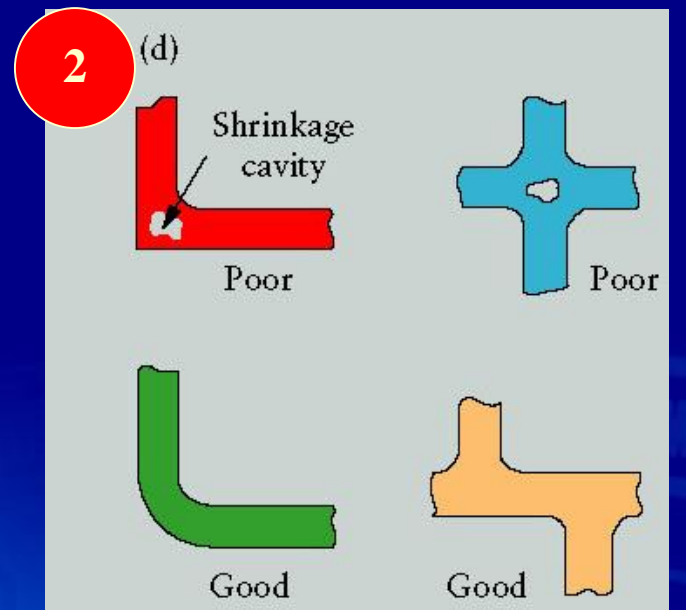
# Defectos asociados al Diseño de modelos

## Diseño de modelos

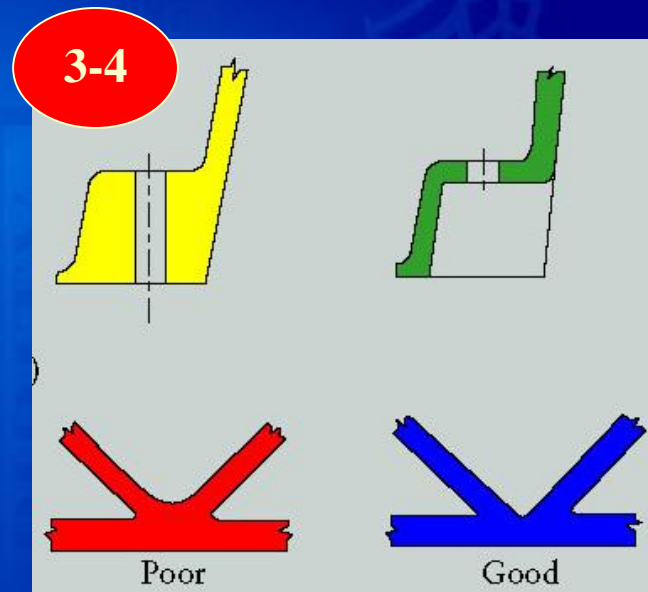
- 1) Proveer ángulos de salida de 1 a 3 grados para retirar el modelo del molde
- 2) Diseñar correctamente uniones L, T, X, mediante radios de curvatura, excesos o rediseño de la pieza, a menos que sean alimentadas por alimentadores
- 3) sugerir espesores similares en toda la pieza o planear una solidificación direccional
- 4) Intersecciones de cejas o pestañas deben tener espesores uniformes



