

IV. Moldeo en arena



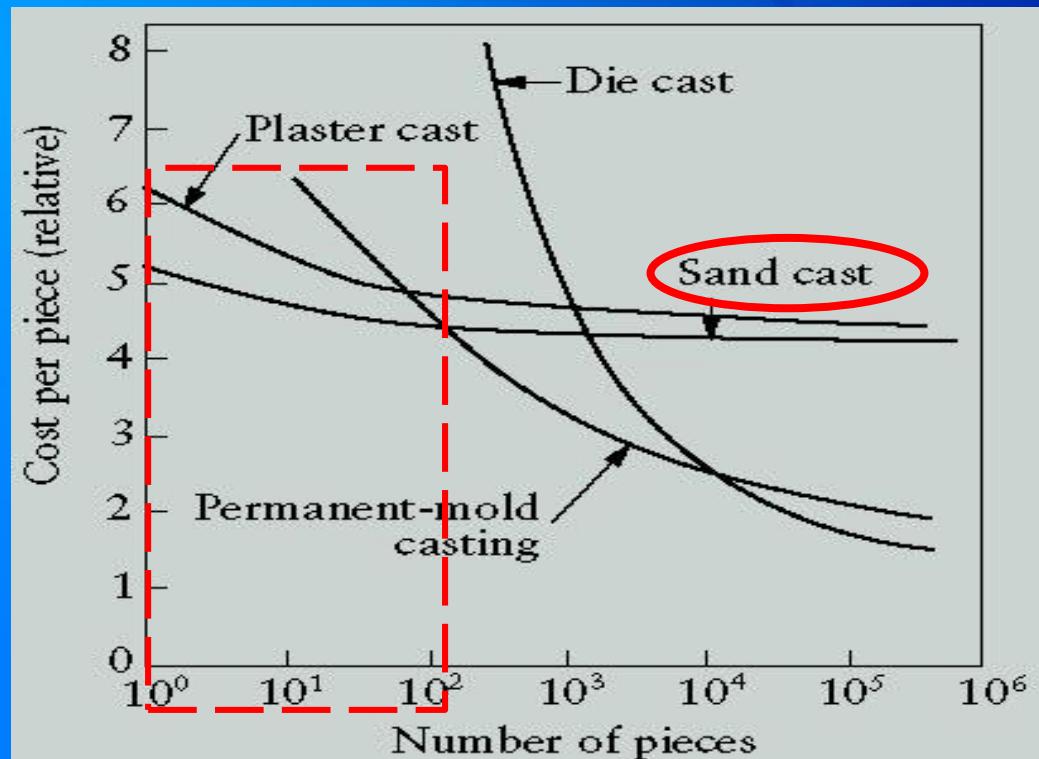
Introducción

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, n (#/hr)	6.25	22	10	50

4.1. Moldes en arena en verde

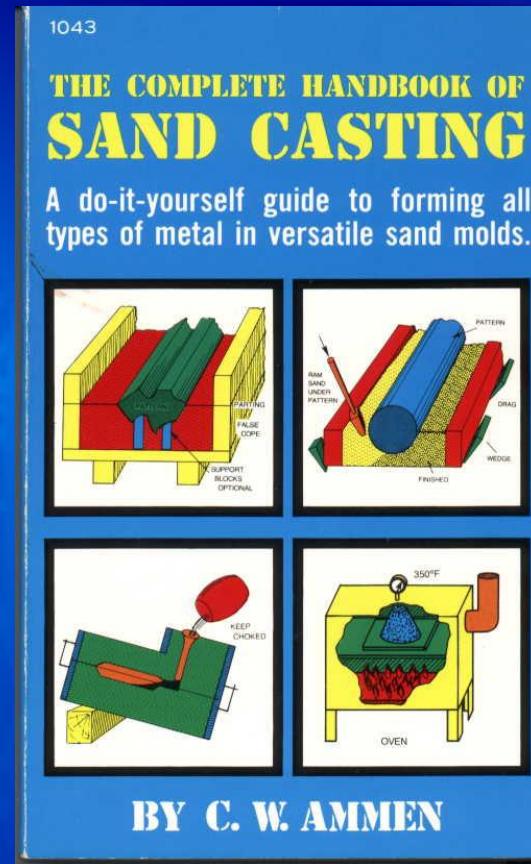


Colada en molde de arena: aleaciones con
bajo o alto punto de fusión, piezas de
geometría compleja, acabado rugoso

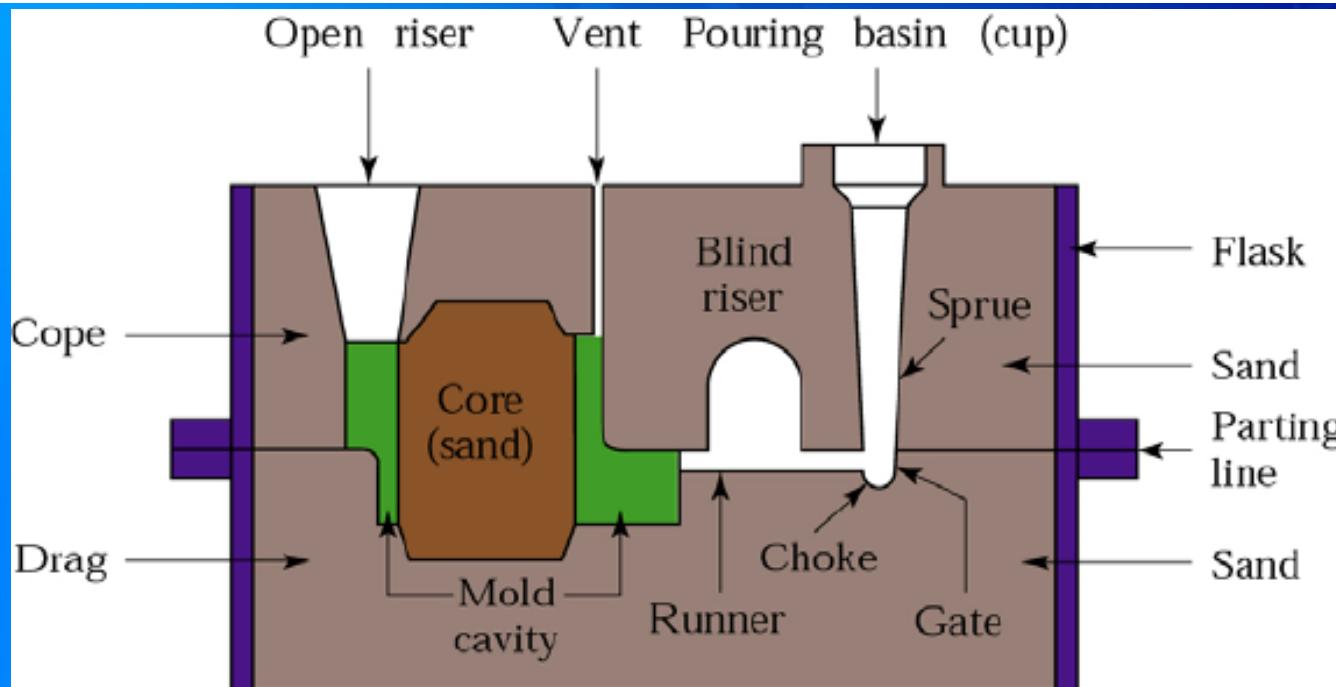
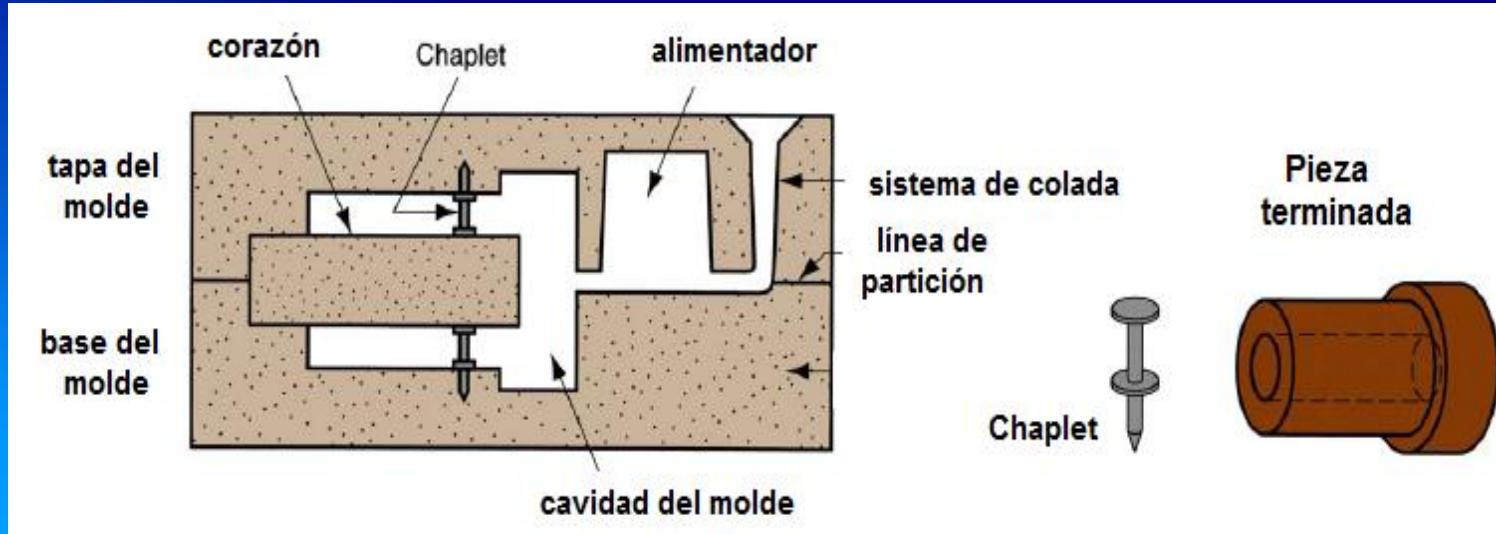
Moldeo en arena

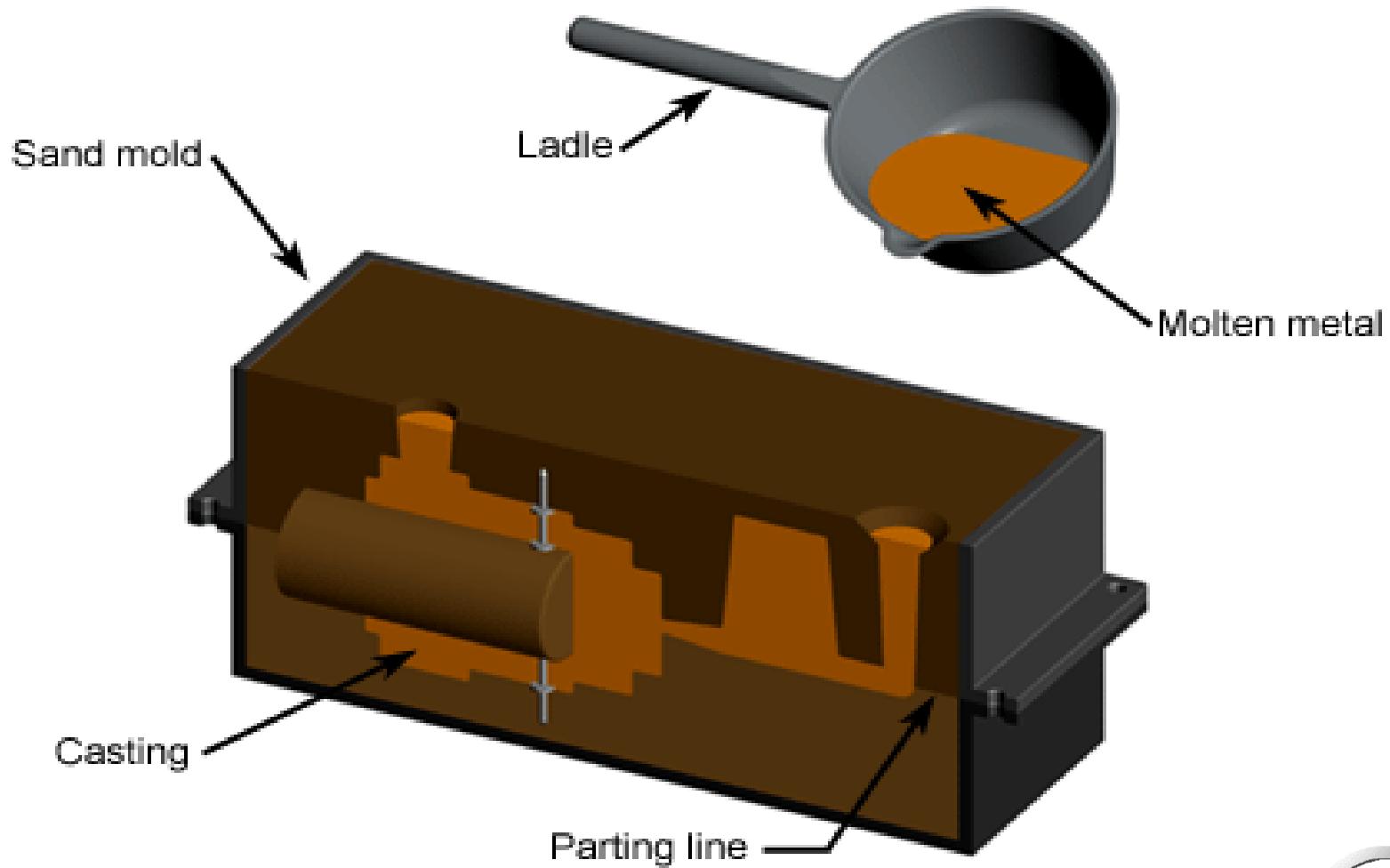
Molde unitario: reciben este nombre porque utiliza solo una vez, después de su uso puede ser reciclado

- ✓ 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 (SiO_2) sola o mezclada con otros minerales

Composición química típica:
 SiO_2 (97.91%), Al_2O_3 (1.13%), Fe_2O_3 (0.50%) K_2O (0.65%) , perdidas por ignición (0.21%), Otros: TiO_2 , CaO , MgO , Na_2O (Balance)

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

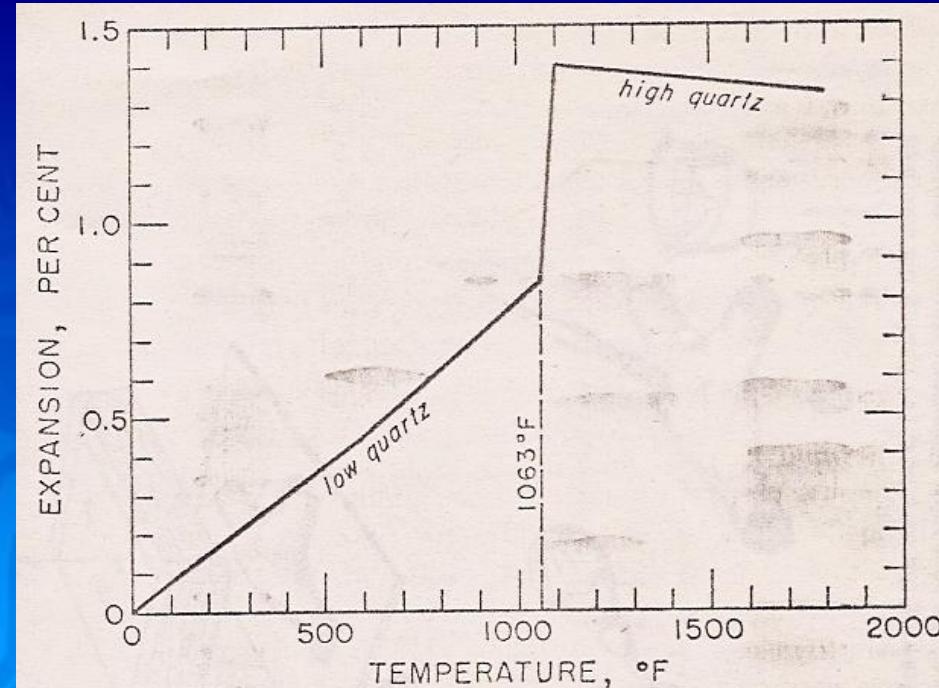


FIG. 2.4. Thermal expansion of silica. After Fairfield.⁵



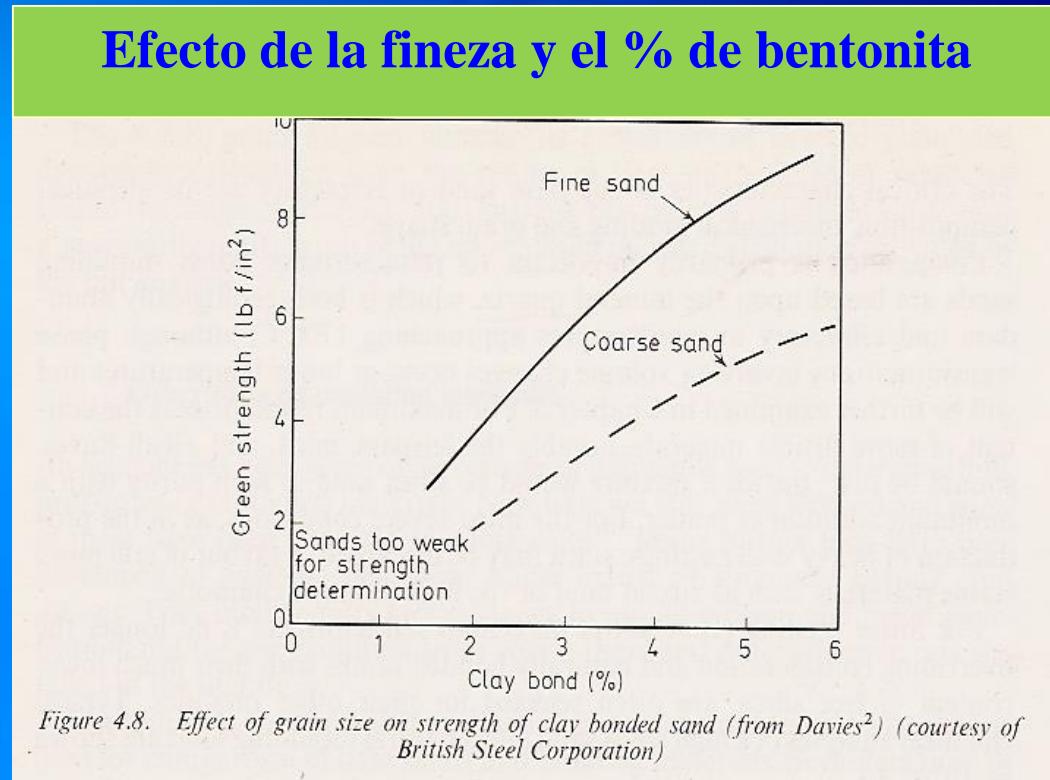
Características y propiedades de la arena de moldeo

- ❖ **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:

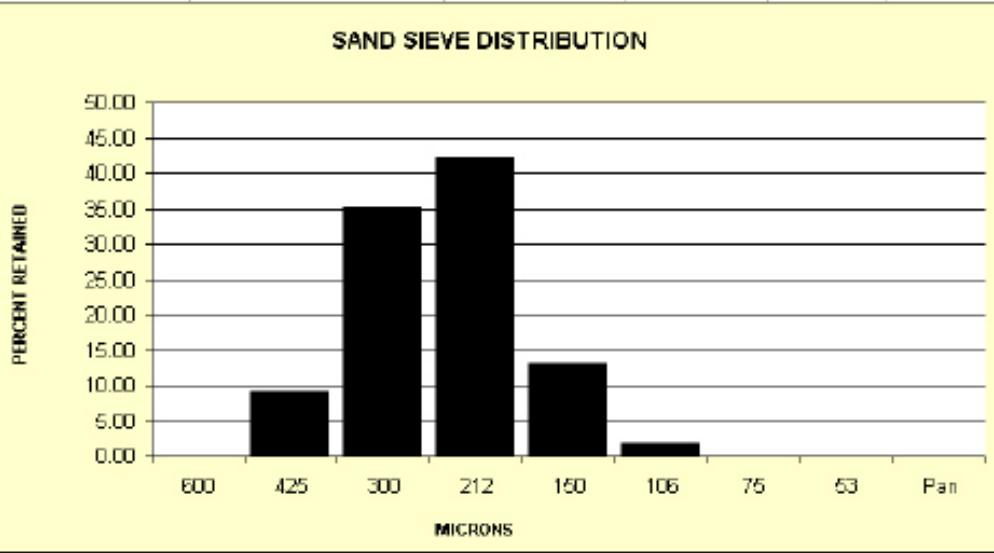
- **Mallas: 10 a 250 (1/12 a 1/500 plg)**
- **Tamaño de grano AFS (análisis de mallas), distribución en las mallas**
- **Grano fino mejorar el acabado superficial de las piezas**
- **Grano grueso mayor permeabilidad, (facilidad para que escapen los gases durante la colada)**



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	



80 % retenida en 3 mallas

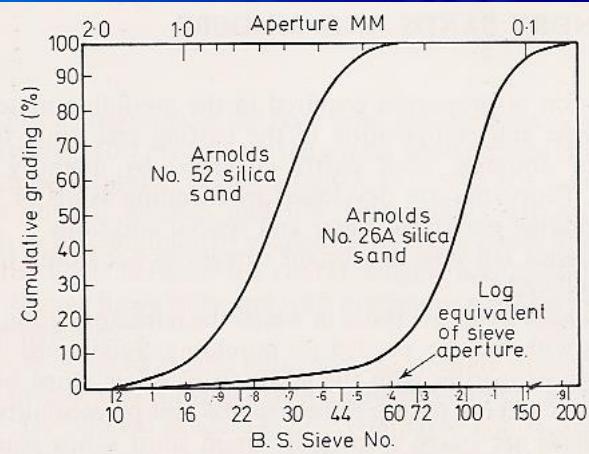


Figure 4.7. Cumulative grading curves for coarse and fine silica sands

Distribución de la arena en las mallas



Technical Data Sheet

Rocla Quarry Products Pty Ltd
130 Faulkner Avenue
Redcliffe, W.A. 6104
Tel: +61 8 9475 2500
Fax: +61 8 9471 2633
www.rocla.com.au

AFS 60 Silica Sand

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

SIEVE ANALYSIS

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

Grain size Distribution

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.



Technical Data Sheet

Rocla Quarry Products Pty Ltd
130 Faulkner Avenue
Redcliffe, W.A. 6104
Tel: +61 8 9475 2500
Fax: +61 8 9471 2633
www.rocla.com.au

AFS 50 – 55 Silica Sand

CHEMICAL CONSTITUENTS		PHYSICAL PROPERTIES	
SiO ₂	99.86 %	Loss on ignition.....	0.070 %
Fe ₂ O ₃	0.007 %	Water content (@ 105°C).....	4.2 %
Al ₂ O ₃	0.020 %	AFS Number.....	50.7
CaO.....	0.002 %	Above 600 μm	<1.0 %
MgO.....	0.003 %	Below 150 μm	<5.0 %
Na ₂ O.....	0.003 %		
K ₂ O.....	0.003 %		
TiO ₂	0.025 %		
MnO.....	<0.001 %		

SIEVE ANALYSIS

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

Grain size Distribution

- AFS Number = 50 - 55

PACKAGING - Bulk shipment or Container

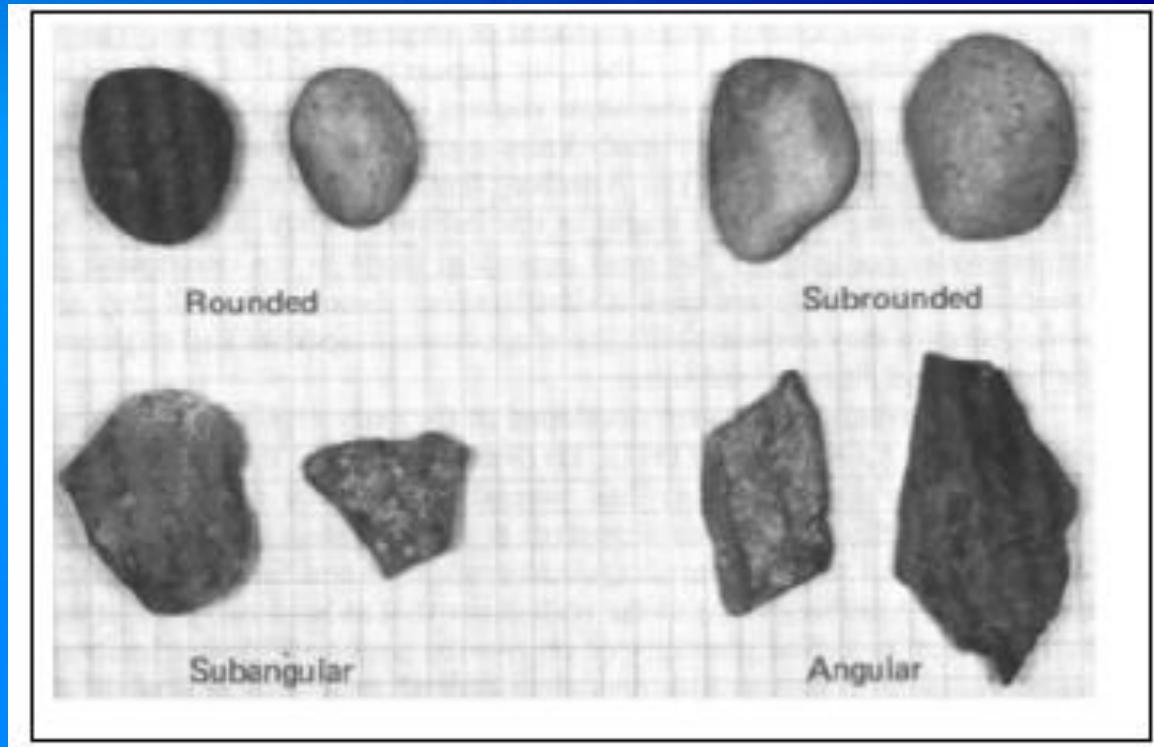
STORAGE AND STABILITY - Store the product in the closed original packaging at ambient temperature and protect from humidity.

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

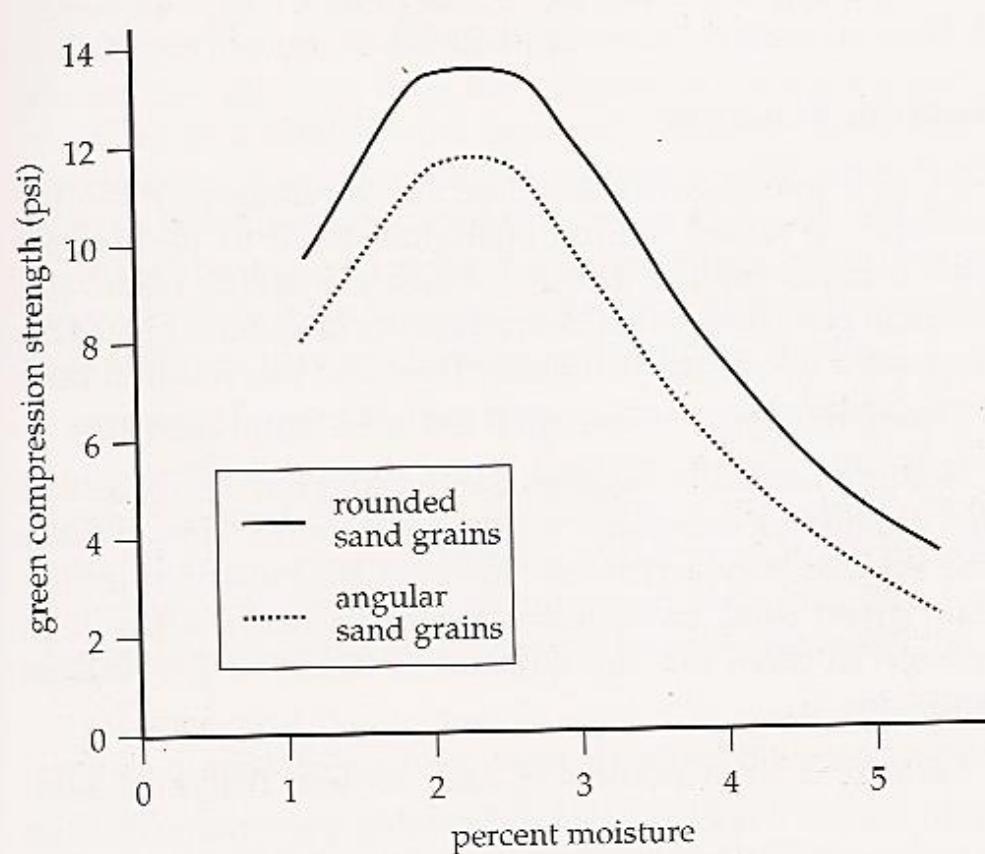


Fig. 8-11. Green compression strength based on grain shape and percent moisture at constant clay percentage.

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

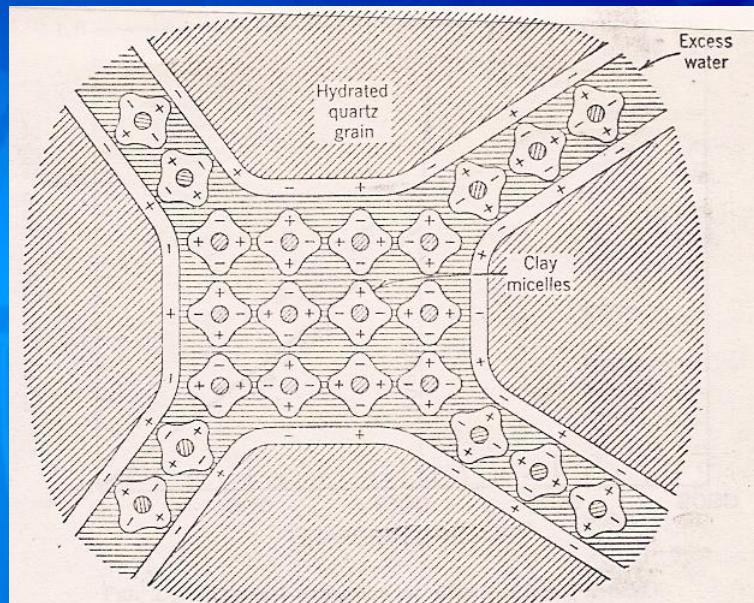


FIG. 2.3. Schematic sketch showing disposition of clay and quartz micellar dipoles. In green sand the intermicellar voids are filled with water.

Aglutinante(s)

Bentonita: son montmorilonitas (también hay kaolinitas)

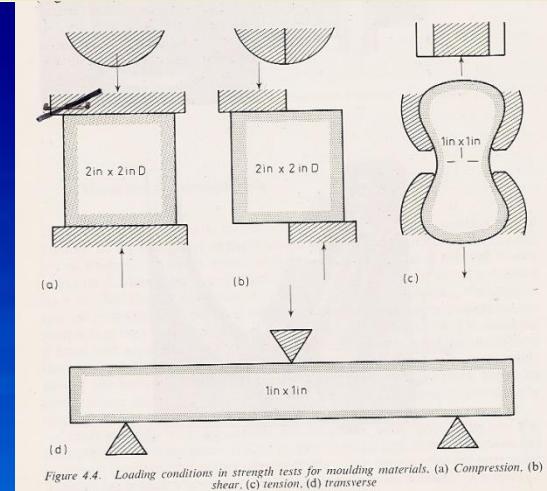
Cálcica: se usan como aglutinante primario en moldes para piezas de Al, montorilonita ($Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot 2H_2O$) e illita (micas). Da a la mezcla menor resistencia en caliente y en seco que la sódica, para un mismo contenido de agua. Pero retiene más fuertemente la resistencia

Sódica: hace que la arena se hinche o expanda (swelling clay) componentes montmorilonita $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$. Reduce la moldeabilidad y ocasiona pegado de metal al molde.

Agua: se combina con los aglutinantes hidratándolas y facilitando el intercambio iónico: Na^+ , Ca^{+2} , Al^{+3} , 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.kelsonfoundryequipments.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 recomendada (%)	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

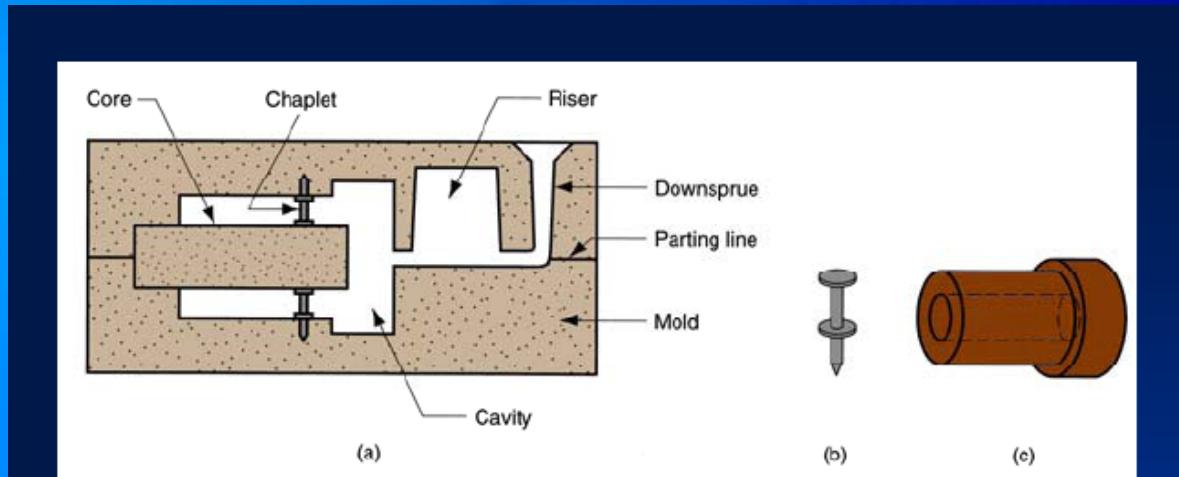
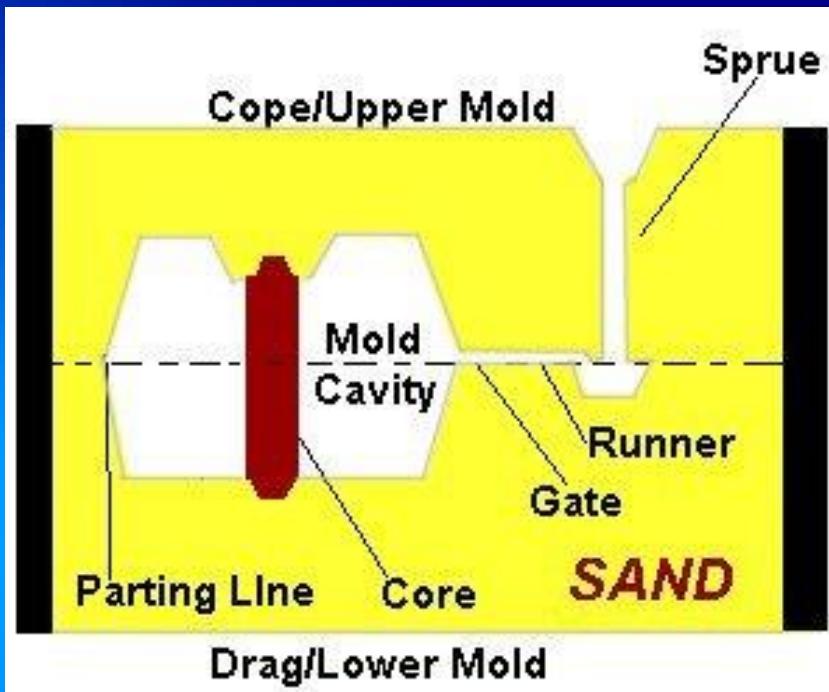
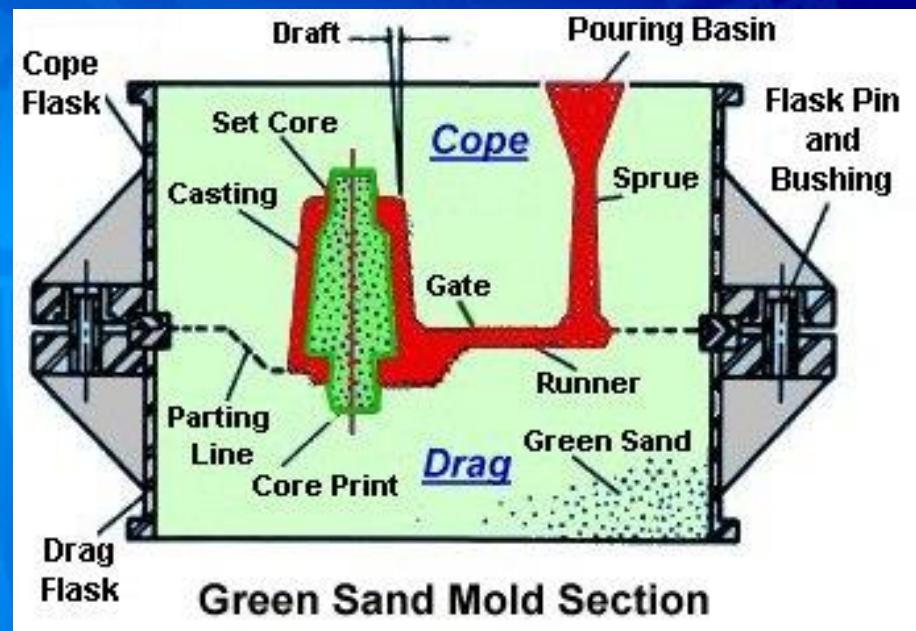


