

X. Determinación de Parámetros en la Etapa de Empaque

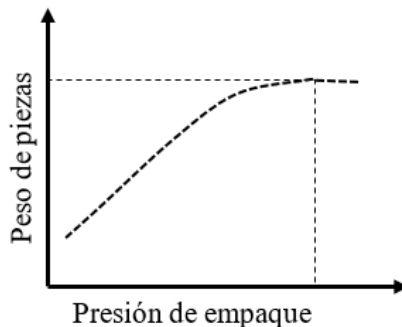
- **Laboratorio 1. Determinación de la Presión de Empaque**
- **Laboratorio 2. Determinación del Tiempo de Empaque**
- **Empaque de Moldes con Colada Caliente y Válvulas en los Bebederos**

Una vez más, recuerde que antes de continuar con estos laboratorios de ***Moldeo UniversalTM***:

- Los equipos auxiliares están propiamente instalados y operando.
- Las temperaturas continúan propiamente ajustadas.
- Los ajustes del barril continúan propiamente programados.
- La fuerza de cierre continúa propiamente ajustada.
- La apertura de las platinas, sus movimientos, velocidades, y la protección del molde continúan propiamente ajustadas.
- El tiempo de enfriamiento es más grande de lo requerido, evitando que entorpezca la determinación de otros parámetros.
- La velocidad de inyección ideal ha sido determinada, ajustada y se está llenando sobre un 95% del llenado requerido por el molde.
- La presión límite de inyección ha sido determinada y ajustada.
- La etapa de empaque continúa apagada.
- Ha verificado y corregido el balance del llenado.

Importante -- solamente personal cualificado que entiende la funcionalidad del equipo y se ha leído los manuales operacionales de los equipos debe operar y/o hacer ajustes a los mismos.

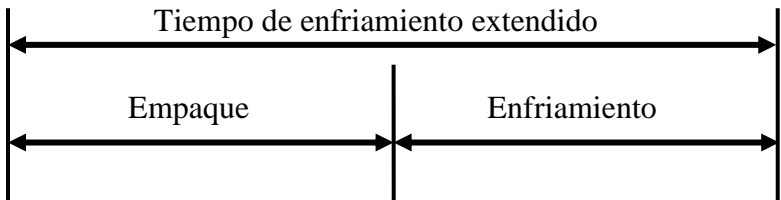
La presión de empaque se determina, aumentando la presión de empaque hidráulica o del fundido, hasta que las cavidades estén completamente llenas o al peso deseado.



X-1. Gráfica del efecto de la presión de empaque en el peso de las partes

Laboratorio 1. Determinación de la Presión de Empaque

1. Ajuste el tiempo de empaque a un valor mayor al requerido. Por ejemplo, considere la mitad del tiempo de enfriamiento extendido que ha utilizado en los laboratorios anteriores. El objetivo es garantizar endurecimiento de bebederos (“gate freeze”), más adelante se optimiza el tiempo de empaque.
2. Anote un tiempo de enfriamiento igual a la diferencia entre tiempo de enfriamiento extendido y tiempo de empaque. Note que la suma entre el tiempo de empaque y el tiempo de enfriamiento será igual a tiempo de enfriamiento extendido.



X-2. Tiempo de enfriamiento extendido

Por ejemplo, en un laboratorio donde el tiempo de enfriamiento extendido es igual a 12 segundos, para garantizar endurecimiento de bebederos se consideró utilizar la mitad del tiempo de enfriamiento extendido. Resultado:

$$\begin{array}{c} \text{Tiempo de empaque} = 6 \text{ segundos} \\ \text{y} \\ \text{Tiempo de enfriamiento} = 6 \text{ segundos} \end{array}$$