Kalpakjian

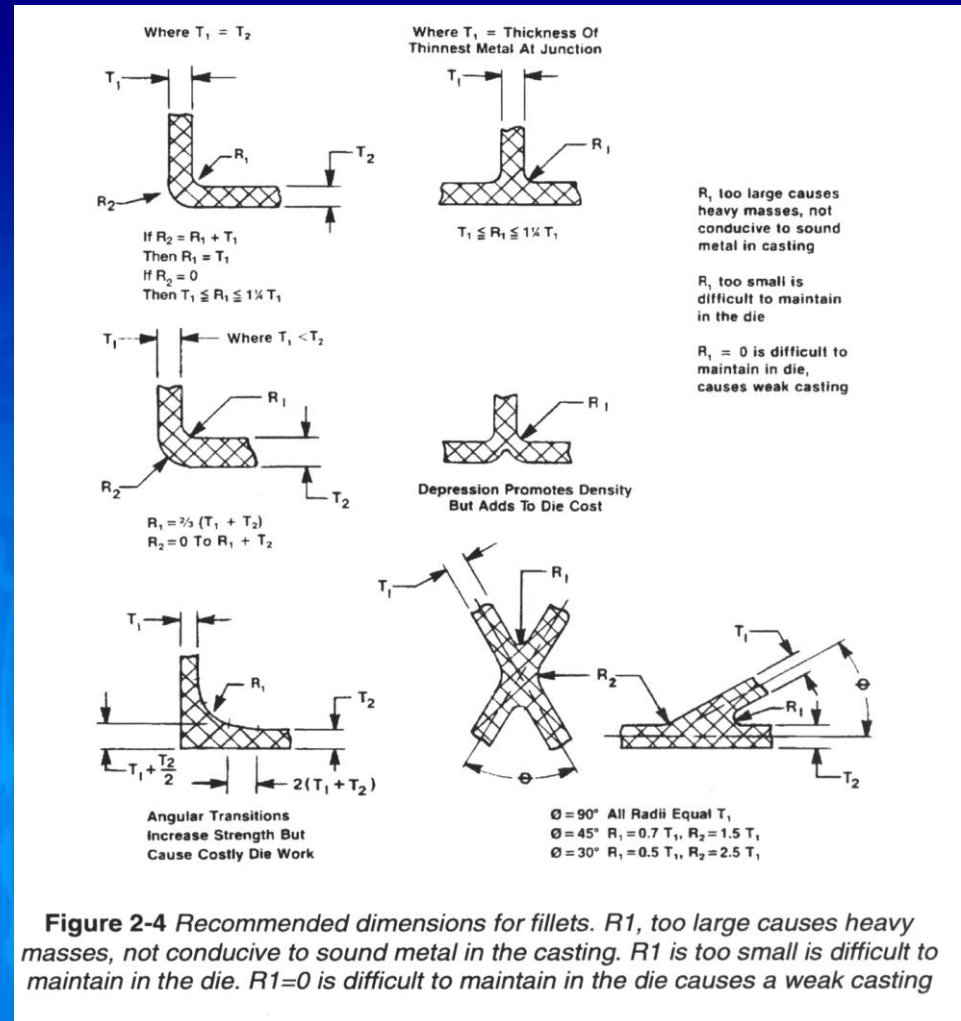
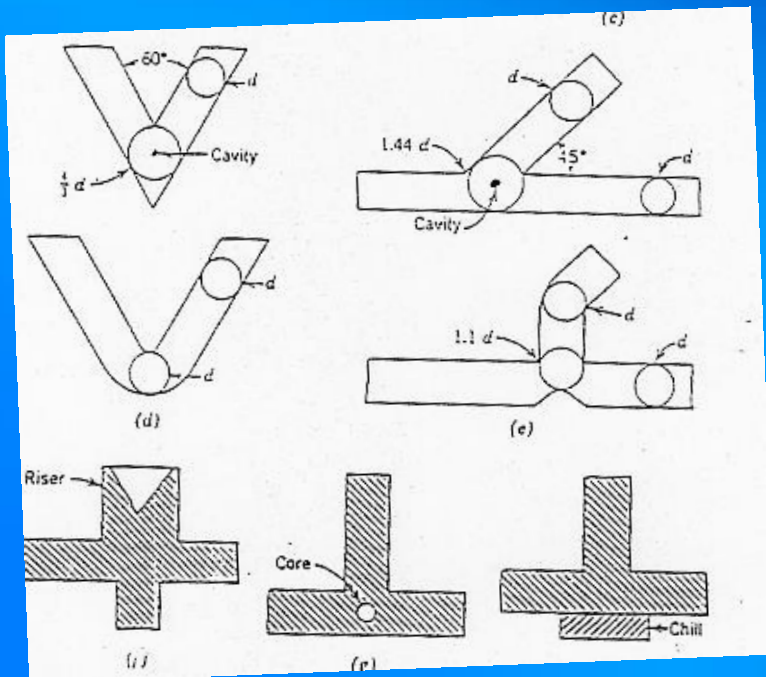
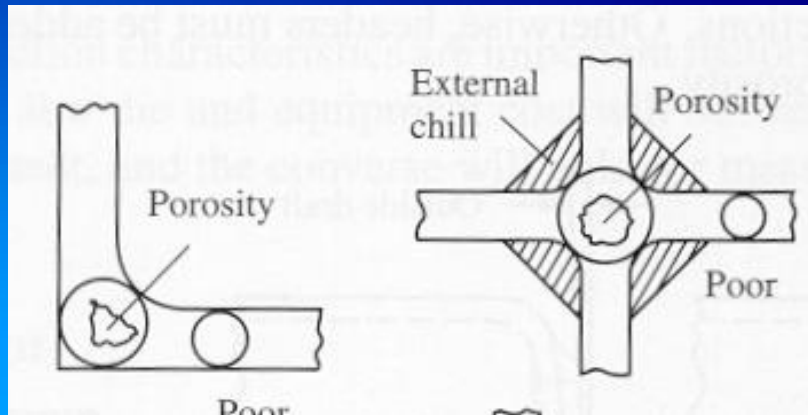


