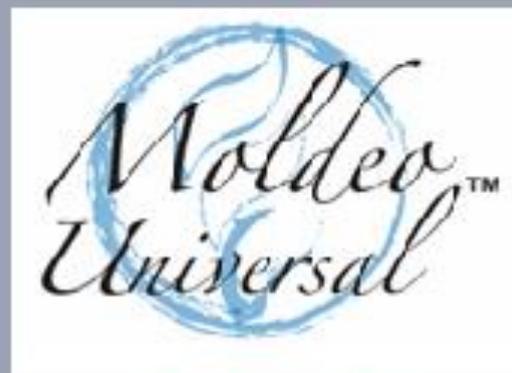


Dilán Interactive Learning

presenta

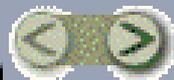


***Moldeo Universal III -
Moldeo con Gráficas***

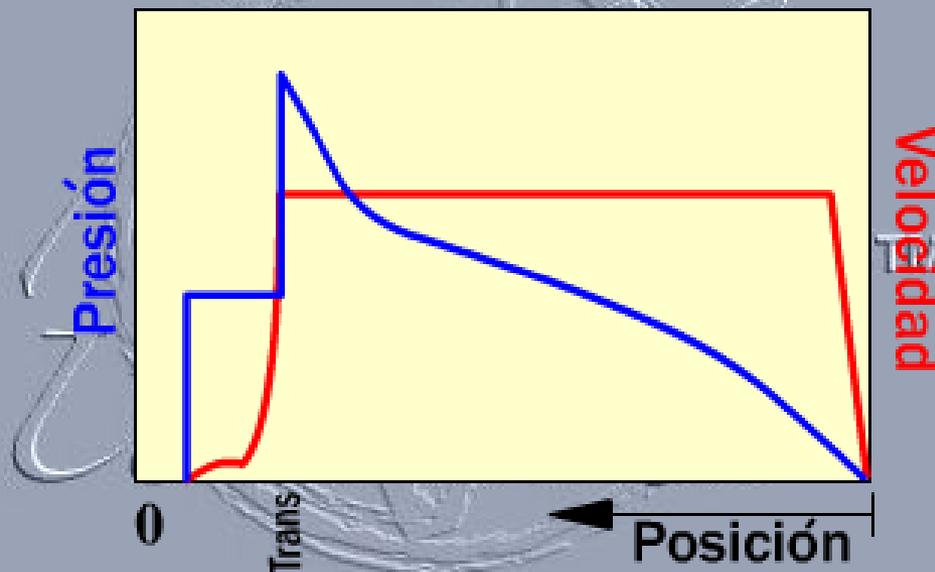
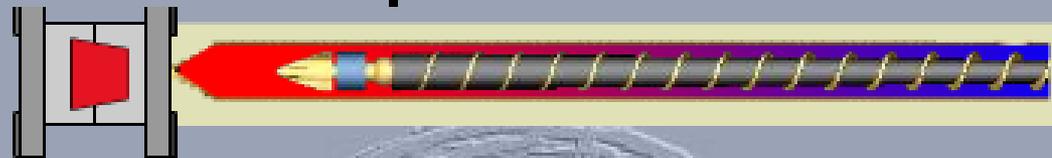


Dilán Interactive Learning

www.free2learnit.com



Moldeo con gráficas es una poderosa herramienta que debe ser utilizada.



Si su máquina provee gráficas de inyección aprenda a utilizarlas.





Las gráficas varían de acuerdo con el manufacturero del equipo, ahora por lo regular todas proveen la misma información.

Antes de iniciar este curso debió haber completado los dos cursos anteriores, *MU1 - Introducción* y *MU2 - Fundamentos de Moldeo Universal™*.





En este curso se hablará de:

- *Perfil de las gráficas en la zona de control de velocidad (flujo) de inyección*
- *Perfil de las gráficas en la zona de control de presión de empaque*
- *Zonas de control*
- *Perfil de las gráficas de presión en la etapa de plastificación*
- *Diagrama PVT*





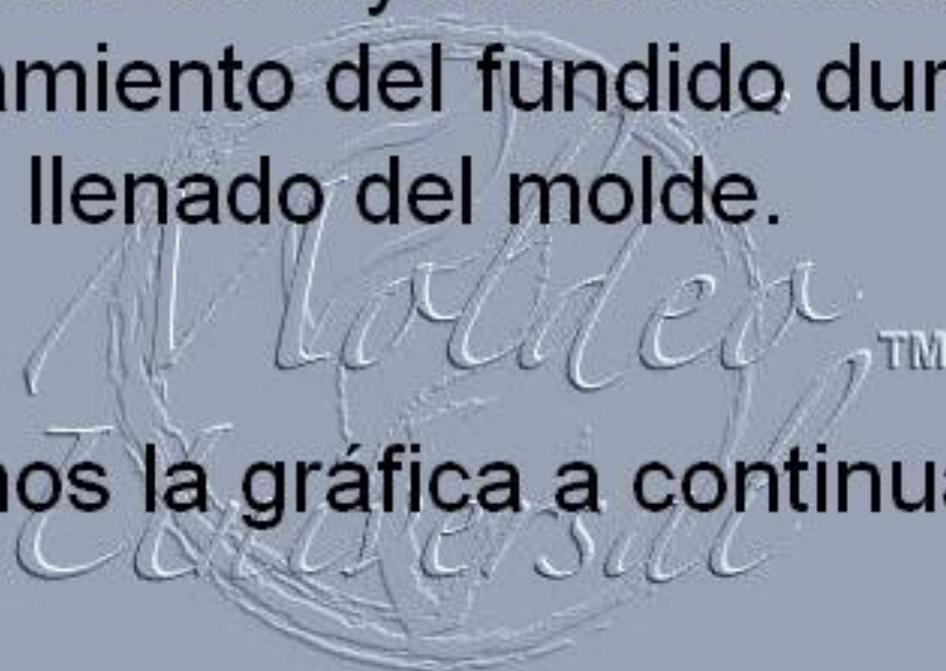
***Perfil de las gráficas
en la zona de control
de velocidad (flujo)
de inyección***





Las gráficas de inyección describen el comportamiento del fundido durante la etapa del llenado del molde.

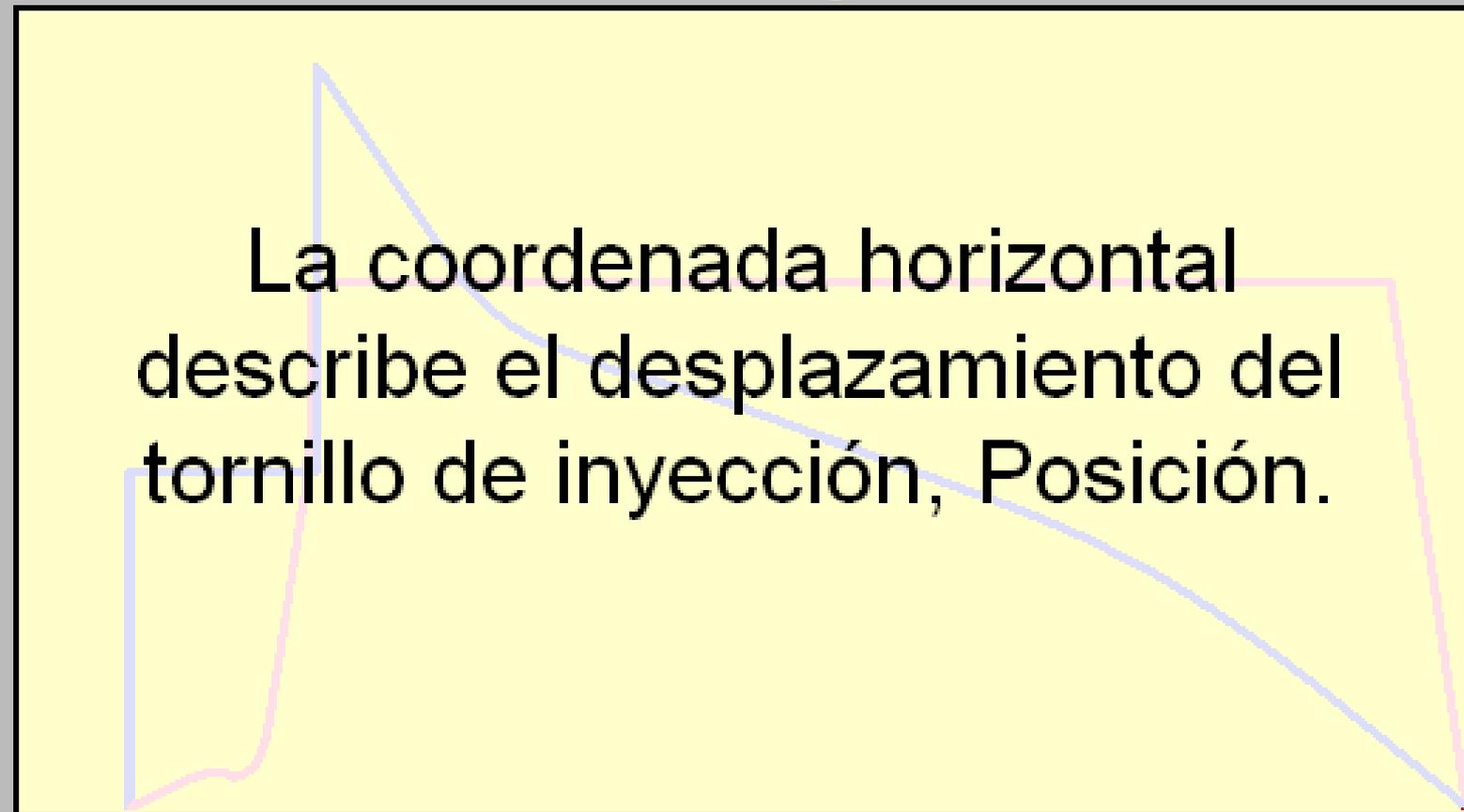
Discutamos la gráfica a continuación--





Gráfica de Inyección

La coordenada horizontal describe el desplazamiento del tornillo de inyección, Posición.