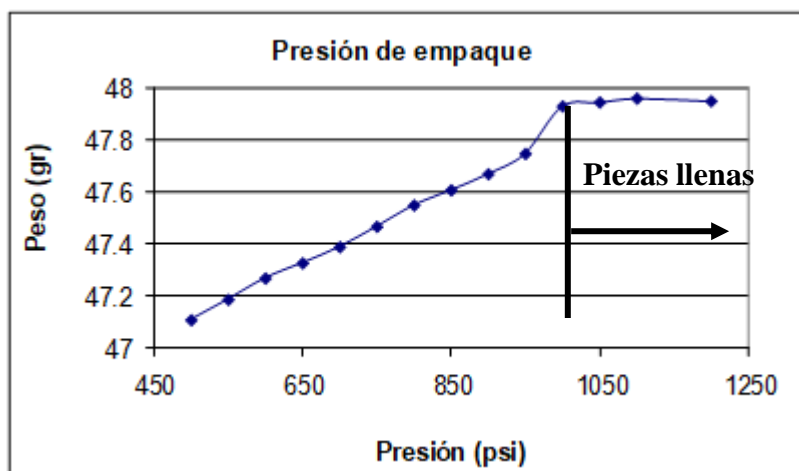
Importante, siempre garantice que el tiempo de enfriamiento sea mayor que el tiempo de plastificación. Se explicó en capítulos anteriores que, cuando expira el tiempo de enfriamiento, el permiso de abrir el molde será únicamente permitido si la plastificación terminó. En otras palabras, el molde se quedará cerrado hasta que se complete la plastificación, sin importar que expire el tiempo de enfriamiento. Consecuentemente el tiempo de enfriamiento se extenderá y, dependiendo de la inyectora, es posible que usted no se entere.

3. Haga un estudio de peso de piezas a distintas presiones de empaque. Inicie el experimento con una presión menor de la requerida. Por ejemplo, comience con un 10% de la presión de inyección adquirida al momento de la transferencia; luego incremente la presión hasta que consiga piezas completamente llenas o al peso deseado. Tome dos o tres muestras por presión y promedie el peso total de las partes. Tabule la data y grafique el peso de partes contra la presión de empaque. Solo pese las partes moldeadas sin la colada.

Presión (psi)	Peso promedio (gr)
500	47.11
550	47.19
600	47.27
650	47.33
700	47.39
750	47.47
800	47.55
850	47.61
900	47.67
950	47.75
1000	47.93
1050	47.95
1100	47.96
1200	47.95

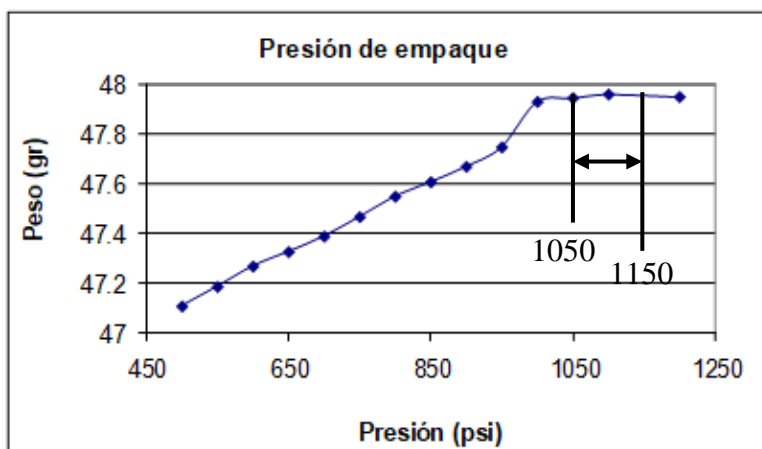
X-3. Tabla del efecto de la presión de empaque en el peso de las partes

En la gráfica a continuación, se revela que la presión dejó de contribuir al peso de las partes después de 1000 psi de presión de empaque.



X-4. Gráfica del efecto de la presión de empaque en el peso de las partes

4- Seleccione una presión donde el peso sea relativamente constante. En este ejemplo se seleccionó una presión de empaque mínima de 1050 psi hidráulico, parámetro de máquina. Lo normal sería seleccionar un rango de presión, por ejemplo de 1050 a 1150 psi.



X-5. Gráfica indicando el rango de presión de empaque

5- Una vez seleccione su rango de presión de empaque, conviértalos a parámetros Universales.