Kalpakjian



Kalpakjian

# Diseño de secciones



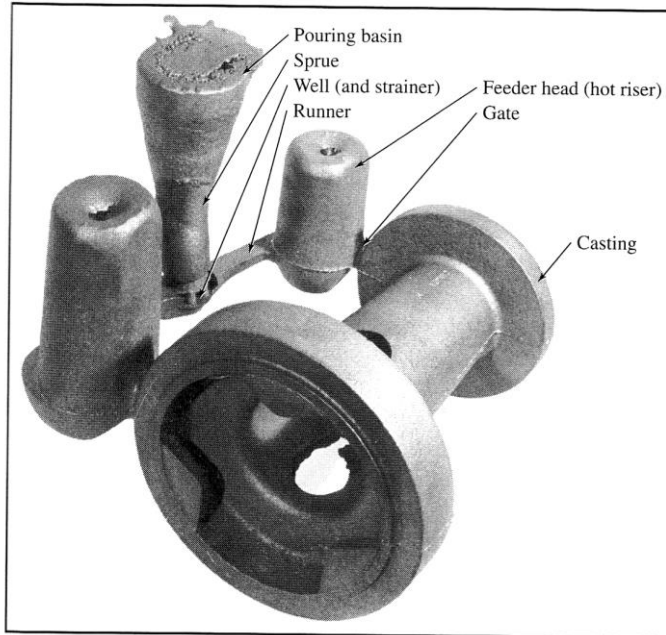
# Production of Aluminum Auto Parts

Main Characteristic	Casting Gravity <sup>A</sup>	Low-Pressure Die Casting <sup>B</sup>	High-Pressure Die Casting (Pores Free) <sup>C</sup>	Squeeze Casting <sup>D</sup>
Pouring/Filling Method	Ladle	Air pressure through stalk	High-speed and high-pressure injection by hydraulic piston	Relatively low-speed and high-pressure injection
Filling Time (s)	10-30	10-30	1	10
Operating Pressure (atm.)	1	1+(0.2-0.5)	100-500	500-1,000
Cycle Time (min.)	5-10	5-10	1-2	2
Die/Mold Temperature	High	High	Low	Low-medium
Dimensional Accuracy	+	++	+++	+++
Design Availability	+++	++	+	+
Productivity	+	++	+++	+++
Quality	+	++	++-+++	+++
Cost	+	+	+++	+++
Machining Required	Many	Many	Few	Few
Main Parts (other than wheels)	Intake manifold, cylinder block and head, piston	Cylinder block, cylinder head, suspension, member	Cylinder block, oil pan, cylinder head cover, transaxle case	Piston, disk-brake caliper, power steering toe control hub, knuckle