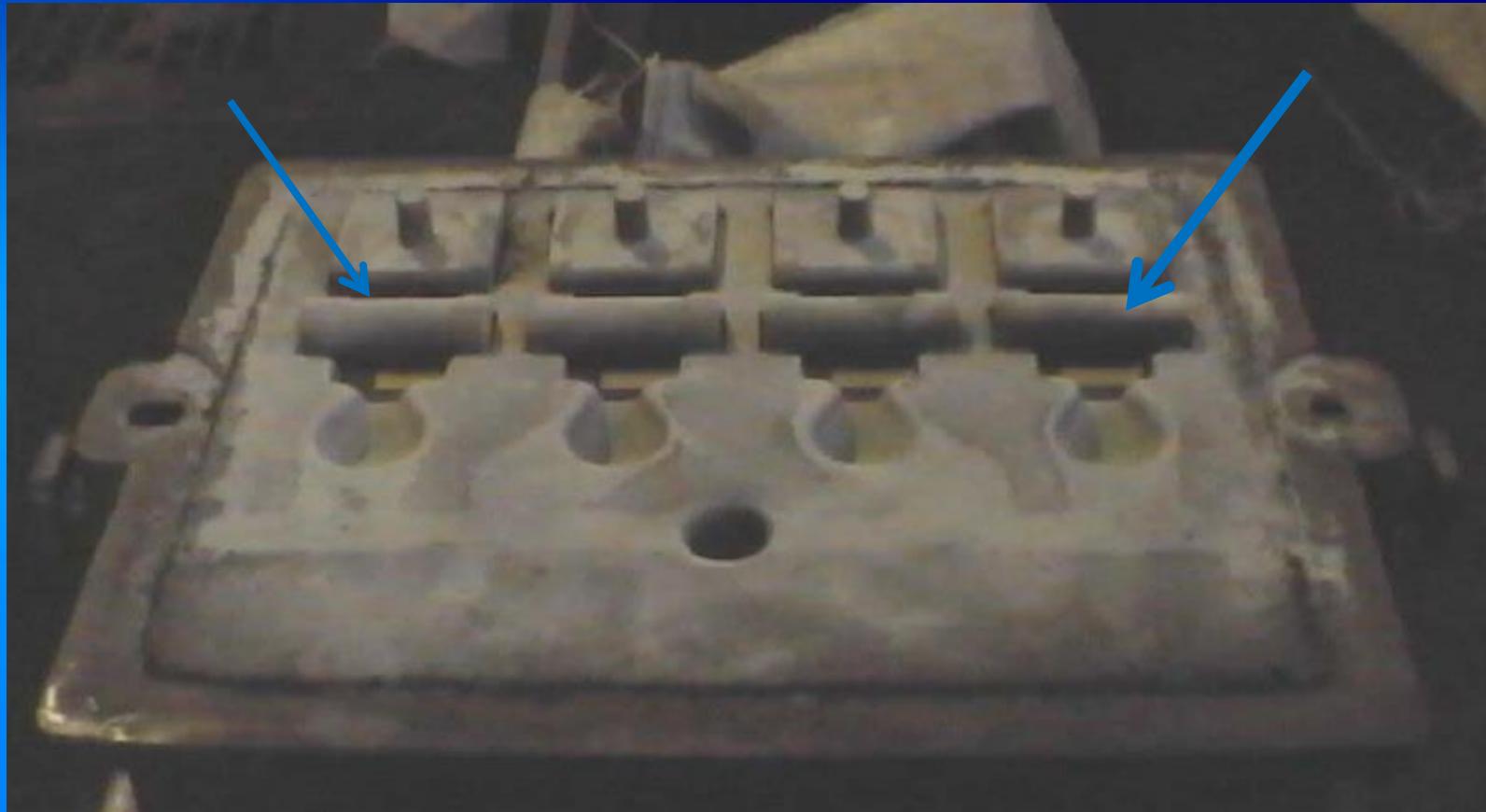
Figure 11.4 - Core held in place in the mold cavity by chaplets

(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_2 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_2 furan	phenolic urethane nobake and coldbox	phosphate/metal oxide
SO_2 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	furan/acid	shell
silicate/ CO_2	phenolic/acid	core oil
furan/ SO_2	phenolic/ester	phenolic hotbox
acrylic/epoxy/ SO_2	oil urethane	furan hotbox
(acrylic) FRC/ SO_2	silicate/ester	urea formaldehyde hotbox
phenolic/ester (methyl formate)	phenolic urethane	warmbox
phenolic/ CO_2	phosphate/metal oxide	
	polyol urethane	

Table 4.4
CORESAND MIXTURE FOR GENERAL PURPOSES

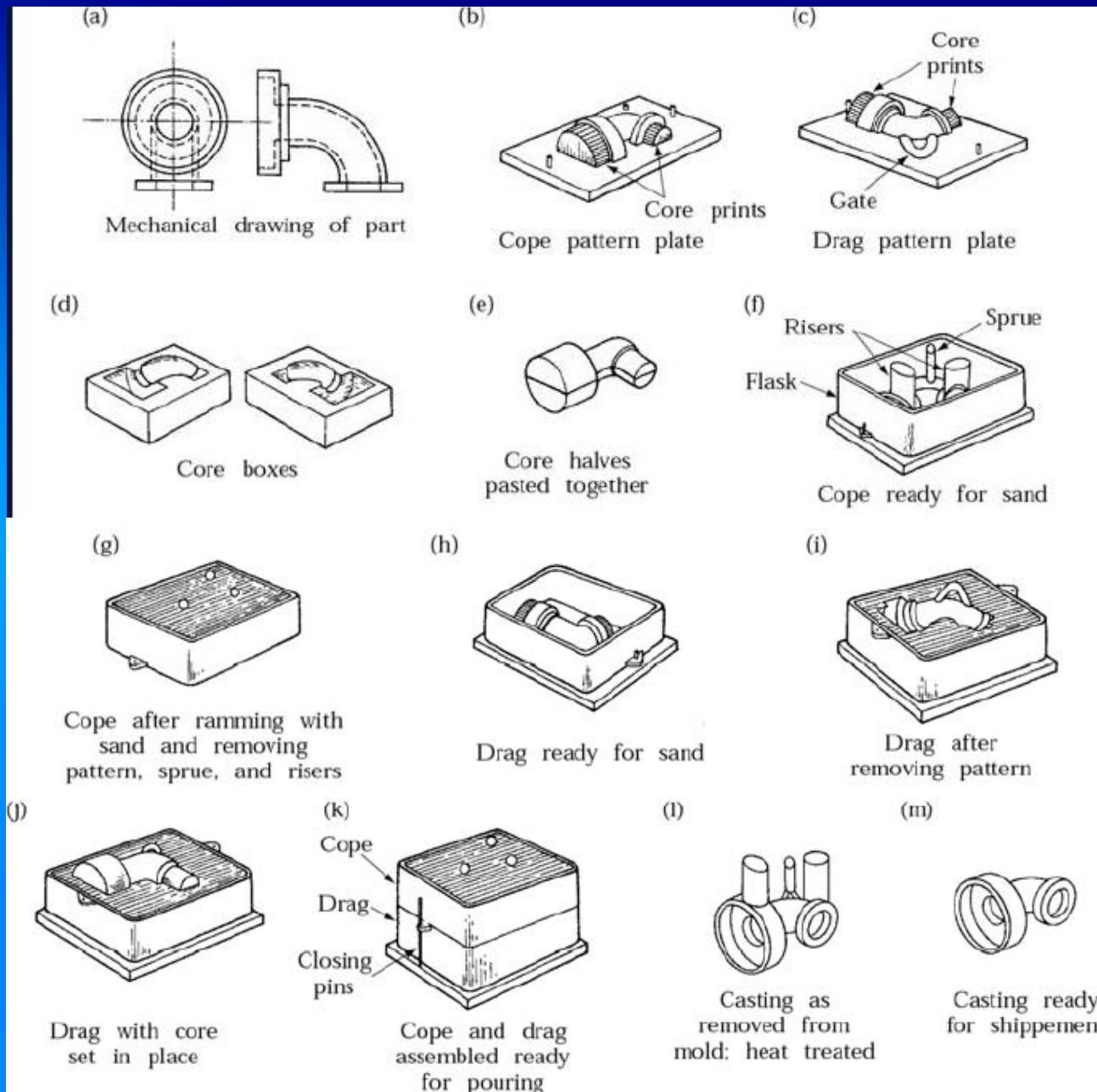
Composition	100 % Chelford medium silica sand 1.5 % Starch 1.5 % Core oil 2.5 % Moisture
Permeability	200
Green compression strength	2 lbf/in ² (14 kN/m ²)
Dry compression strength	1000 lbf/in ² (6.9 MN/m ²)
Dry tensile strength	250 lbf/in ² (1.7 MN/m ²)



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

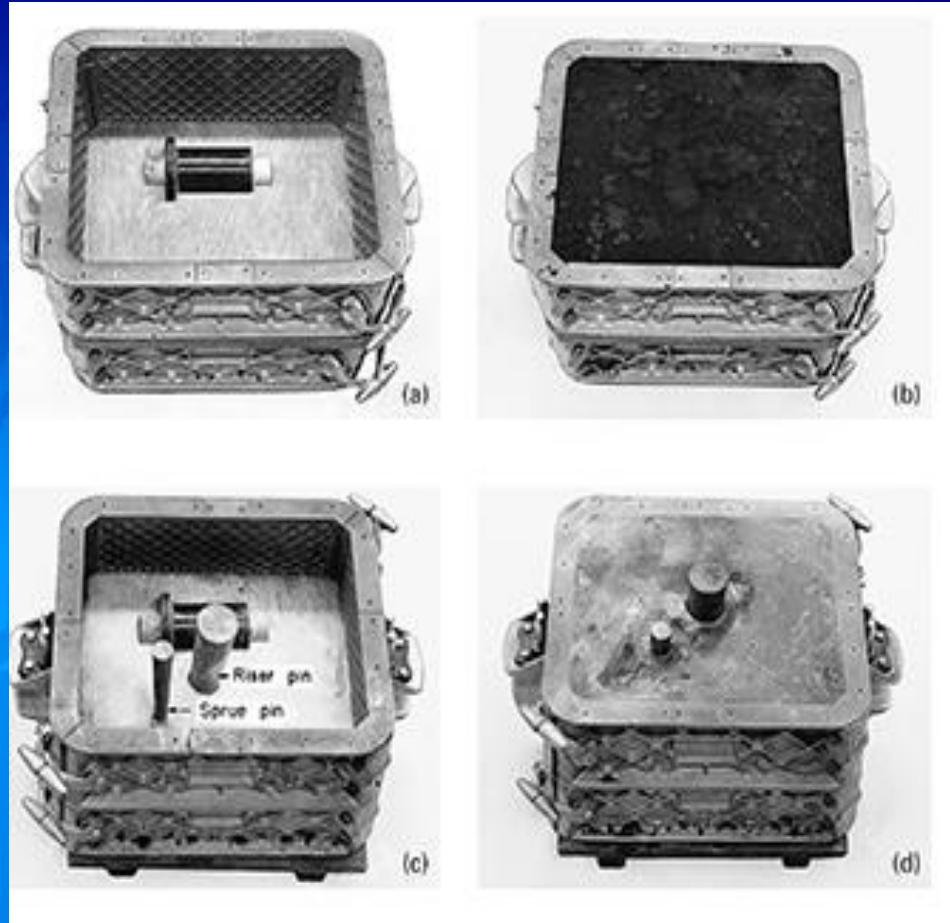
Etapas de molde manual para moldes arena en verde



Moldeo manual (pasos)

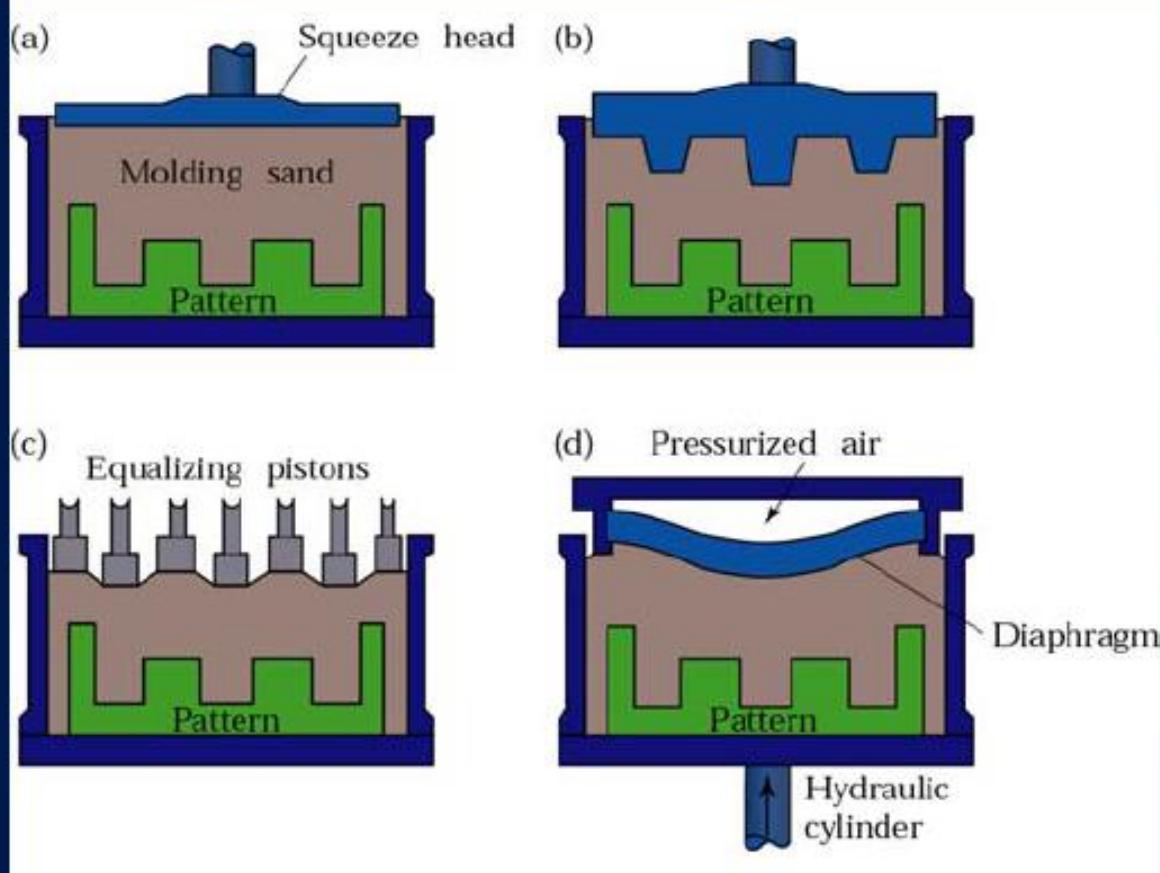
Sequential steps in making a sand casting.

- 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.



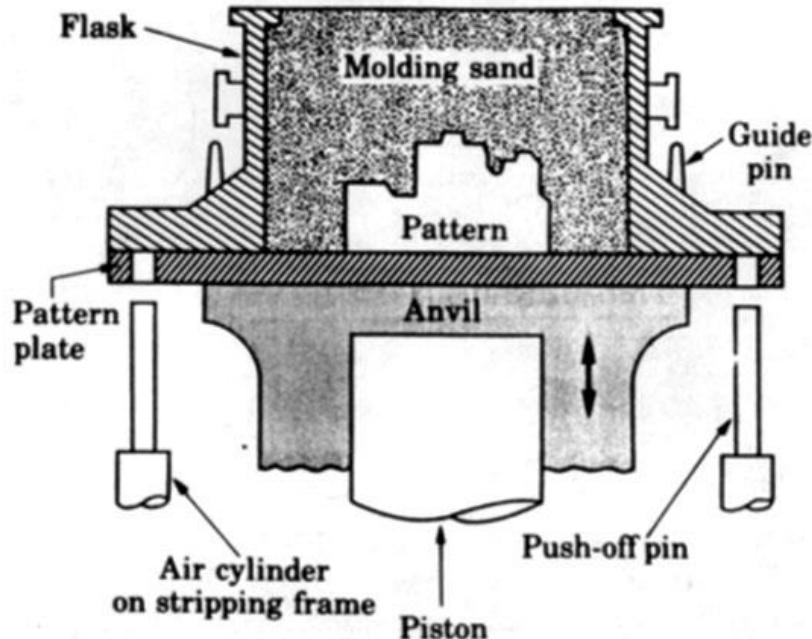
Moldeo a máquina

Squeeze Heads



Moldeo a máquina

(a)



(b)

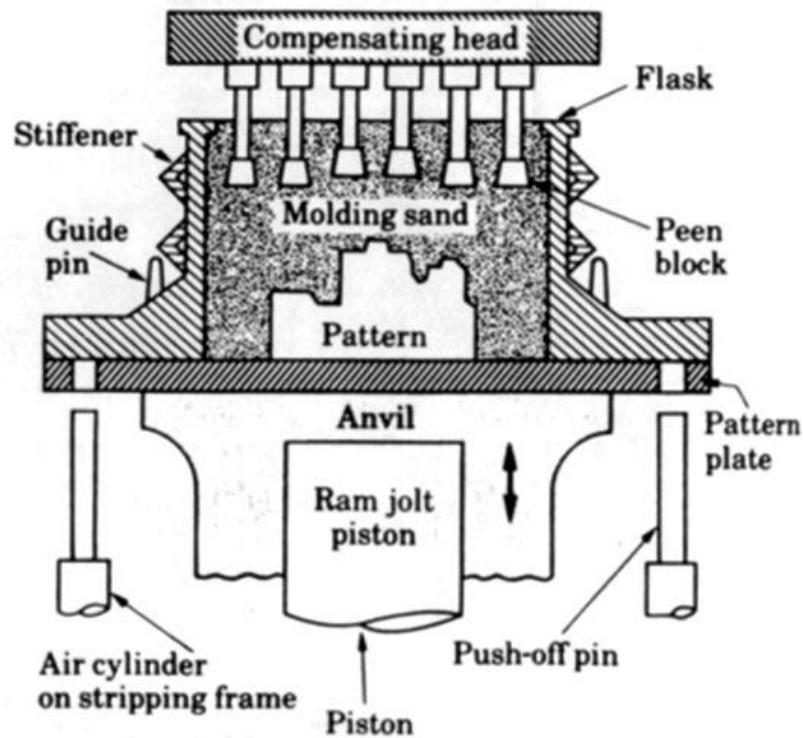
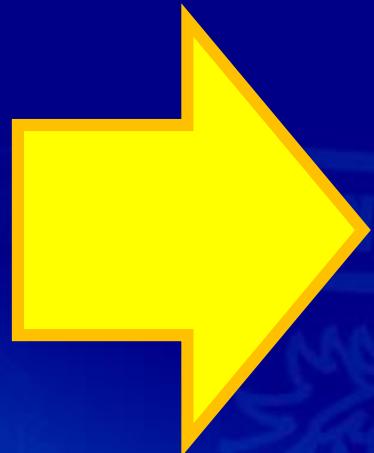
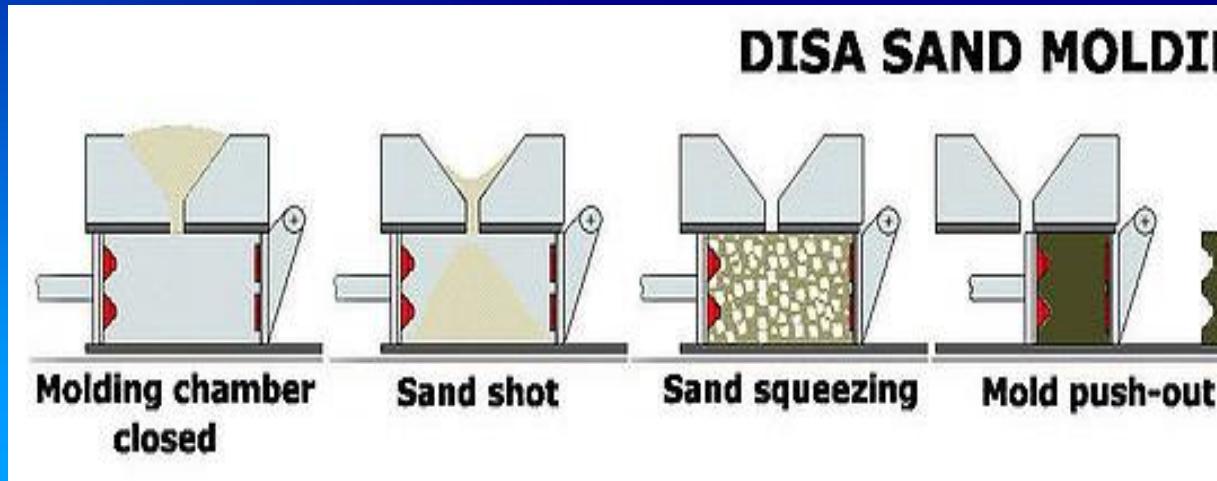