0



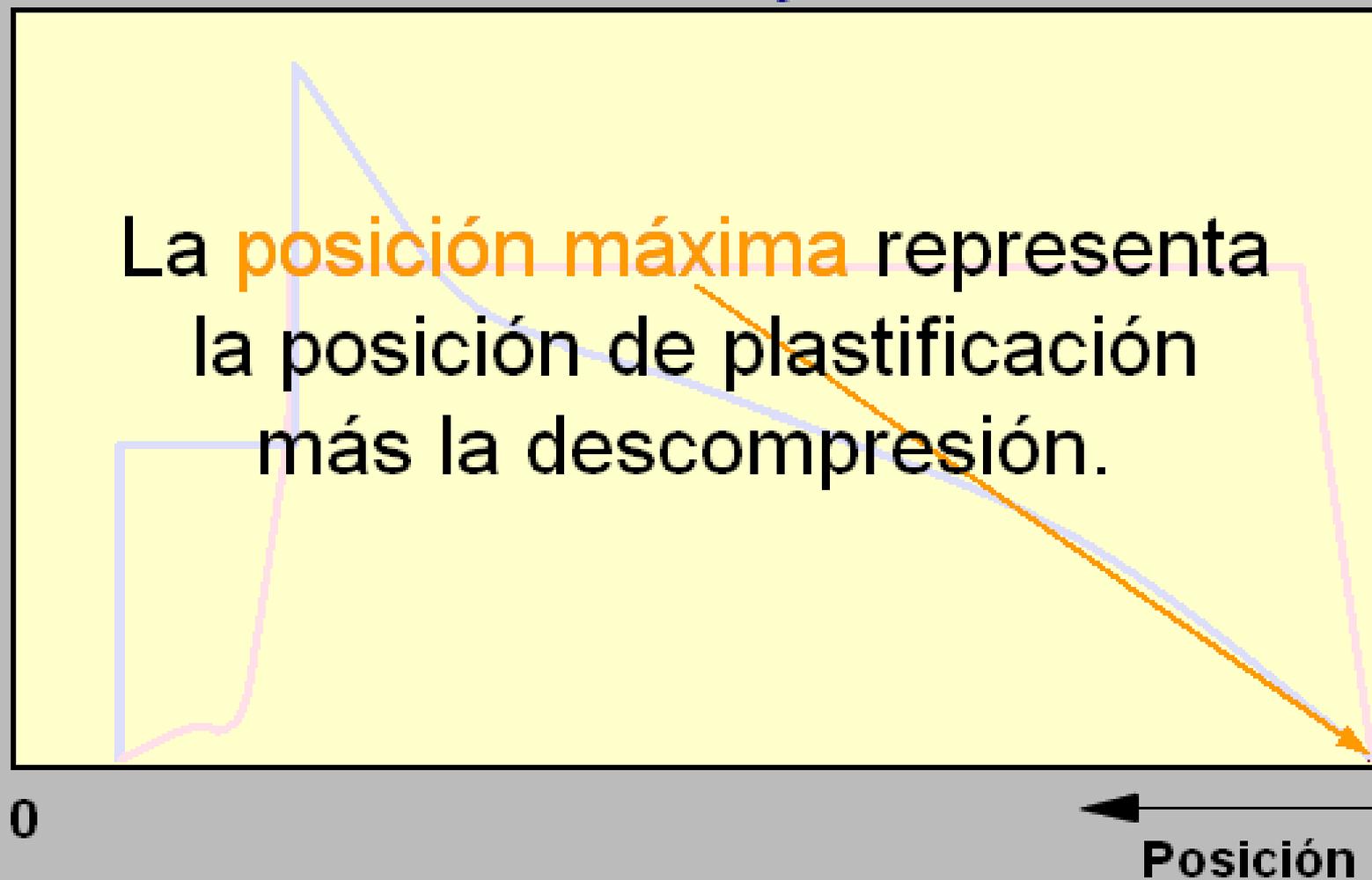
Posición

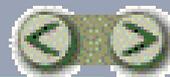




Gráfica de Inyección

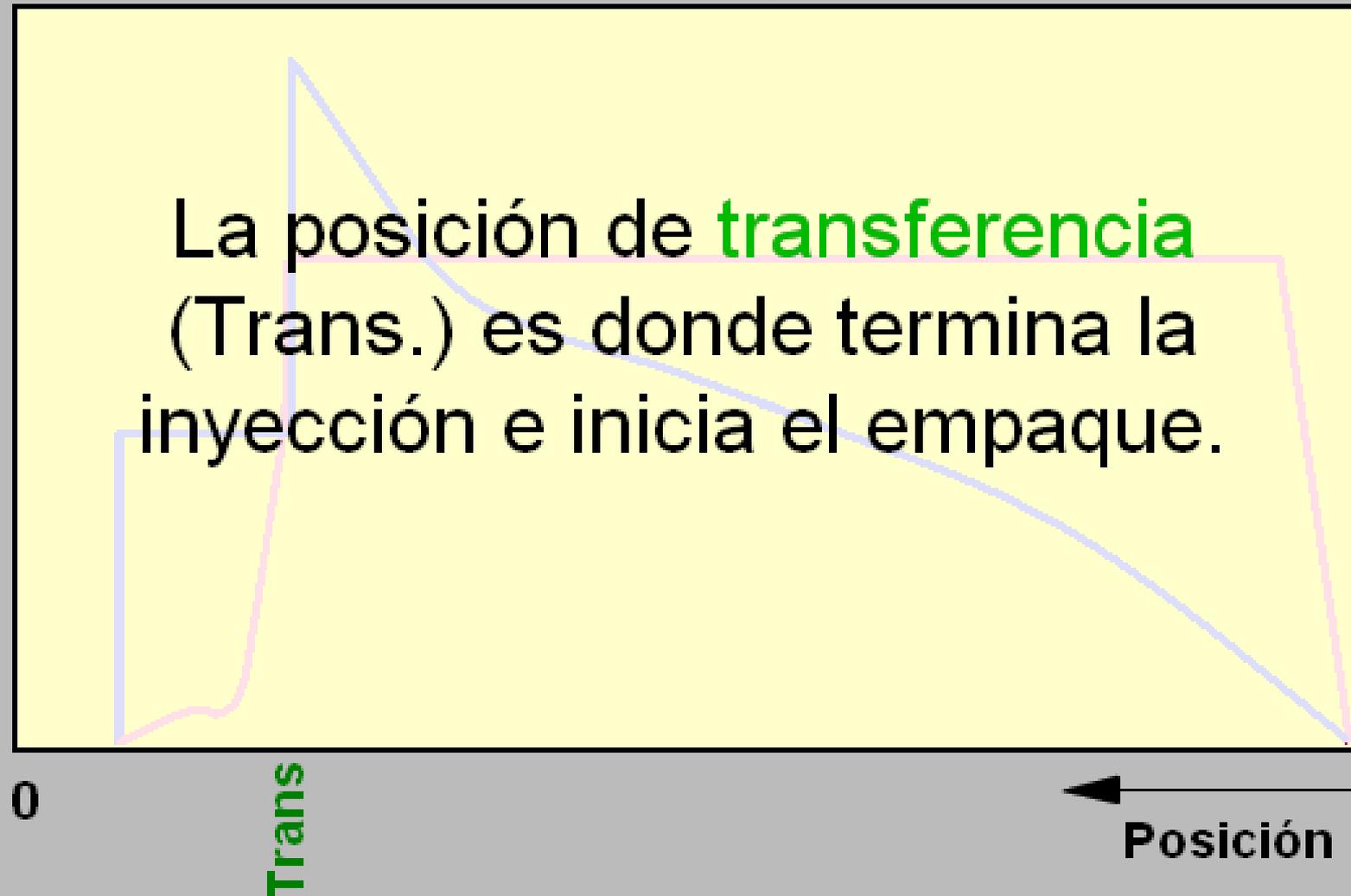
La **posición máxima** representa la posición de plastificación más la descompresión.



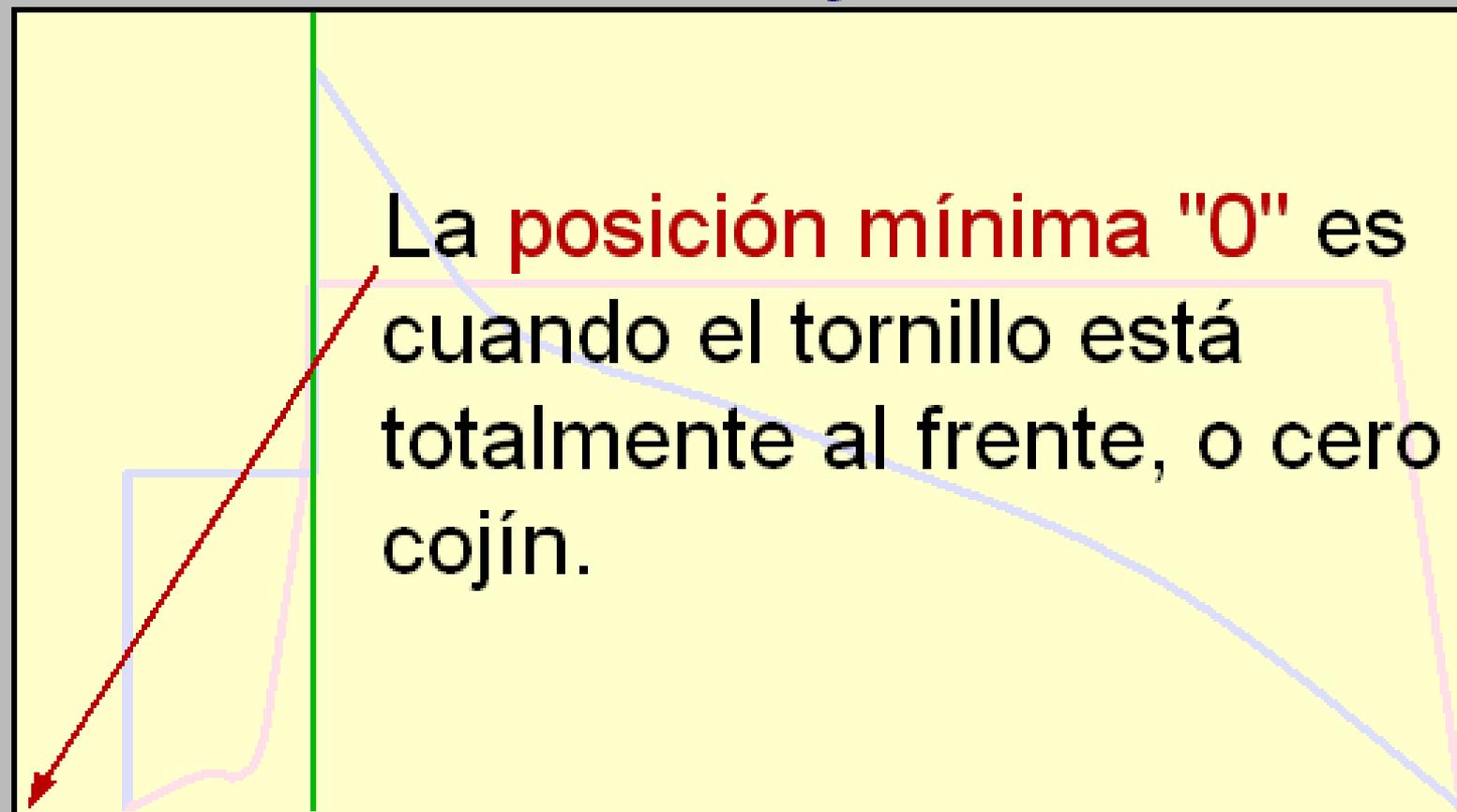


Gráfica de Inyección

La posición de **transferencia** (Trans.) es donde termina la inyección e inicia el empaque.



Gráfica de Inyección



La **posición mínima "0"** es cuando el tornillo está totalmente al frente, o cero cojín.

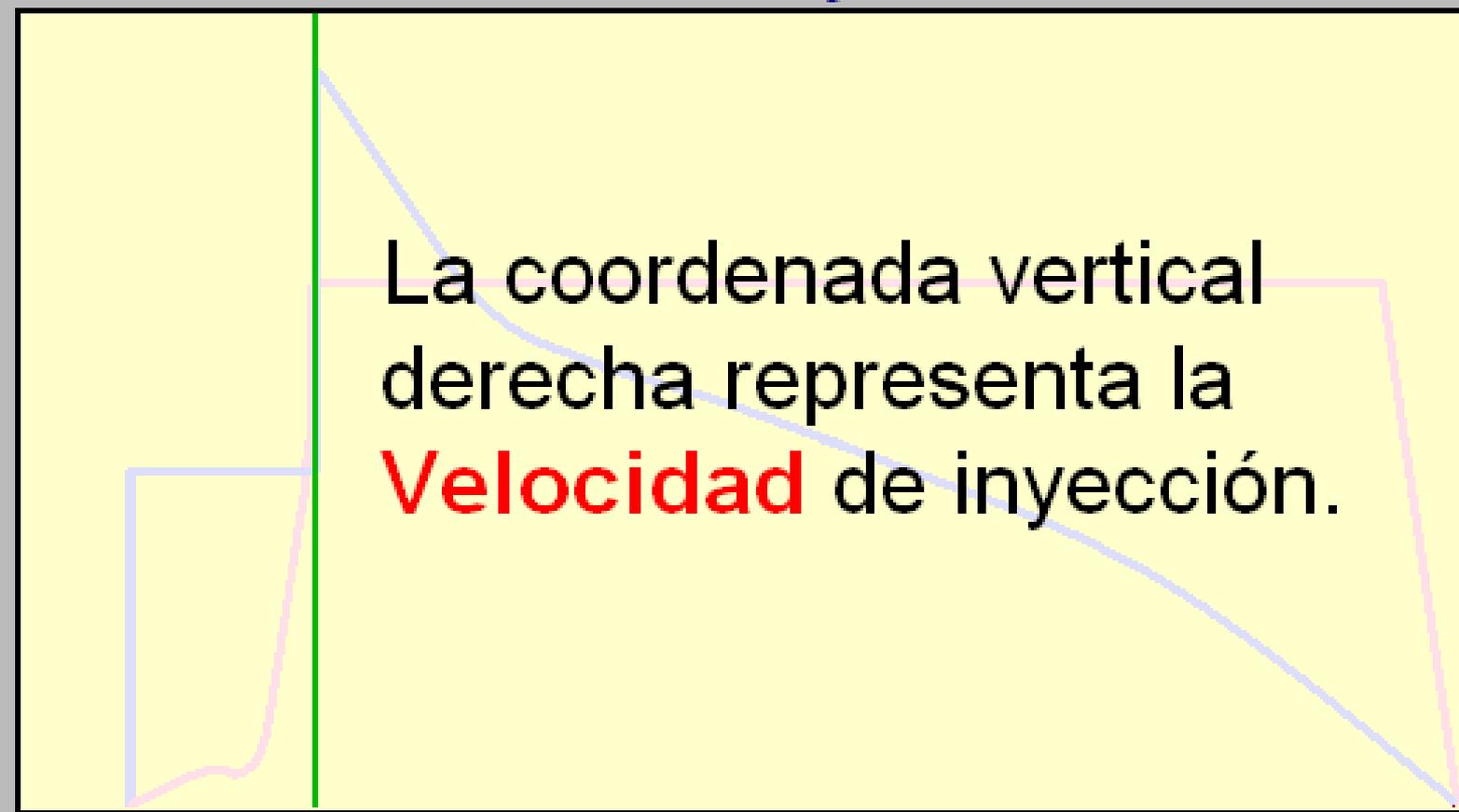
0

Trans

Posición



Gráfica de Inyección

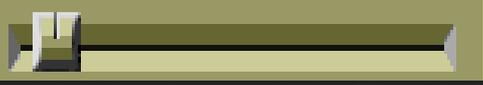


La coordenada vertical derecha representa la **Velocidad** de inyección.