**ANEXO**



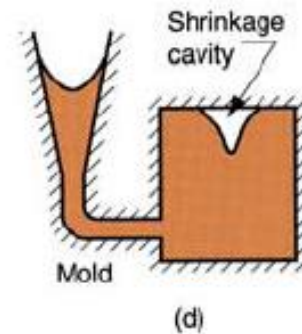
# Defectos asociados al diseño de alimentadores



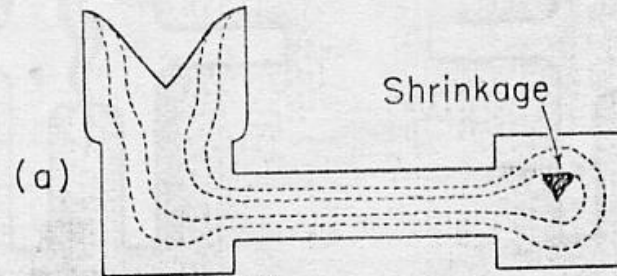
**Figure 7-15** An example of a cored gray-iron casting showing sprue, runners, gates, and risers. Note the strainer configuration at the base of the sprue. (Courtesy Massey-Ferguson Brantford Foundry, Brantford, Ontario.)

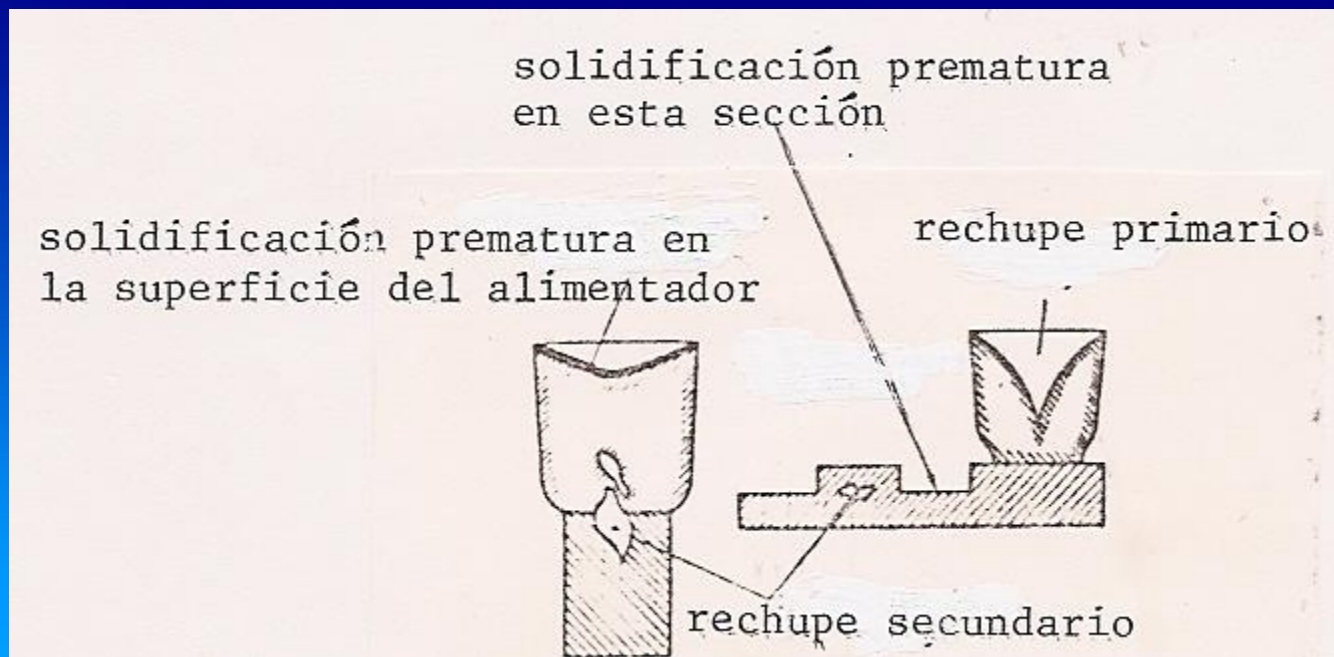
