

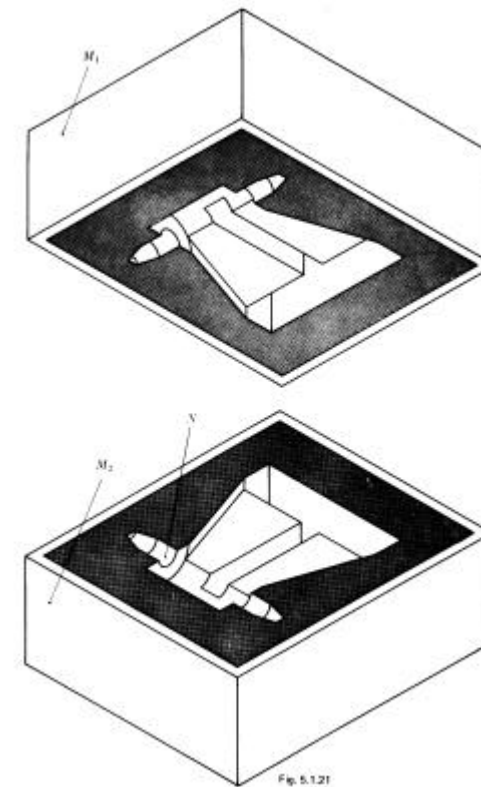
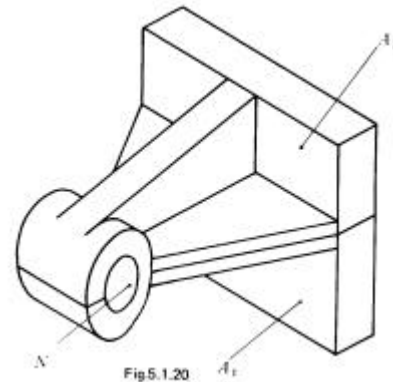
Procesos de fabricación; Conformado por moldeo



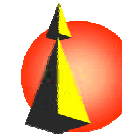
Ingeniería de
Sistemas y
Automática

Tecnología de Fabricación y
Tecnología de Máquinas

Tecnología de Fabricación y Tecnología de Máquinas



Clasificación de las Tecnologías de Fabricación

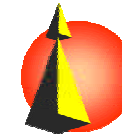


Ingeniería de
Sistemas y
Automática

Tecnología de Fabricación y
Tecnología de Máquinas

Tecnologías de Fabricación

Por eliminación de material	Por fusión y moldeo	Por deformación	Por soldadura	Por sinterizado
Arranque de viruta	Moldeado en arena	Forja libre o con estampa	Soldadura eléctrica	Compresión axial
Mecanizados por medios no convencionales	Moldeado en coquilla	Laminación	Soldadura con gas	Compactación isostática
	Moldeado bajo presión	Extrusión	Soldadura por medios no convencionales	Extrusión y laminación
		Estirado		
		Conformado de chapas	Unión por abrasivos	



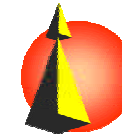
Introducción

El proceso de moldeo es un procedimiento de fabricación de objetos metálicos basado en verter el metal fundido en la cavidad de un molde, para obtener tras la solidificación y enfriamiento una pieza que es reproducción de la cavidad del molde.

Características:

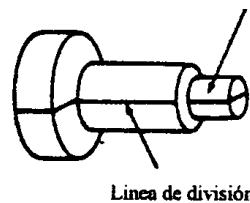
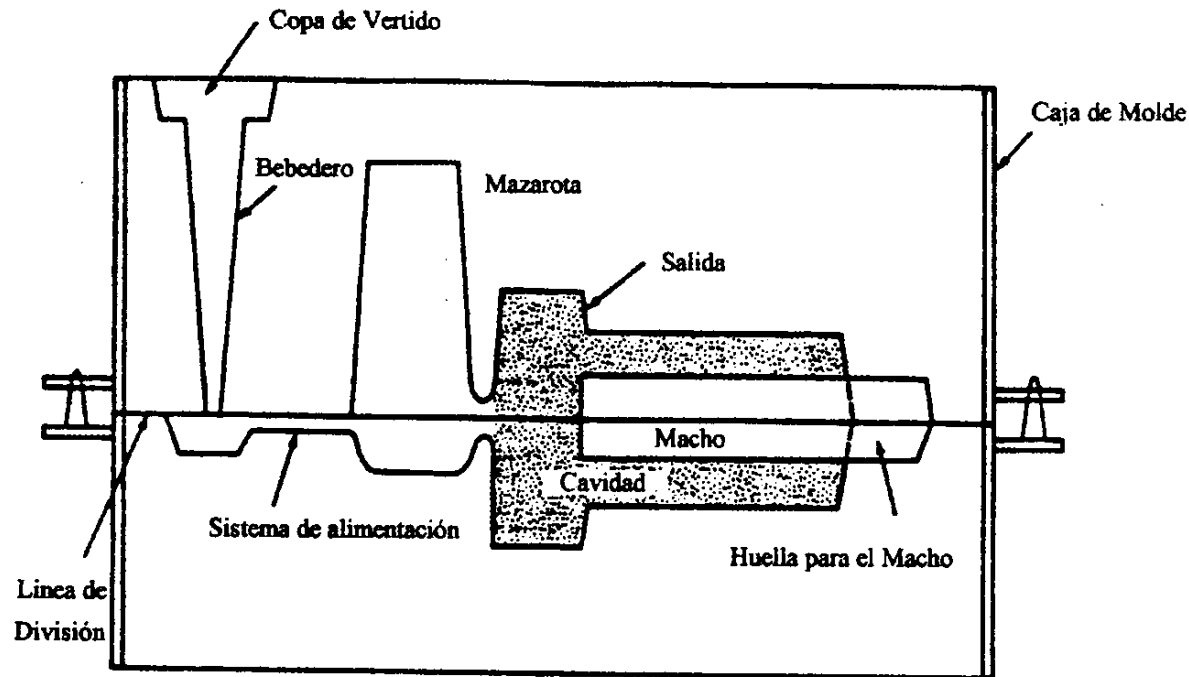
- Puede utilizarse tanto para formas simples como complejas
- Reduce o elimina los costes de otros procesos de fabricación, como el mecanizado, deformación plástica ...
- Rentable para bajos volúmenes de producción
- Pueden utilizarse un gran número de aleaciones
- Reducido número de desperdicios generados en el proceso, que en cualquier caso se vuelven a fundir