En este ejemplo la unidad de inyección utilizada tenía una razón de intensificación (R_i) de 12.2, y sus parámetros Universales correspondientes son:

Presión de empaque Universal = presión hidráulica $\times R_i$

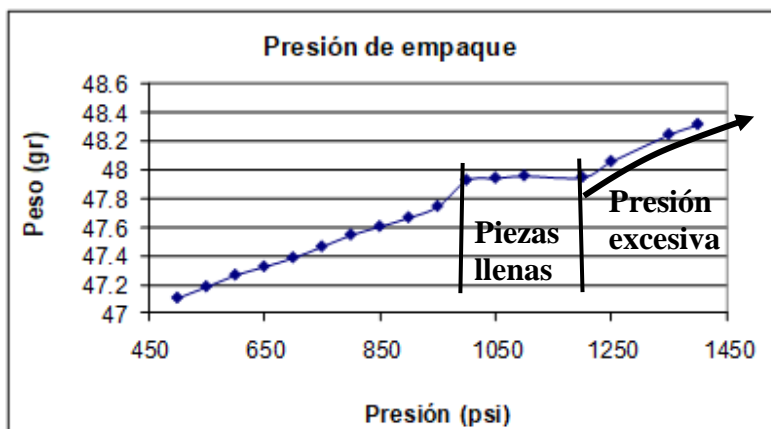
Presión mínima = $1050 \times 12.2 = \mathbf{12,810 \text{ psi}}$

Presión máxima = $1150 \times 12.2 = \mathbf{14,030 \text{ psi}}$

Presión promedio = $1100 \times 12.2 = \mathbf{13,420 \text{ psi}}$

Notas:

- Aunque el objetivo sea dimensiones y no el peso, en estos momentos se debe trabajar con el peso de las cavidades. Después del desmolde, las piezas sufrirán múltiples cambios de dimensiones por encogimiento.
- Solo pese las partes moldeadas sin la colada.
- Evite abrir el molde o forzar el fundido a que se cuele a espacios indeseados a consecuencia de presión excesiva. Una forma fácil de descubrir si la presión es excesiva es fijándose en la gráfica de presión contra peso de partes.

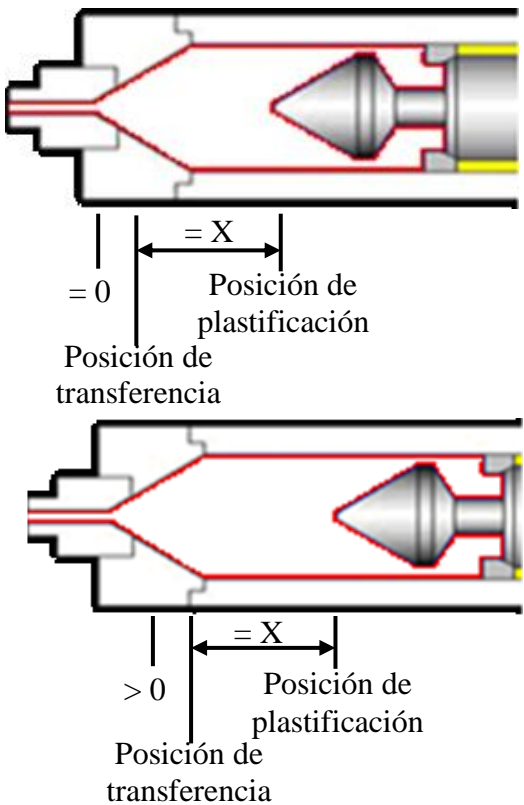


X-6. Gráfica indicando presión de empaque excesiva

En la gráfica, después de los 1,200 psi se inició una nueva tendencia, indicando que el molde se está abriendo o plástico se está colando.

- El colchón debe ser mayor de cero. Si alcanza a ser cero tendrá que aumentar el volumen de inyección. Asumiendo que no hay defectos en la unidad de inyección, como la anilla (“check ring”) filtrando, incrementa la posición de plastificación y la posición

de transferencia la misma cantidad hasta que la posición final, después del empaque, sea mayor de cero.



X-7. Corrección cuando el colchón es cero

Si el colchón alcanza a ser cero a consecuencia de una unidad de inyección defectuosa, como anilla filtrando, hable con el departamento de mantenimiento para que le repare el defecto.

Siempre garantice que el tiempo de enfriamiento sea mayor que el tiempo de plastificación.