0

Trans

Posición

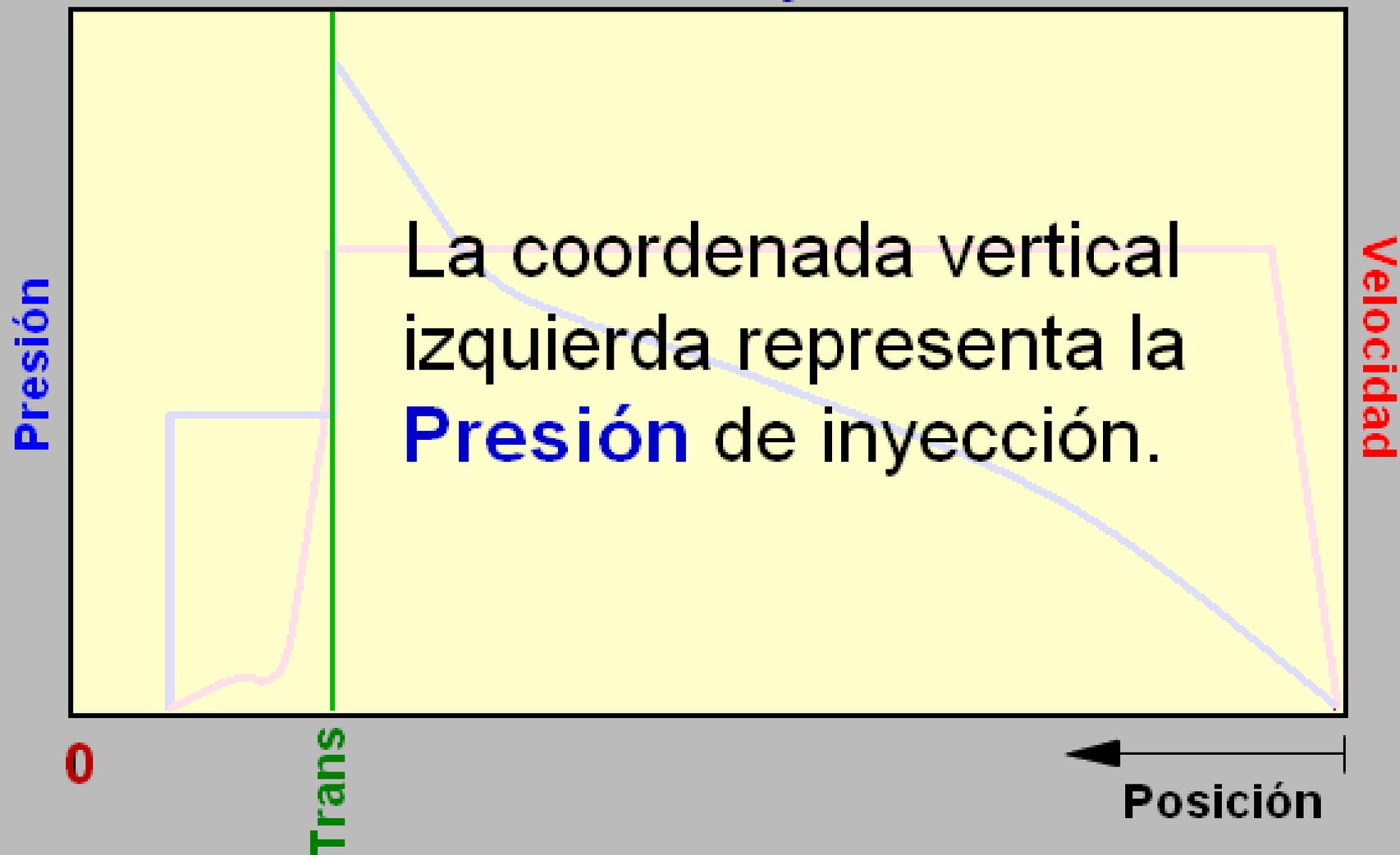


5



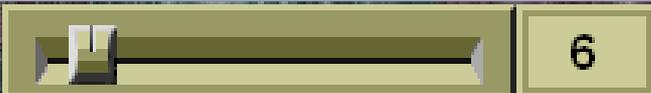
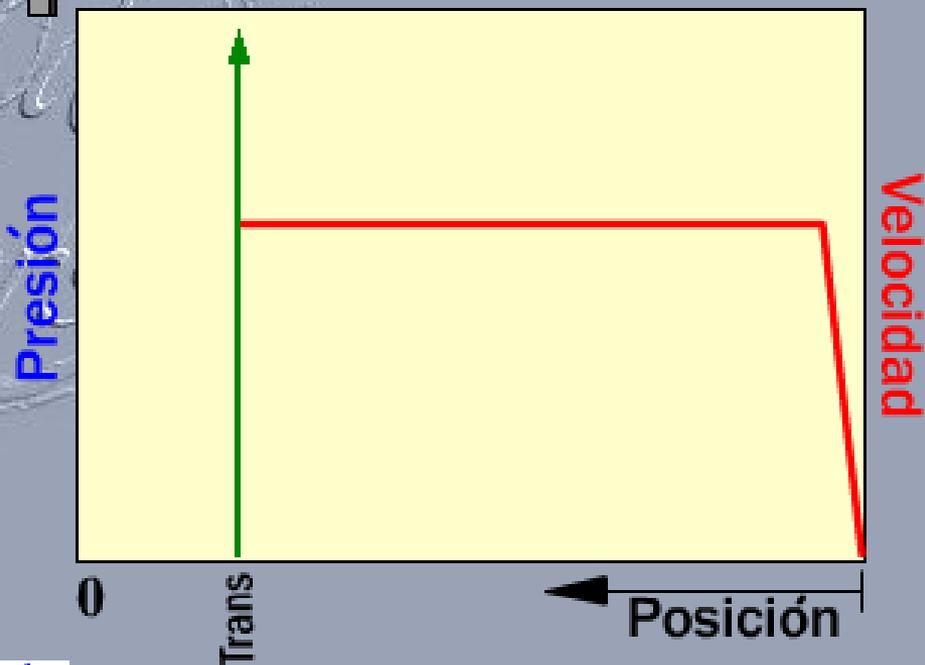
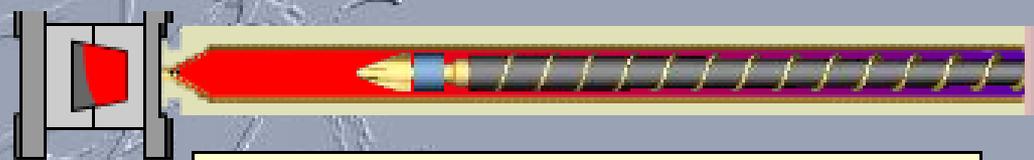


Gráfica de Inyección





Una vez se inicia la inyección, el tornillo se acelera desde la posición máxima hasta alcanzar la velocidad de inyección ajustada y mantendrá esa velocidad hasta la posición de transferencia, donde culmina la etapa de inyección.

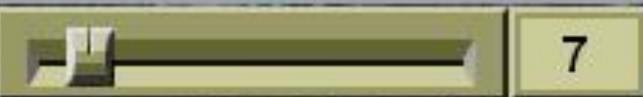




¿Entonces, después de la transferencia no se observará velocidad?

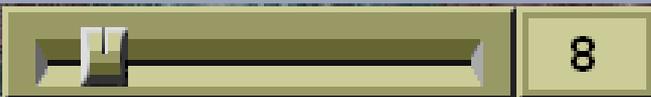
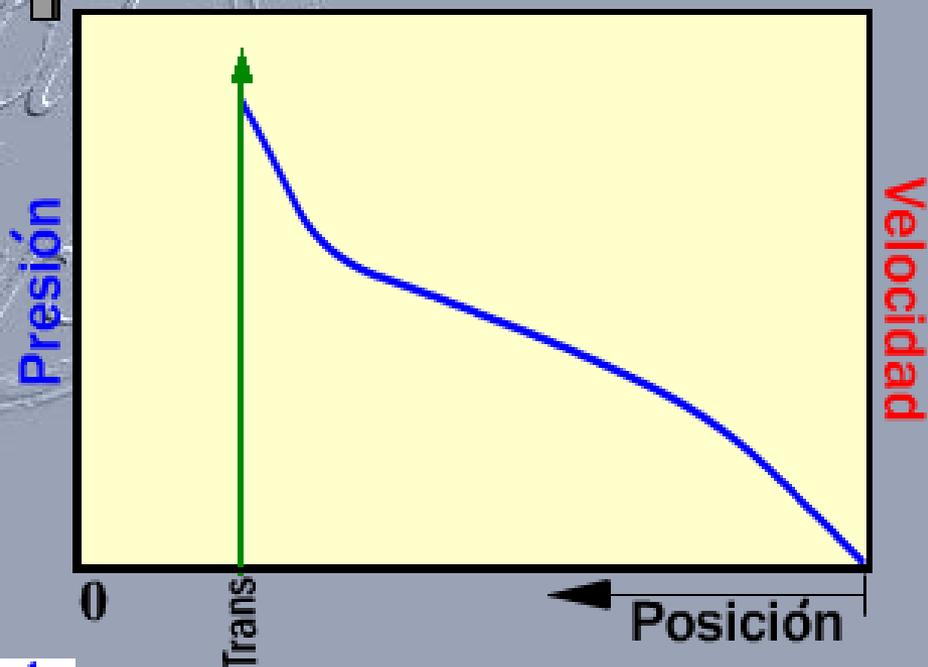
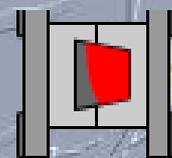
Si habrá un movimiento mínimo.

Recuerde que después de la posición de transferencia se llenará un remanente menor del 5% y consecuentemente se observará una velocidad mínima.





Durante la etapa de inyección, la presión es el resultado de la velocidad y mostrará un incremento continuo desde que se inicia la inyección hasta la posición de transferencia.



¿Cómo es que la presión aumenta continuamente?



Durante la inyección, el fundido buscará alojarse sobre superficies estáticas, ya sea sobre las paredes del molde o sobre plástico estacionado en el molde, oponiéndose al flujo.

Siendo la presión el resultado de la oposición al flujo, la presión aumentará con el incremento de material en el molde.

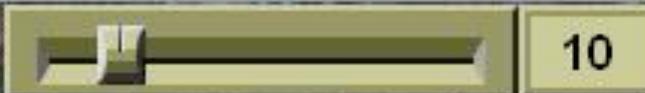




¿Existe la posibilidad de que la presión disminuya en algún momento durante la inyección?

Sí podría suceder si la velocidad (flujo) de inyección es disminuida.

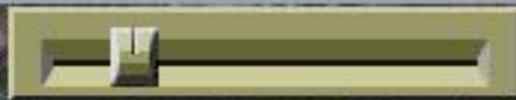
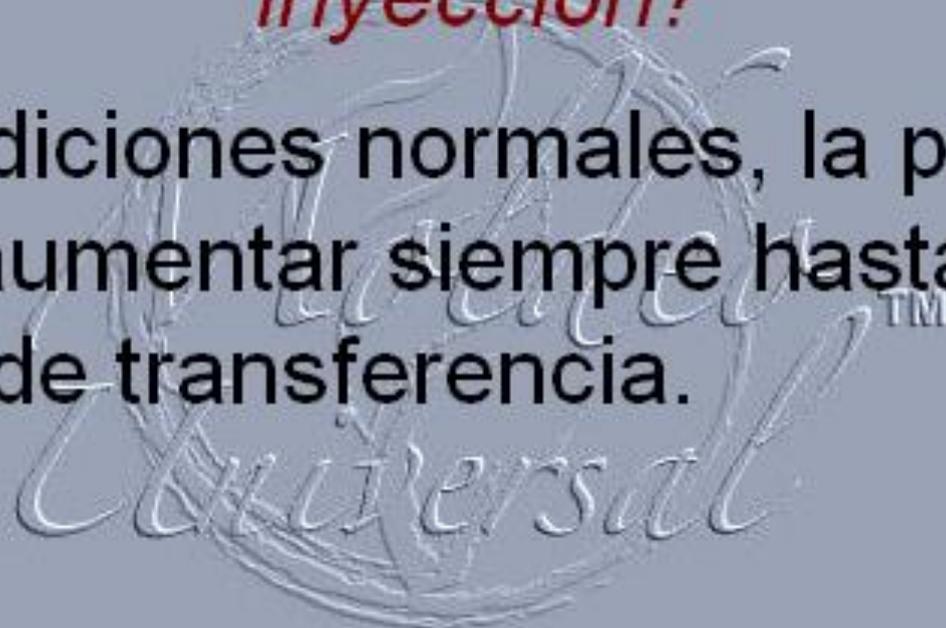
Anteriormente se estableció que los moldeadores Universales utilizan una sola velocidad, con mínimas excepciones.





¿Existe la posibilidad de que la presión disminuya en algún momento durante la inyección?

Bajo condiciones normales, la presión debería aumentar siempre hasta la posición de transferencia.

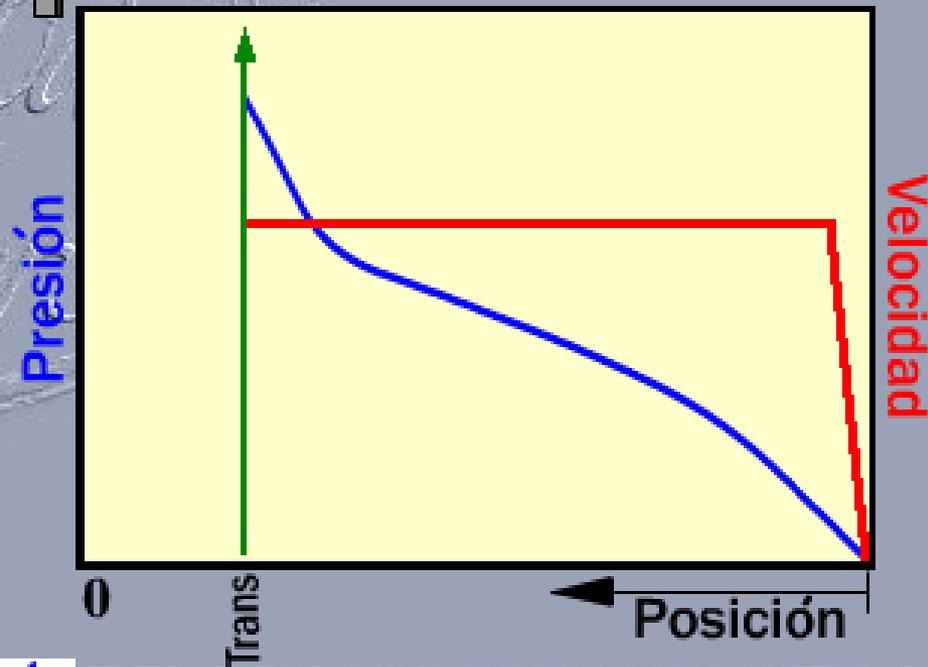


11



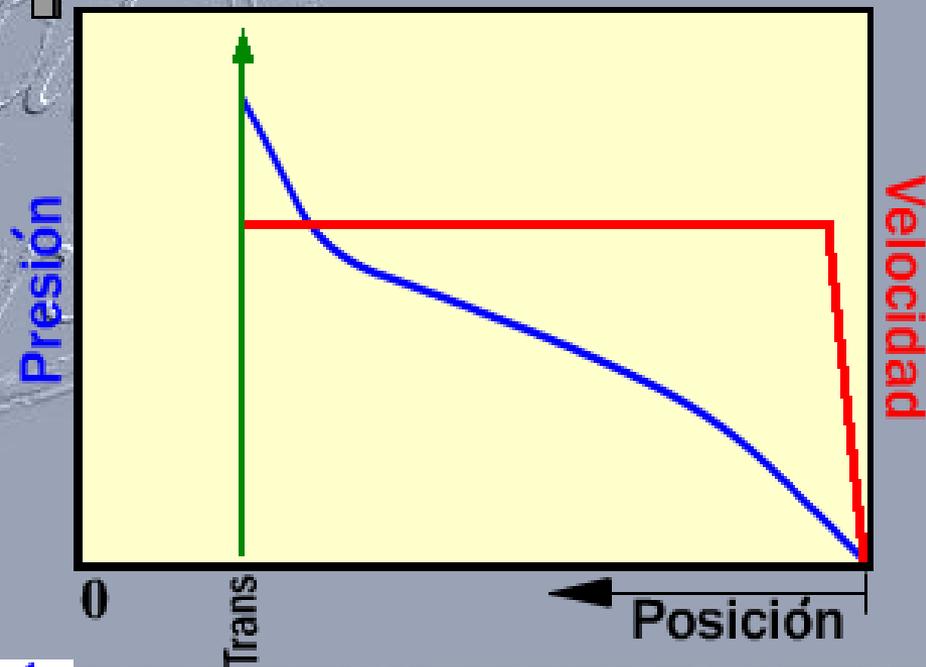
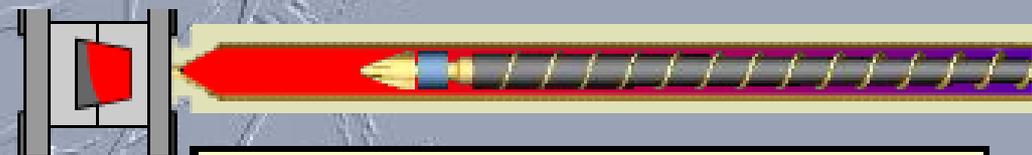
En resumen:

- La presión es el resultado de la oposición al flujo y mientras más fundido entra al molde mayor será la oposición.