Terminología



Ingeniería de
Sistemas y
Automática

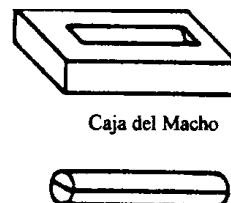
Tecnología de Fabricación y
Tecnología de Máquinas



Linea de división

Modelo

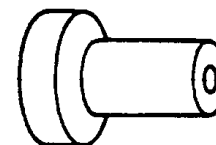
+



Caja del Macho

Macho

-



Pieza Moldeada

Materiales:

Fundiciones, aceros,
aleaciones de
aluminio, el bronce,
latón, aleaciones de
magnesio y
aleaciones de zinc

Moldes:

Arena, metal u otro
material

Método de vertido:

Gravedad, vacío, a
presión por un
embolo, a presión
centrífuga ...

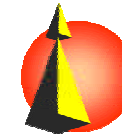
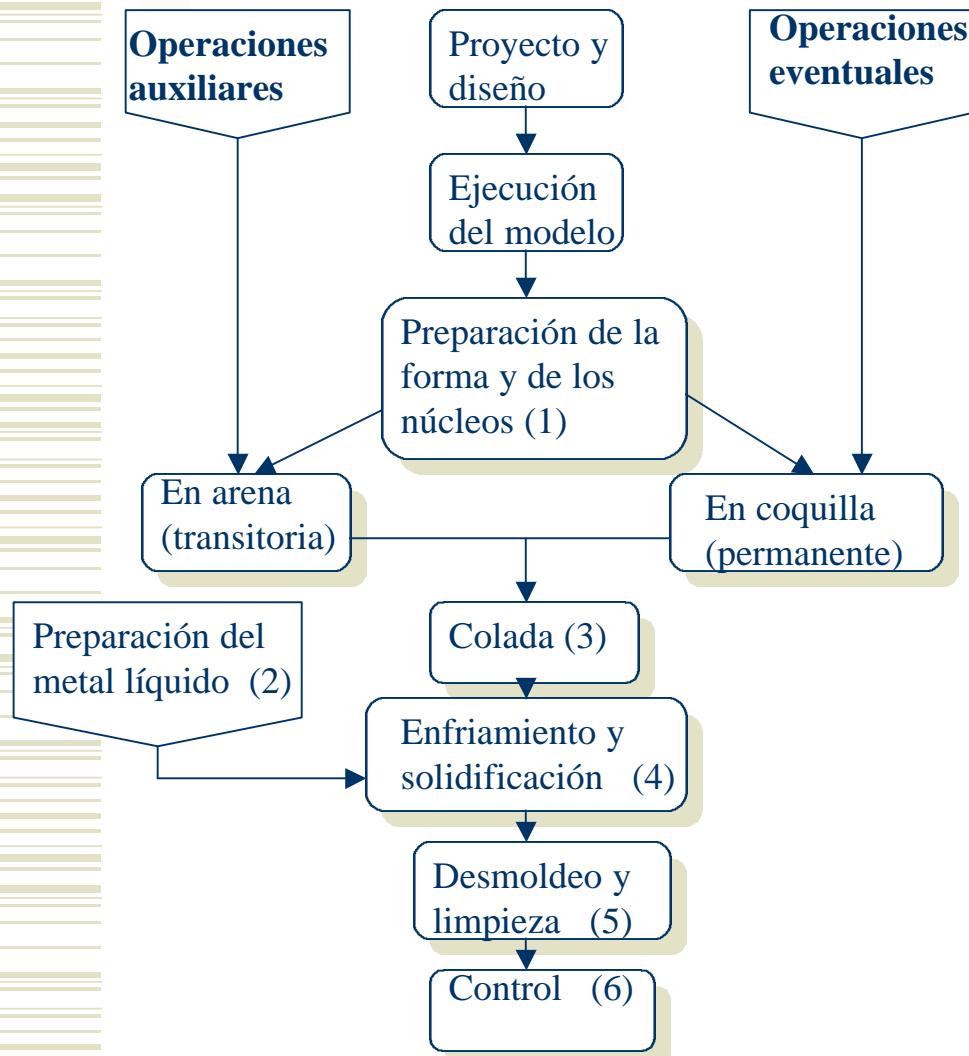
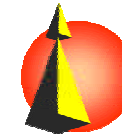


