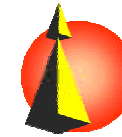


Clasificación de las Tecnologías de Fabricación



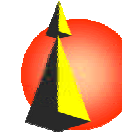
Ingeniería de
Sistemas y
Automática

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 Mecanizados por medios no convencionales	Moldeado en arena Moldeado en coquilla Moldeado bajo presión	Forja libre o con estampa Laminación Extrusión Estirado Conformado de chapas	Soldadura eléctrica Soldadura con gas Soldadura por medios no convencionales Unión por abrasivos	Compresión axial Compactación isostática Extrusión y laminación

Introducción



Ingeniería de
Sistemas y
Automática

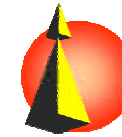
**Tecnología de Fabricación y
Tecnología de Máquinas**

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:

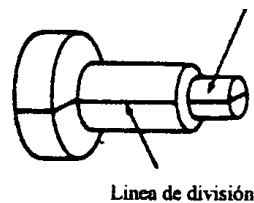
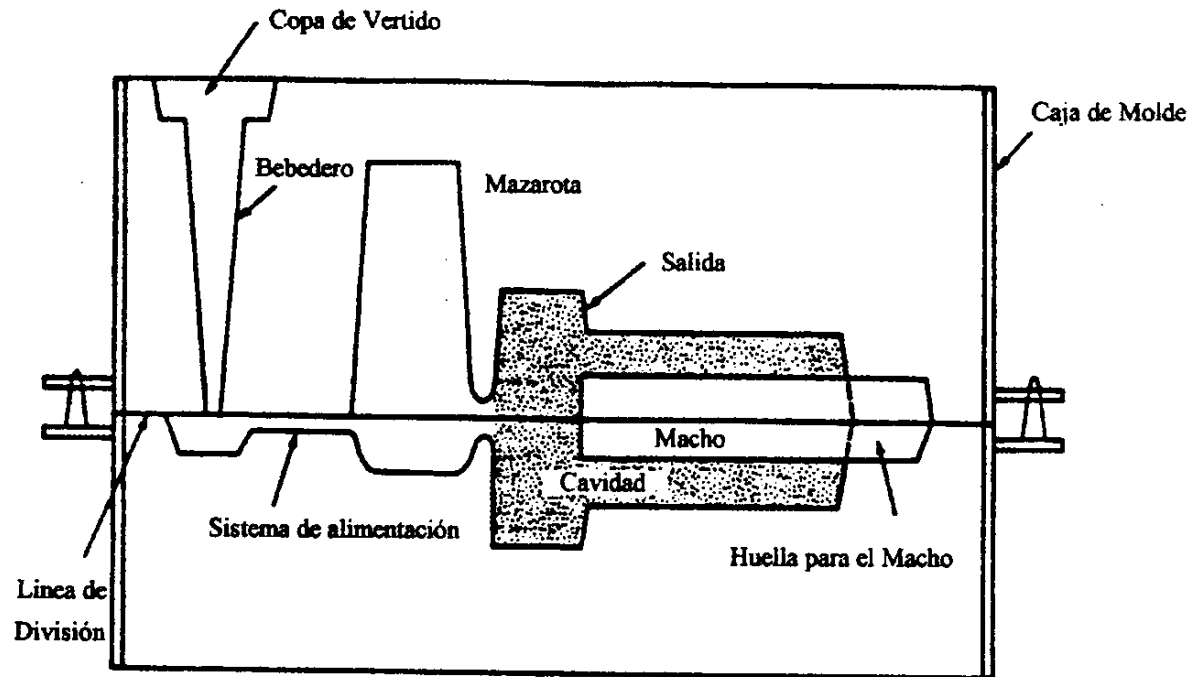
- Puede utilizarse tanto para formas simples como complejas
- Reduce o elimina los costes de otros procesos de fabricación, como el mecanizado, deformación plástica ...
- Rentable para bajos volúmenes de producción
- Pueden utilizarse un gran número de aleaciones
- Reducido número de desperdicios generados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