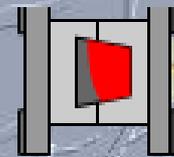
En resumen:

Asumiendo que la velocidad de inyección es una, entonces la presión incrementará hasta la posición de transferencia.

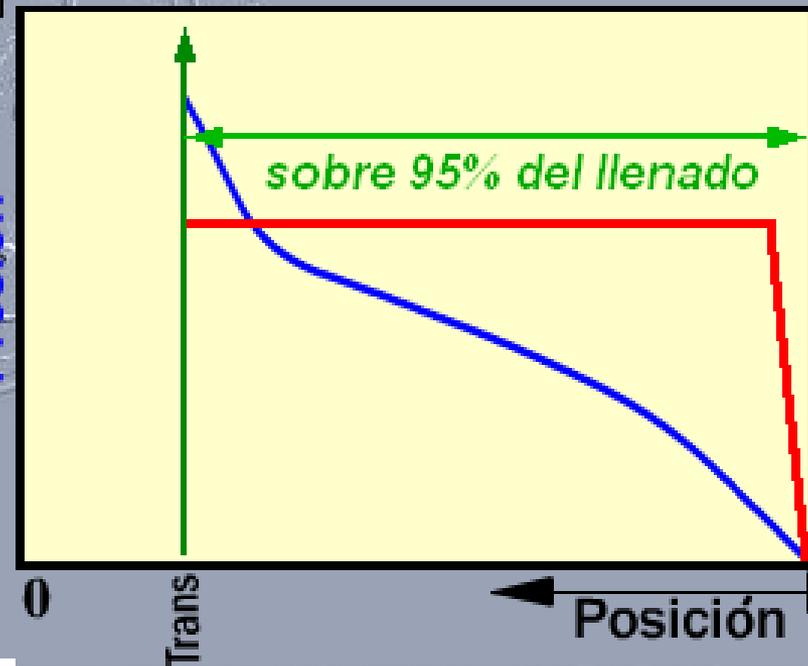


En resumen:

- Durante la etapa de inyección se llena sobre un 95% del volumen del molde, coladas y cavidades.

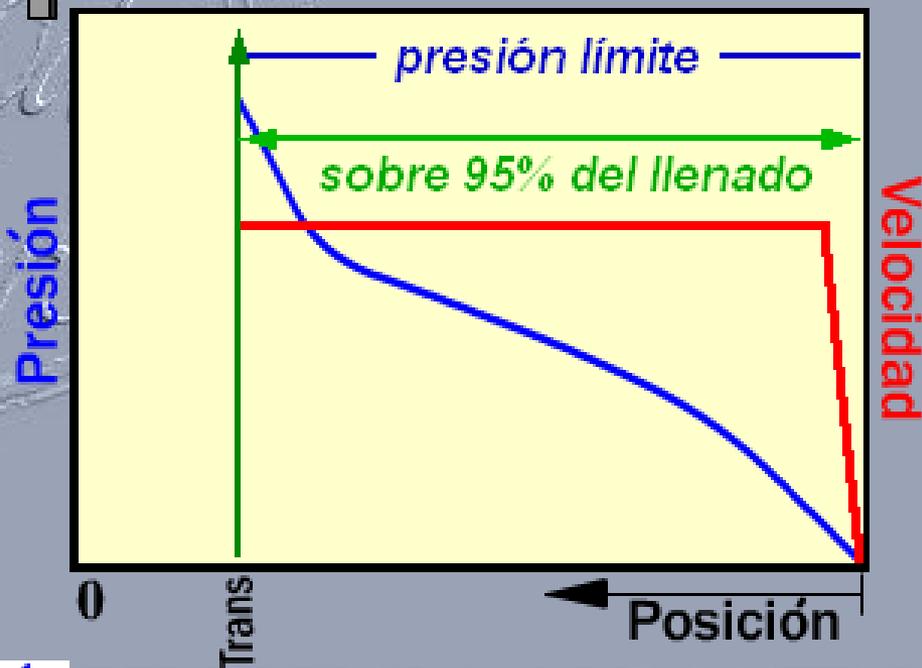
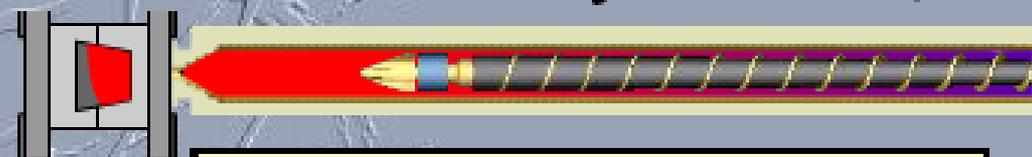


Presión



En resumen:

- Durante la etapa de inyección se programa la **presión límite** de inyección, la cual nunca debe ser alcanzada ya que su único propósito es proteger la máquina y el molde.

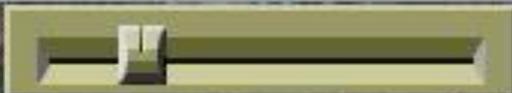




¿Cuánto más, sobre el 95% del volumen, se debe llenar durante la etapa de inyección?

Una cantidad mínima sobre el 95% del llenado será suficiente.™

No trate de maximizar el volumen, no ganará ningún beneficio.



13

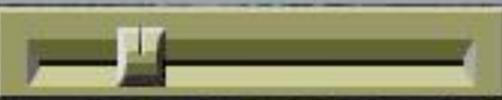




¿Cuánto mayor debe ser la presión límite?

De 5 a 10% sobre la presión máxima de inyección.

Es importante saber que algunos controladores proveen más de una presión límite de inyección, una por cada velocidad de inyección.





¿Qué se hace con esas presiones límites adicionales?

Recuerde que los Moldeadores Universales moldean con una sola velocidad de inyección.

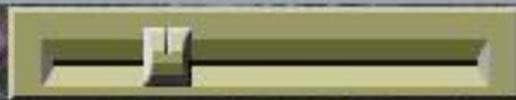
Ahora si su controlador requiere más de una presión límite, prográmelas todas de un 5% a un 10% sobre de la presión máxima de inyección.





¿La presión máxima de inyección se encuentra siempre en la posición de transferencia?

Sí, con moldes normales utilizando una sola velocidad de inyección.

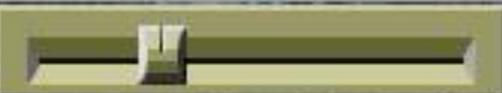




¿Qué situación ocasionaría que la presión de inyección alcance la presión límite?

Un buen ejemplo sería cuando el bebedero de una cavidad se bloquea con material.

Durante la inyección, el tornillo tratará de llegar hasta la posición de transferencia.



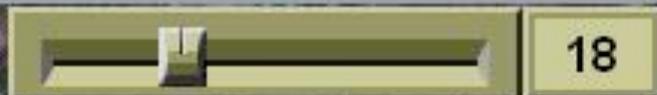
17





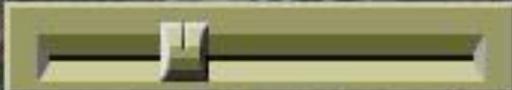
¿Qué situación ocasionaría que la presión de inyección alcance la presión límite?

Si el límite no está ajustado apropiadamente, la presión continuaría aumentando y el exceso de fundido, correspondiente a la cavidad bloqueada, podría vencer la fuerza de cierre y abrir el molde.



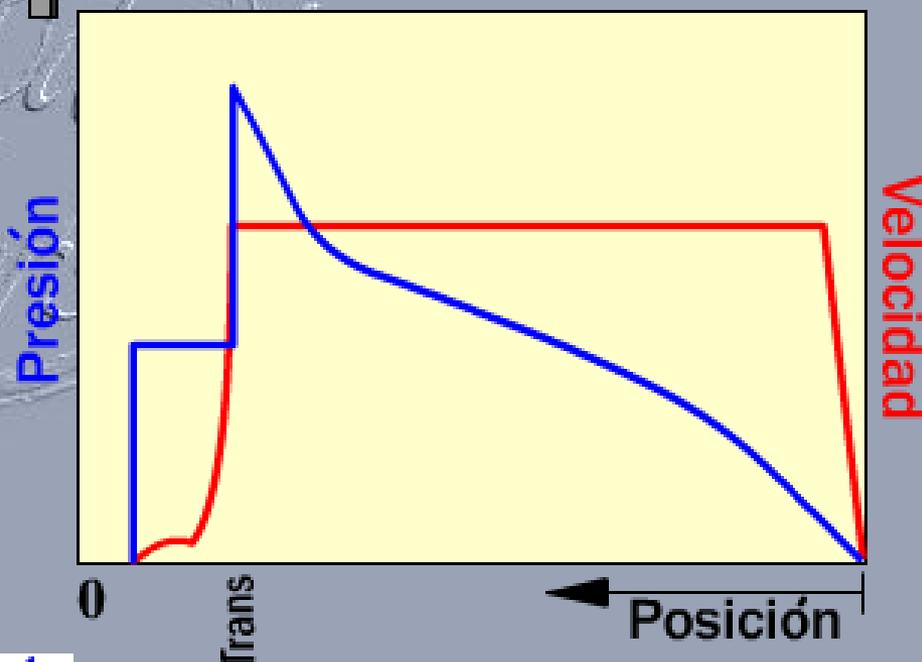
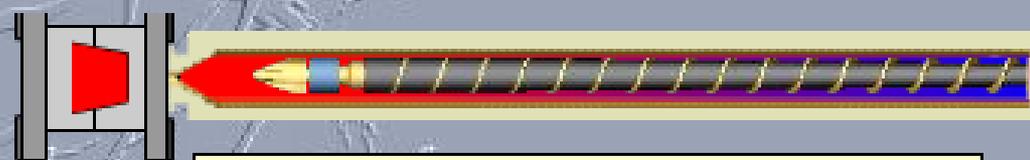


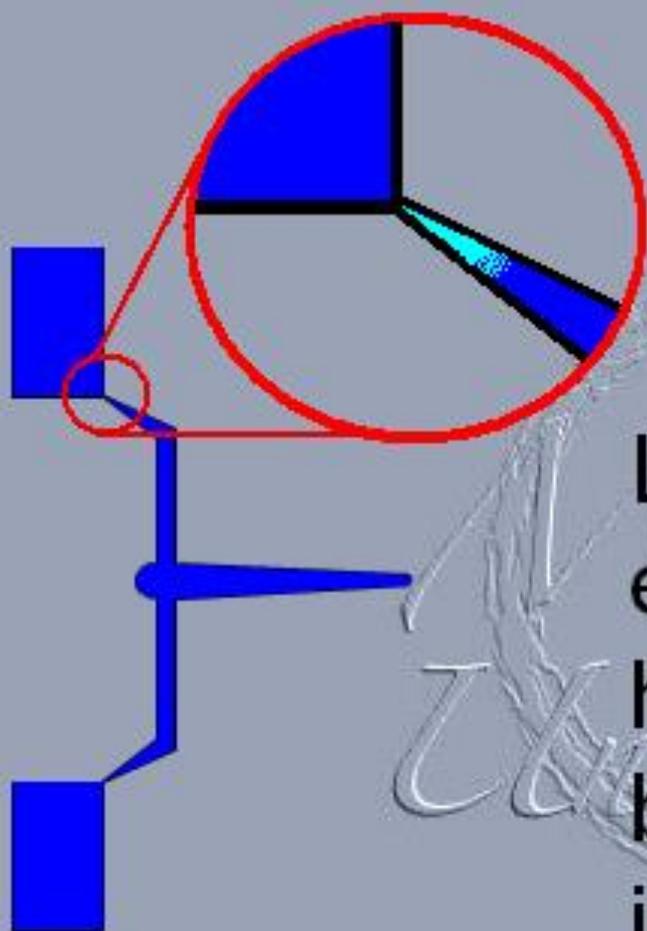
Perfil de las gráficas en la zona de control de presión deTM empaques



Después de la transferencia se inicia la zona de empaque.