Diagrama de proceso



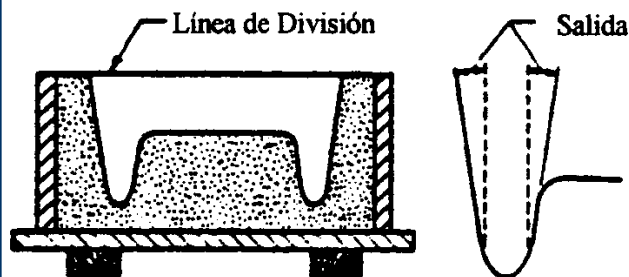
- (1) El molde, de forma y tamaño adecuado que debe tener en cuenta la contracción del metal en la solidificación y el sobremetal necesario en posteriores procesos
- (2) Fundición a la temperatura y cantidad adecuada
- (3) La técnica de vertido debe permitir la salida del aire y los gases atrapados, y permitir que el metal llegue a todos los lugares
- (4) Solidificación, debe evitar la formación de defectos, rechupes, poros, grietas ...
- (5) Separación de la pieza del molde.
- (6) Control de las especificaciones



(1) El Molde

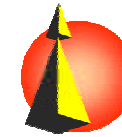
Molde permanente: coquilla. Realizados en fundiciones, aceros especiales (refractarios) o grafitos. Cada mitad se construye por separado.

Molde perdido: hechos de arena y arcilla o cerámicos. Necesidad de un modelo.



Modelo: fabricados en madera, metal o plástico. Sobredimensionados por:

- Contracción de la pieza en el periodo de enfriamiento
- Angulos de salida para evitar derrumbes o arrastres de material
- Sobremetal para posteriores mecanizados



(1) El Molde. Moldeo en arena

Es un procedimiento de molde perdido y de vertido por gravedad. La arena está formada por sílice (88%), arcilla (9%) como aglutinante, agua (3%) y algún material orgánico.

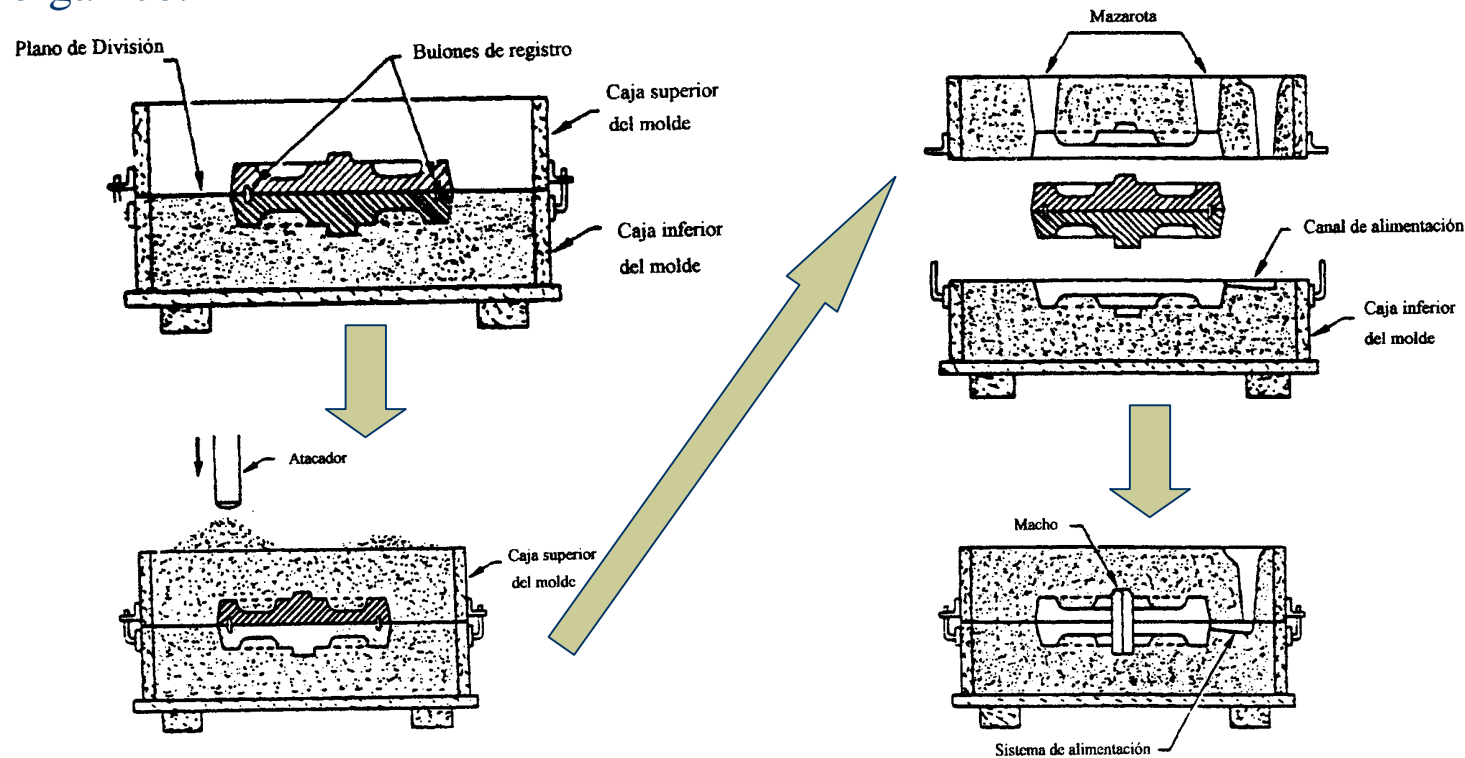
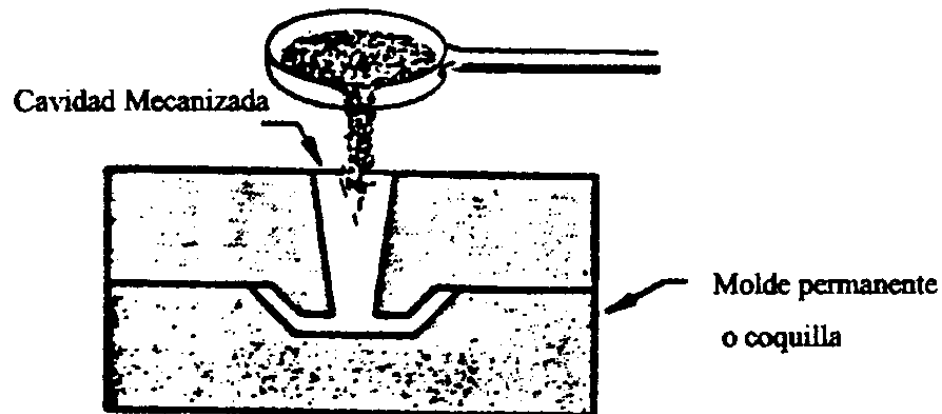


