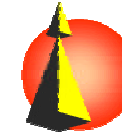


# DISEÑO PARA LA INYECCIÓN DE TERMOPLÁSTICOS

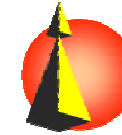


Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

1. Introducción
2. Materiales para moldeo por inyección
3. Máquina de inyección
4. Ciclo de moldeo
5. Moldes de inyección
6. Diseño para la optimización del llenado
7. Estimación de ciclos y costes

# Introducción

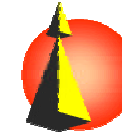


Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

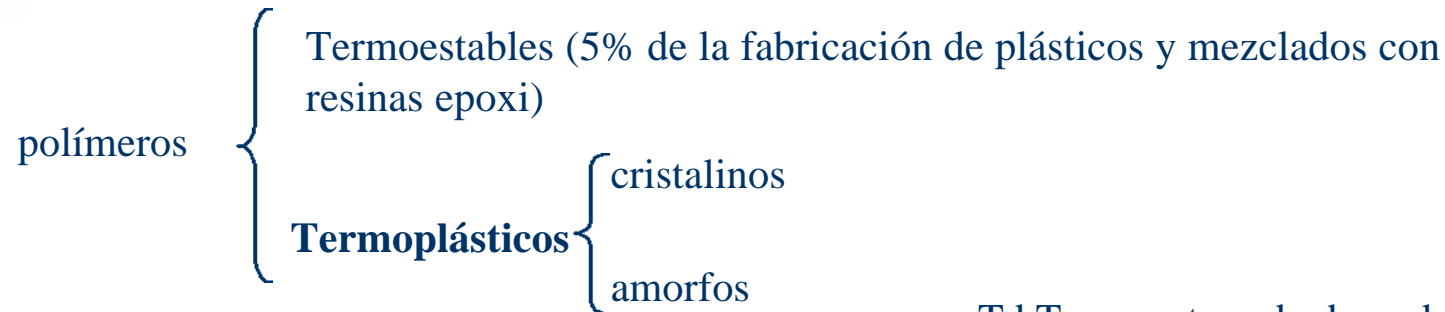
- Fundir el termoplástico, e inyectarlo en un molde metálico donde se enfría y solidifica.
- El 60% de las máquinas de transformación de plástico son máquinas de inyección.
- Piezas desde un peso de miligramos hasta 100 Kg.
- permite incorporar a una sola pieza varias funciones, de forma que podemos reducir el número de piezas y el tiempo de ensamblaje.

# Materiales para moldeo por inyección

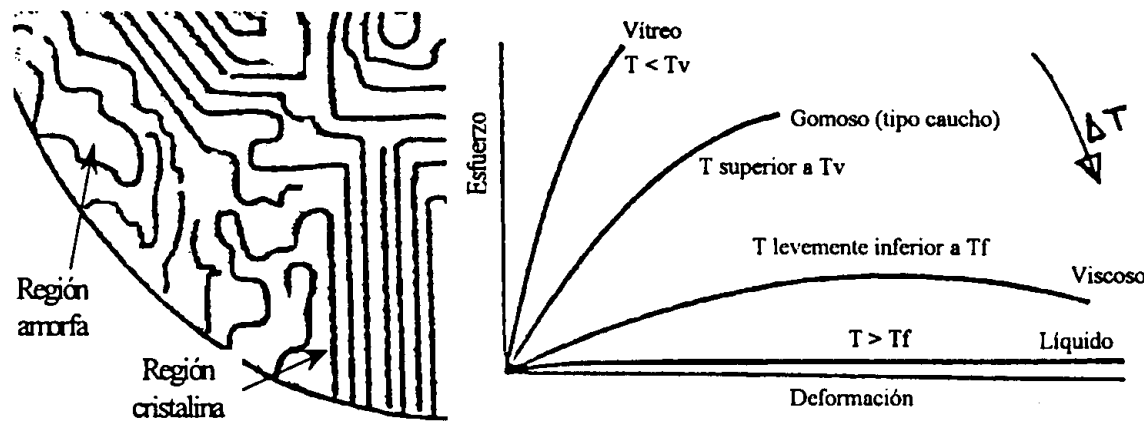


Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

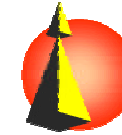
Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas



- Td Temperatura de degradación
- Tf Temperatura de fusión
- Tv Temperatura de transición vítrea



