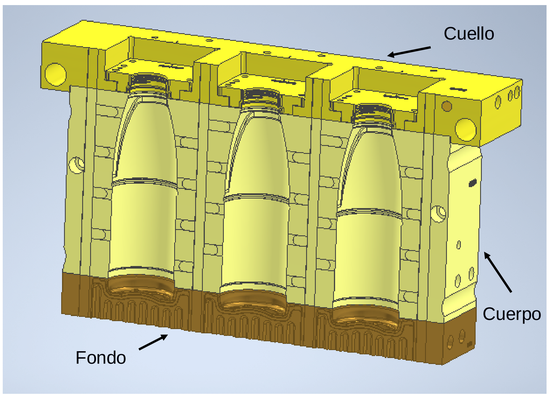
espol Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

Julio Gaona
jgaona@espol.edu.ec

Análisis del ciclo de enfriamiento de un molde para extrusión y soplado de polímeros a través de dinámica de fluido computacional.

PROBLEMA

El proceso de extrusión soplado es un tipo de procesamiento de polímeros cuyos diversos factores afectan la calidad del producto final. Después de la expulsión de la pieza ocurre una interacción entre el molde y el ambiente. Esta diferencia de temperaturas provoca condensación sobre la superficie del molde.



OBJETIVO GENERAL

Analizar el sistema de refrigeración en un molde de 3 cavidades para extrusión-soplado mediante validaciones numéricas usando la dinámica de fluidos computacionales para el control del proceso a partir del molde de un envase de Polietileno de alta densidad de 500 mL.

PROPUESTA

En base a los criterios de la empresa de plástico en Guayaquil la alternativa de solución fue: optimización de procesos.

Análisis teórico

1. Mecánica de fluidos:

$$\overline{Re} = \frac{\bar{v} D \rho}{\mu}$$

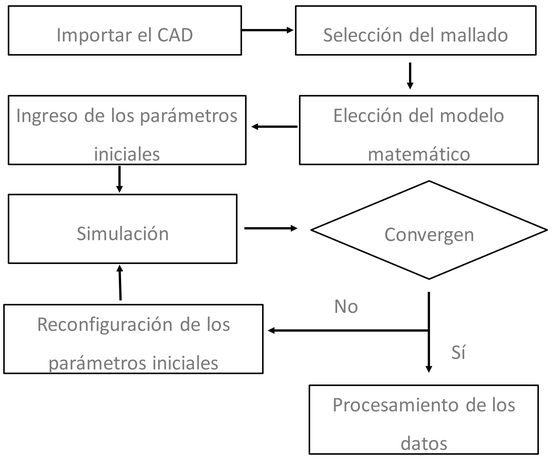
2. Transferencia de calor transiente:

Ecuación de calor:	$\propto \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right) = \frac{\partial T}{\partial t}$
$x = 0\,;\ \forall t\text{:}\ k\frac{\partial T}{\partial x} = h_f(T - T_f)$	
$T_i^{n+1} = \frac{\propto \Delta t}{\Delta x^2}[T_{i+1}^n] + \left[1 - \left(\frac{\Delta t \propto}{\Delta x}\right)\left(\frac{1}{\Delta x} + \frac{h}{k}\right)\right][T_i^n] + \left(\frac{\Delta t \propto h}{k \Delta x}\right) T_f$	
$x = L\text{:}\ \forall t\text{:}\ T = T_o$	
$T_i^{n+1} = [T_{i+1}^n - 2T_i^n + T_{i-1}^n]\left[\frac{\propto \Delta t}{\Delta x^2}\right] + T_i^n$	

3. Condensación:

$$T_{superficie} < T_{rocío}$$

Por simulación



RESULTADOS

Simulación

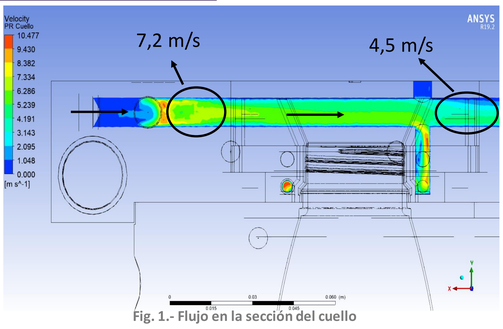


Fig. 1.- Flujo en la sección del cuello

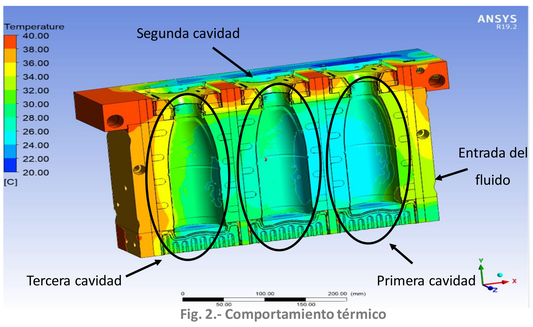


Fig. 2.- Comportamiento térmico

Tabla 1.- Transferencia de calor

Sección	Flujo térmico $\left(\frac{W}{m^2}\right)$	Calor (W)
Cuello	1908,16	1,92
Cuerpo	11260,08	17,49
Fondo	2182,68	5,95

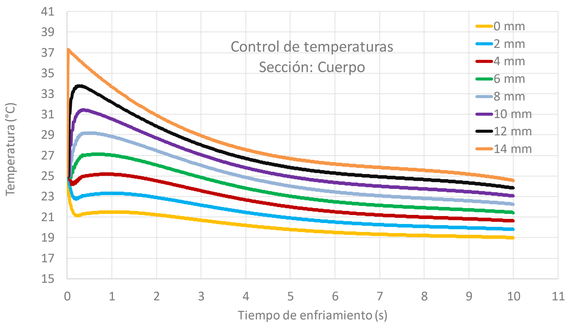


Tabla 2.- Condensación

Sección: Cuello		
Tiempo (s)	Temperatura (°C)	Riesgo de condensación
0	25,00	x
2	31,23	x
3	31,33	x
5	28,26	x
7	25,58	x
9	23,92	✓

CONCLUSIONES

- La simulación permitió determinar que el fluido tuvo un comportamiento turbulento.
- La disipación térmica del molde fue calculado por secciones mediante el método de diferencias finitas. La sección del cuerpo tuvo una disipación de calor más alta que las otras secciones. Numéricamente, el cuello, cuerpo y fondo disipan 1,92, 17,49 y 5,95 W, respectivamente.
- Las condiciones dentro de la planta forzaron que la temperatura de rocío alcance los 23,9°C. Bajo las condiciones reales de proceso, luego de 9 segundos de enfriamiento se evidenció condensado en la sección del cuello. No obstante, por los parámetros de mejora en el mismo tiempo se logra evitar la condensación del vapor de agua del ambiente.