Terminología



Ingeniería de
Sistemas y
Automática

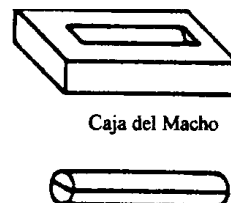
Tecnología de Fabricación y
Tecnología de Máquinas



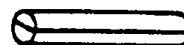
Linea de división

Modelo

+

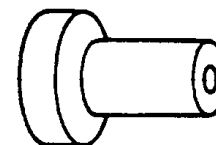


Caja del Macho



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 ...

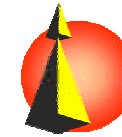
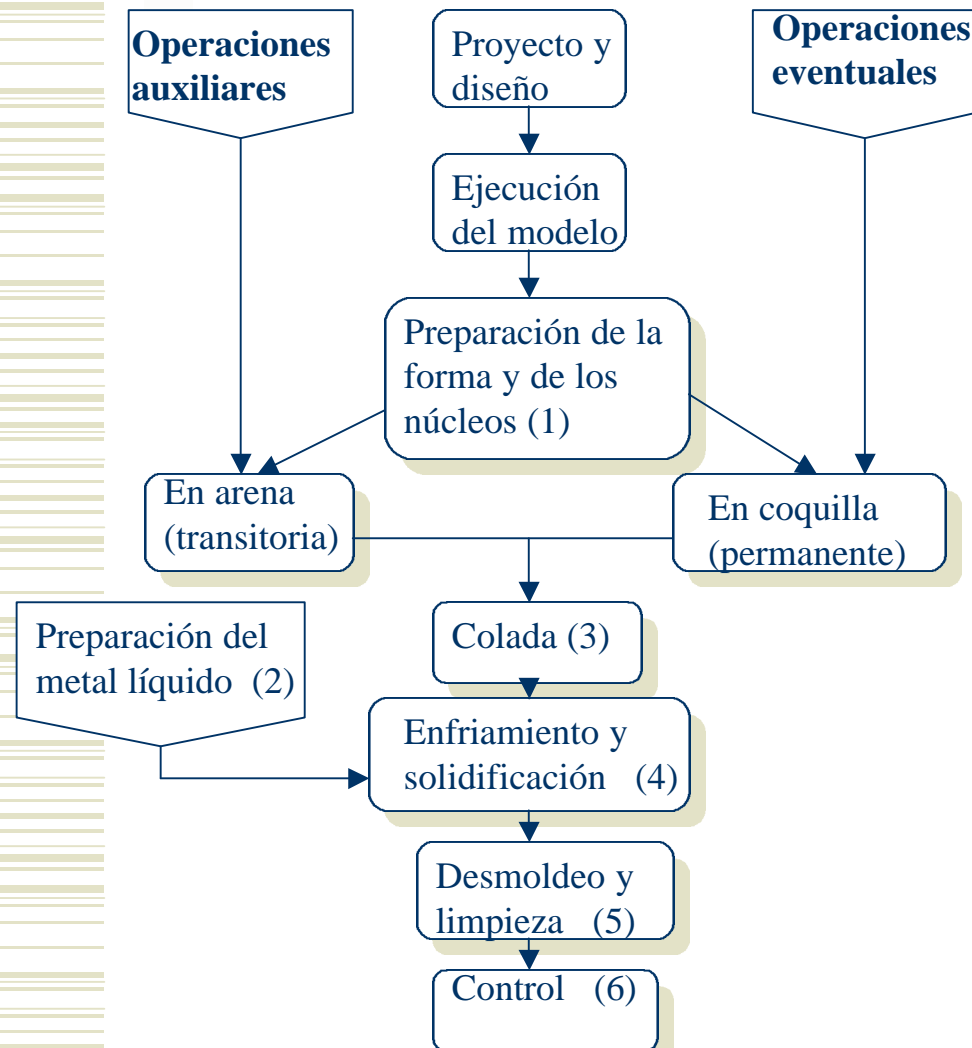
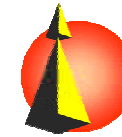