## Shrinkage Cavity

Depression in surface or internal void caused by solidification shrinkage that restricts amount of molten metal available in last region to freeze



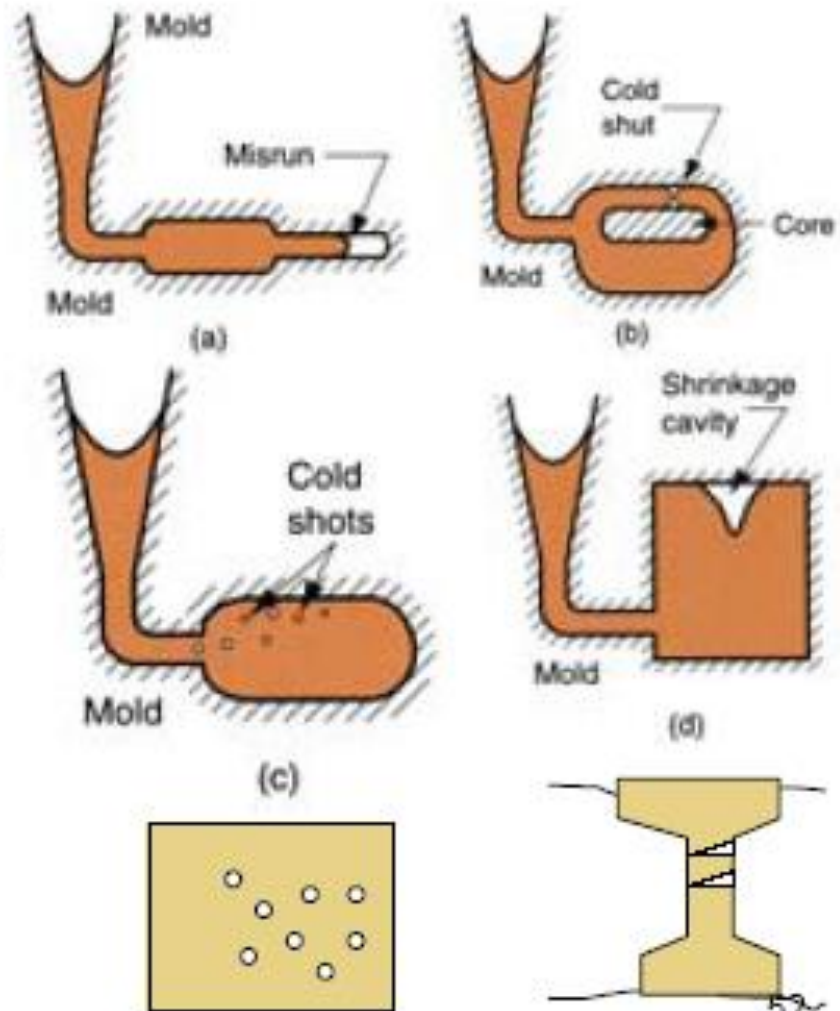
**Figure 11.22** - Some common defects in castings: (d) shrinkage cavity





# 5. Casting Quality

- Casting defects
  - a) Misruns
  - b) Cold shut
  - c) Cold shots
  - d) Shrinkage cavity
  - e) Microporosity
  - f) Hot Tearing