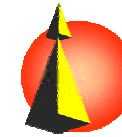
Fig 4-4c. La caja superior se rellena con arena.

(1) El Molde. Moldeo en molde permanente

Hecho en fundición gris, acero refractario o grafito. Vertido por gravedad.

- Reutilizable
- Índice de producción rápido
- Buenos acabados superficiales
- Buena precisión dimensional
- Baja cantidad desperdicios
- Direccionamiento de la solidificación
- Enfriamiento rápido → mayor resistencia en las piezas.
- No moldean piezas complejas
- Coste elevado
- Tiempo de construcción del molde elevado



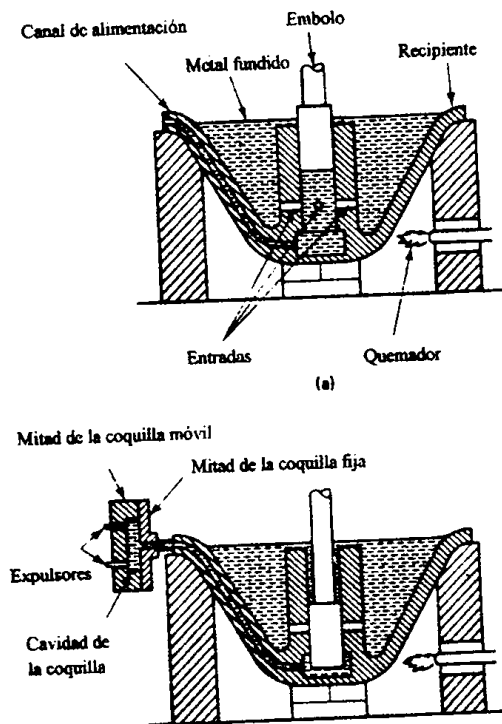


(1) El Molde. Moldeo a presión

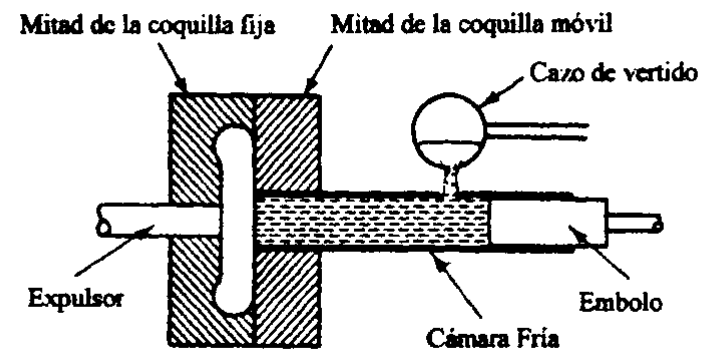
La presión permite conseguir paredes muy finas y detalles pequeños. Se utilizan aleaciones de cobre, aluminio y zinc.