Diagrama de proceso



- (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

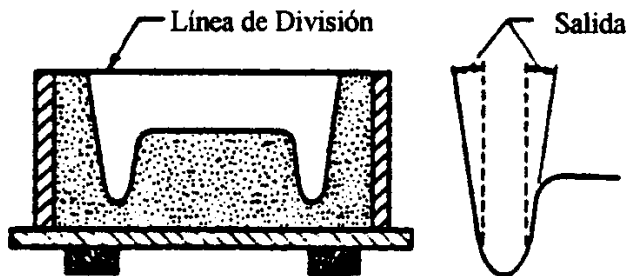


(1) El Molde

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.

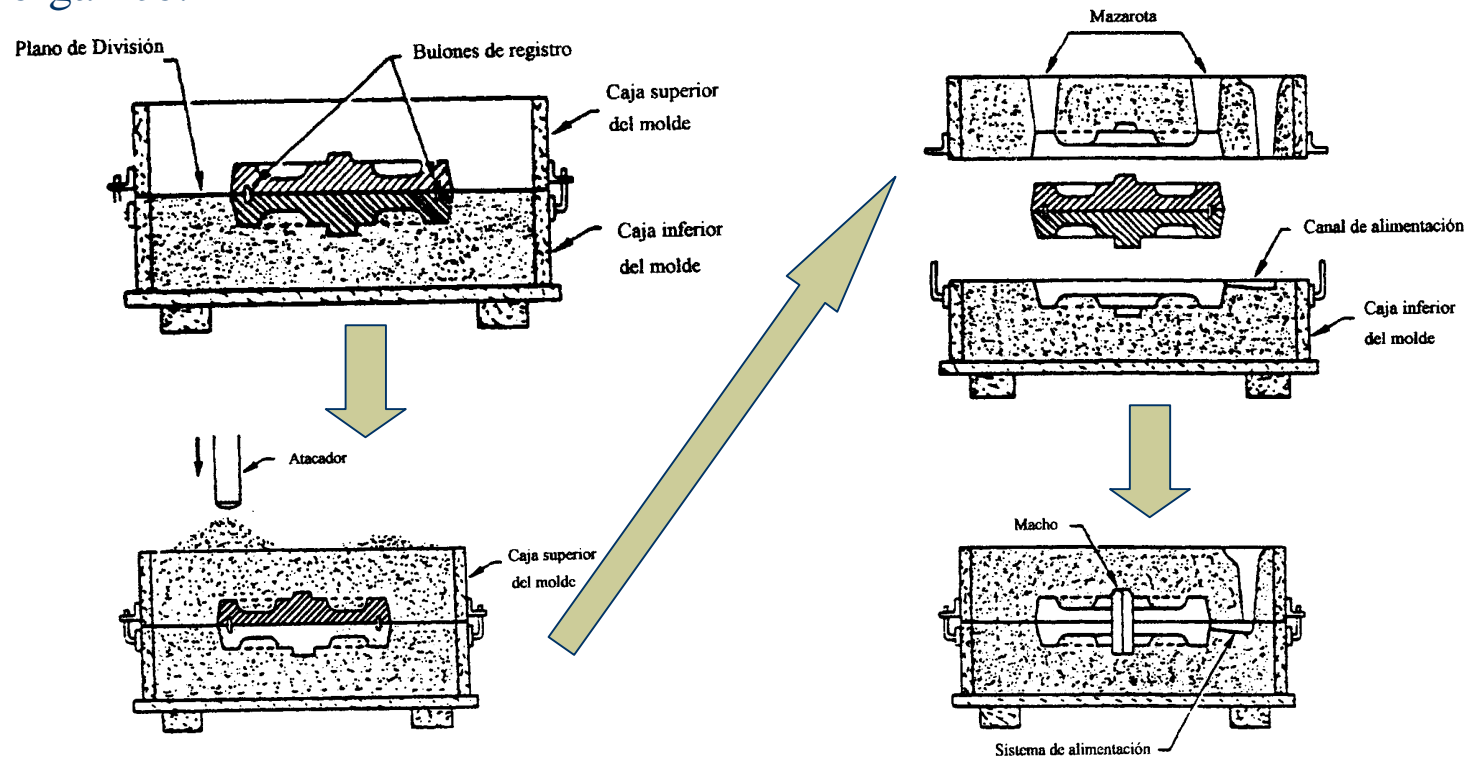
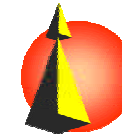