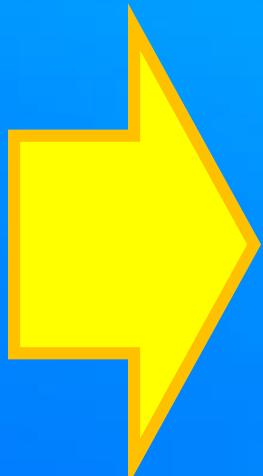
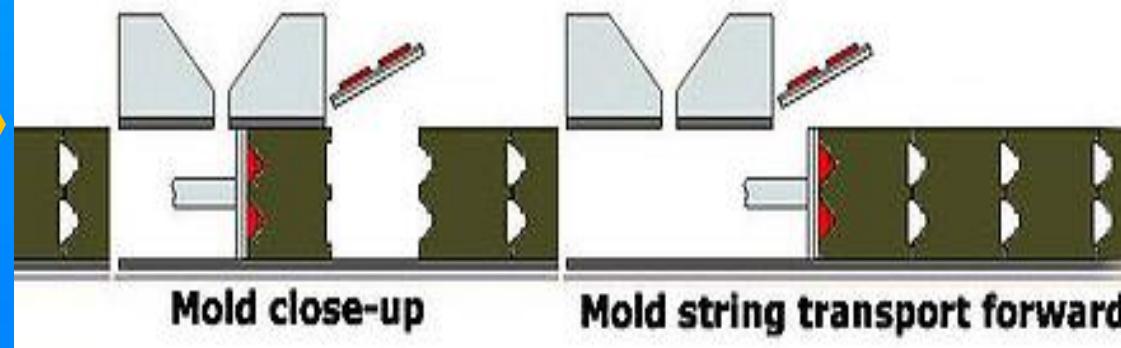
FIGURE 11.8

(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)



CASTING PRINCIPLE



Moldeo en Arena: Ventajas y Desventajas

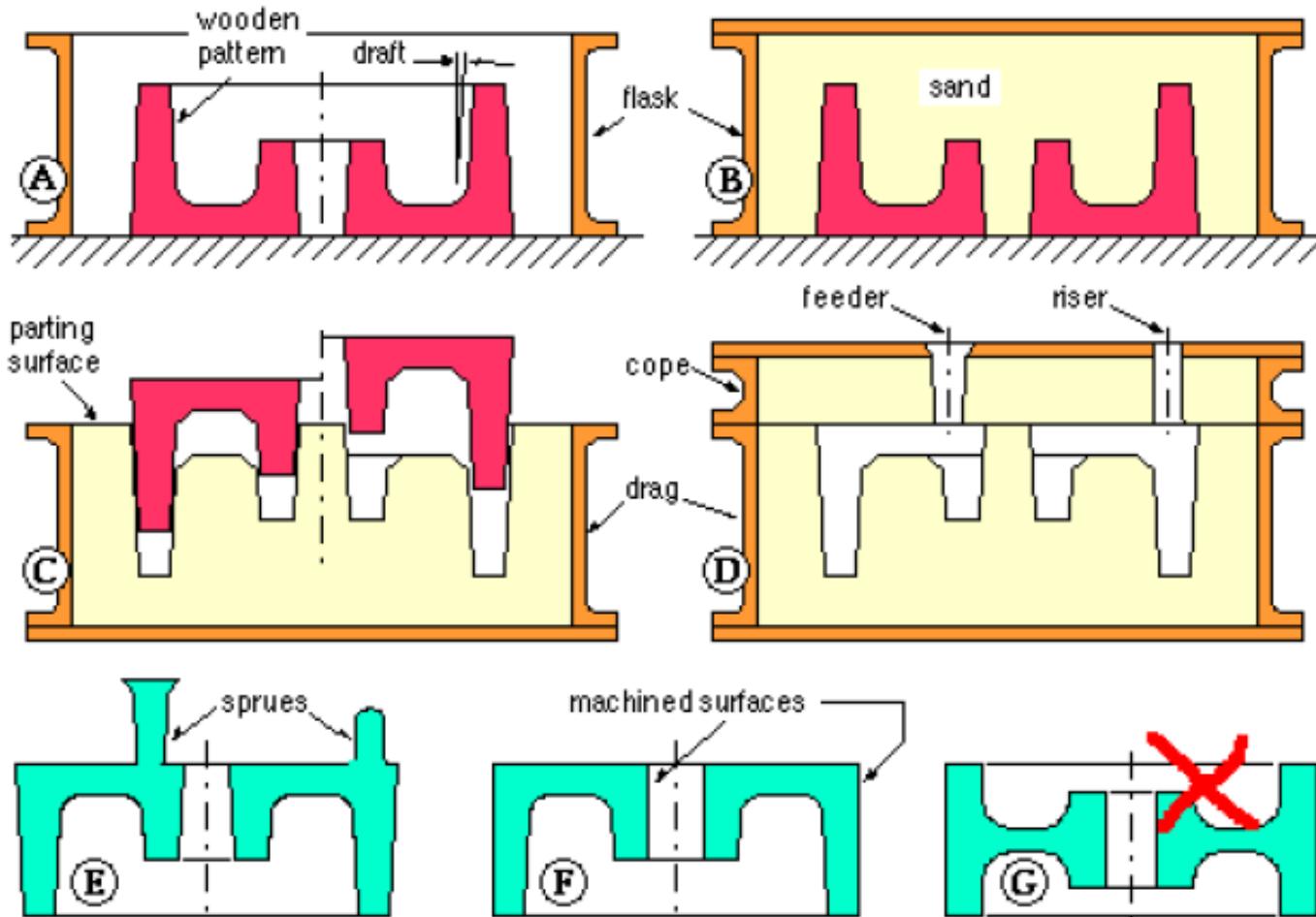
• Ventajas

- ❑ Molde barato
- ❑ Geometría compleja
- ❑ Cualquier aleación
- ❑ Tamaño ilimitado
- ❑ Económico en baja cantidades
- ❑ Costo de herramiental 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

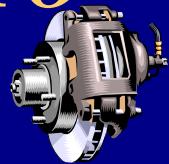
Darta

Falta de material

Grano abierto

Escoria, basura y otras inclusiones

DIAGRAMA CAUSA EFECTO



CAUSA

METODO MATERIA PRIMA MEDIO AMBIENTE

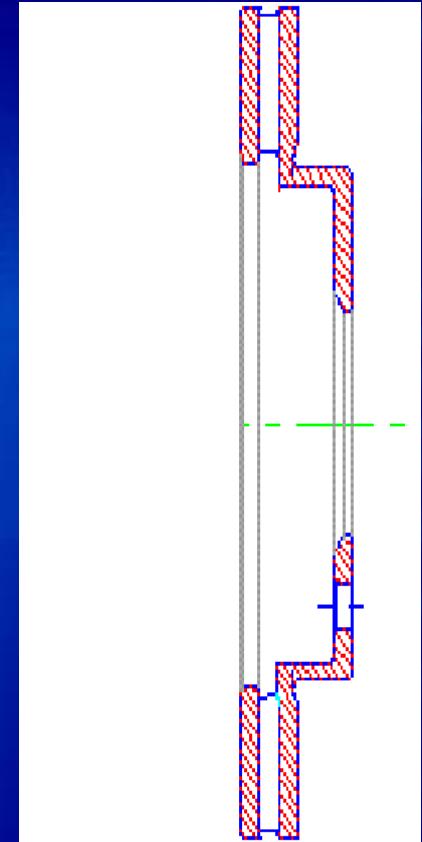
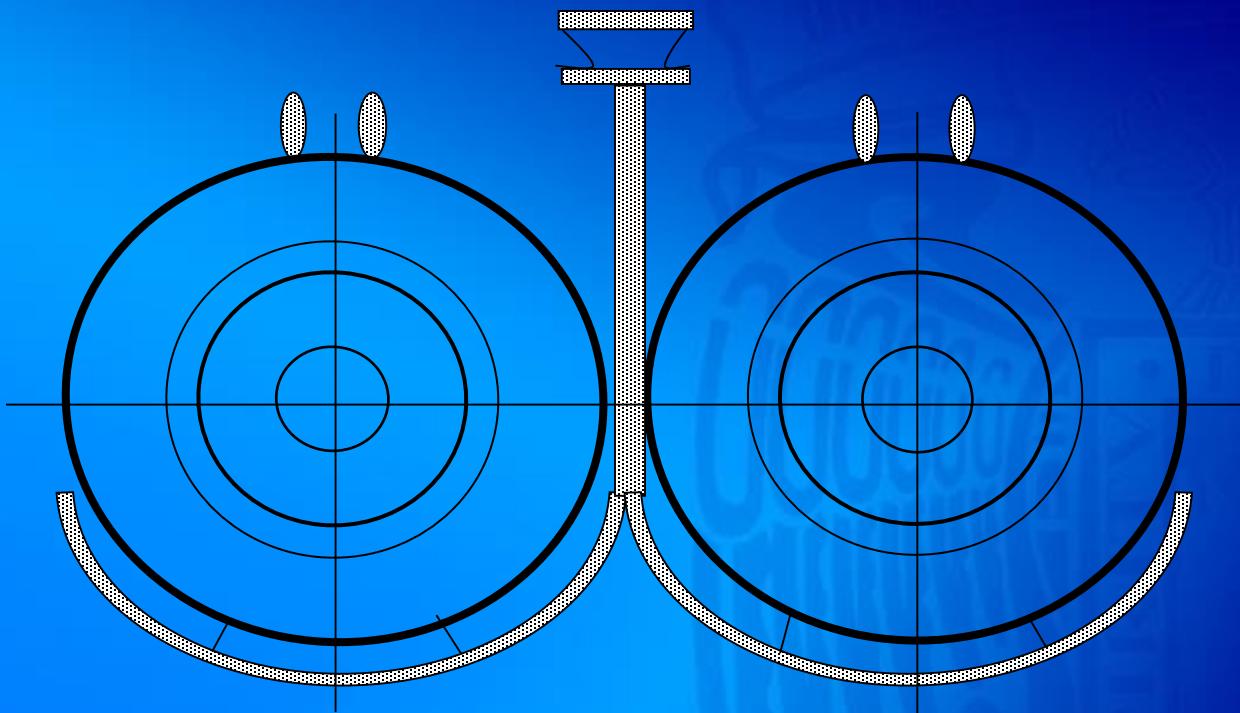
EFECTO

MAQUINARIA

MANO DE OBRA

UBICACIÓN DEL DEFECTO

PICTOGRAMA

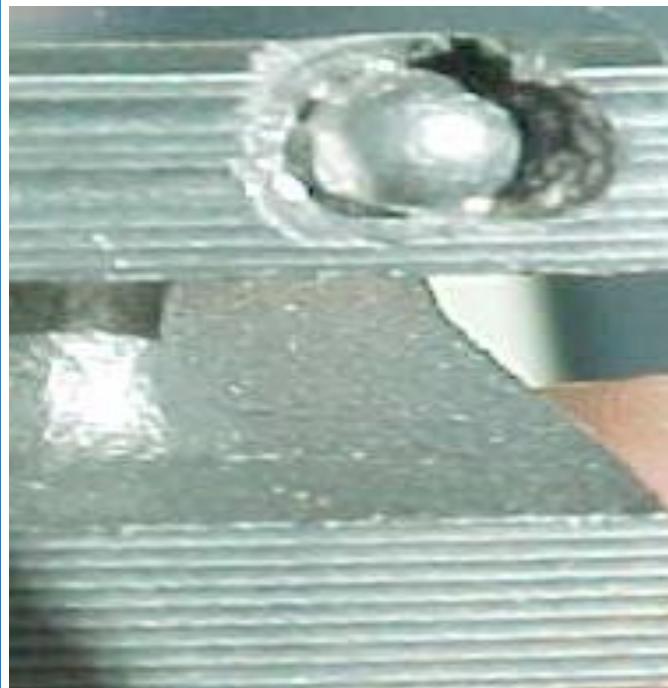


DEFECTOS POR GAS

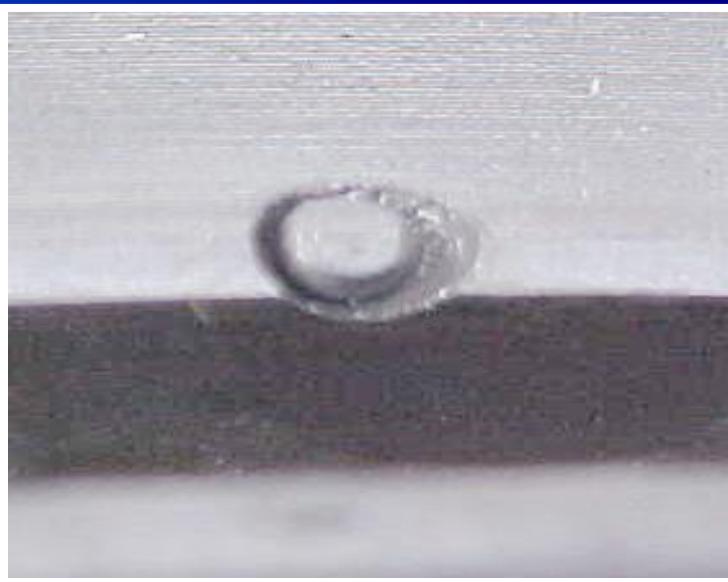
SOPRADURAS.- Son cavidades esfericas aplanas o alargadas y se relacionan con la presión de un gas que excede a la presión del metal en cualquier lugar durante la solidificación del mismo.

Existen diferentes causas por la cual se genera una sopladura:

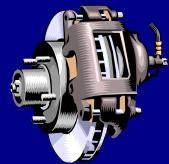
- Corazones, arena de moldeo y metal



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)

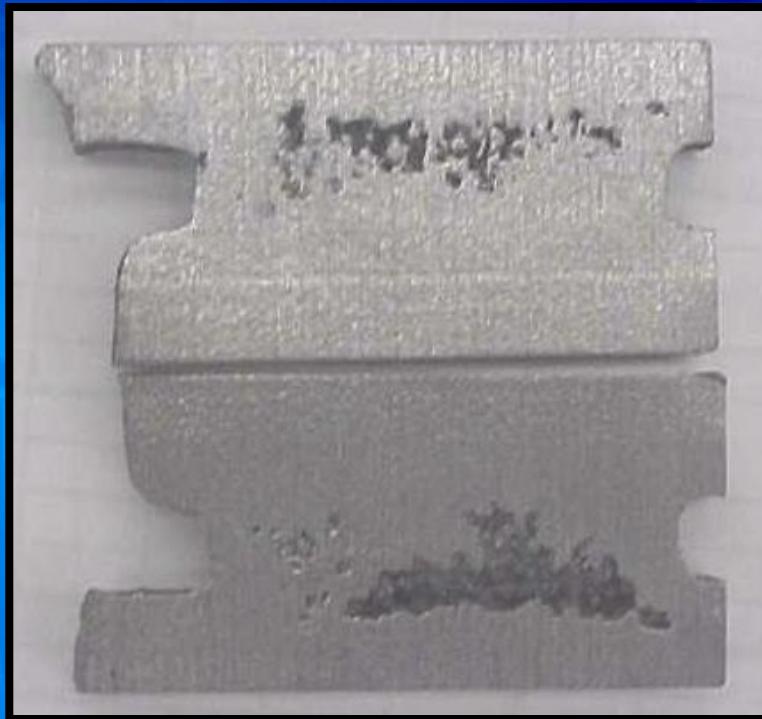
- SUJETAMOLDES
- MAL SOLPLETEO
- ALTA PRESIÓN EN EL SOPLETEO

POSIBLES CAUSAS INCLUSION DE ARENA

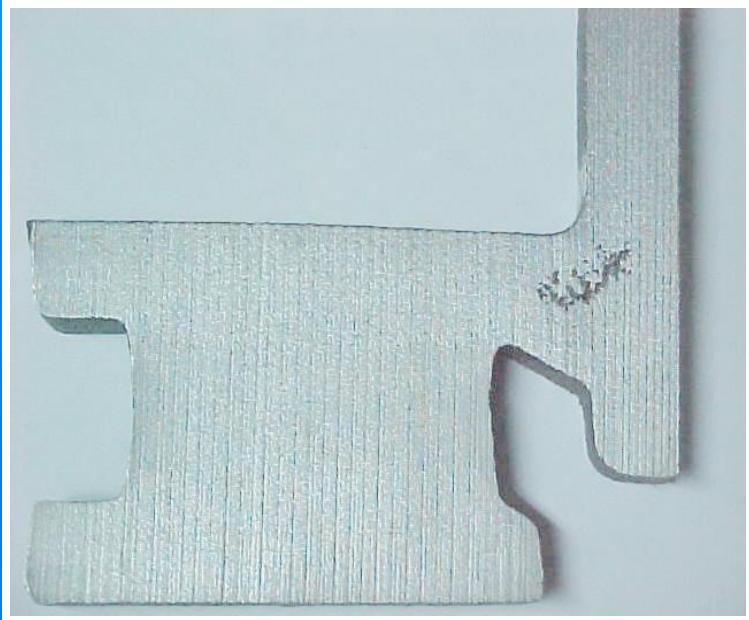
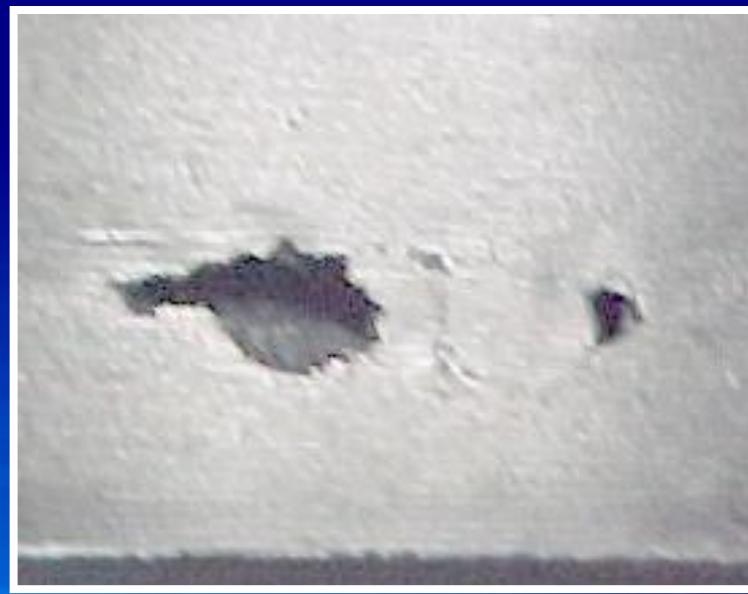
MOLDEO: (ARENA)