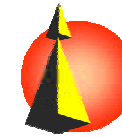
Necesidad de un ciclo tiempo-presión para cada etapa del proceso

Cámara caliente



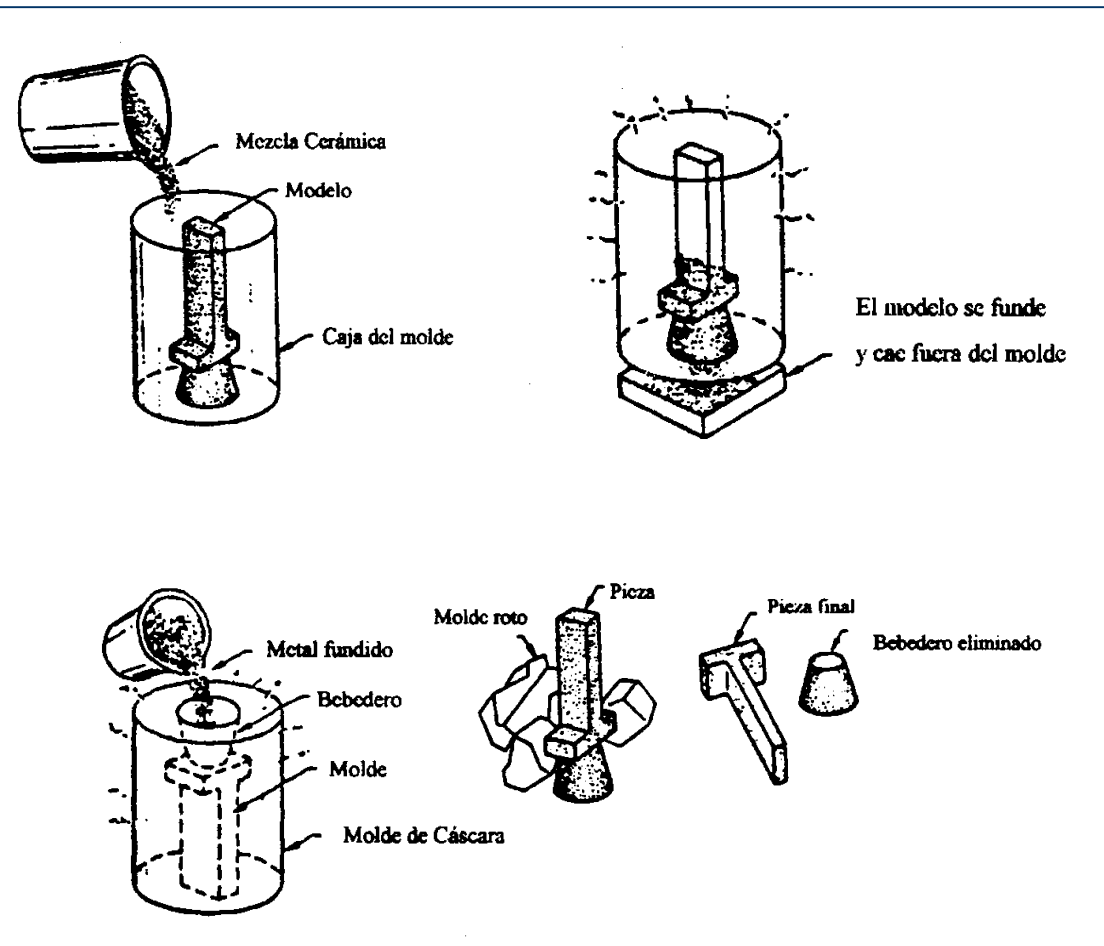
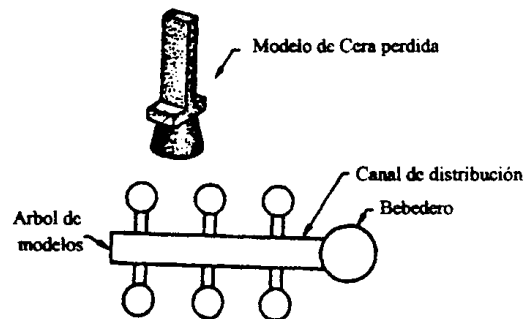
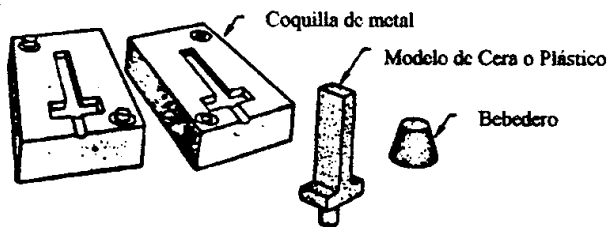
Cámara fría



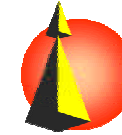


(1) El Molde. Moldeo a la cera perdida

Molde cerámico formado por una mezcla de material refractario, silicato de etilo hidrolizado y alcohol, que se moldea utilizándose un gel sobre el modelo de cera o plástico.