Fig 4-4c. La caja superior se rellena con arena.

(1) El Molde. Moldeo en molde permanente

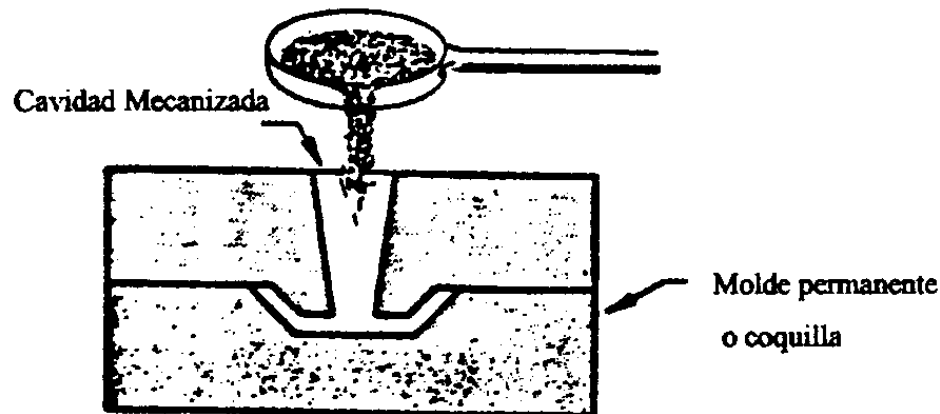


Ingeniería de
Sistemas y
Automática

Tecnología de Fabricación y
Tecnología de Máquinas

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

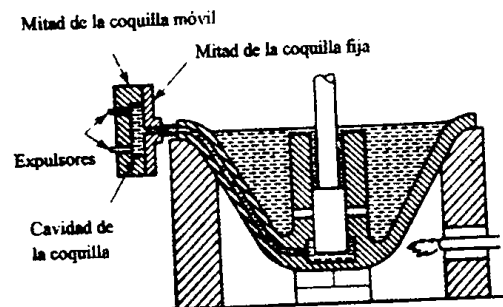
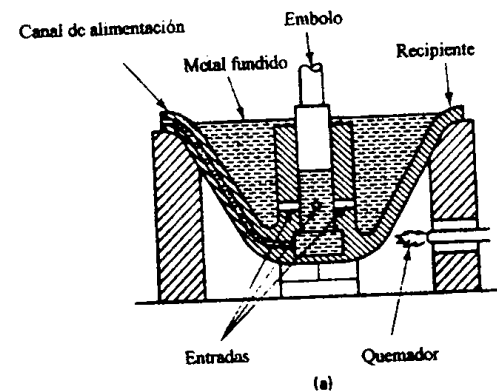


(1) El Molde. Moldeo a presión

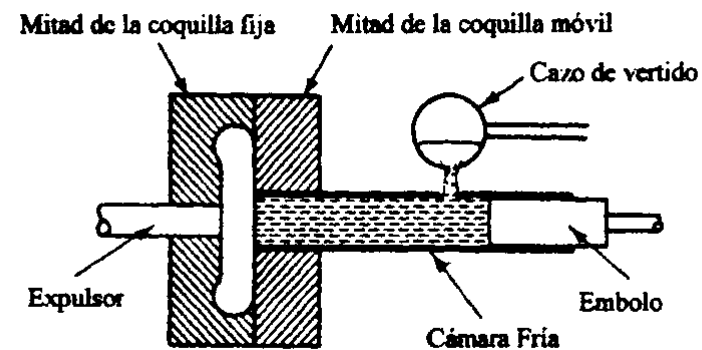
La presión permite conseguir paredes muy finas y detalles pequeños. Se utilizan aleaciones de cobre, aluminio y zinc.