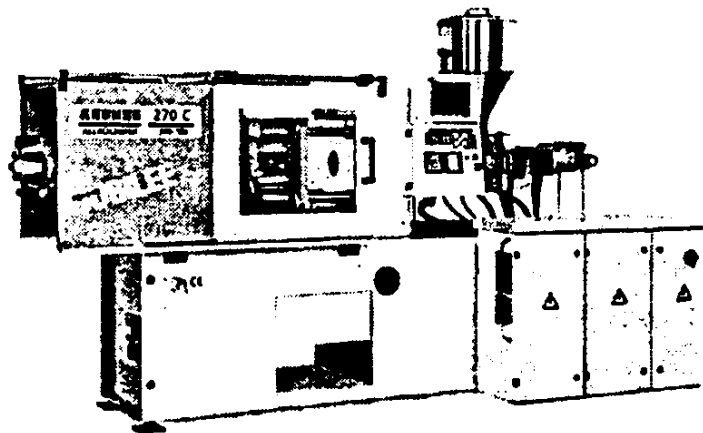
# Máquina de inyección (1)



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

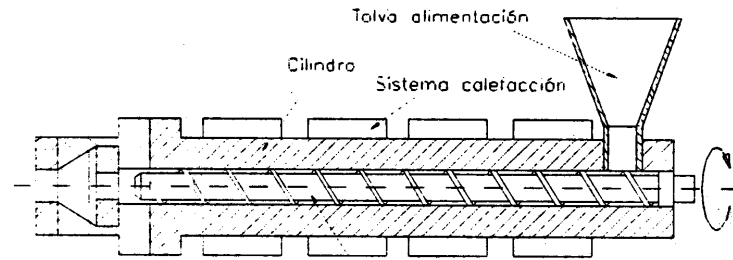
Según norma DIN 24450 una inyectora es una máquina cuya tarea principal consiste en la fabricación discontinua de piezas a partir de masas de moldeo de elevado peso molecular, con la ayuda de presiones elevadas.



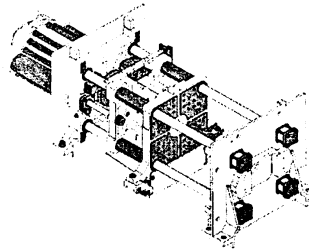
# Máquina de inyección (2)

Unidad de inyección:

Se encarga de fundir, homogeneizar, transportar, dosificar e inyectar el plástico en el molde



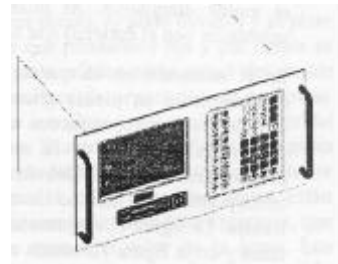
Unidad de cierre:



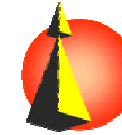
Sistemas de accionamiento más comunes:

- De rodillera
- hidráulico

Unidad de Control de proceso:



# Ciclo de moldeo



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

El proceso de inyección de termoplásticos tiene tres fases:

- Inyección
- Enfriamiento
- Expulsión

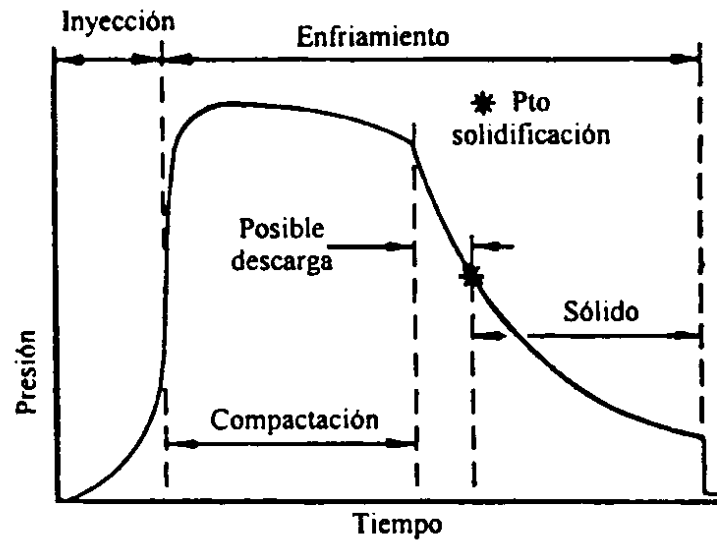


Figura 10

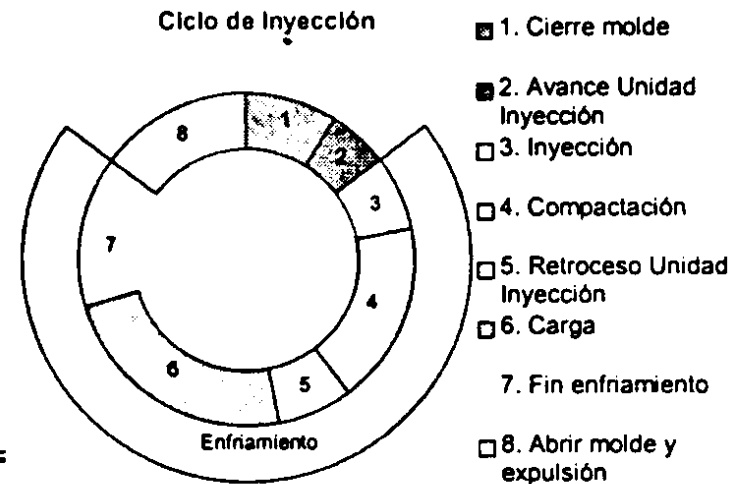
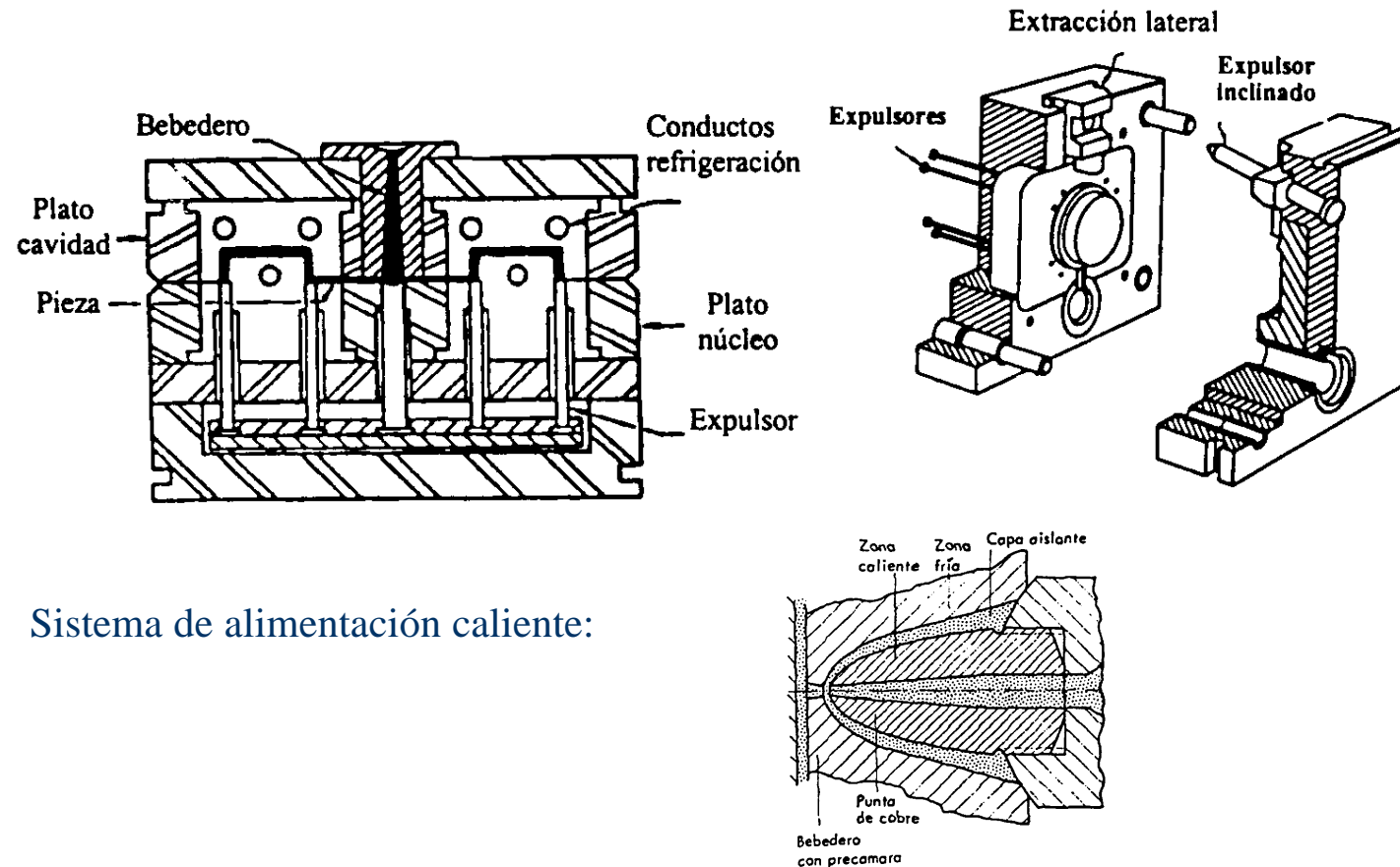


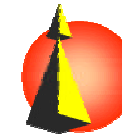
Figura 11

# Moldes de inyección

La función de los moldes es la de generar la forma deseada en el termoplástico y enfriar la pieza.