- 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 (INTERNO Y EXTERNO).- Son cavidades asimétricas o áreas esponjosas y son causadas por una contracción mientras el metal pasa del estado liquido 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)

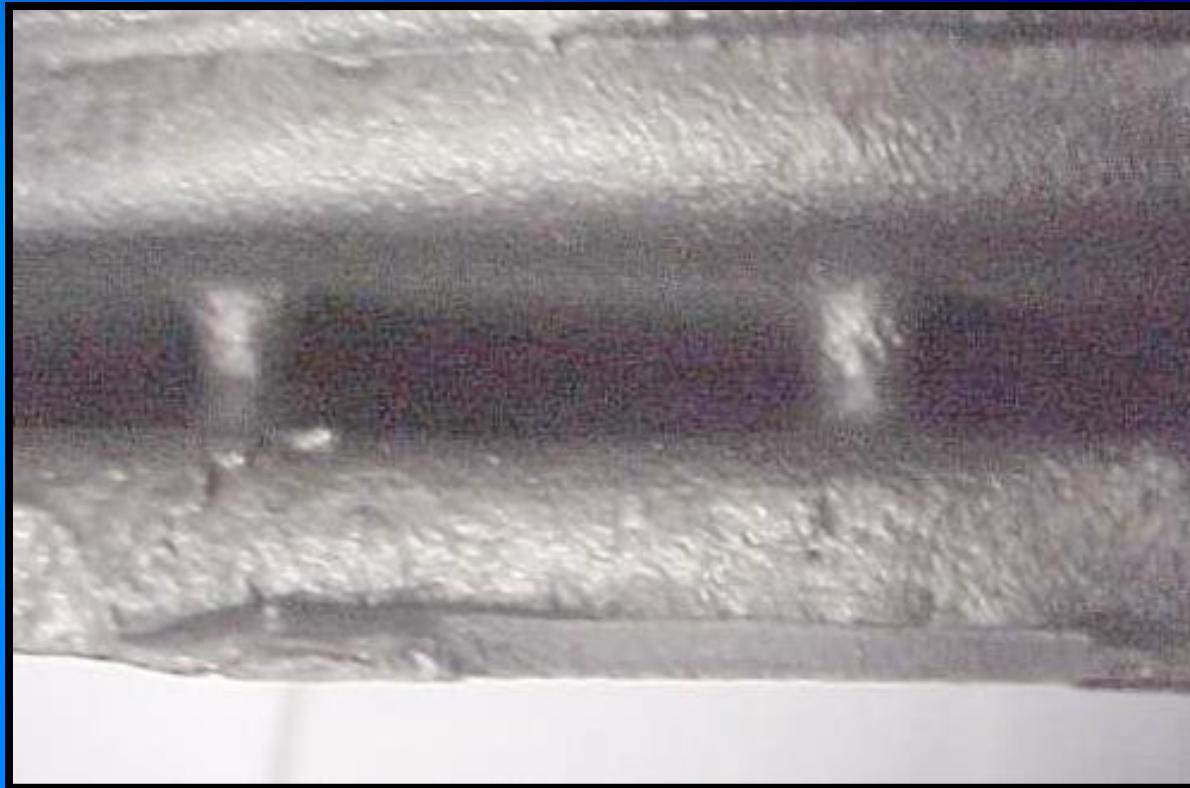
POSIBLES CAUSAS DEL RECHUPE

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 perdida 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:

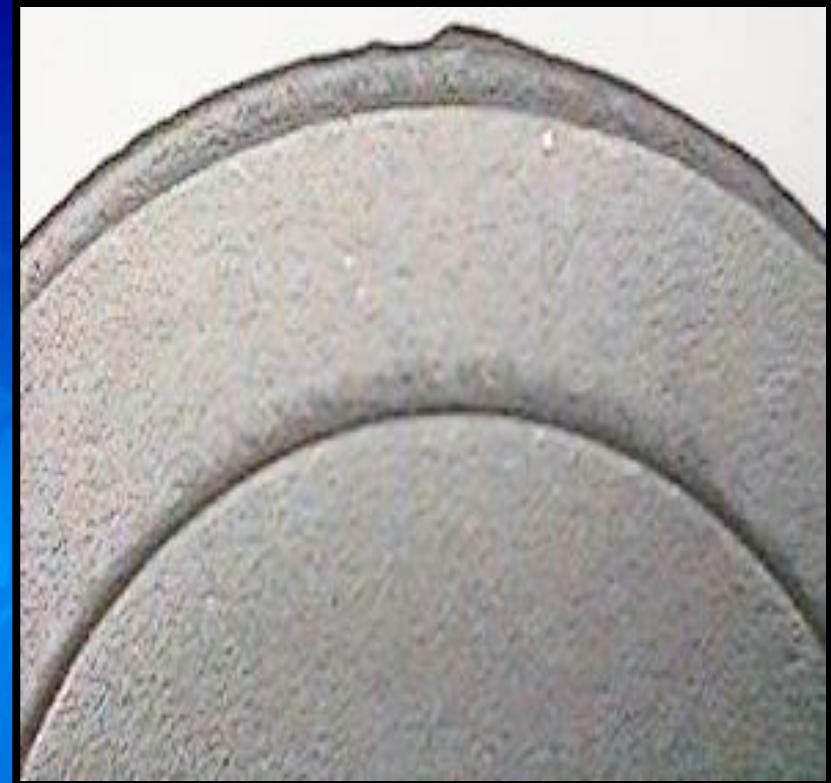
- DEMASIADAS PIEZAS EN EL MODELO
- MAL DESMAZAROTADO
- MANEJO RUDO DE LAS PIEZAS
- MAL ESTIBADO DE LAS PIEZAS

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:

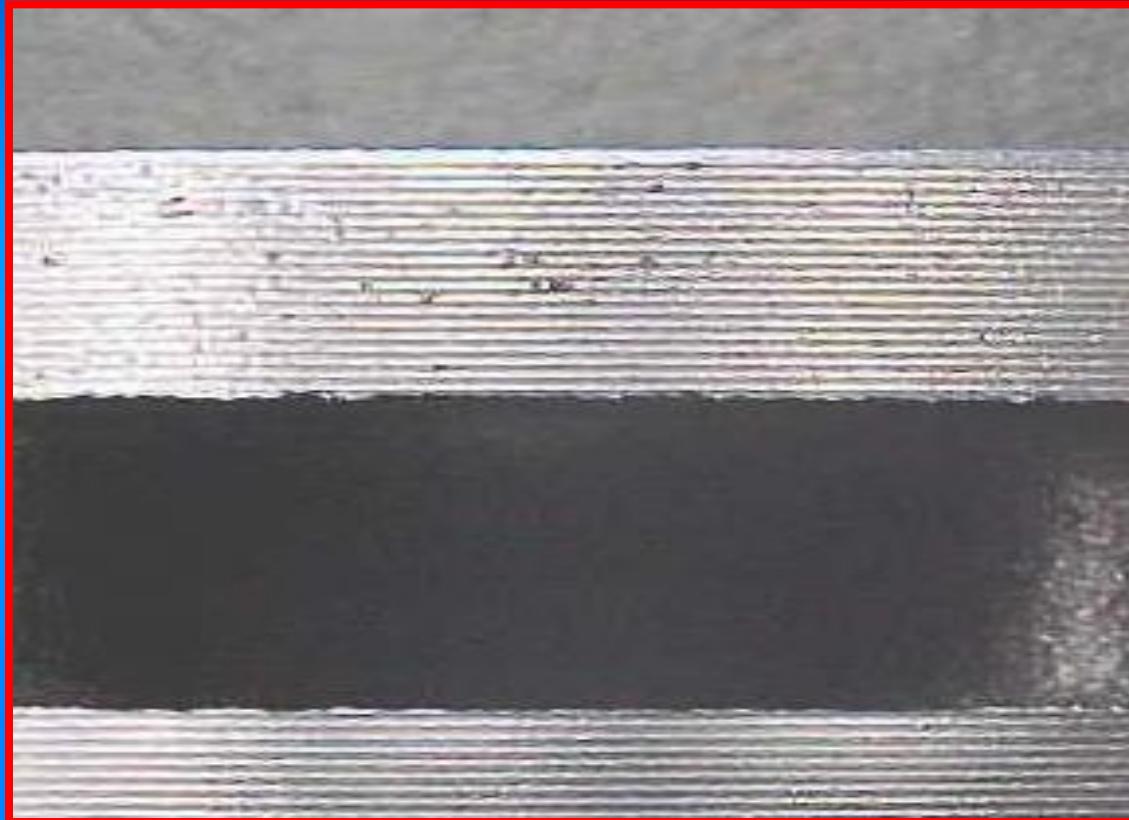
- MAL VACIADO
- MOLDES INCOMPLETOS

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

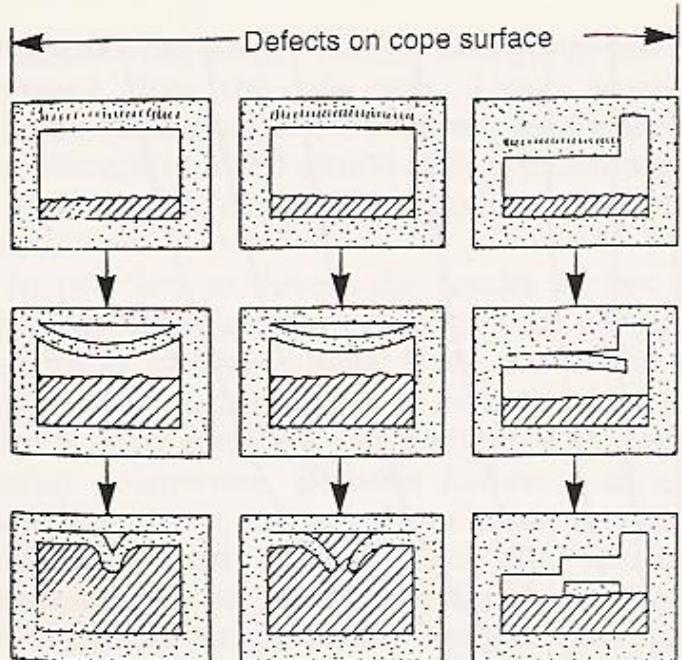
- 1) **Diseño de la pieza y del modelo**
- 2) **Equipo de moldeo**
- 3) **Cajas y herramiental**
- 4) **Sistema de colada y sistema de alimentación (diseño)**
- 5) **Mezcla de moldeo (arena)**
- 6) **Fabricación de corazones**
- 7) **Método de moldeo**

Fusión y metal

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

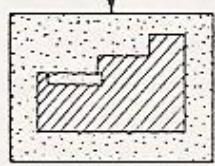
Análisis de formación de defectos en el molde durante el llenado y la solidificación

Defectos en la superficie de la tapa del molde



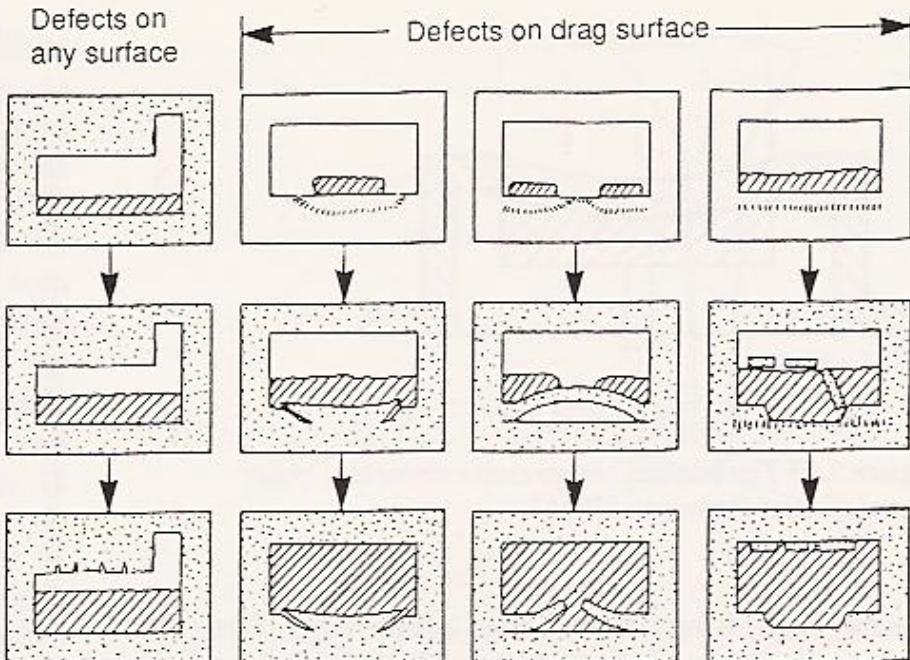
Buckle

Loose scab



Solid scab

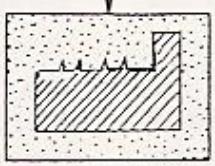
Defectos en la superficie de la base del molde



Rat tail

Loose scab

Solid scab



Veins and fins

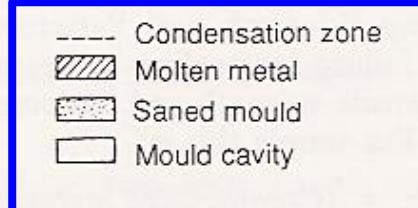


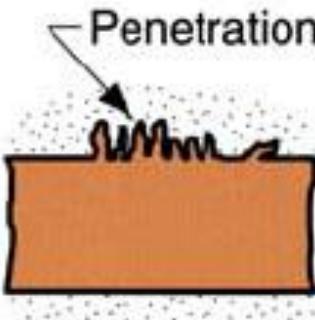
Figure 3.17 A selection of mould surface defects.

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

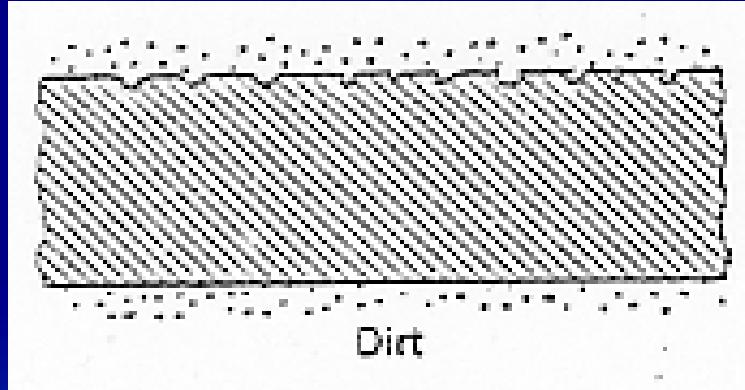
When fluidity of liquid metal is high, it may penetrate into sand mold or sand core, causing casting surface to consist of a mixture of sand grains and metal



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.

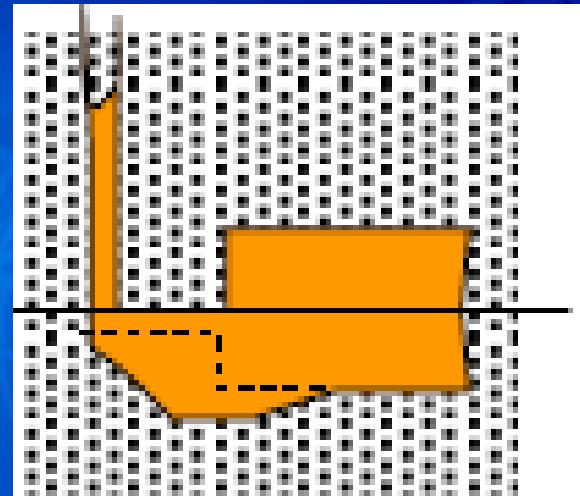
Solución:



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

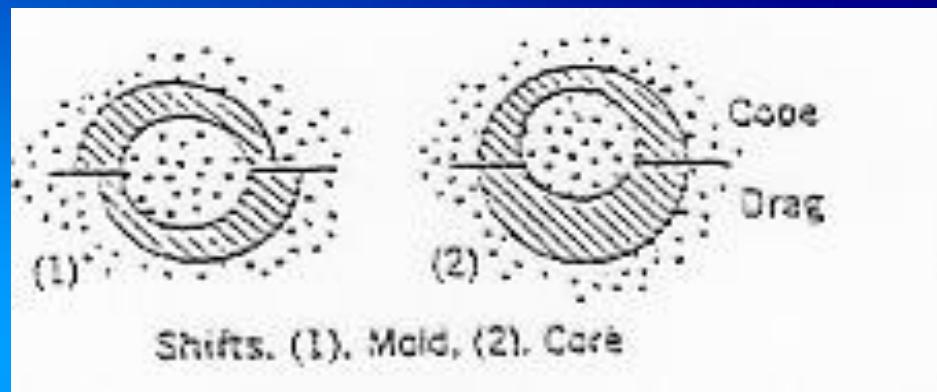
Se debe a velocidades de llenado muy altas, asociado a una baja resistencia del molde y/ o falta de compactación.