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

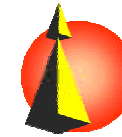
Cámara caliente



Cámara fría



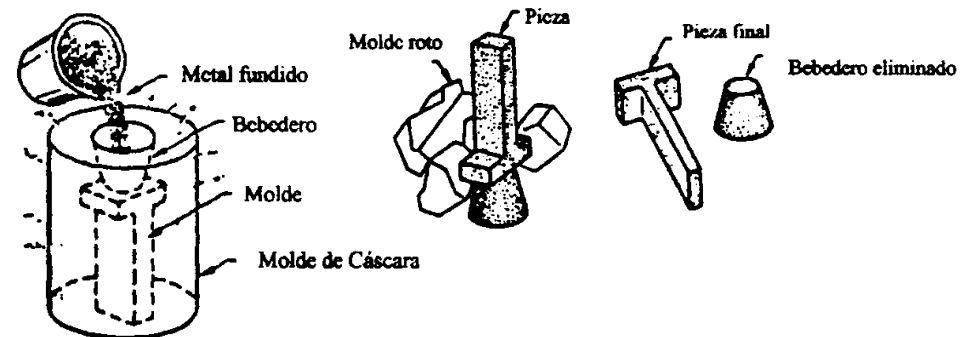
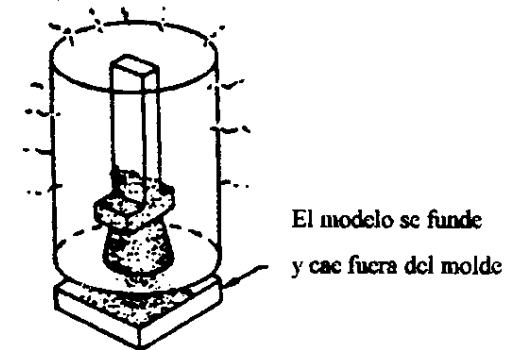
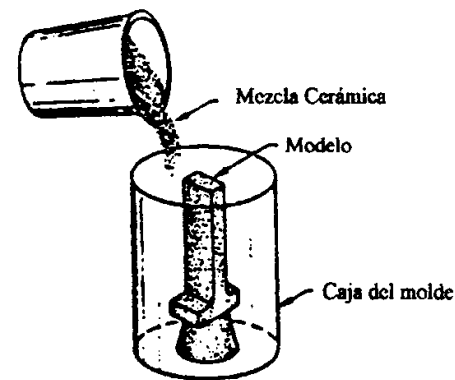
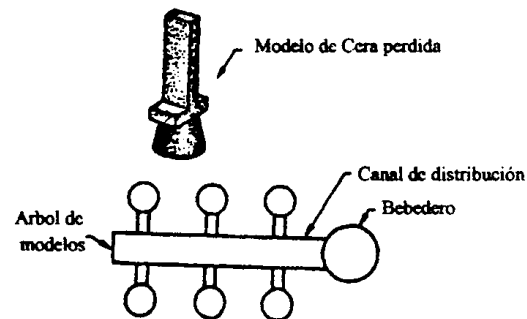
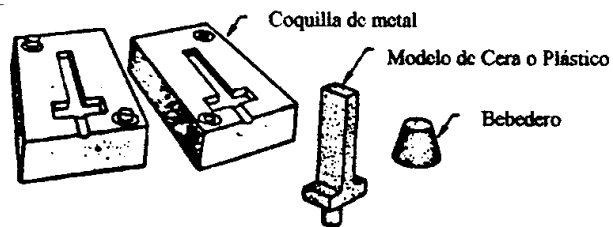
(1) El Molde. Moldeo a la cera perdida