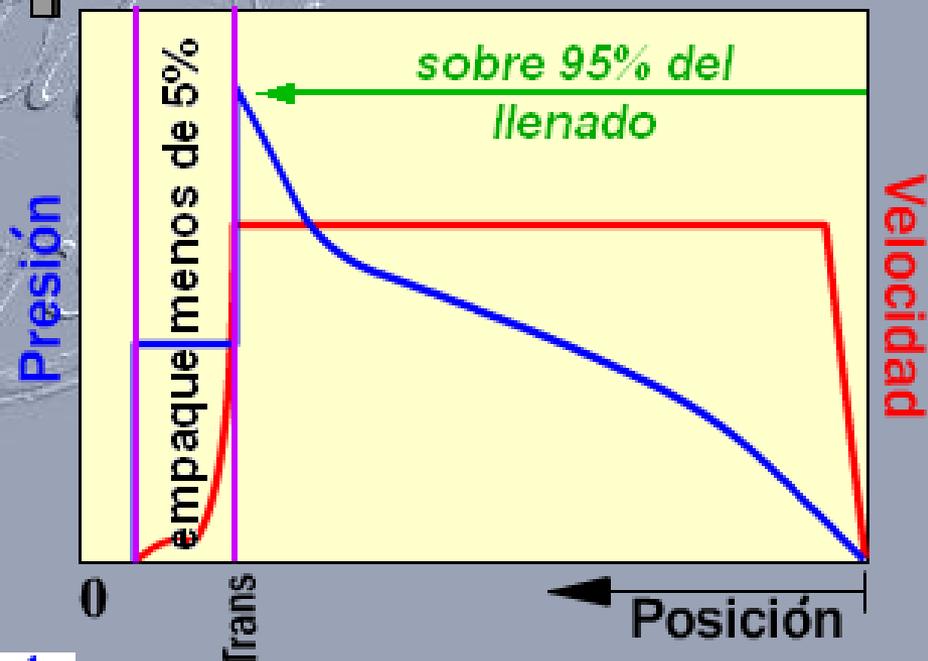
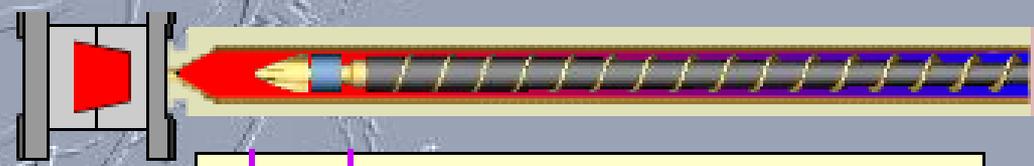
En esta etapa controlamos la presión y la velocidad será el resultado.





Las cavidades son empacadas y sostenidas hasta que solidifican los bebederos (gates en ingles).

La gráfica claramente ilustra que la presión está siendo controlada y la velocidad, aunque mínima, mostrará movimiento.





¿Las gráficas se verán similares a las ilustradas?

No necesariamente, las graficas ilustradas son dibujadas con el propósito educativo.





¿La presión de empaque puede ser mayor que la presión de transferencia?

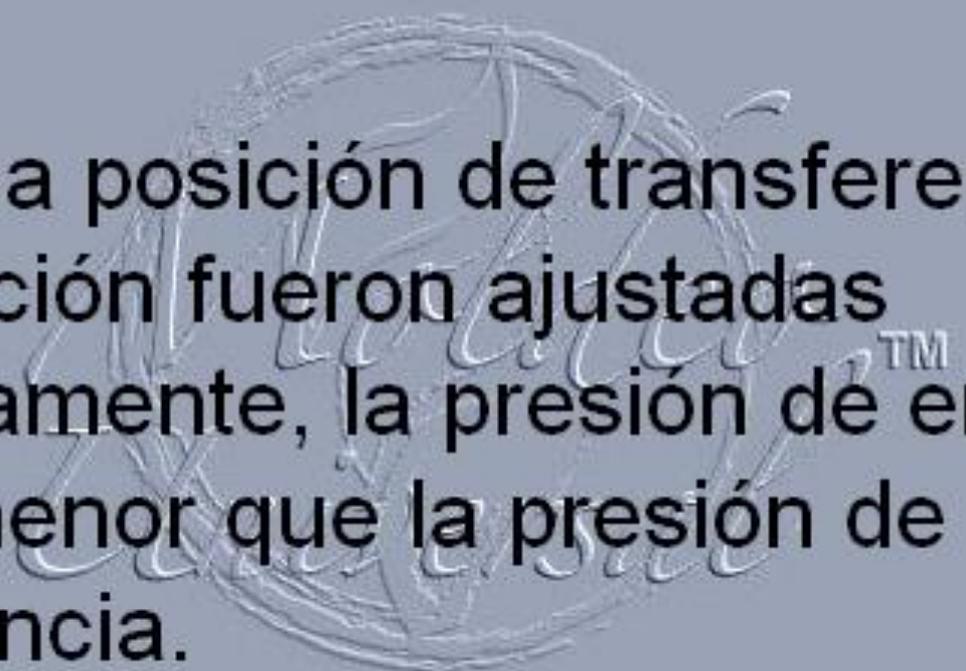
Aunque no es normal, nos hemos encontrado con procesos donde la presión de empaque era mayor y descubrimos que estaban llenando mucho menos del 95% del llenado en la etapa de inyección.





¿La presión de empaque puede ser mayor que la presión de transferencia?

Una vez la posición de transferencia y de plastificación fueron ajustadas adecuadamente, la presión de empaque resultó menor que la presión de transferencia.





¿Cuánto menor será la presión de empaque a la presión de transferencia?

Es muy temprano para contestar esta pregunta, ahora se puede decir que esto dependerá de las dimensiones de masa.

Por ejemplo, algunos prefieren maximizar las dimensiones de masa y corregir con dimensiones térmicas.





¿Cómo que maximizar las dimensiones de masa y corregir con dimensiones térmicas?

Siempre y cuando la aplicación lo permita, esta técnica de empacar al máximo de la presión requerida permite desmoldar las partes calientes, permitiendo que las piezas encojan a su tamaño deseado.

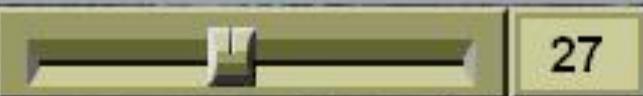




¿Cambian las gráficas con moldes de coladas calientes (hot runners)?

Deberían ser similares.

La diferencia entre una colada fría y una colada caliente es el objetivo de reducir consumo de material, ya que la colada caliente nunca se endurece.



27





¿Cambian las gráficas con moldes de coladas calientes (hot runners)?

El material fundido en la colada caliente será parte del próximo llenado de cavidades.

Aún con coladas calientes habrá que inyectar, empacar y sostener hasta que los bebederos se solidifiquen.





Existen algunos moldes de coladas calientes que adicionan válvulas en cada bebedero.

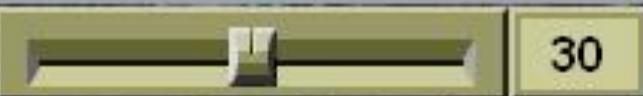
Estas válvulas, “gate valves” en inglés, accionan creando el efecto de endurecimiento de bebederos.





¿Cómo funcionaría la etapa de endurecimiento de bebederos con moldes de coladas calientes con válvulas en los bebederos?

Una vez las cavidades son empacadas, las válvulas en cada bebedero son accionadas sellando el paso del fundido.





¿Cómo funcionaría la etapa de endurecimiento de bebederos con moldes de coladas calientes con válvulas en los bebederos?

La señal de cerrar las válvulasTM provendría de la señal correspondiente al tiempo de empaque.



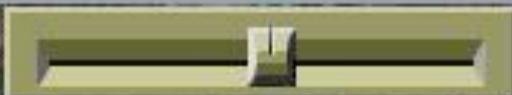
30





¿Qué ganamos con este tipo de válvulas en los moldes?

Una mejor terminación en el área del bebedero en las partes moldeadas y reducción en el tiempo de empaque ya que no se tiene que esperar a que se solidifiquen los bebederos.



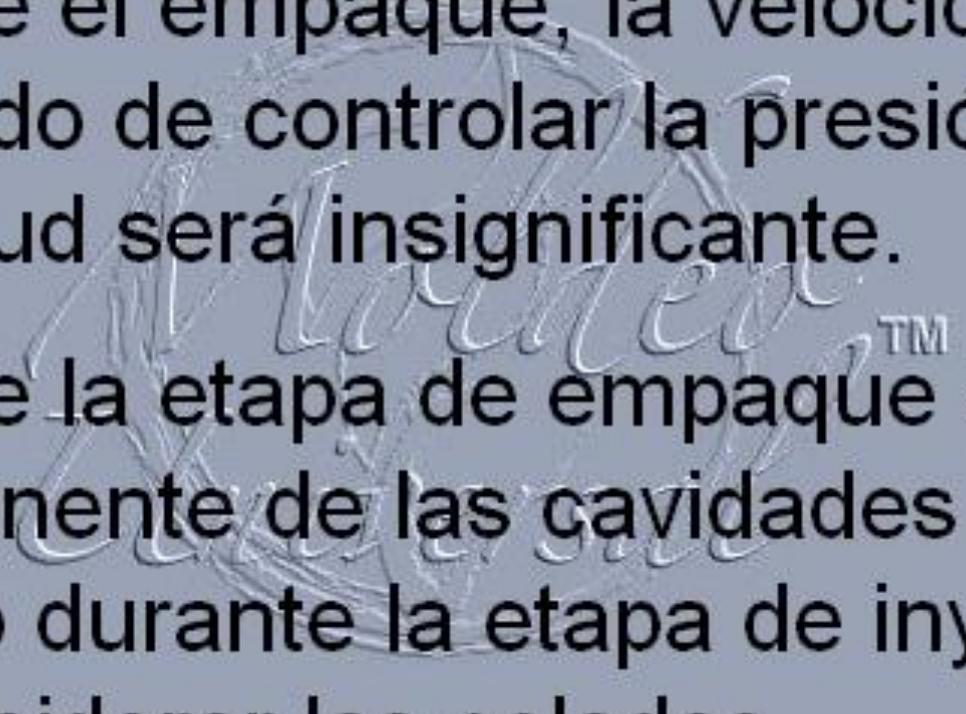
31





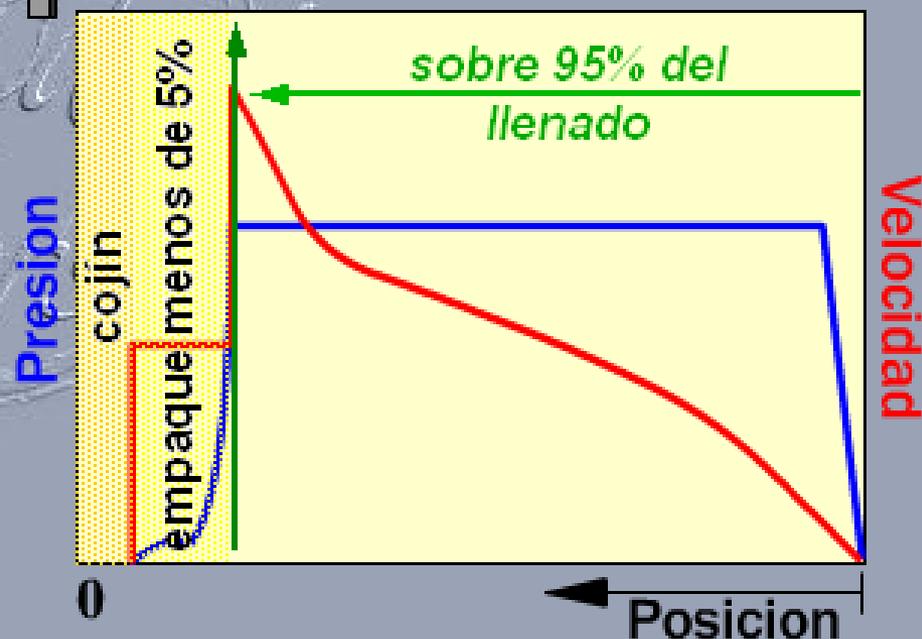
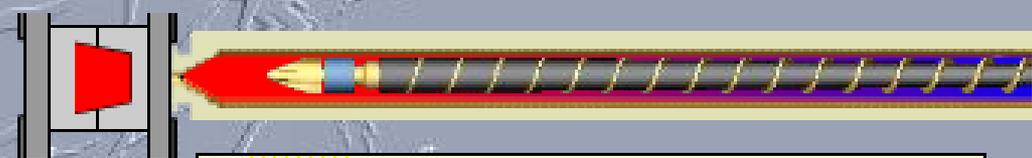
En resumen:

- Durante el empaque, la velocidad es el resultado de controlar la presión y su magnitud será insignificante.
- Durante la etapa de empaque se llena el remanente de las cavidades que no se llenó durante la etapa de inyección, sin considerar las coladas.



En resumen:

- La presión de empaque es mantenida hasta que los bebederos se solidifiquen.
- La última posición, que nunca debe ser igual a cero, se conoce como el **cojín** o **colchón**.