Laboratorio 2. Determinación del Tiempo de Empaque

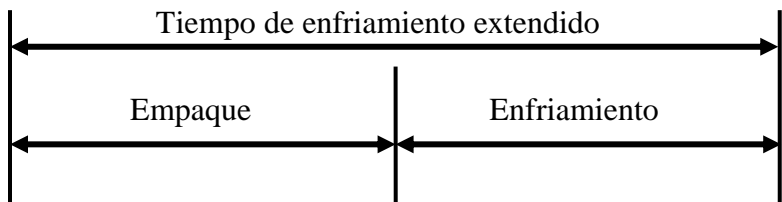
El tiempo de empaque se determina con la prueba de endurecimiento de bebederos (“gate freeze”). Mientras el bebedero esté líquido, la presión de empaque mantiene el fundido en la cavidad. Una vez que el bebedero se

endurece, el fundido no puede escaparse aun cuando la presión de empaque sea eliminada.

1- Ajuste la presión de empaque encontrada.

2- Sin cambiar la presión de empaque encontrada, disminuya el tiempo de empaque en intervalos hasta que el peso de las piezas comience a disminuir a causa de bebederos blandos, incapaces de retener el fundido comprimido dentro de las cavidades.

Con el propósito de mantener un ciclo total constante, la suma del tiempo de enfriamiento y el tiempo de empaque debe mantenerse constante. Por cada intervalo que se le resta al tiempo de empaque, se le debe sumar la misma cantidad al tiempo de enfriamiento.



X-8. Tiempo de enfriamiento extendido

3- Tabule los tiempos con sus correspondientes pesos totales de las partes obtenidas, y haga una gráfica de peso de las partes contra tiempo de empaque.

Tiempo empaque (s)	Peso promedio (gr)	Tiempo enfriamiento (s)
5.00	47.949	23.00
4.75	47.949	23.25
4.50	47.949	23.50
4.25	47.947	23.75
4.00	47.945	24.00
3.75	47.940	24.25
3.50	47.935	24.50
3.25	47.931	24.75
3.00	47.927	25.00
2.75	47.901	25.25
2.50	47.875	25.50
2.25	47.845	25.75
2.00	47.815	26.00
1.75	23.908	26.25

X-9. Tabla de peso de partes y sus respectivos tiempos de empaque y de enfriamiento

Aunque la columna de tiempo de enfriamiento no es graficada, inclúyala. Le ayudará durante la entrada de tiempos durante el experimento.

Notas:

- Por cada ajuste de tiempo de empaque, tome de dos a tres muestras y promedie el peso total de las piezas.
- Solamente tome el peso de las partes moldeadas sin la colada.
- Siempre garantice que el tiempo de enfriamiento sea mayor que el tiempo de plastificación.

4- En la gráfica, encuentre el tiempo donde el peso de las partes empezó a disminuir. Claramente se observa que se requerirán tiempos de empaque mayores de 4.5 segundos para garantizar endurecimiento de bebederos.

Ahora si el molde además incluye válvulas de cierre en los bebederos (“valve gates”), las válvulas harán la función de endurecimiento de bebederos. Estas se programan de manera que el cierre de las válvulas ocurra cuando se cumpla el tiempo de empaque entrado. Estas válvulas, además de un buen acabado en el punto de inyección, reducen el tiempo de empaque. ya que no se tiene que esperar a que los bebederos se solidifiquen.

Notas:

- Si las válvulas cierran prematuramente es probable que termine con piezas incompletas.
- Si las válvulas cierran muy tarde podrían encontrarse con material endurecido en el asiento de las válvulas, que podrían dañar los bebederos en las cavidades. Consecuente, el defecto se reflejaría en el punto de inyección de las piezas.

Durante la etapa de empaque, garantizamos las medidas que son función de masa. No trate de corregir medidas térmicas en el laboratorio de empaque.