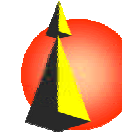
Ingeniería de
Sistemas y
Automática

Tecnología de Fabricación y
Tecnología de Máquinas

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

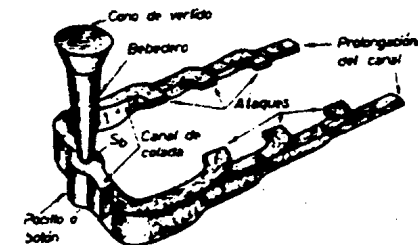
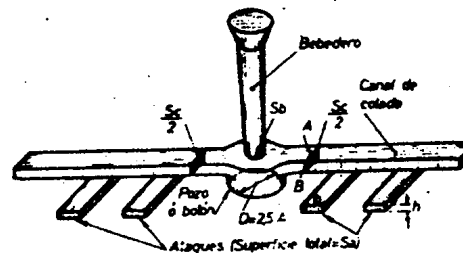
Factores determinantes de la calidad del líquido:

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

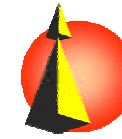
Aleaciones utilizadas en el moldeo:

- 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)

- 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



Ingeniería de
Sistemas y
Automática

Tecnología de Fabricación y
Tecnología de Máquinas

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.

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

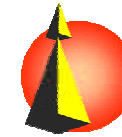
t = tiempo de llenado

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



Ingeniería de
Sistemas y
Automática
Tecnología de Fabricación y
Tecnología de Máquinas

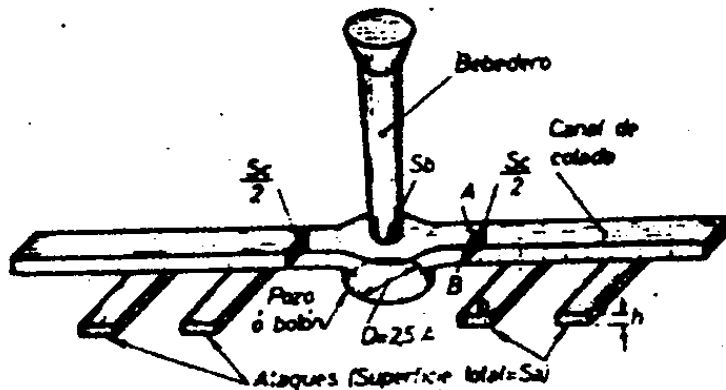
Escalonamiento de las secciones transversales de los conductos de un sistema de distribución:

Índice de reducción o relación de la colada; $\frac{S_c}{S_b} : \frac{S_a}{S_b}$

S_b = sección transversal del bebedero en su parte más estrecha

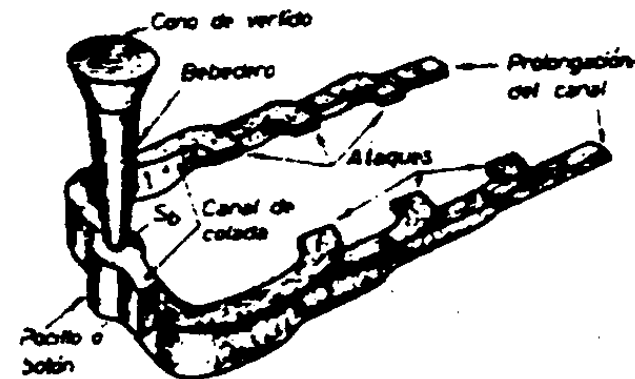
S_c = suma de las secciones transversales de los canales

S_a = suma de las secciones transversales de los ataques



Sistema convergente o a presión

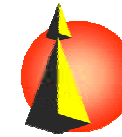
$$S_b > S_c > S_a$$



Sistema divergente o sin presión

$$S_b < S_c < S_a$$

(3) Tecnología de la colada



Ingeniería de
Sistemas y
Automática
**Tecnología de Fabricación y
Tecnología de Máquinas**

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 $M_p + M_d$)