## Misrun

A casting that has solidified before completely filling mold cavity

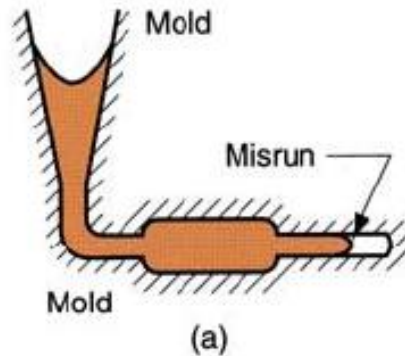


Figure 11.22 - Some common defects in castings: (a) misrun

## Shrinkage Cavity

Depression in surface or internal void caused by solidification shrinkage that restricts amount of molten metal available in last region to freeze

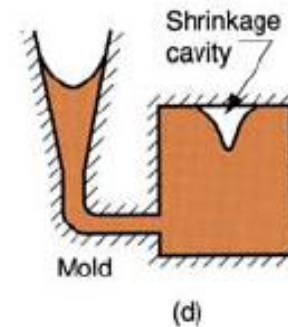


Figure 11.22 - Some common defects in castings: (d) shrinkage cavity

## Cold Shut

Two portions of metal flow together but there is a lack of fusion due to premature freezing

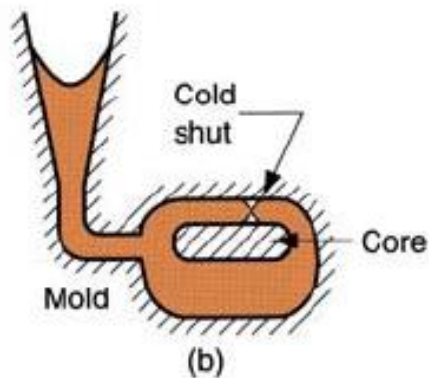


Figure 11.22 - Some common defects in castings: (b) cold shut

## Pin Holes

Formation of many small gas cavities at or slightly below surface of casting

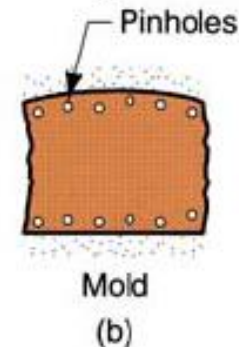


Figure 11.23 - Common defects in sand castings: (b) pin holes

## Mold Shift

A step in cast product at parting line caused by sidewise relative displacement of cope and drag

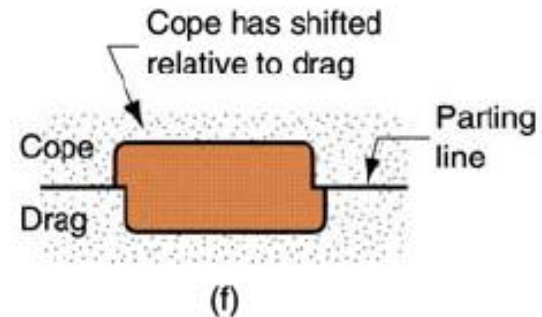


Figure 11.23 - Common defects in sand castings: (f) mold shift

## Penetration

When fluidity of liquid metal is high, it may penetrate into sand mold or sand core, causing casting surface to consist of a mixture of sand grains and metal

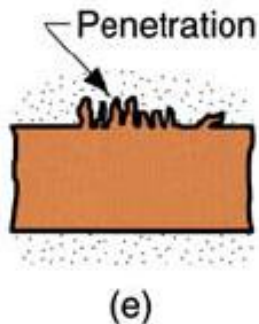


Figure 11.23 - Common defects in sand castings: (e) penetration



# Casting Defects

Figure 10.12 Examples of common defects in castings. These defects can be minimized or eliminated by proper design and preparation of molds and control of pouring procedures. *Source: J. Datsko.*