Solución:



(c) Sand wash

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

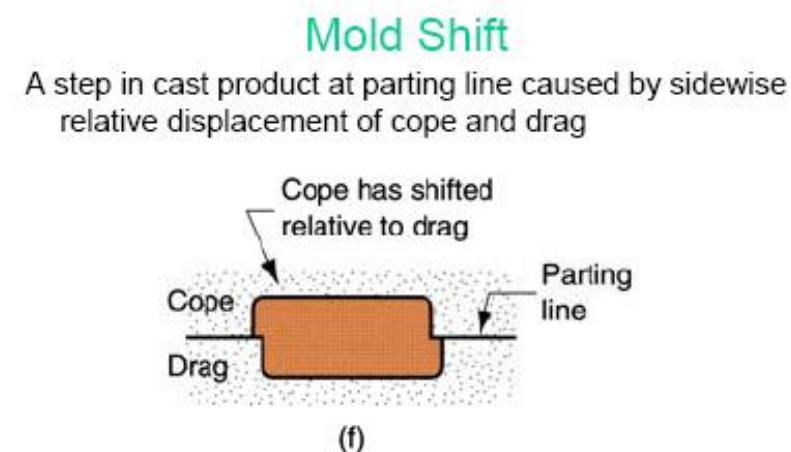
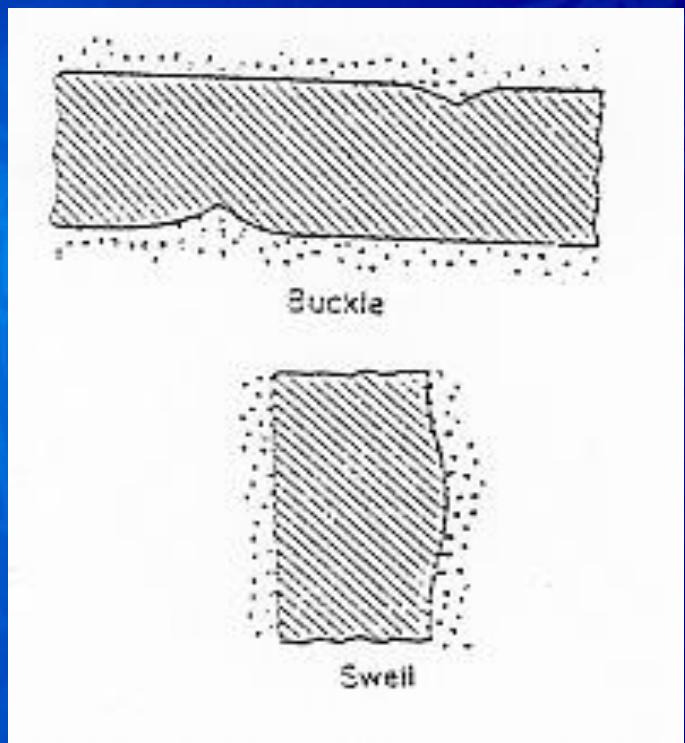
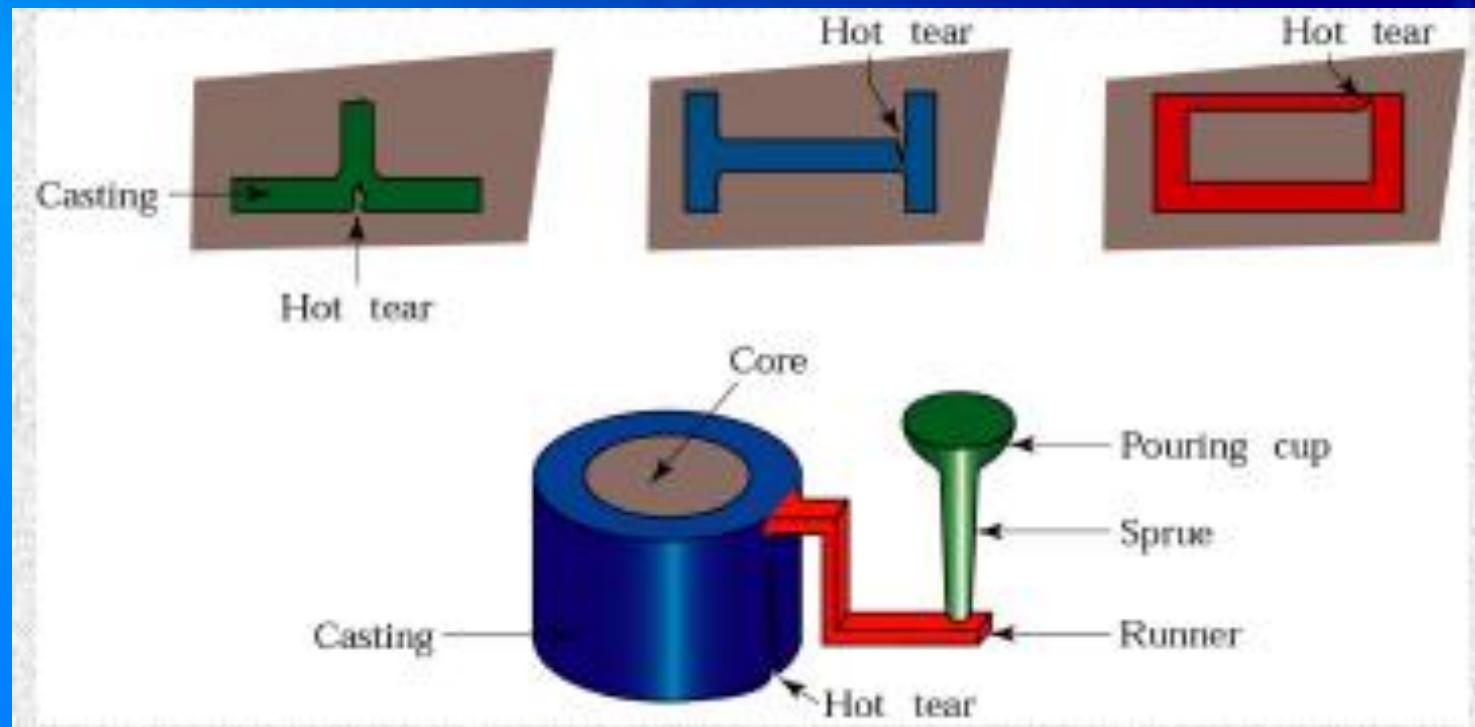


Figure 11.23 - Common defects in sand castings: (f) mold shift



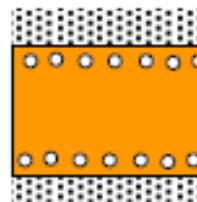
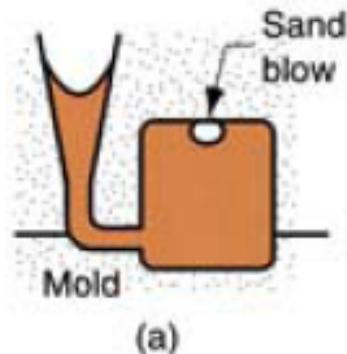
Alta resistencia del molde provoca fracturas en caliente (Hot tears)

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

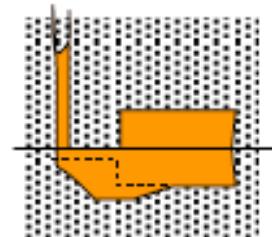


Resumen: defectos asociados a la arena de moldeo

Sand Mold defects



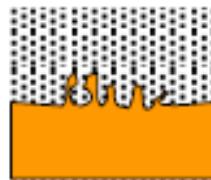
(b) Pin hole



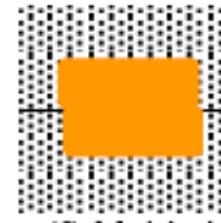
(c) Sand wash



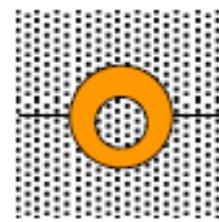
(d) Scabs



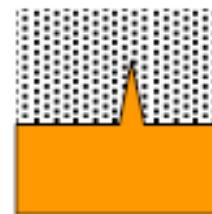
(e) Penetration



(f) Mold shift



(g) Core shift



(h) Mold crack

OTROS DEFECTOS

Defecto asociado a temperaturas de colada bajas

Misrun

A casting that has solidified before completely filling mold cavity

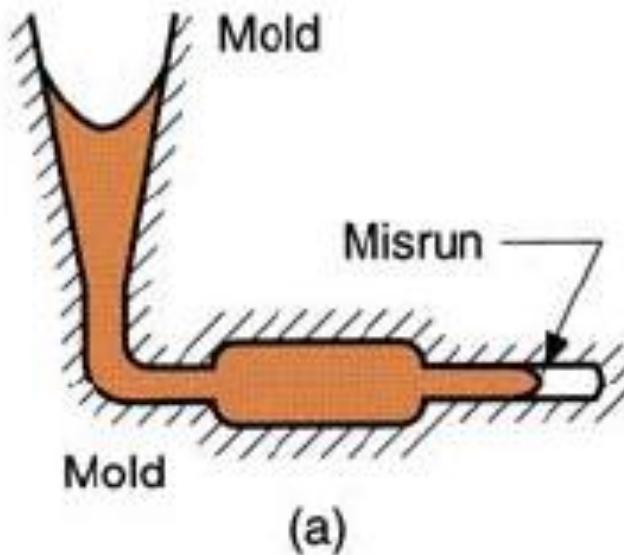


Figure 11.22 - Some common defects in castings: (a) misrun

Modelos para fundición (Foundry Patterns)

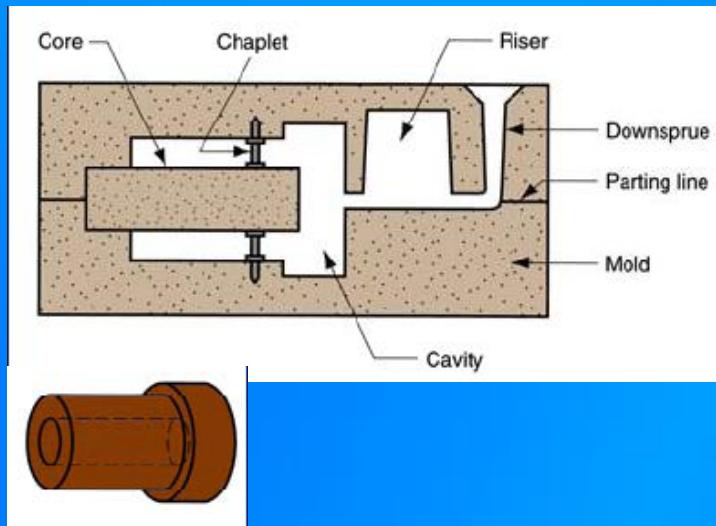
Que son (función)

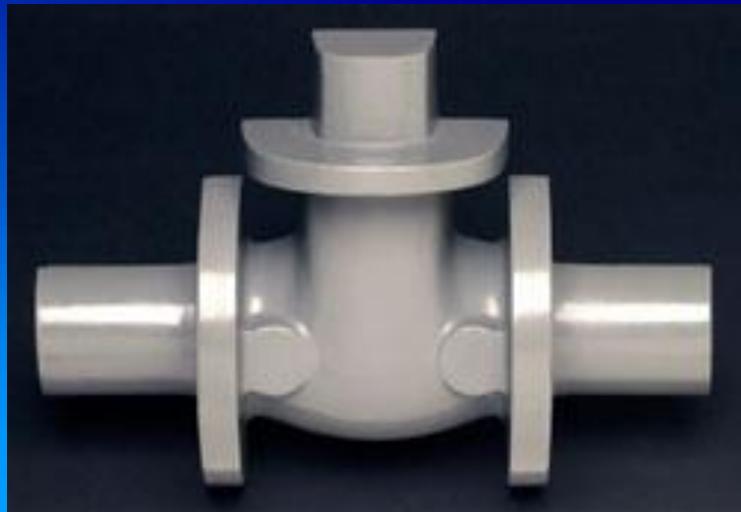
OK

De que materiales están hechos

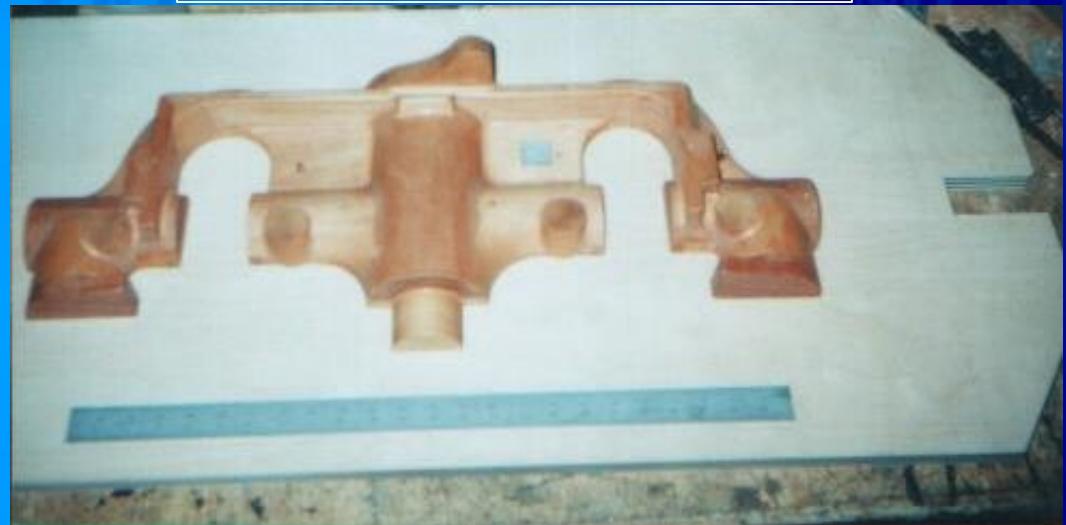
OK

Consideraciones para su diseño





Modelo de resina epóxica



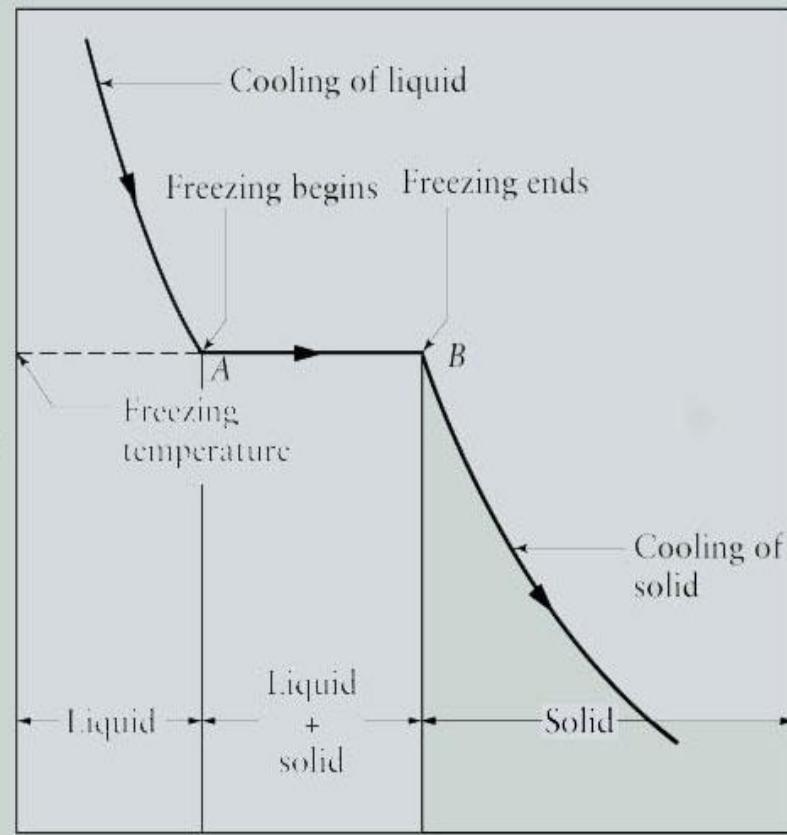
Modelo de madera

Fundamentos para el diseño de modelos

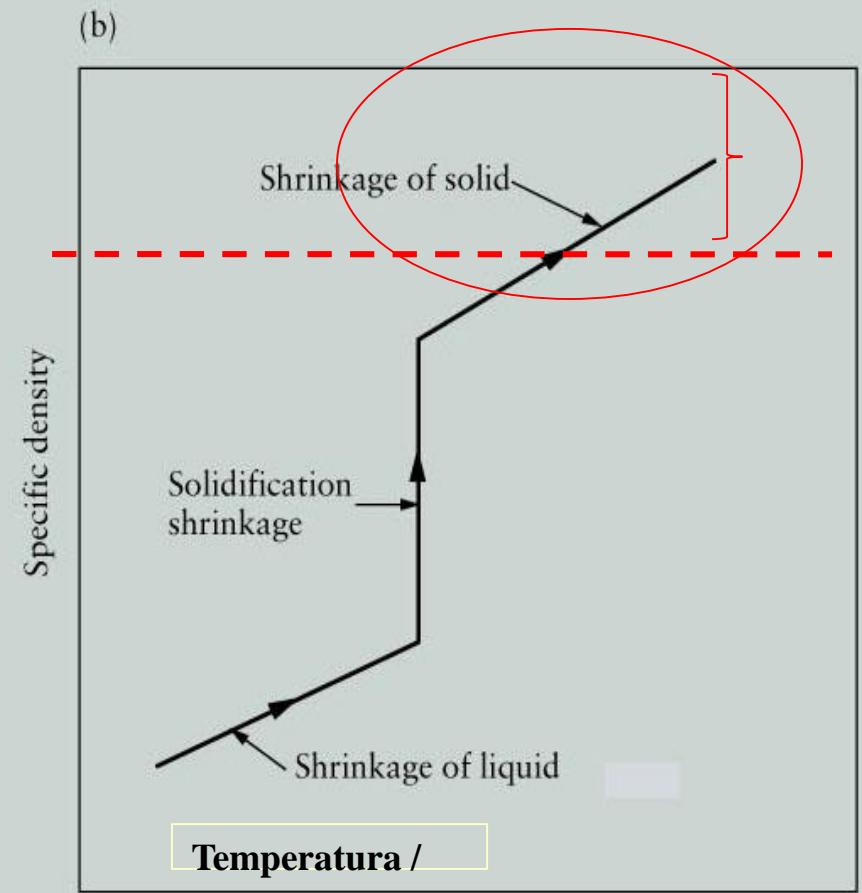
Contracción durante la solidificación

(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.