# Diseño para la optimización del llenado (1)



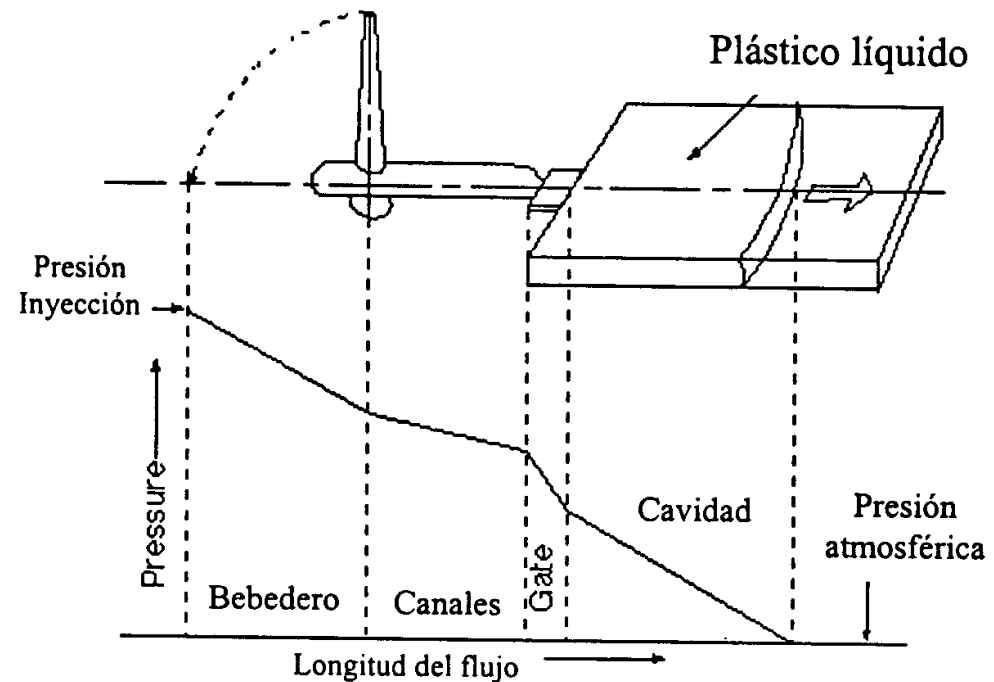
Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática  
Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

Herramientas CAE para la industria del plástico:

- C-Mold
- Mold Flow
- Strim Flow
- Ideas

*Los resultados generados por análisis CAE necesitan estar correctamente interpretados*

## Presión de inyección



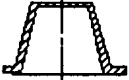
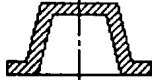

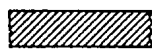
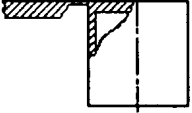
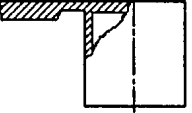

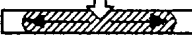




# Diseño para la optimización del llenado (2)

Factores que influyen en la presión de inyección:

$$P = P_{iny} \left( \frac{\text{Viscosidad} * \text{Longitud}_{\text{flujo}} * \text{caudal}^n}{\text{radio}_{\text{canal}}^{3n+1}} \right)$$

n Constante  
propia del  
material, rango  
entre 0.15 y 0.36

Variable	Aumenta presión	Disminuye presión
Espesor	Pared fina 	Pared gruesa 
Superficie pieza	Mayor enfriamiento 	Menor enfriamiento 
Tamaño puerta		
Longitud flujo	Longitud grande 	Longitud corta 
Tiempo llenado		Tiempo llenado óptimo 

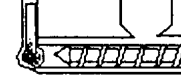

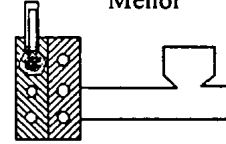
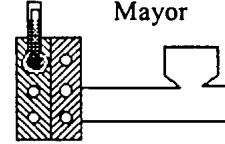
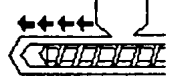