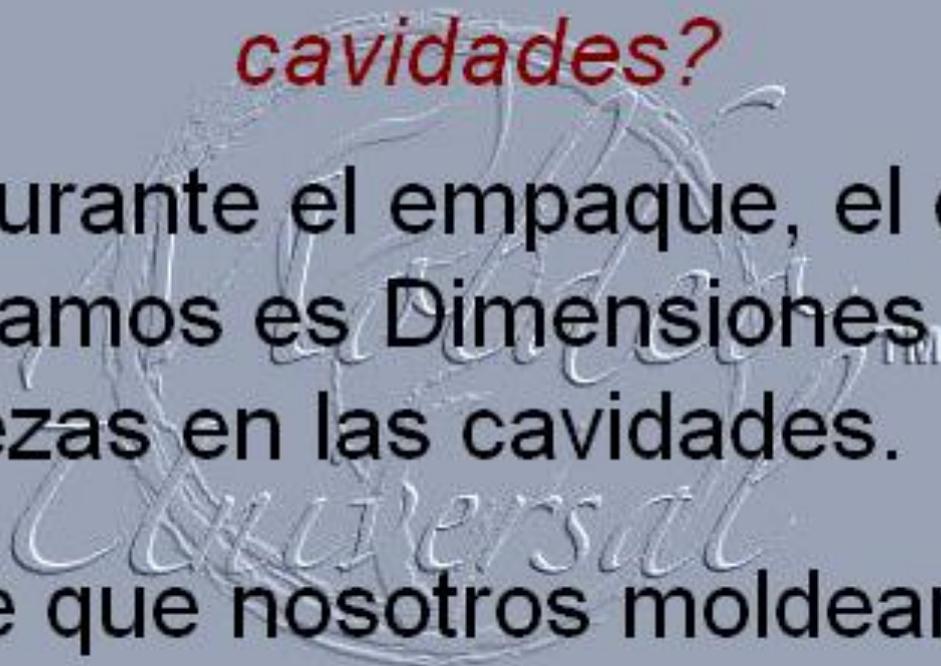




¿Por qué durante el empaque se considera únicamente el llenado de las cavidades?

Porque durante el empaque, el efecto que buscamos es Dimensiones de Masa de las piezas en las cavidades.

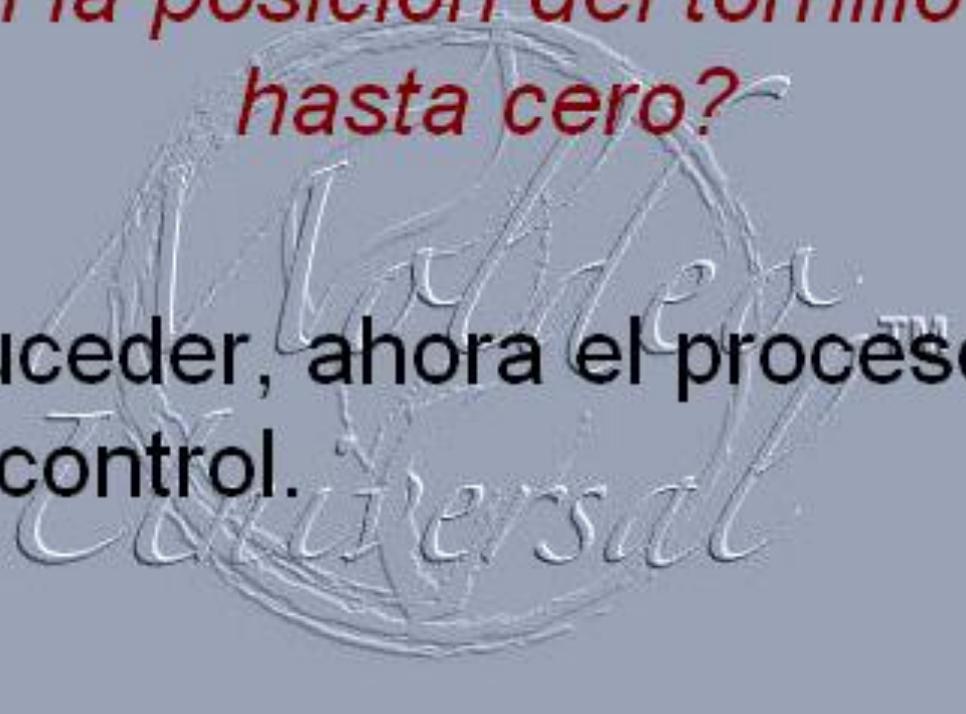
Recuerde que nosotros moldeamos piezas y no coladas.





¿Es posible que durante una operación normal la posición del tornillo llegue hasta cero?

Puede suceder, ahora el proceso estaría fuera de control.





¿Qué puede ocasionar el defecto de cero cojín?

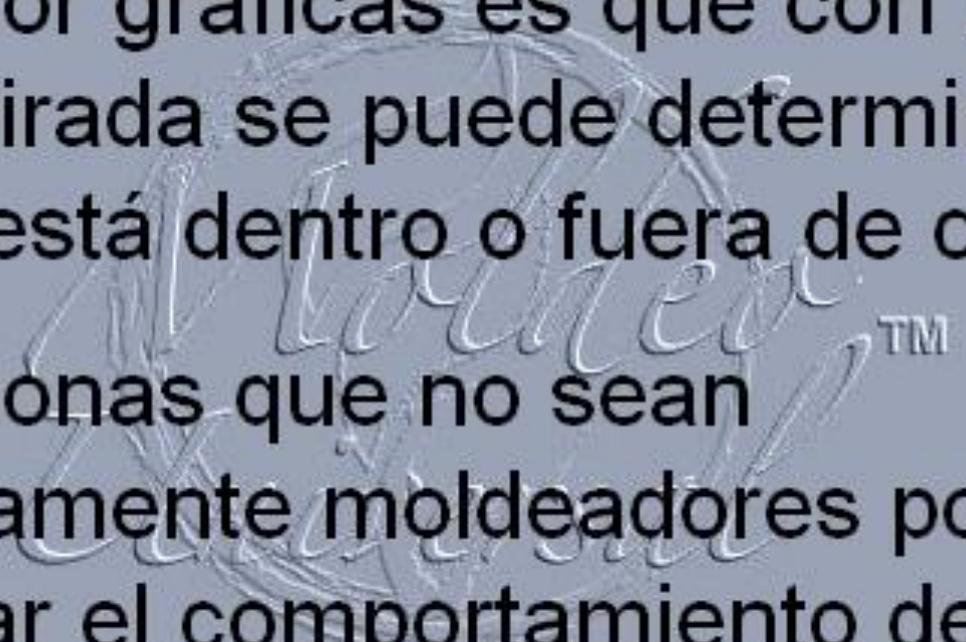
Una razón podría ser una anilla ("*check ring*") defectuosa, ya sea rayada o desgastada, que no sella apropiadamente contra el tornillo.





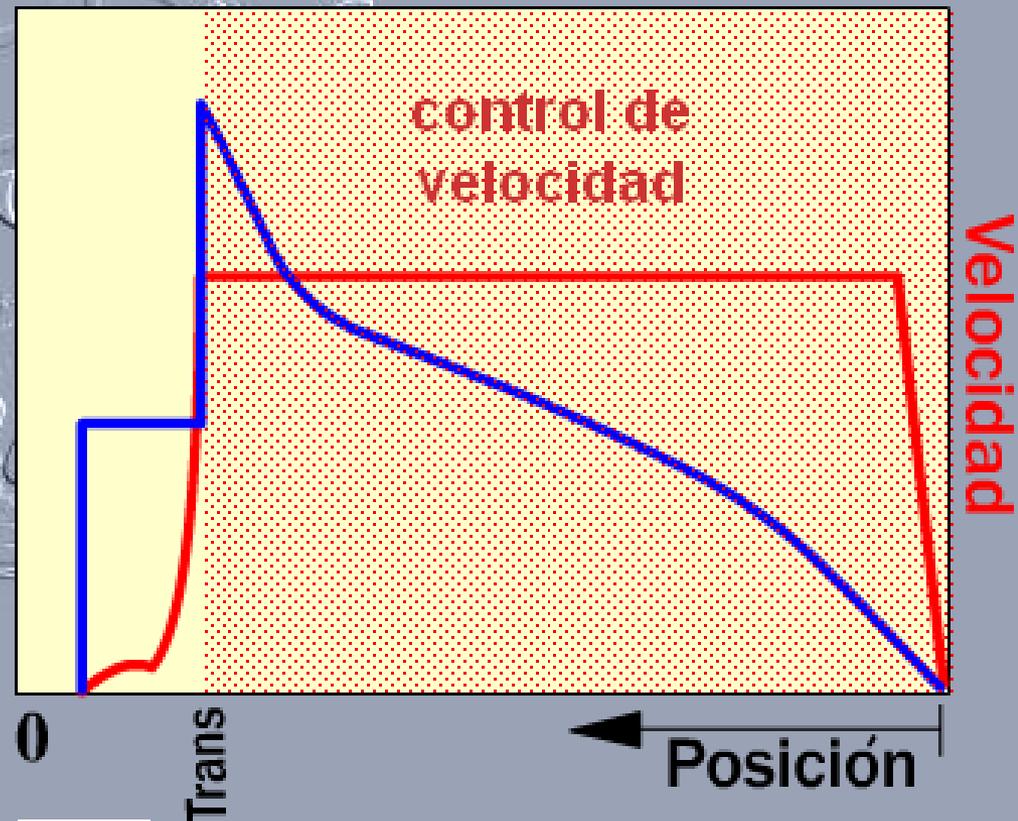
Una de las ventajas que nos trae el moldeo por gráficas es que con una simple mirada se puede determinar si el proceso está dentro o fuera de control.

Aún personas que no sean necesariamente moldeadores podrían interpretar el comportamiento de las gráficas en cada etapa.



Identifique cada zona de control

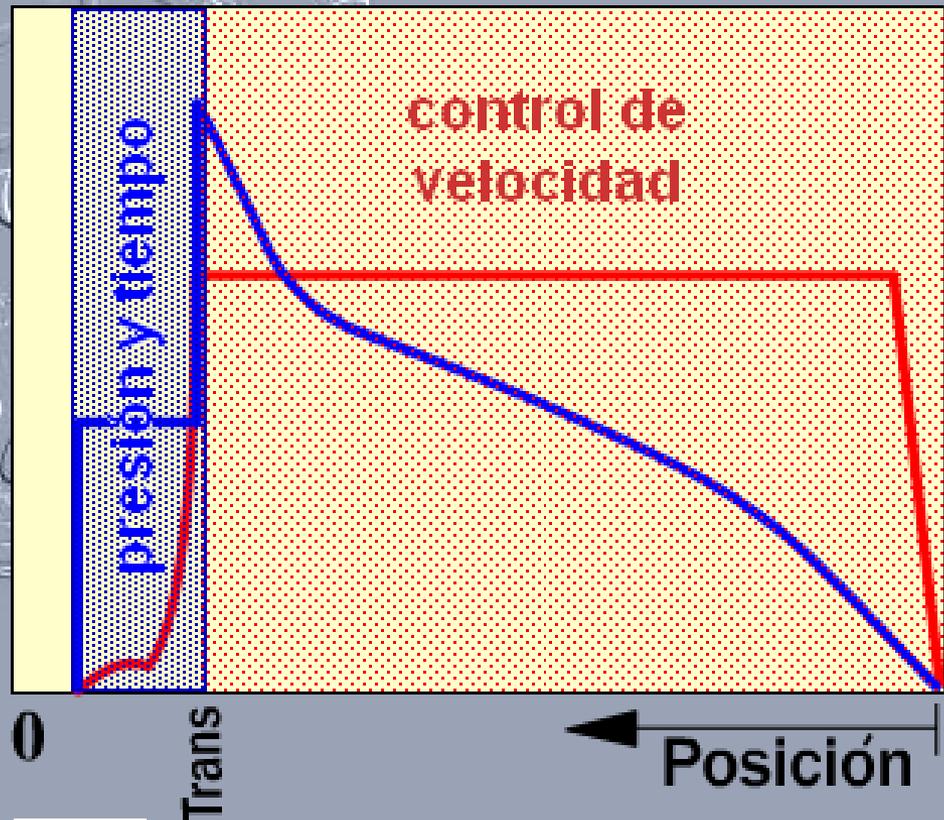
Inyección --
Zona de
**control de
velocidad** o
flujo de
inyección



Identifique cada zona de control

Empaque --
Zona de control
de presión y
tiempo de
empaque

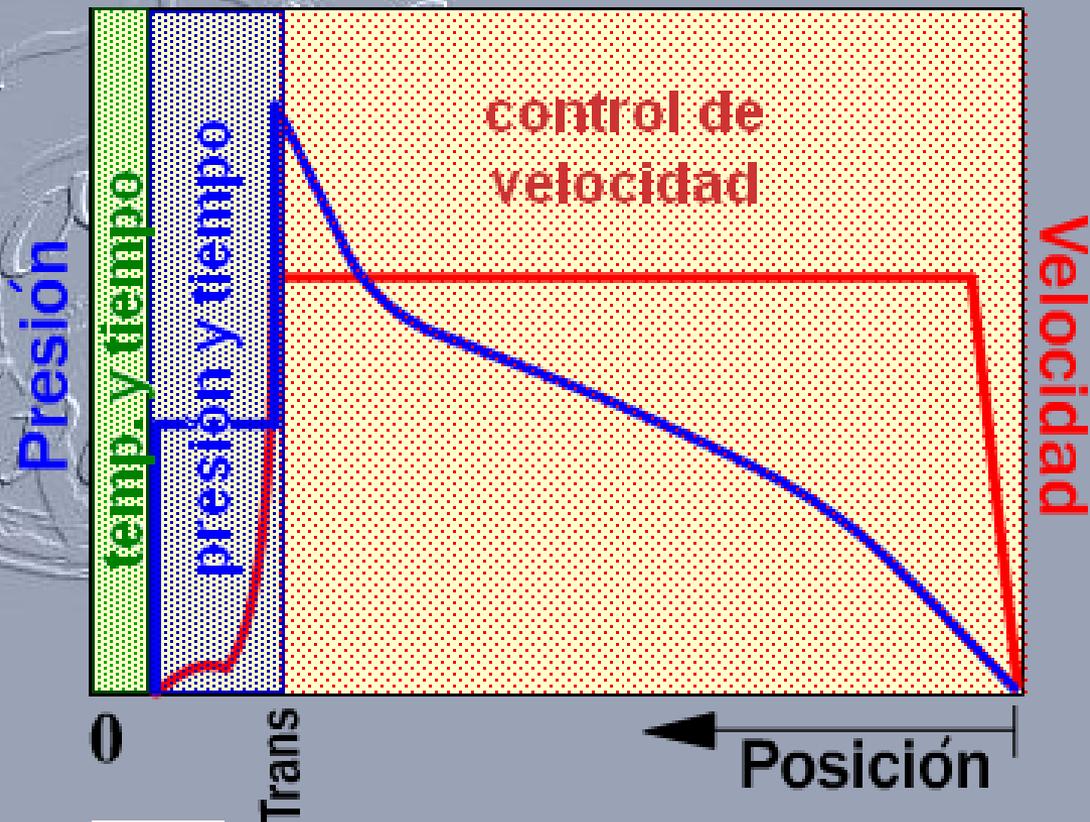
Presión





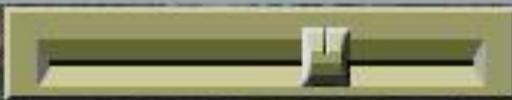
Identifique cada zona de control

Enfriamiento --
Zona de control de temperatura del molde y tiempo de enfriamiento





Perfil de las gráficas de presión en la etapa de TM plastificación

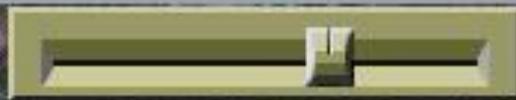


39





Durante la etapa de enfriamiento también sucede la plastificación y la descompresión.