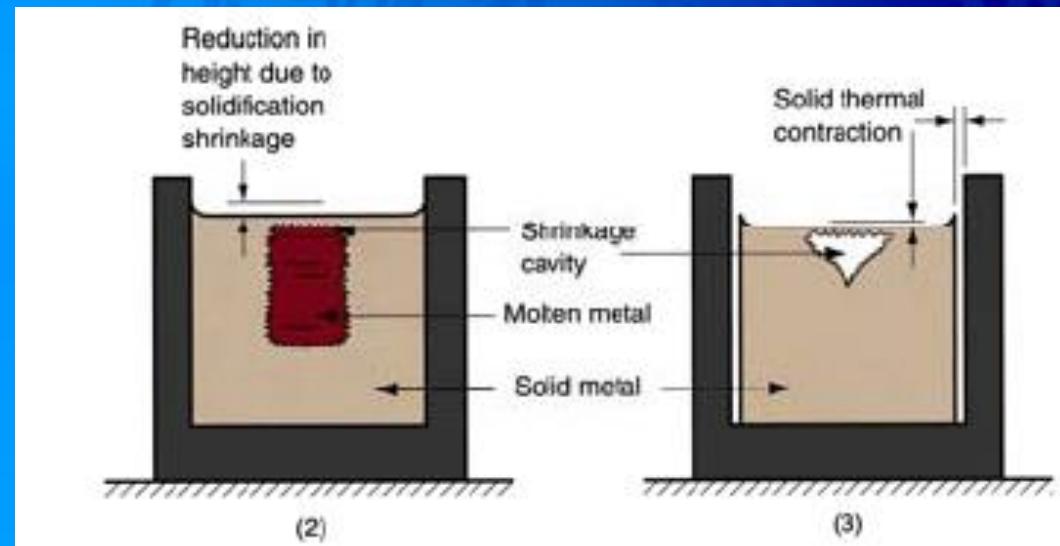
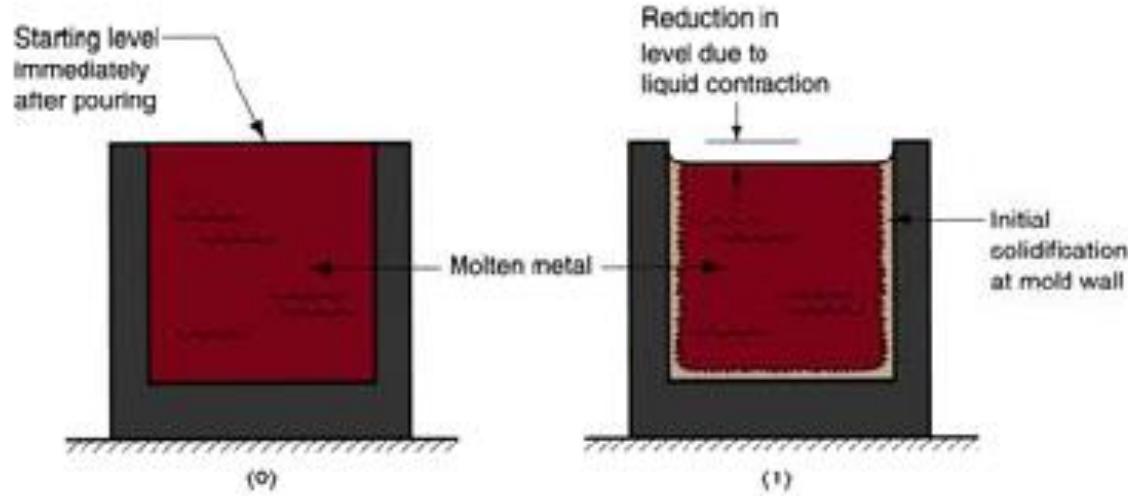
(a)



(b)



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

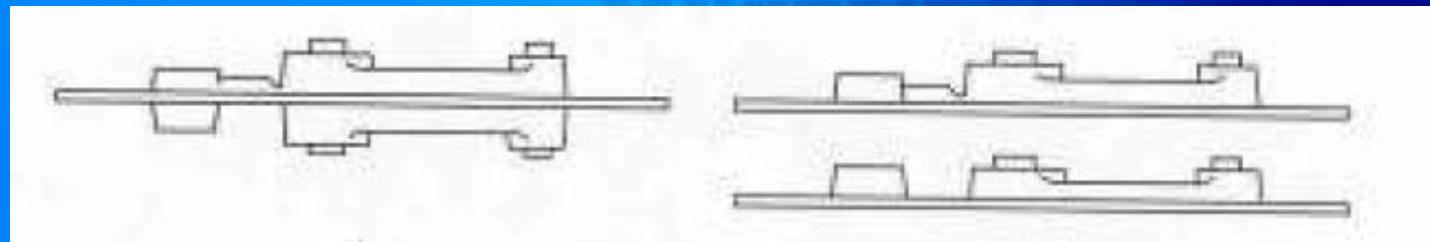
Aleación de Al	% Contracción
Al puro	8.0
Al-4Cu-2Ni-Mg	5.3
Al-12Si	3.5
Al-5Si-2Cu-Mg	4.2
Al-9Si-Mg	3.4
Al-5Si-1Cu	4.9
Al-5Si-2Cu	5.2
Al-4Cu	8.8
Al-10Si	5.0
Al-7Si-Ni-Mg	4.5
Al-5Mg-Si	6.7
Al-7Si-2Cu-Mg	6.5
Al-5Cu	6.0
Al-11Mg-Si	4.7
Al-5Zn-Mg	4.7

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

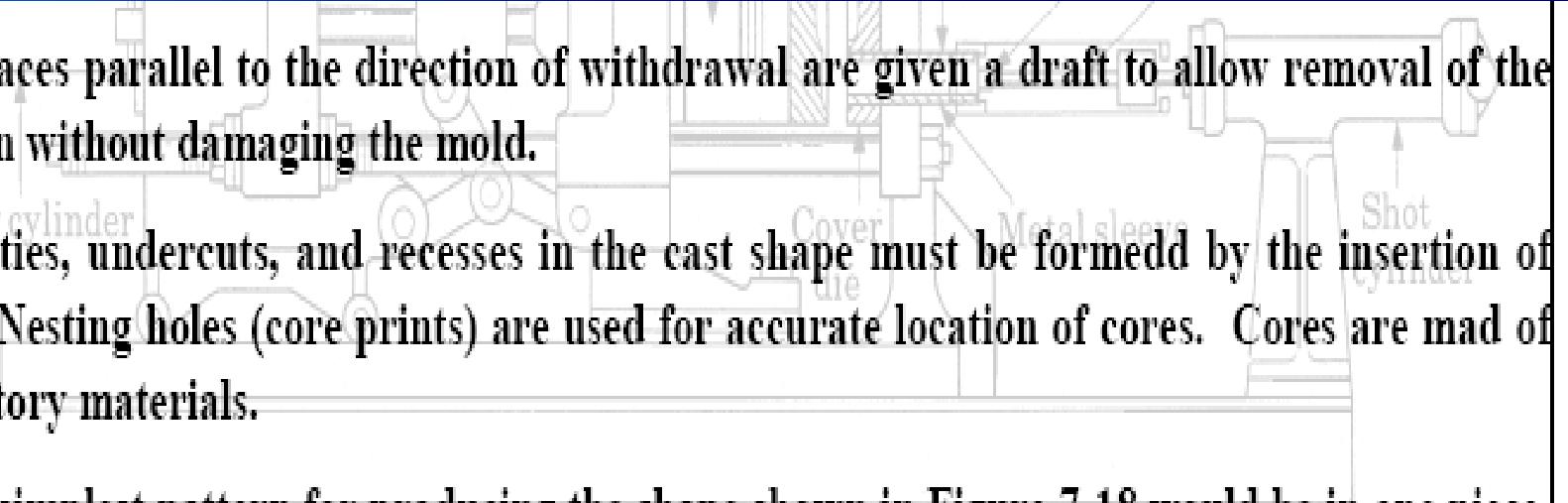
Consideraciones para el diseño de modelos

Patterns

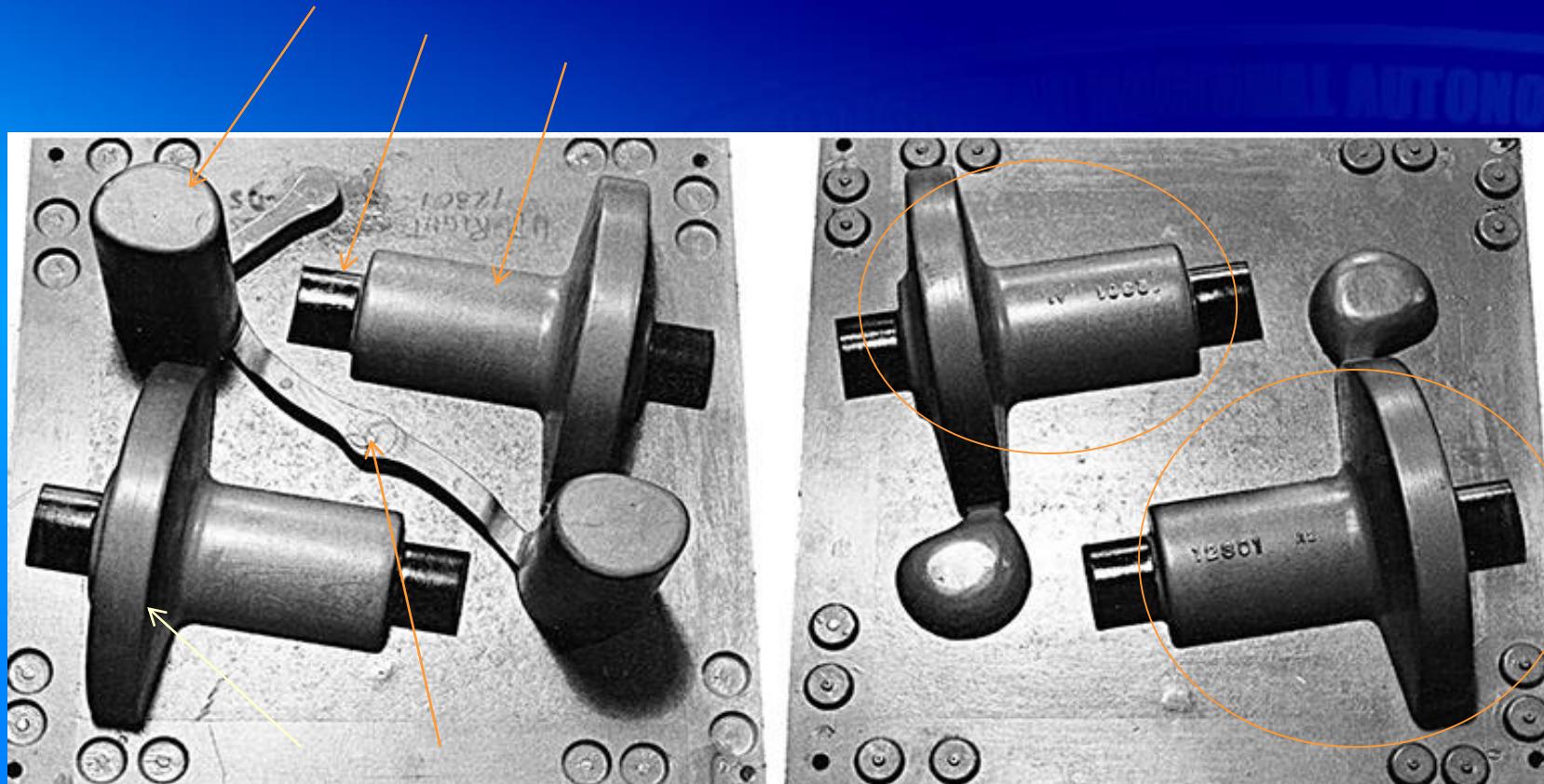
- All dimensions of patterns are increased to account for the contraction (solid shrinkage) of the casting from the solidus to room temperature.
- If the casting is to be machined, an appropriate thickness (machining allowance) is added.
- Patterns are made of wood or a metal or strong plastic for greater 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:

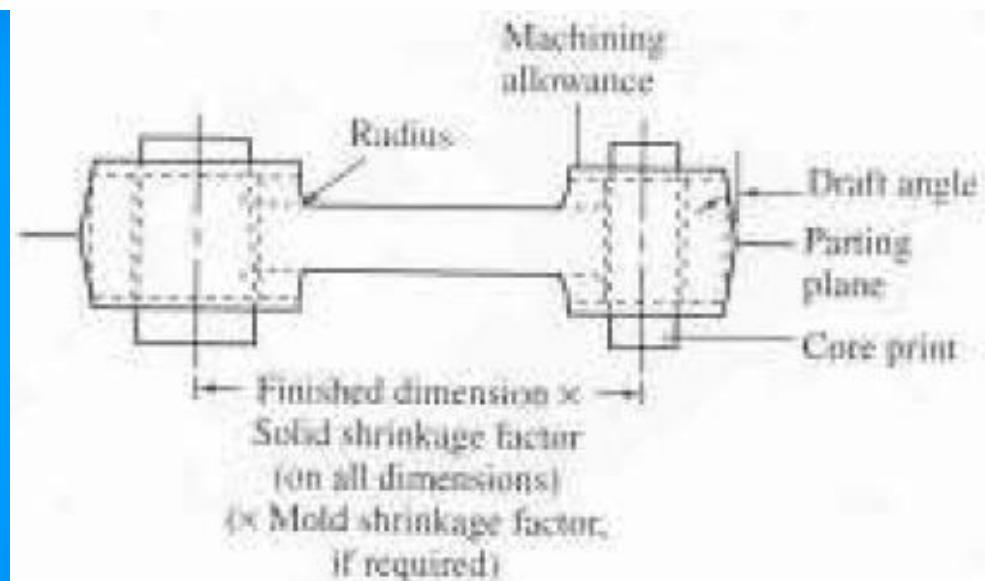
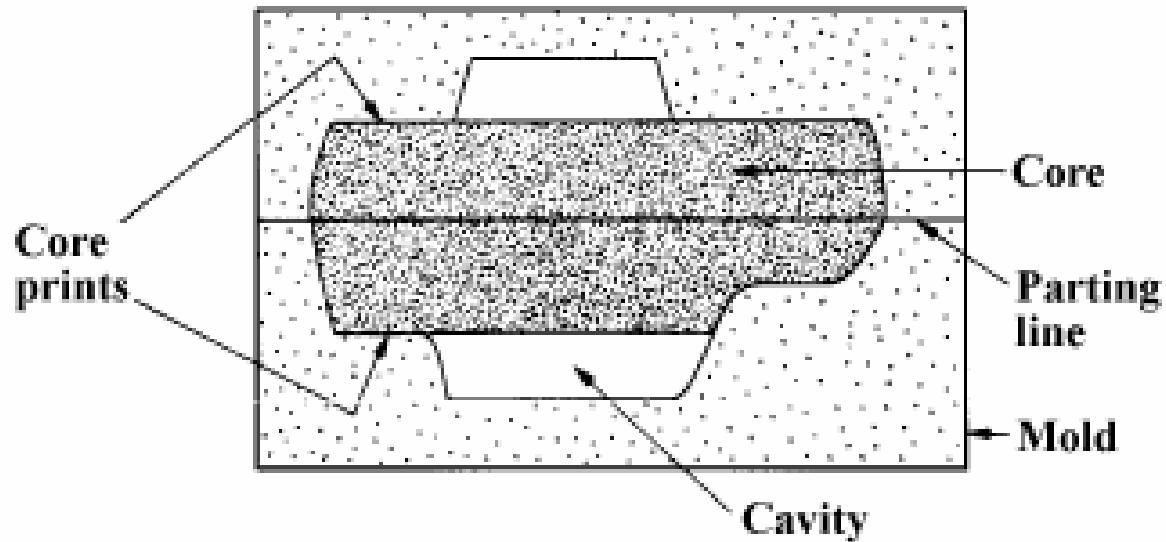
- (a) Tolerancias por contracción (Solid shrinkage allowance)
- (b) Tolerancias por maquinado (Machining allowance)
- (c) Tolerancia sppor ángulo de salida (Draft- It is the taper provided on surfaces parallel to the direction of withdrawal of the pattern from the mold to prevent crumbling of the mold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

TABLE 2 . . . Typical Pattern Machining Allowances for Sand Casting
(The allowances are in inches per side. For internal surfaces such as bores, the allowance is about $\frac{1}{2}$ in. greater and is negative.)

Material Cast	<i>Overall Length of External Surfaces</i>			
	0 to 12 in.	12 in. to 24 in.	24 in. to 42 in.	42 in. to 60 in.
Aluminum alloys	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{3}{16}$

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

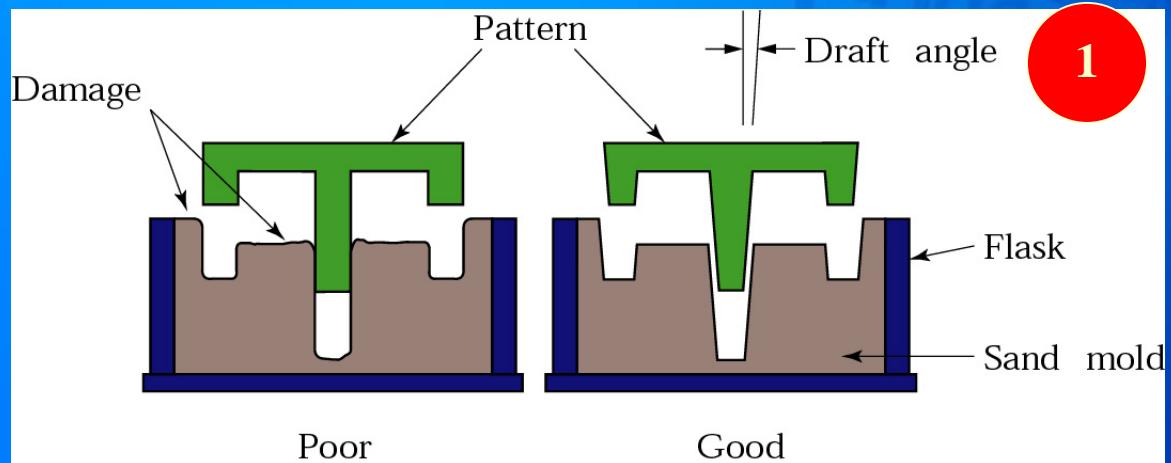
Typical Pattern Machining Allowance

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

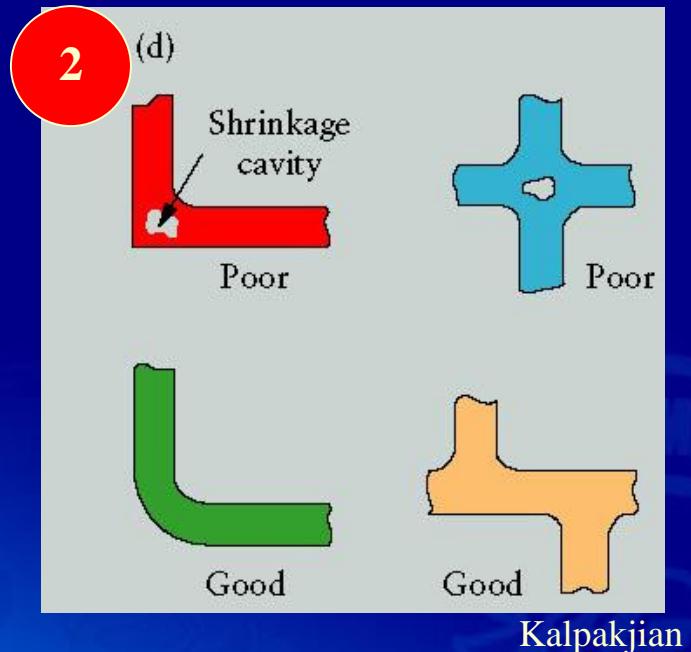
Defectos asociados al Diseño de modelos

Diseño de modelos

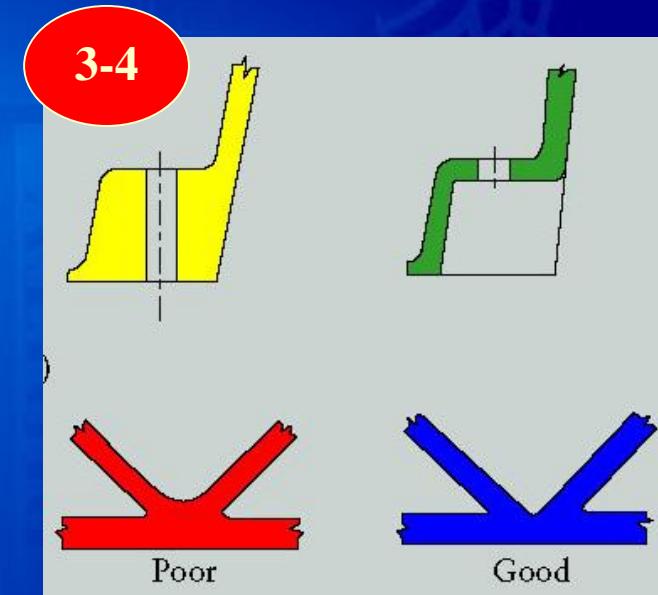
- 1) Proveer ángulos de salida de 1 a 3 grados para retirar el modelo del molde
- 2) Diseñar correctamente uniones L, T, X, mediante radios de curvatura, excesos o rediseño de la pieza, a menos que sean alimentadas por alimentadores
- 3) sugerir espesores similares en toda la pieza o planear una solidificación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