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

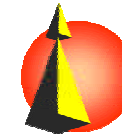
Presión metalostática:

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

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

- 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



Ingeniería de
Sistemas y
Automática
Tecnología de Fabricación y
Tecnología de Máquinas

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 $V_m = nV_p c / 100$

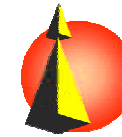
n: coef. de seguridad (1,5~3)

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



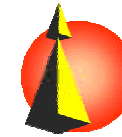
Ingeniería de
Sistemas y
Automática

**Tecnología de Fabricación y
Tecnología de Máquinas**

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

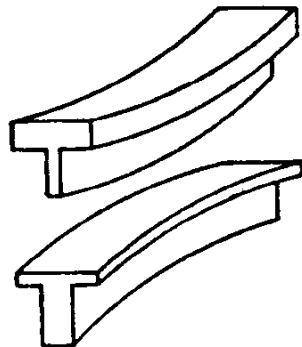


Ingeniería de
Sistemas y
Automática

Tecnología de Fabricación y
Tecnología de Máquinas

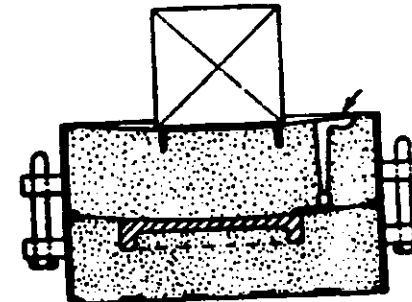
- Defectos advertibles desde el exterior de la pieza
- Defectos ocultos.

Defectos que afectan a la forma de la pieza:

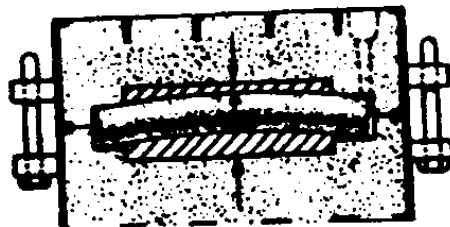
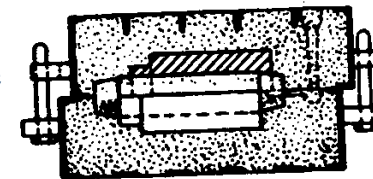


Deformación

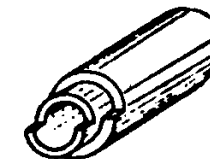
Presión
metalostática



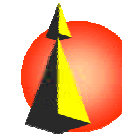
Pérdida de
registro



aplastamiento



(6) Control de Calidad



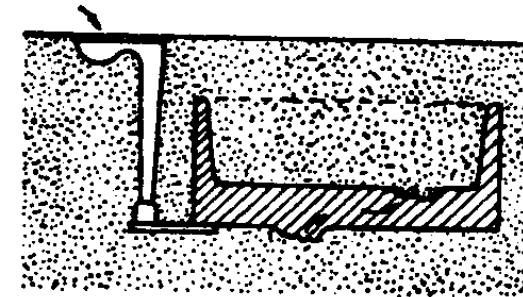
Ingeniería de
Sistemas y
Automática

Tecnología de Fabricación y
Tecnología de Máquinas

Defectos que afectan a la superficie de la pieza:

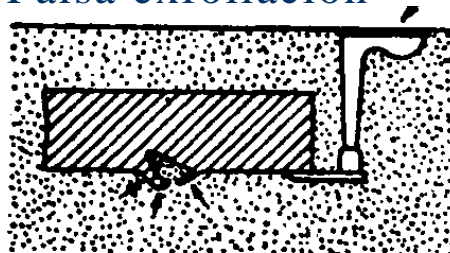


erupciones

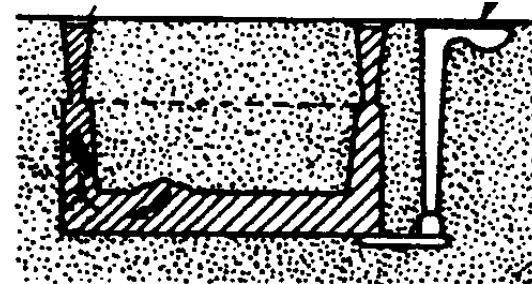


exfoliaciones

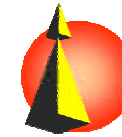
Falsa exfoliación



Inclusiones de arena

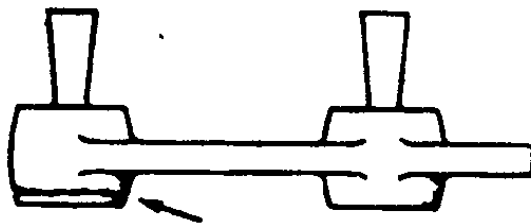


(6) Control de calidad



Ingeniería de
Sistemas y
Automática
Tecnología de Fabricación y
Tecnología de Máquinas

Defectos que afectan al conjunto de la pieza:

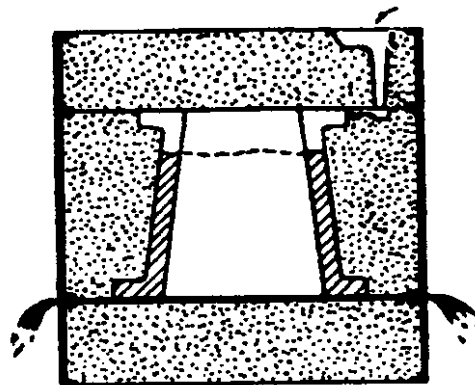


Soldaduras e
intermitencias

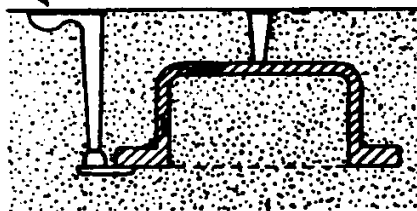
discontinuidades



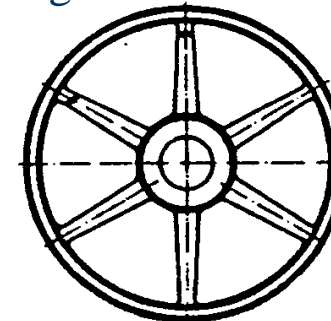
Escapes y
falta de metal



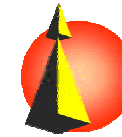
Arranques de
parte del molde



Hendiduras,
grietas



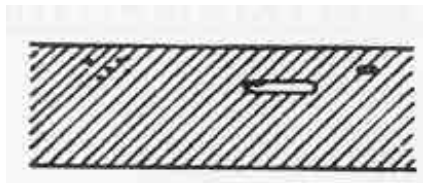
(6) Control de calidad



Ingeniería de
Sistemas y
Automática

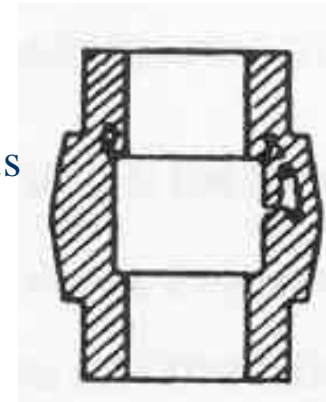
Tecnología de Fabricación y
Tecnología de Máquinas

Defectos ocultos:

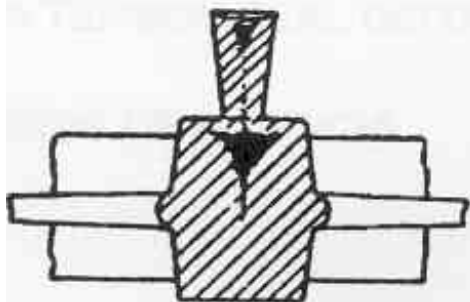


Porosidades,
burbujas

sopladuras



Rechupes y contracciones



Gotas frías