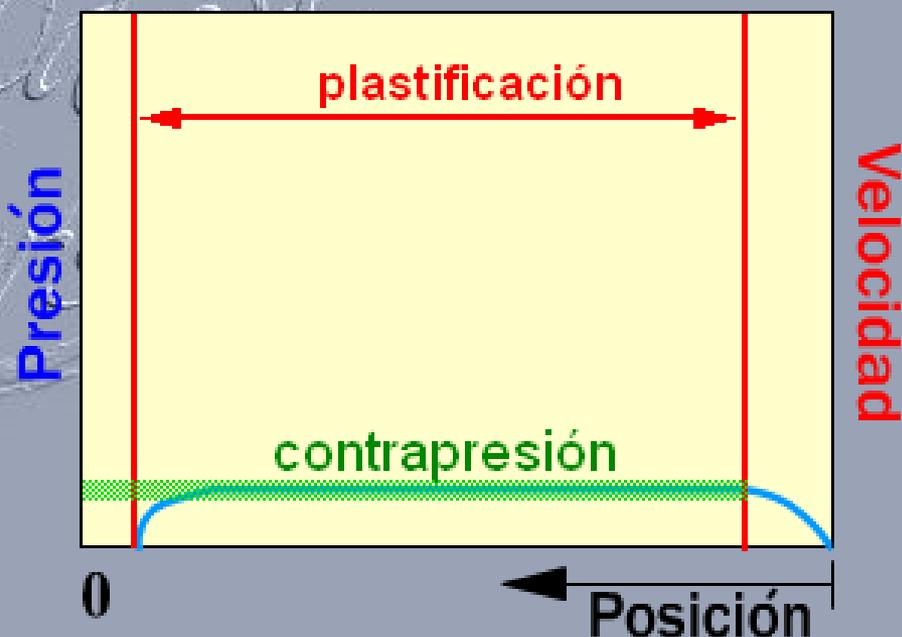


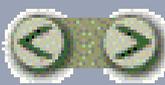
39



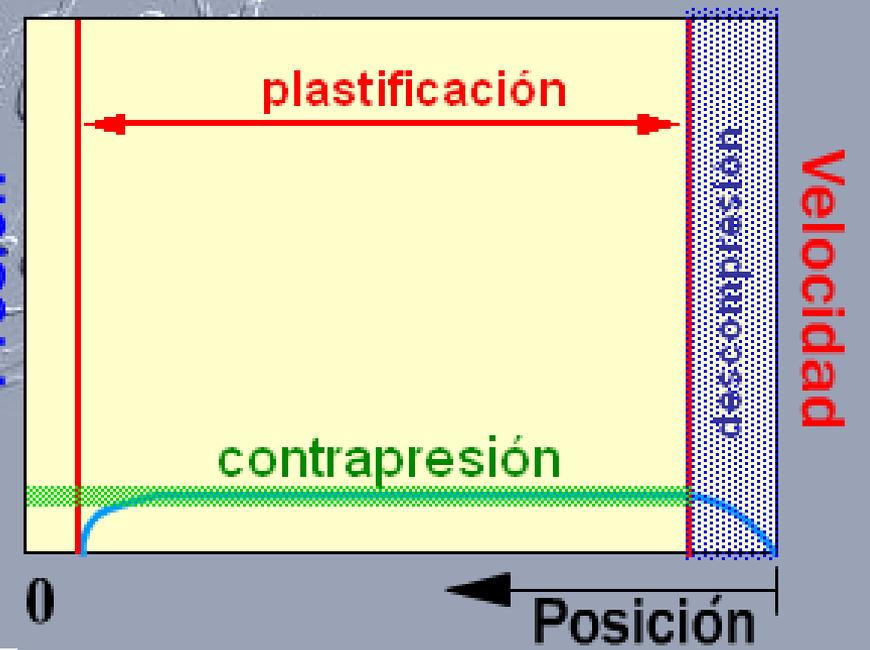
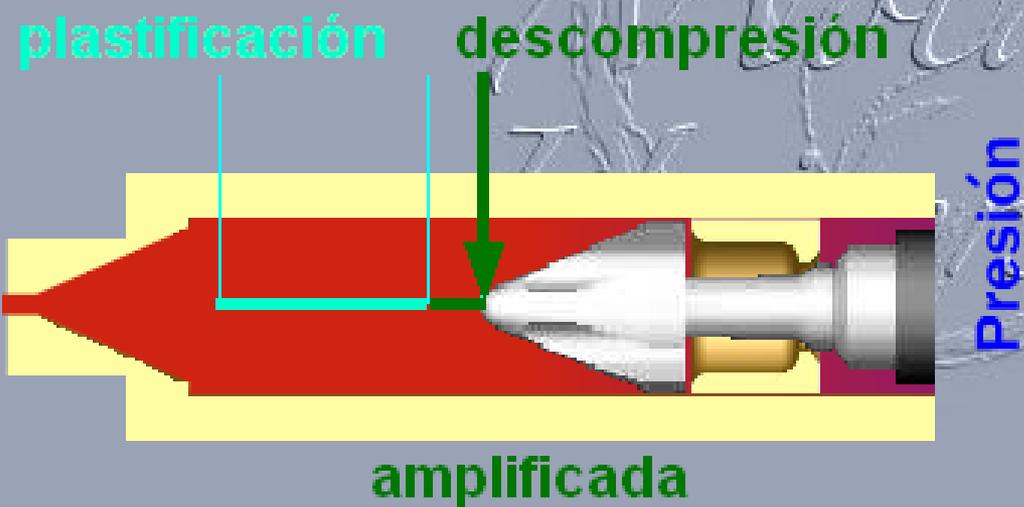
La plastificación es cuando el tornillo rota y carga material para el próximo ciclo.

La gráfica ilustra la presión durante la plastificación, que debería ser igual a la contrapresión ajustada.





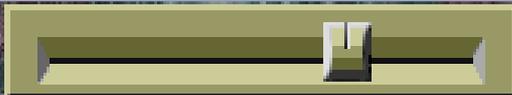
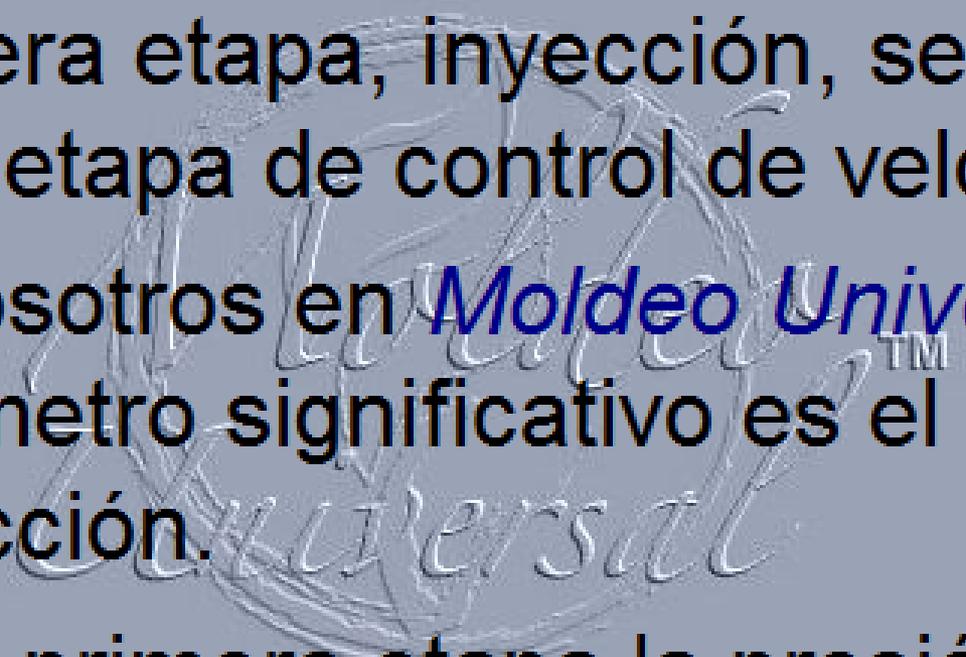
Una vez el tornillo carga el volumen requerido, este descomprime el material plastificado para evitar el babeo durante el desmolde.





Resumen de la Gráfica Ideal de la Etapa de Inyección:

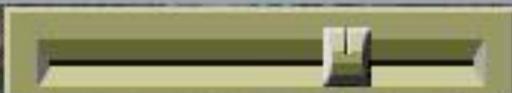
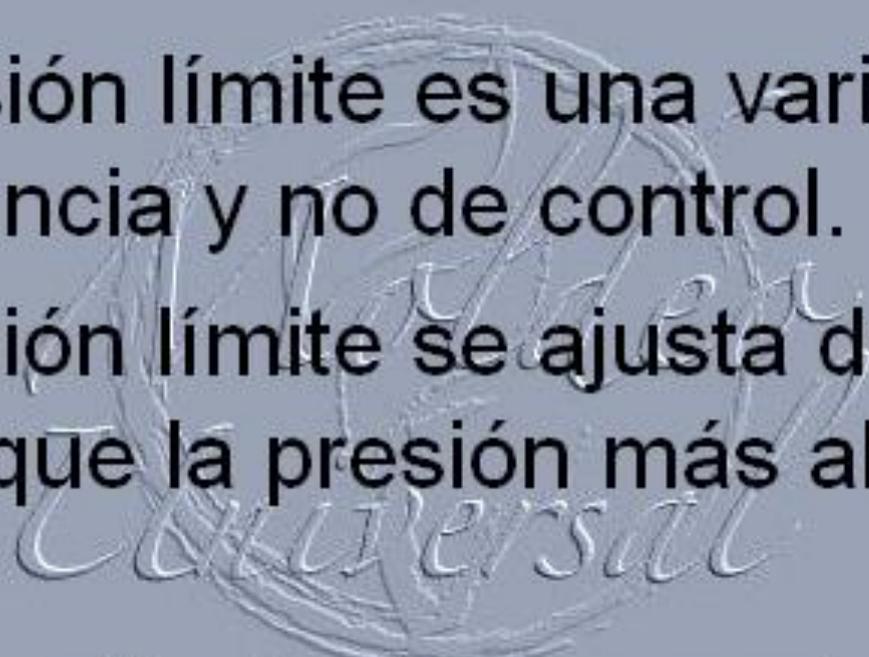
- La primera etapa, inyección, se conoce como la etapa de control de velocidad.
- Para nosotros en *Moldeo Universal*TM el parámetro significativo es el tiempo de inyección.
- En esta primera etapa la presión es el resultado y no una variable de control.





Resumen de la Gráfica Ideal de la Etapa de Inyección:

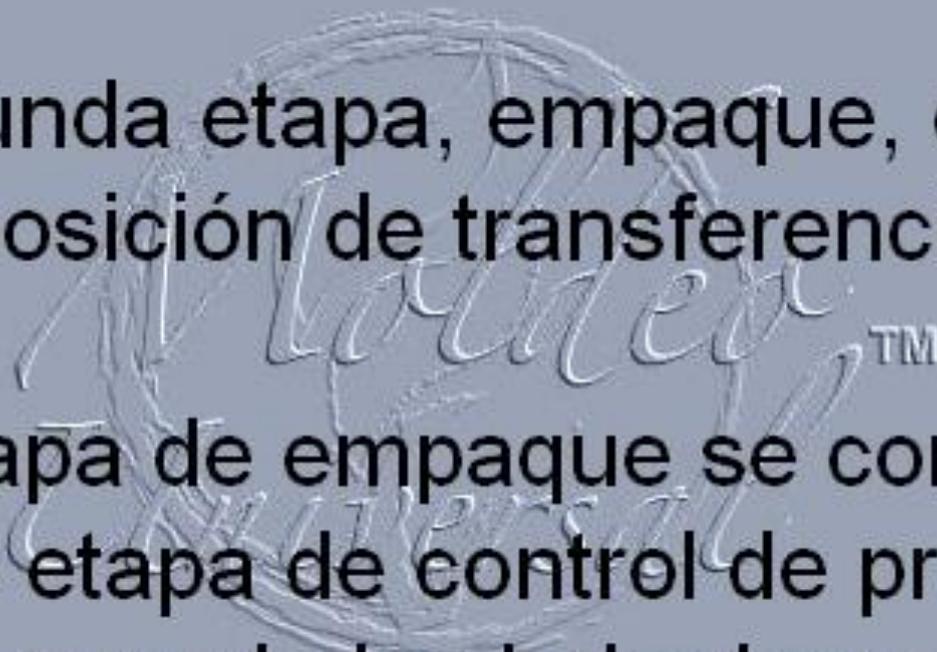
- La presión límite es una variable de emergencia y no de control.
- La presión límite se ajusta de 5 a 10% mayor que la presión más alta de esa etapa.
- Esta presión límite nunca debe ser alcanzada.