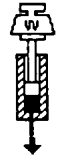
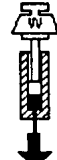
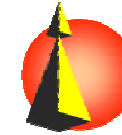
Temp. plástico	Menor 	Mayor 
Temp. Molde (refrigerante)	Menor 	Mayor 
Velocidad pistón		Velocidad pistón optimizada 
Fluidez	Baja 	Alta 

Figura 12 Factores que influyen en la presión de inyección

# Diseño para la optimización del llenado (3)

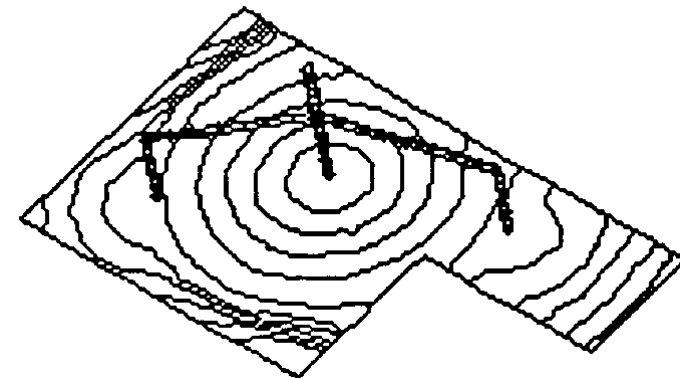
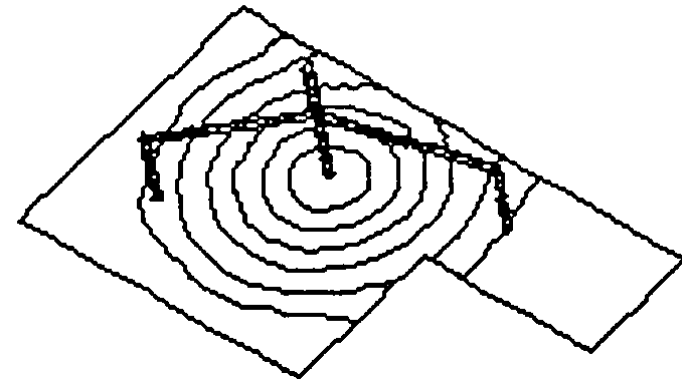


Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

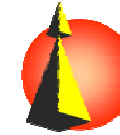
Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

Presión de inyección y longitud de flujo:

Tipo puerta	Presión Inyección	Avance del frente fluido y su longitud
Una puerta al extremo	132.6 MPa	
Una puerta centrada	84.3 MPa	
Tres puertas	41.2 MPa	



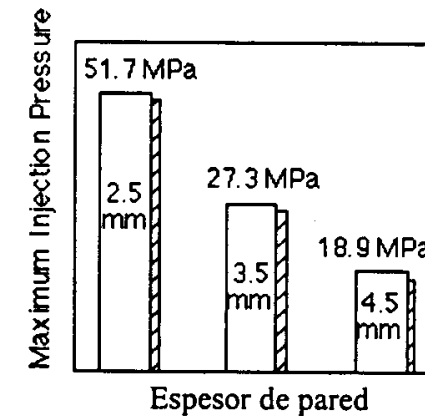
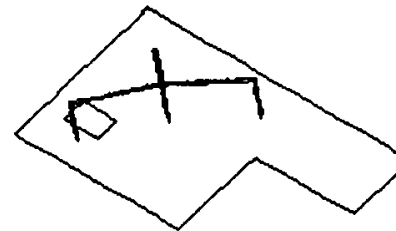
# Diseño para la optimización del llenado (4)



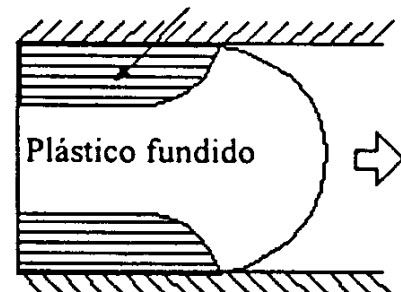
Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

Presión de inyección y espesor de pieza:

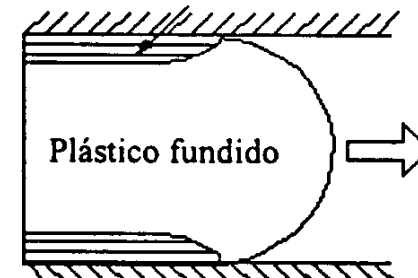


Presión de inyección y tiempo de llenado: Capa gruesa solidificada



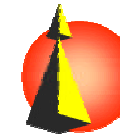
Tiempo de llenado largo  
y velocidad de inyección baja