(2) El metal líquido



Ingeniería de
Sistemas y
Automática

Tecnología de Fabricación y
Tecnología de Máquinas

Factores determinantes de la calidad del líquido:

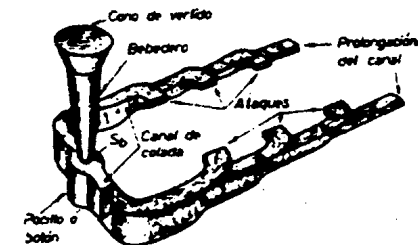
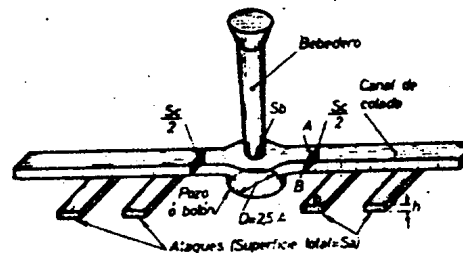
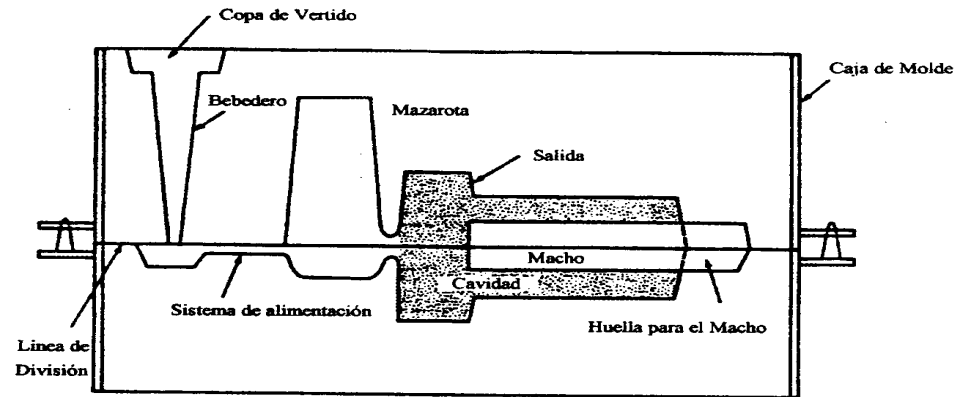
- Fusión
- Refinado
- Protección
- Desoxidación
- Desgasificación
- Inoculación

Aleaciones utilizadas en el moldeo:

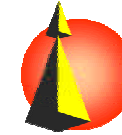
- Fundiciones: aleaciones Fe-C con $C > 2\%$
- Aceros: Fe-C con $C < 2\%$
- Aleaciones basadas en Cu:
series C-200 (Cu-Zn); C-300 (Cu-Sn); C-400 (Cu-Al); C-500 (Cu-Pb, o Ni, o Be o Si)
- Aleaciones basadas en Al:
Series L-200 (Al-Cu, Al-Mg, Al-Si, Al-Sn)
- Aleaciones basadas en Mg:
Series L-500 (Mg-Al, Mg-Zn)

(3) Tecnología de la colada

- Sistema de distribución:
- Cono de colada o cavidad de vertido
- Filtros
- Bebedero
- Canal de colada o de distribución
- Ataques
- Respiraderos o mazarotas



(3) Tecnología de la colada



Circulación del metal líquido por el sistema de distribución:

Régimen turbulento con R: [2000, 20000]

$$R = \frac{\rho v D}{\mu}$$

Evitar la rotura de la piel del metal líquido y la erosión de las paredes del molde por arrastre de arena o gases.

Tiempo de llenado: depende de la fluidez del metal líquido, de los gradientes térmicos, del peso de la pieza y de su forma.

Condiciones:

1. Lo suficientemente bajo para que el molde esté lleno antes de empezar la solidificación. Ecuación de Chworinoff.

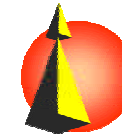
$$t = k \left(\frac{V}{S} \right)^2$$

t = tiempo de llenado

k = coeficiente experimental

V/S = módulo de enfriamiento

2. Lo suficientemente bajo para que el calor radiante del metal no origine los defectos superficiales debidos a la dilatación de la arena.



(3) Tecnología de la colada

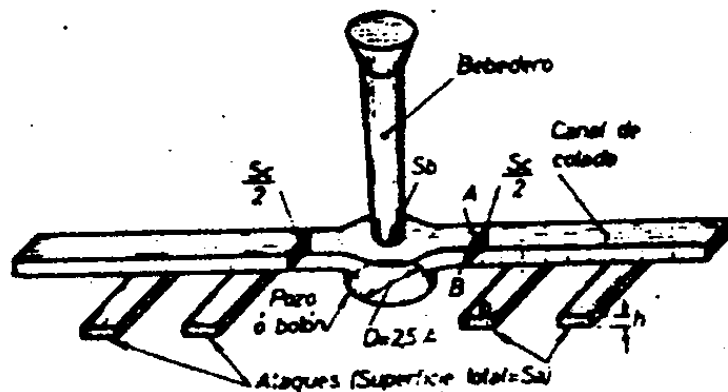
Escalonamiento de las secciones transversales de los conductos de un sistema de distribución:

Índice de reducción o relación de la colada; $S_c/S_b : S_a/S_b$

S_b = sección transversal del bebedero en su parte más estrecha

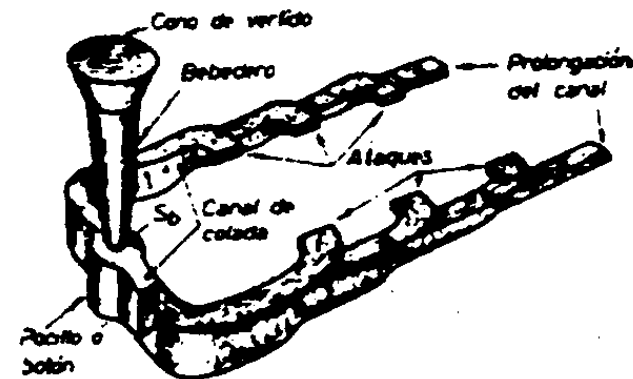
S_c = suma de las secciones transversales de los canales

S_a = suma de las secciones transversales de los ataques



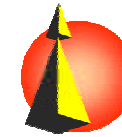
Sistema convergente o a presión

$$S_b > S_c > S_a$$



Sistema divergente o sin presión

$$S_b < S_c < S_a$$



(3) Tecnología de la colada

Rendimiento de la fundición:

Masa de metal necesaria $M_t = M_p + M_d + M_s$

Masa de la propia pieza M_p

Masa del sistema de distribución M_d

Masa de margen de seguridad M_s (5~10 % de $M_p + M_d$)

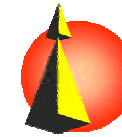
$$\alpha = \frac{M_p}{M_t}$$

Presión metalostática:

Presión estática ejercida por un fluido: $p = \alpha gh$

Esfuerzo normal a la superficie: $F_n = \alpha gh_g S$

- Esfuerzos en determinadas superficies
- Esfuerzos verticales en la parte inferior y superior del molde
- Resultantes horizontales sobre las paredes del molde
- Esfuerzos sobre los machos



(4) Enfriamiento y Solidificación

Del proceso de solidificación depende en gran parte la estructura metalográfica y por lo tanto las propiedades de las piezas moldeadas, así como la aparición de gran tipo de defectos.

Etapas de la solidificación:

- Nucleación
- Crecimiento de los granos

Cálculo de las mazarotas:

Se trata de emplear la cantidad mínima de material, cumpliendo con la función de las mazarotas.

•*Regla de las contracciones.* Que el volumen del metal líquido de la mazarota sea superior a la contracción de la pieza, es decir $V_m = nV_p c / 100$

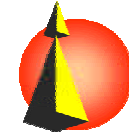
n: coef. de seguridad (1,5~3)

c: coef. de contracción

$$M_m = V_m / S_m > M_p = V_p / S_p$$

•*Regla de los módulos.* El tiempo de solidificación de la mazarota debe ser superior al de la pieza. En la práctica $M_m = 1.2 M_p$

(5) Desmoldeo y Limpieza



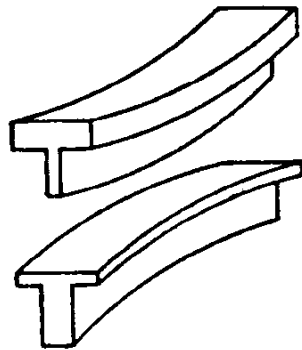
Si el molde es una coquilla, actuando sobre palancas a mano o mecánicamente, la coquilla se abre y se procede a la extracción.

Si el molde es una en caja de arena, abiertas las cajas se extraen las piezas de la arena, operación siempre fatigosa y contaminante por la cantidad de polvo silíceo que se desprende.

(6) Control de Calidad

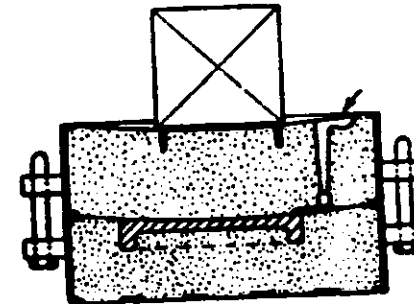
- Defectos advertibles desde el exterior de la pieza
- Defectos ocultos.

Defectos que afectan a la forma de la pieza:

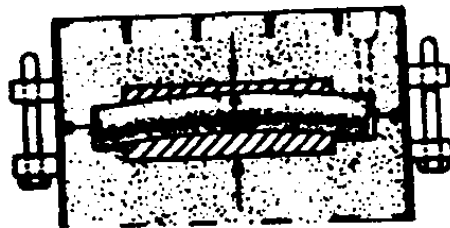
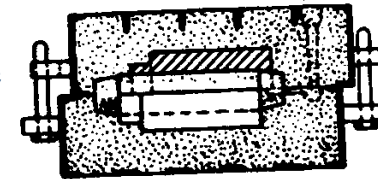