Kalpakjian



Kalpakjian



Kalpakjian

Diseño de secciones

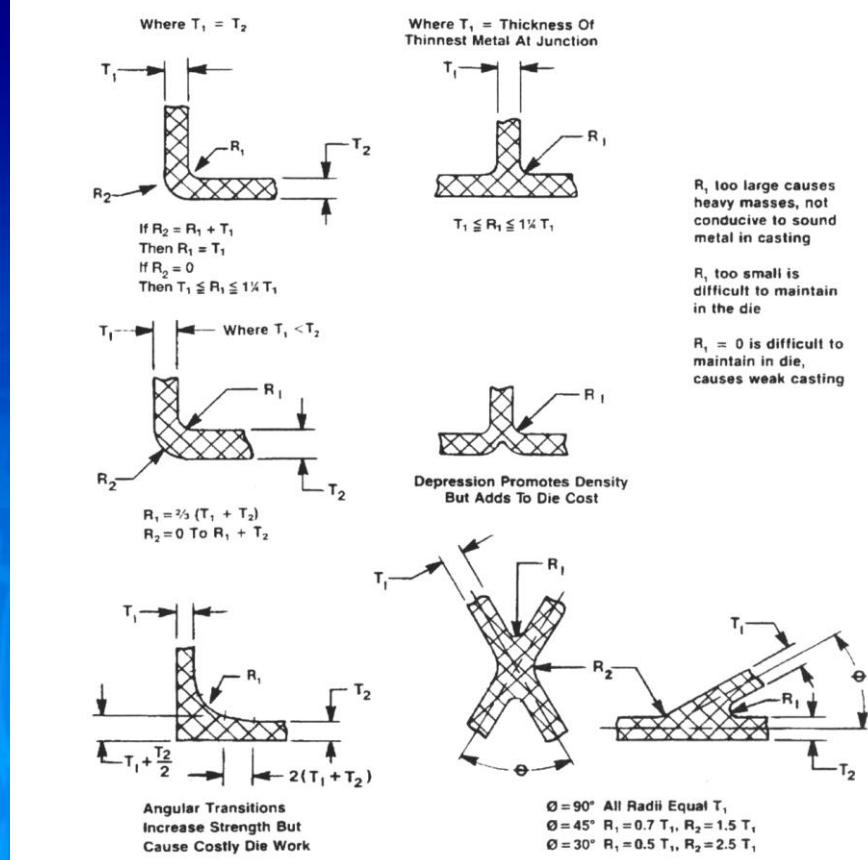
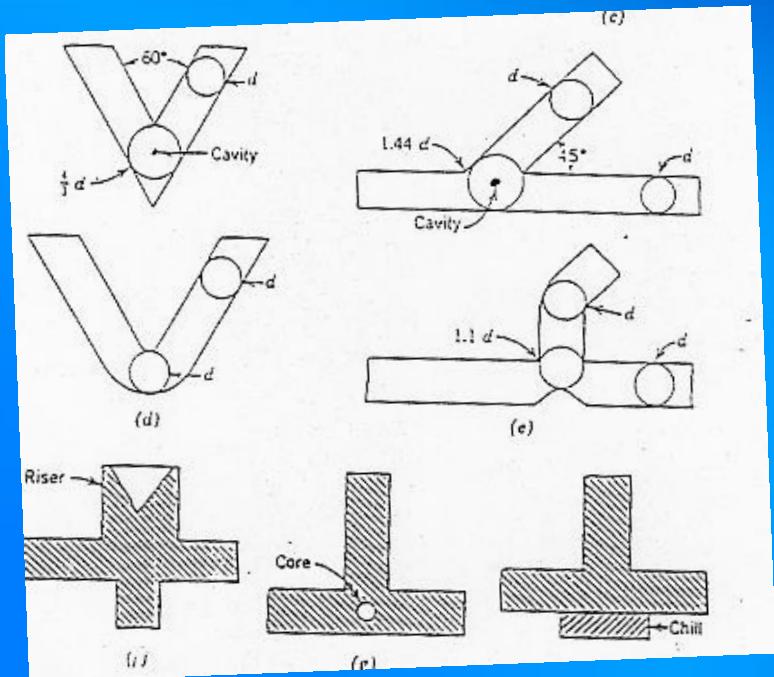
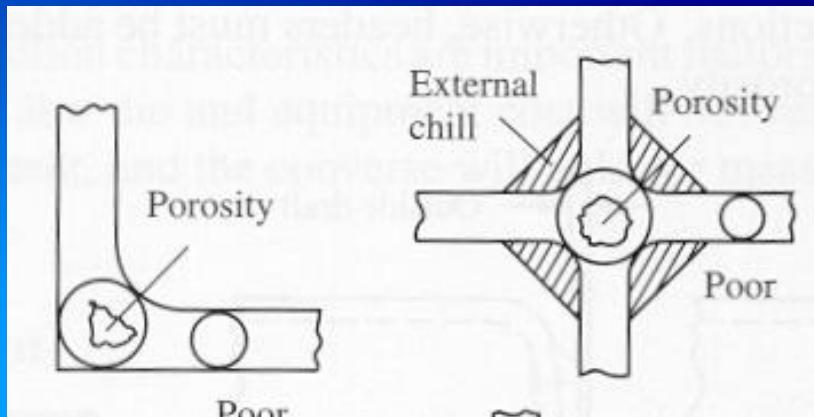


Figure 2-4 Recommended dimensions for fillets. R_1 , too large causes heavy masses, not conducive to sound metal in the casting. R_1 is too small is difficult to maintain in the die. $R_1=0$ is difficult to maintain in the die causes a weak casting

Production of Aluminum Auto Parts

Main Characteristic	Casting Gravity ^A	Low-Pressure Die Casting ^B	High-Pressure Die Casting (Pores Free) ^C	Squeeze Casting ^D
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

Defecto asociados al diseño de alimentadores

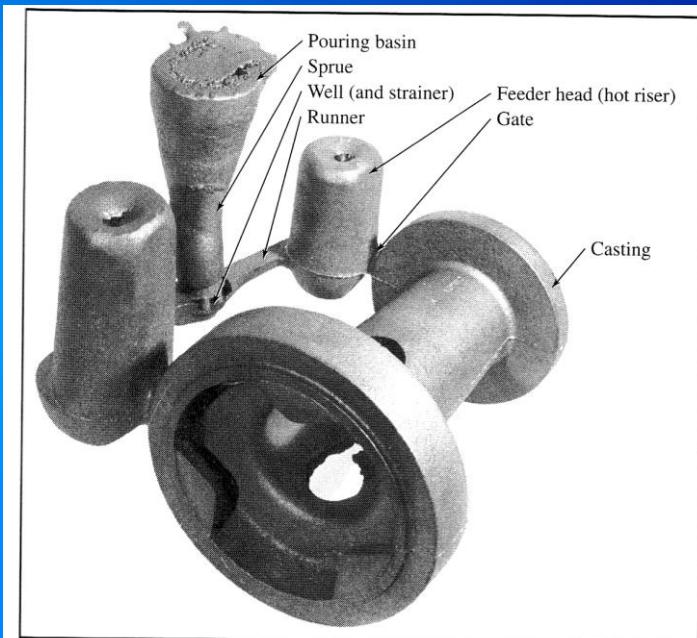
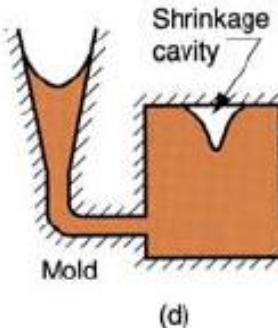


Figure 7-15 An example of a cored gray-iron casting showing sprue, runners, and risers. Note the strainer configuration at the base of the sprue. (Courtesy Massey-Ferguson Brantford Foundry, Brantford, Ontario.)

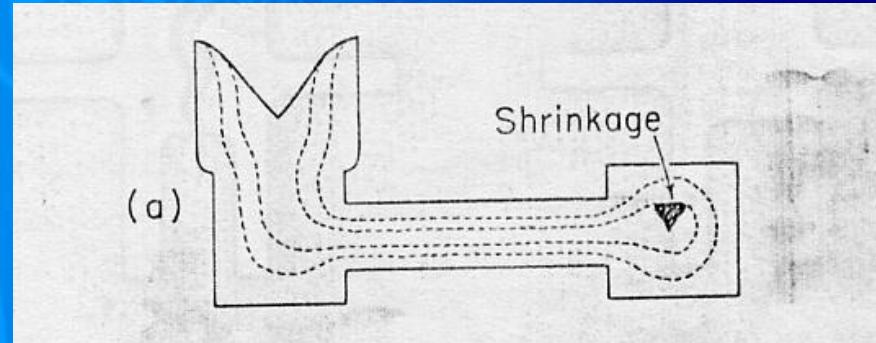
Shrinkage Cavity

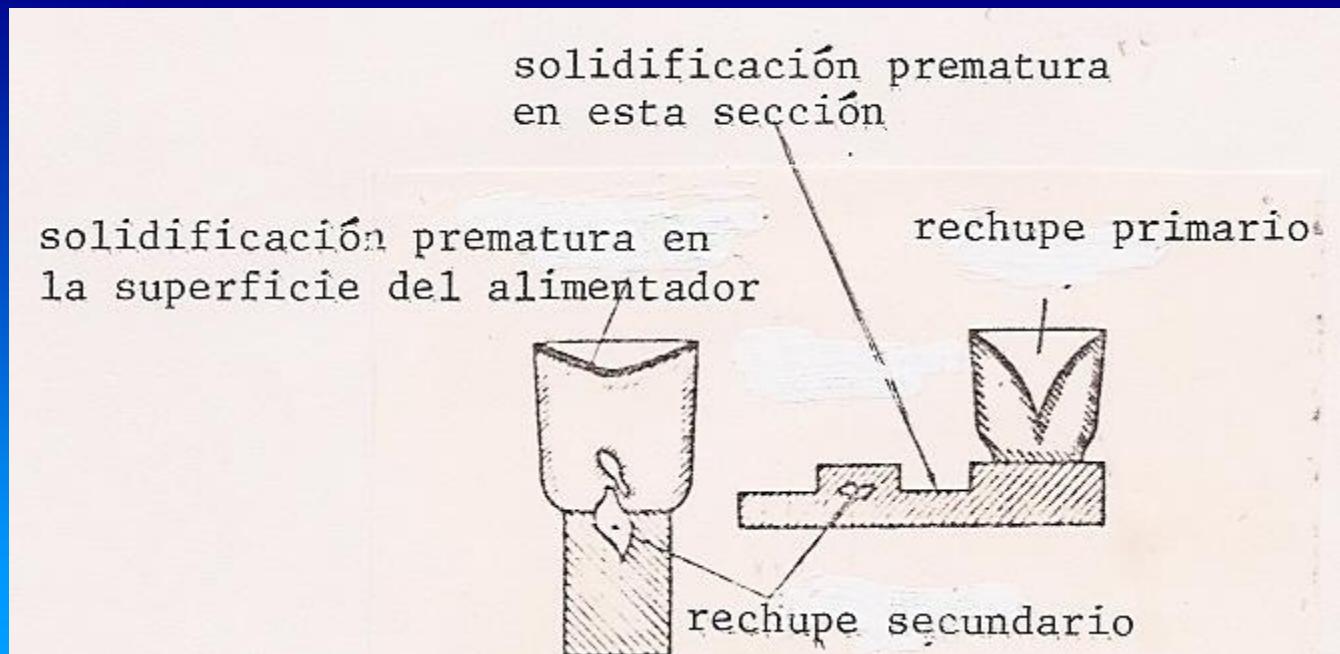
Depression in surface or internal void caused by solidification shrinkage that restricts amount of molten metal available in last region to freeze



(d)

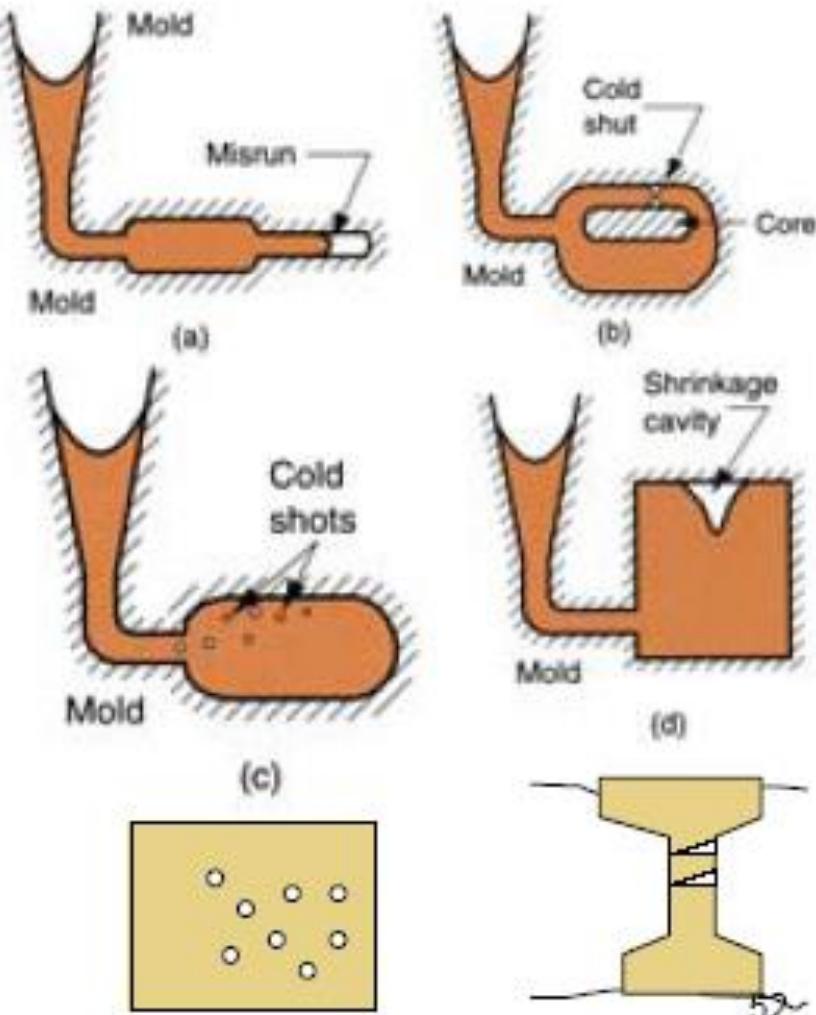
Figure 11.22 - Some common defects in castings: (d) shrinkage cavity





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

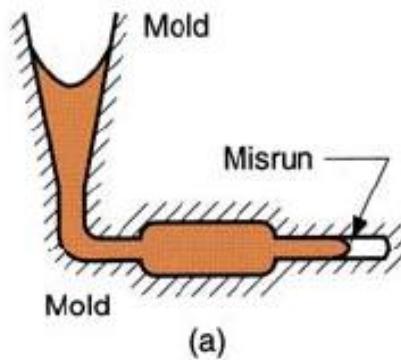


Figure 11.22 - Some common defects in castings: (a) misrun

Shrinkage Cavity

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

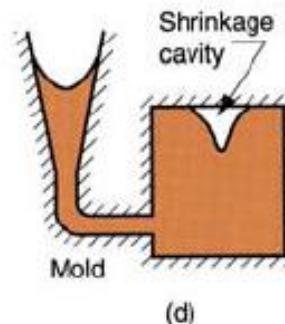


Figure 11.22 - Some common defects in castings: (d) shrinkage cavity

Cold Shut

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

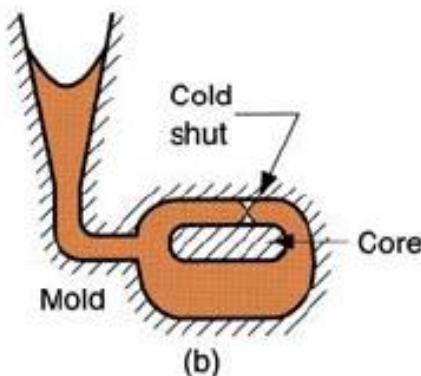


Figure 11.22 - Some common defects in castings: (b) cold shut

Pin Holes

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

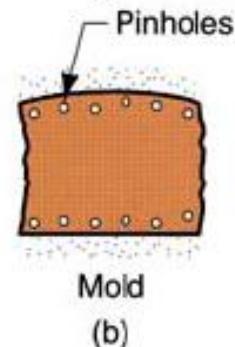
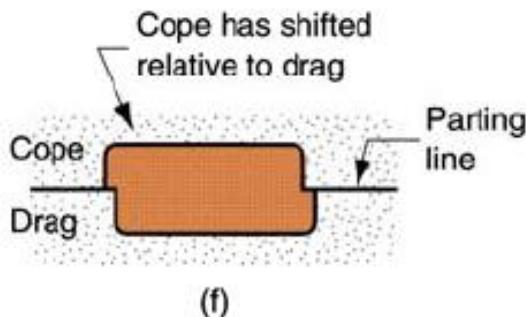


Figure 11.23 - Common defects in sand castings: (b) pin holes

Mold Shift

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

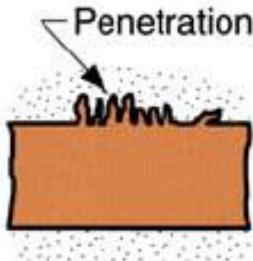


(f)

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



(e)

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.*