Capa fina solidificada

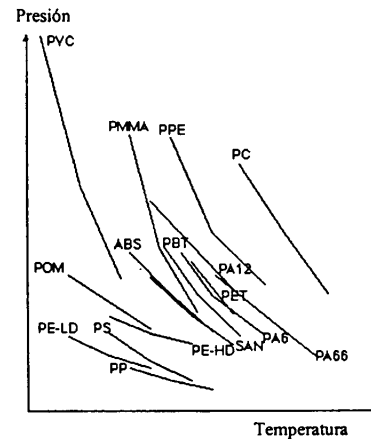
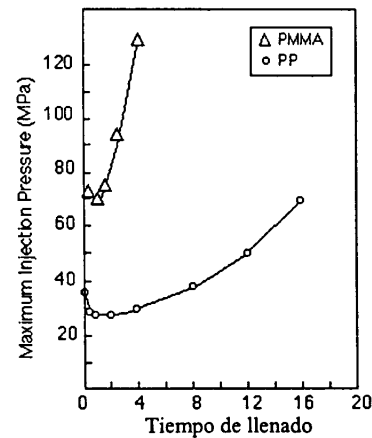


Tiempo de llenado bajo  
y velocidad de inyección alta

# Diseño para la optimización del llenado (5)



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

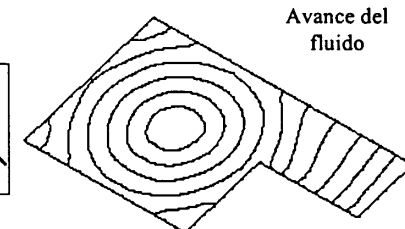
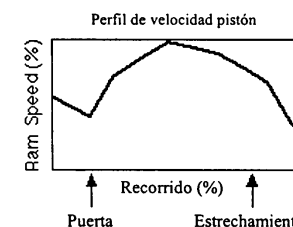
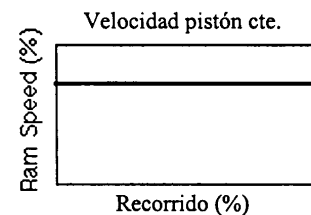


Presión de inyección y material:

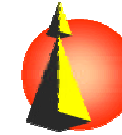
Nº	Temp. Plástico (°C)	Temp. Pared molde (°C)	Presión inyección (Mpa)
1	215	50	48.6
2	205	40	57.2
3	215	40	51.8
4	225	40	48.2
5	215	30	54.8

Presión de inyección y temperatura de inyección y de pared de molde:

Presión de inyección y velocidad del pistón:



# Modelo de llenado

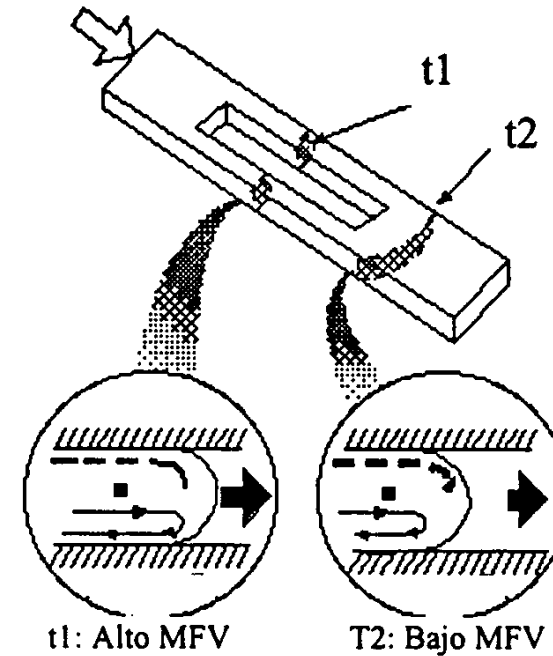
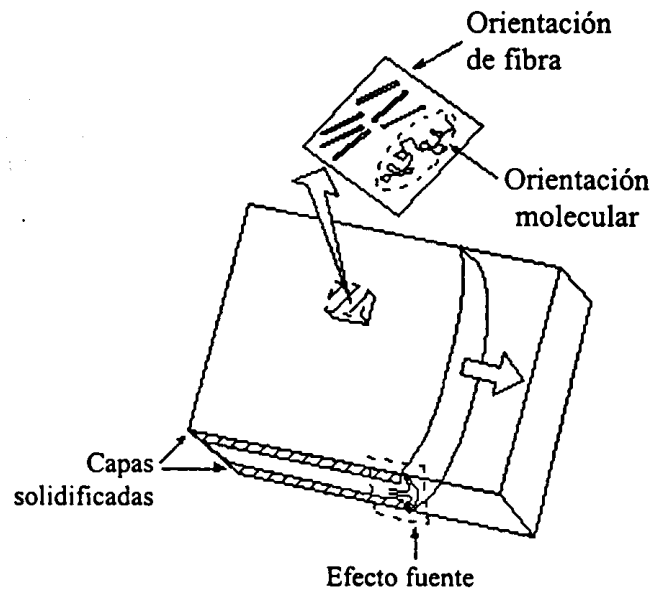


Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

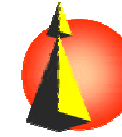
Velocidad del Frente de Fusión (MFV)  
y Área del frente de fusión (MFA)

$$MFV * MFA = Q$$



Frente de fusión, Orientación  
Molecular y de las Fibras

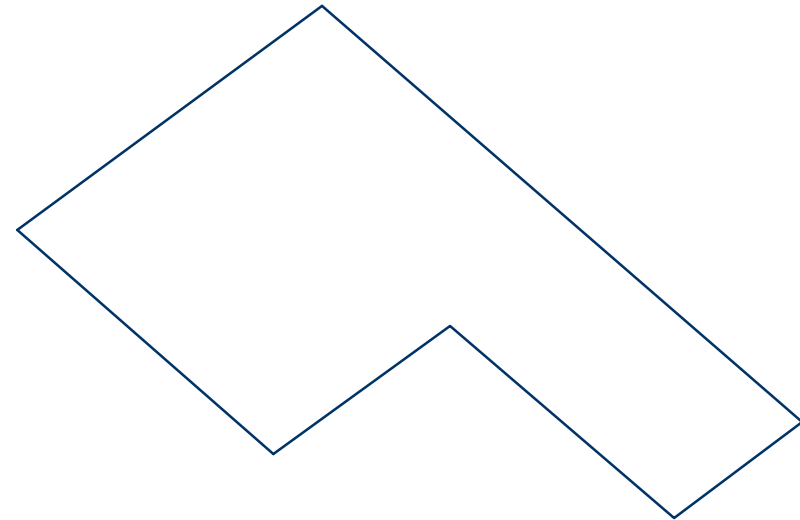
## Ejemplo de modelo de llenado (1)



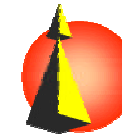
Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática  
**Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas**

### Datos de partida y reglas de diseño:

- Geometría de la pieza
- Utilizar una longitud de flujo mínima
- Utilizar una presión de inyección mínima
- Mantener la velocidad del frente de termoplástico constante
- Minimizar la fuerza de cierre y ahorrar en maquinaria y energía
- Mantener constante la MFV para homogeneizar las propiedades de la pieza
- Minimizar las variaciones de  $T^a$



## Ejemplo de modelo de llenado (2)



Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

### Solución 1

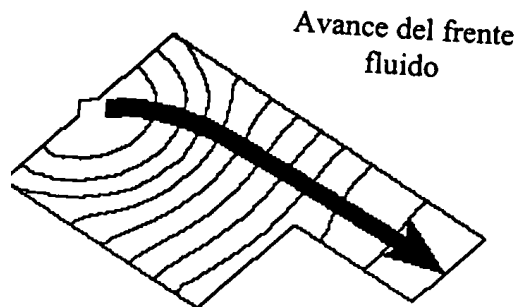
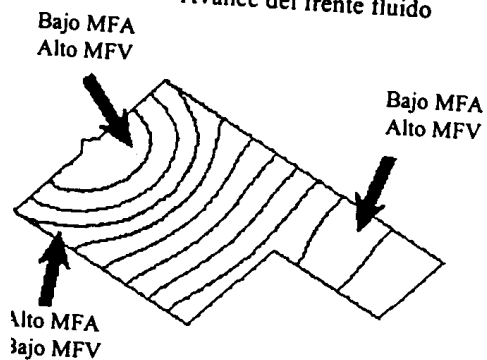
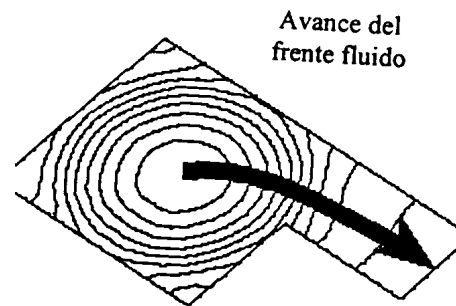