Deformación

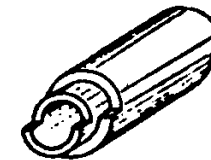
Presión
metalostática



Pérdida de
registro



aplastamiento

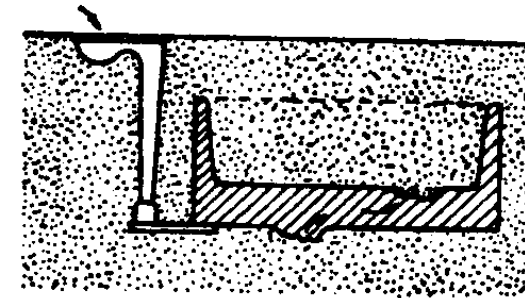


(6) Control de Calidad

Defectos que afectan a la superficie de la pieza:

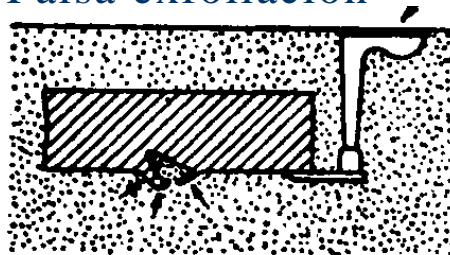


erupciones

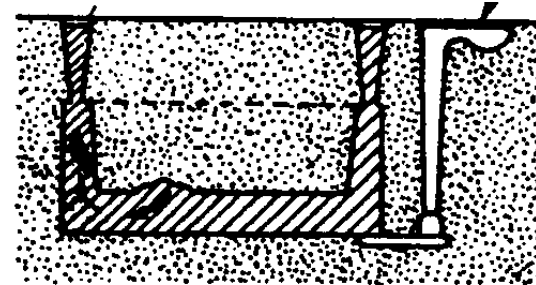


exfoliaciones

Falsa exfoliación

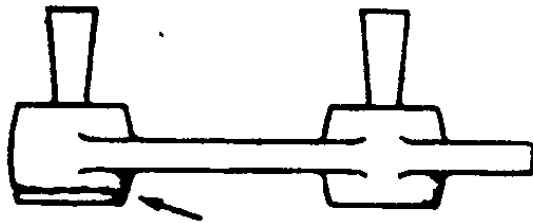


Inclusiones de arena



(6) Control de calidad

Defectos que afectan al conjunto de la pieza:

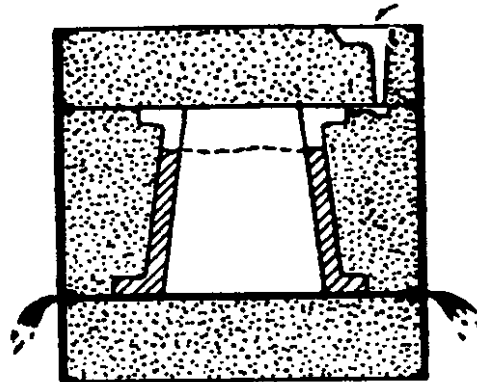


Soldaduras e
intermitencias

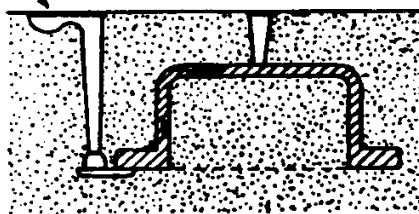
discontinuidades



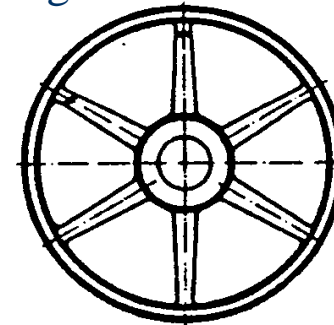
Escapes y
falta de metal



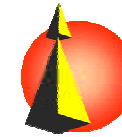
Arranques de
parte del molde



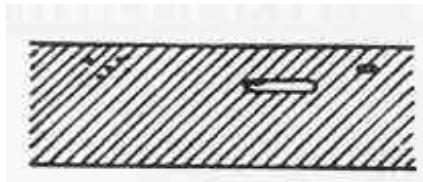
Hendiduras,
grietas



(6) Control de calidad

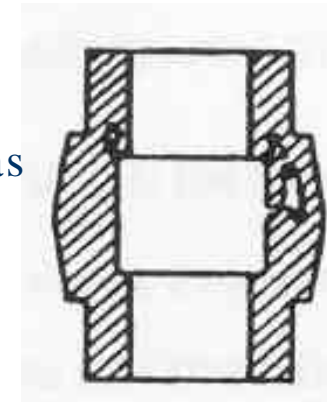


Defectos ocultos:

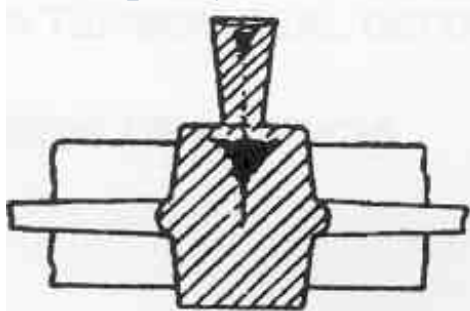


Porosidades,
burbujas

sopladuras



Rechupes y contracciones



Gotas frías