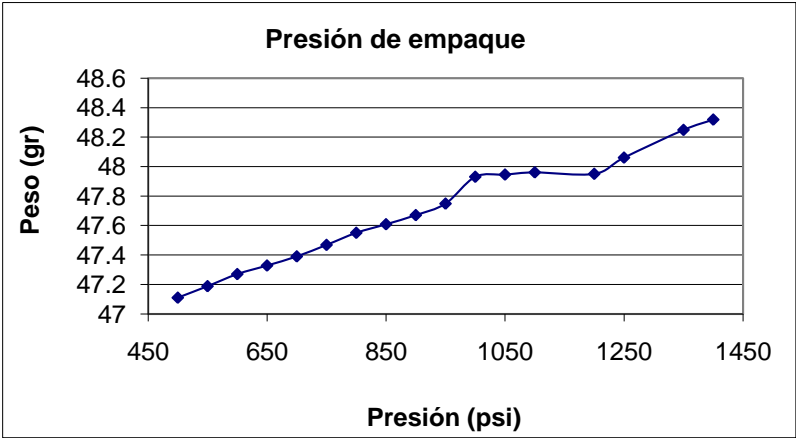
Amorfos	Semi-cristalinos
Problemas de sobre empaque dado a que tiene bajo encogimiento	Problemas de empaque incompleto dado a que tiene alto encogimiento
Problemas con rebaba	Hundimientos y huecos
Roturas durante el desmolde	Desmolde fácil
La transición de fundido-pastoso a solido es paulatino	La transición de fundido líquido a solido es repentina

X-11. Características mecánicas de los materiales que deben considerar durante el empaque

Preguntas

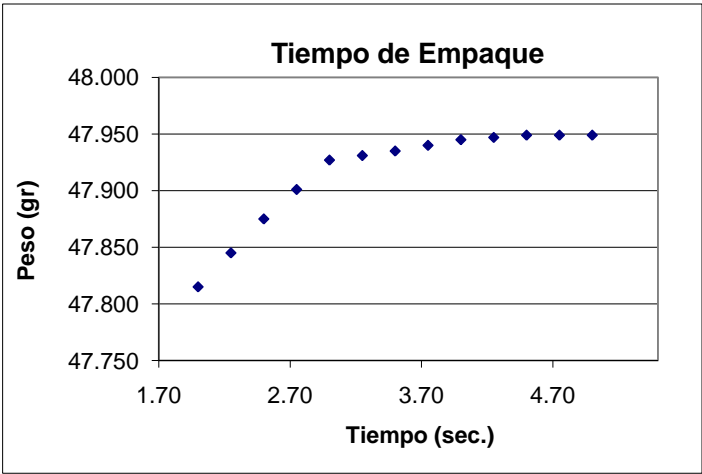
- 1) Aumentando la presión de empaque, se aumenta el peso de las piezas. Asumiendo que el molde no se abra, eventualmente se alcanza una presión donde el peso de las partes dejará de aumentar.
 - a. Cierto
 - b. Falso
- 2) Cuando se crea la gráfica de presión de empaque, se utilizan las presiones de empaque y los pesos totales de las piezas con la colada.
 - a. Cierto, se utiliza el peso de las partes y la colada.
 - b. Falso, solo se utiliza el peso de las partes sin la colada.
- 3) En la determinación de la presión de empaque se evalúan las dimensiones que son efecto del encogimiento.
 - a. Cierto, en el empaque se consideramos las dimensiones de masa.
 - b. Falso, en el empaque solo consideramos las dimensiones de masa y no el encogimiento.
- 4) El tiempo de empaque se utiliza para:
 - a. determinar las dimensiones térmicas.
 - b. mejorar el ciclo de operación.
 - c. determinar el endurecimiento de los bebederos.
- 5) En un proceso se encontró un tiempo de empaque de 6 segundos. El tiempo de empaque Universal correspondiente sería:
 - a. 6 segundos.
 - b. $6 \text{ segundos} \div \text{razón de intensificación}$.
 - c. $6 \text{ segundos} \times \text{razón de intensificación}$.

6) Utilizando la gráfica ilustrada seleccione todas las correctas.



- a. En la gráfica, después de los 1,200 psi se inició una nueva tendencia, indicando que el molde se está abriendo o plástico se está colando a consecuencia de presión excesiva.
- b. En la gráfica, a una presión de empaque de 850 psi obtenemos piezas completas.
- c. En la gráfica, la selección de 1050 psi es una presión de empaque adecuada.

7) Utilizando la gráfica ilustrada:



- a. con un tiempo de empaque de 2 segundos conseguimos endurecimiento de los bebederos.
- b. se observa que se requerirán tiempos de empaque mayores de 4.5 segundos para garantizar endurecimiento de bebederos.