Figura 35

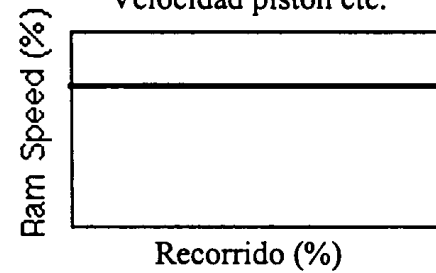
Avance del frente fluido



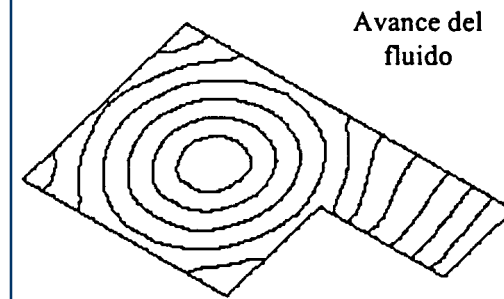
### Solución 2



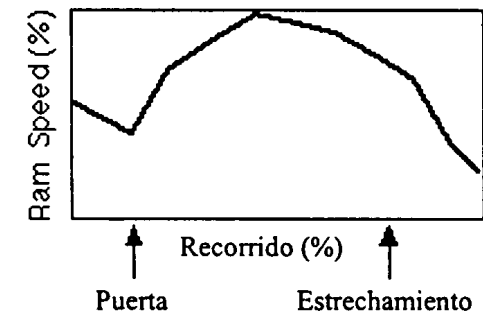
Velocidad pistón cte.



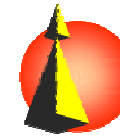
### Solución 3



Perfil de velocidad pistón



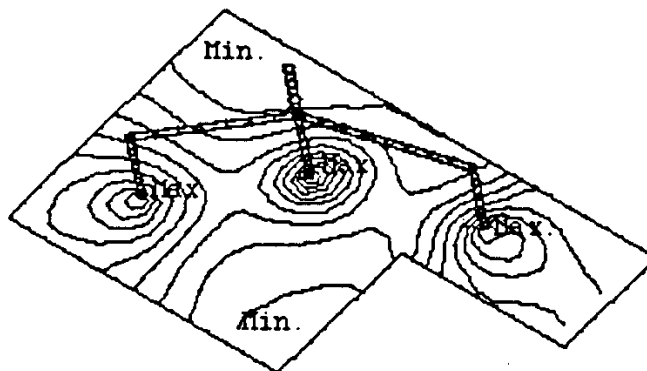
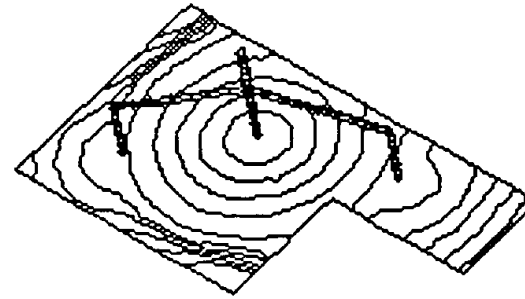
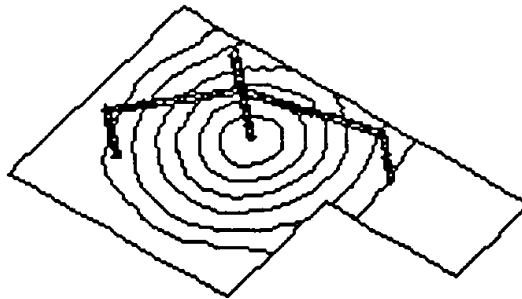
## Ejemplo de modelo de llenado (3)



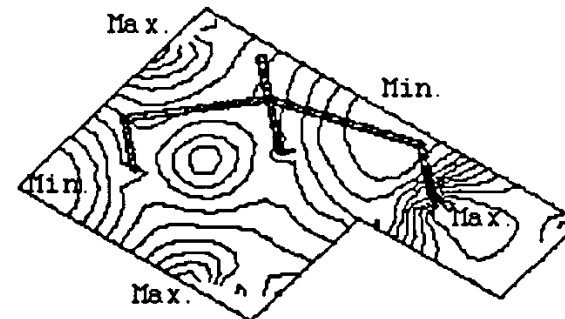
Ingeniería de  
Sistemas y  
Automática

Tecnología de Fabricación y  
Tecnología de Máquinas

Solución 4



Distribución  
de  $T^a$



Esfuerzo a  
cizalla