Resumen de la Gráfica Ideal de la Etapa de Empaque:

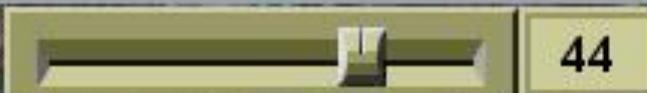
- La segunda etapa, empaque, comienza con la posición de transferencia.
- Esta etapa de empaque se conoce como la etapa de control de presión y termina cuando los bebederos se endurecen.





Resumen de la Gráfica Ideal de la Etapa de Empaque:

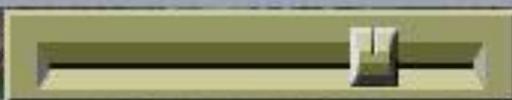
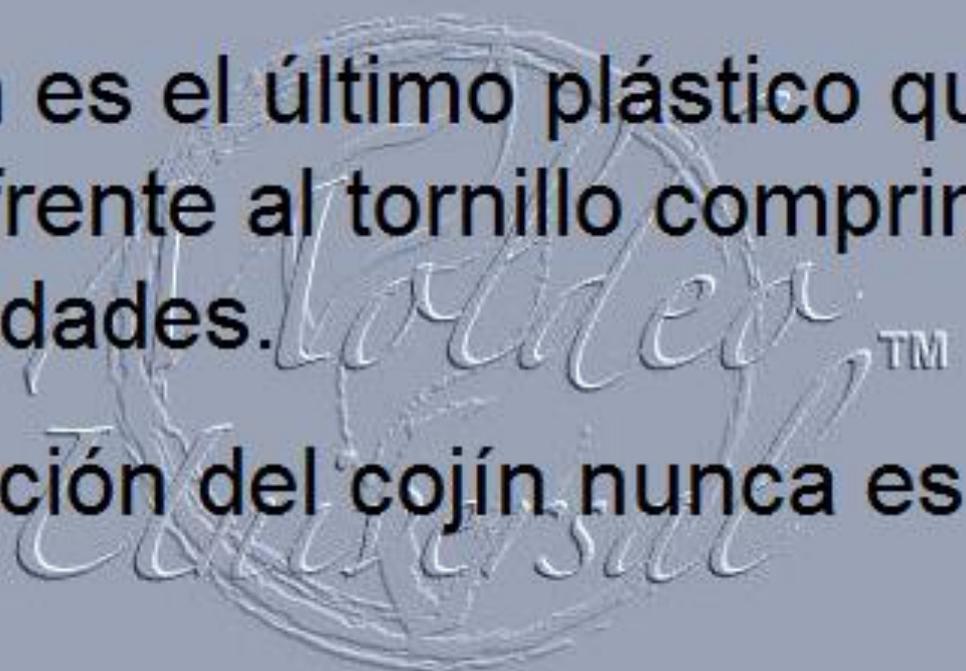
- Aquí existen dos parámetros de control, la presión de empaque y el tiempo de empaque.
- La velocidad en esta etapa es insignificante.





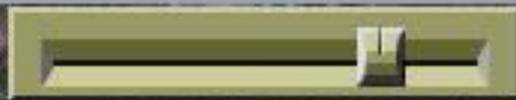
Resumen de Gráfica Ideal al Final del Llenado, el Cojín

- El cojín es el último plástico que se queda frente al tornillo comprimiendo las cavidades.
- La posición del cojín nunca es igual a cero.





Una de las ventajas del moldeo por gráficas es que facilita identificar si su proceso está bajo control.



46

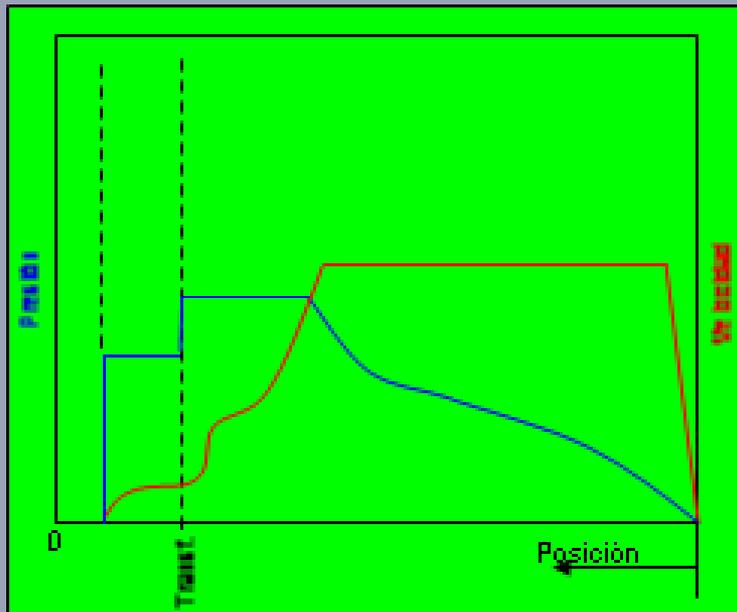




Repasemos...



La gráfica a continuación es de un proceso descontrolado; ¿De acuerdo a la gráfica, qué defecto le encuentra a este proceso?

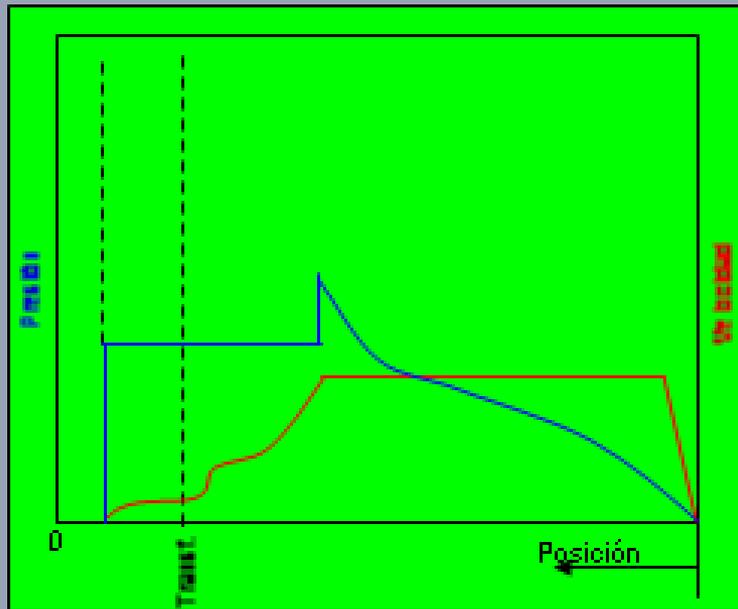


- A. La gráfica de velocidad está más alta que la grafica de presión.
- B. El límite de presión se ajustó muy alto.
- C. El empaque se hizo con dos presiones.
- D. El límite de presión de inyección se ajustó muy bajo.

Continuar



La gráfica a continuación es de un proceso descontrolado; ¿De acuerdo a la gráfica, qué defecto le encuentra a este proceso?

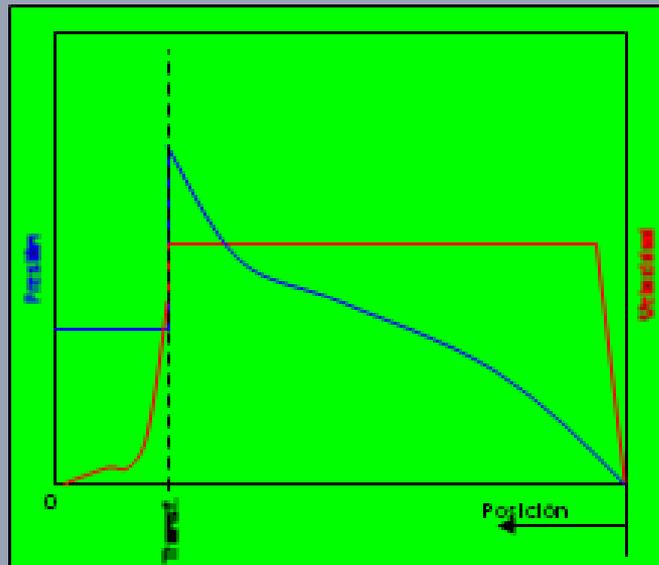


- A. La gráfica de presión está más alta que la gráfica de velocidad.
- B. Por alguna razón la transferencia sucedió prematuramente.
- C. Presión de inyección limitada.
- D. Este proceso en particular requiere empacar 30% de su volumen

Continuar



La gráfica a continuación es de un proceso descontrolado; ¿De acuerdo a la gráfica, qué defecto le encuentra a este proceso?



- A. La posición de plastificación es eficientemente programada.
- B. Con el propósito de eliminar exceso de rebaba (flash en inglés) se ajustó la plastificación exactamente.
- C. Las dimensiones de masa son precisamente controladas.
- D. No existe el cojín y consecuentemente no hay control de dimensión de masas.

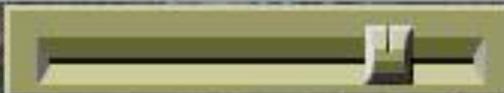
Continuar





Diagrama PVTTM

Universal

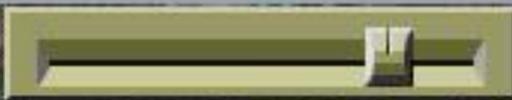
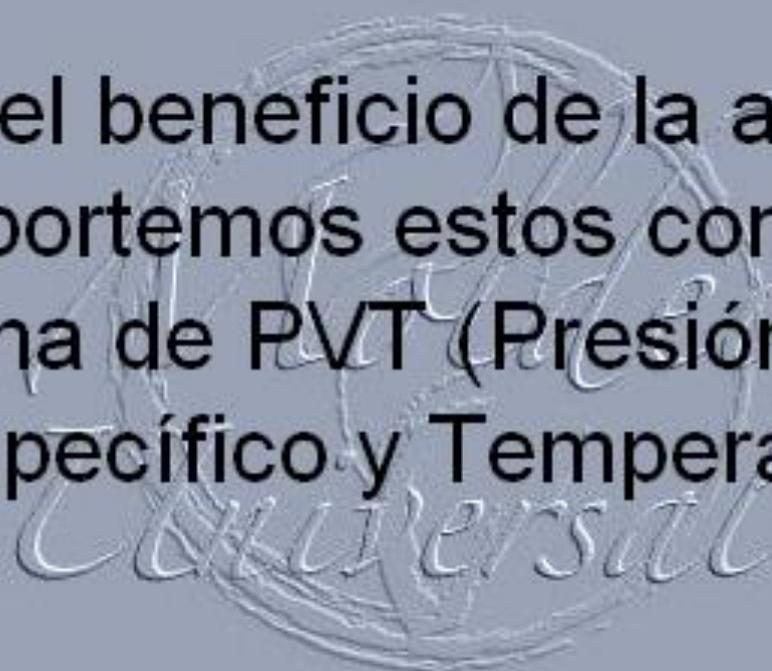


48





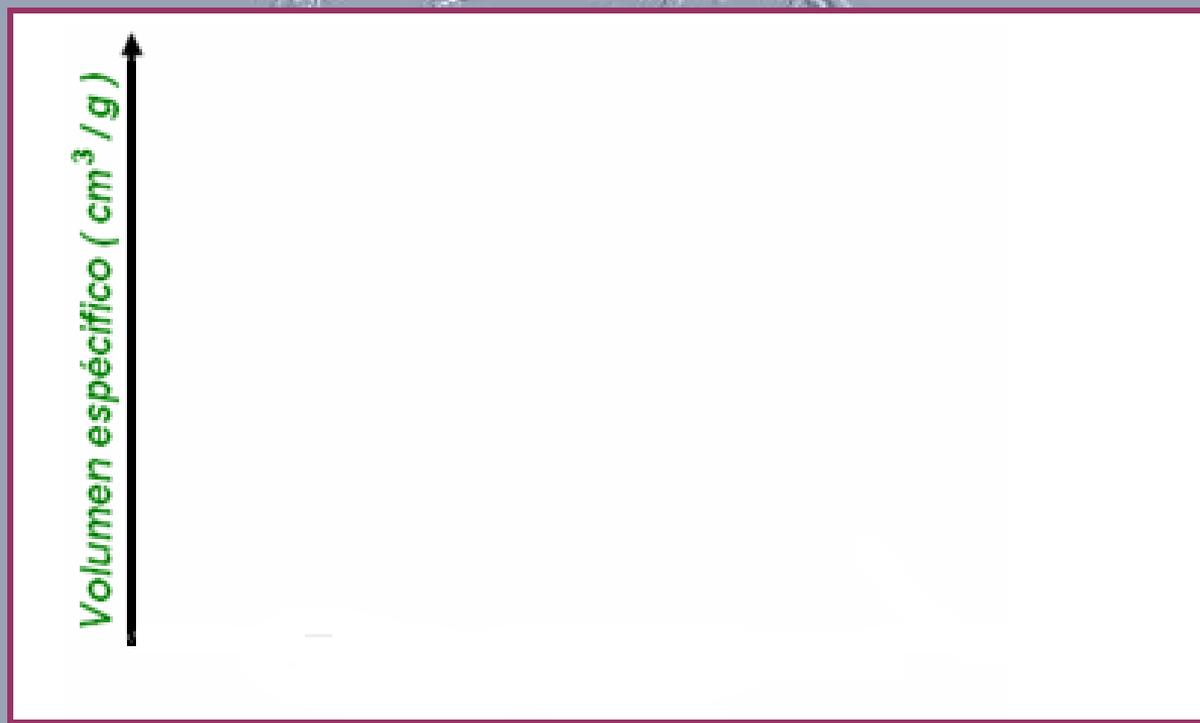
Para el beneficio de la academia,
transportemos estos conceptos al
diagrama de PVT (Presión, Volumen
específico y Temperatura).





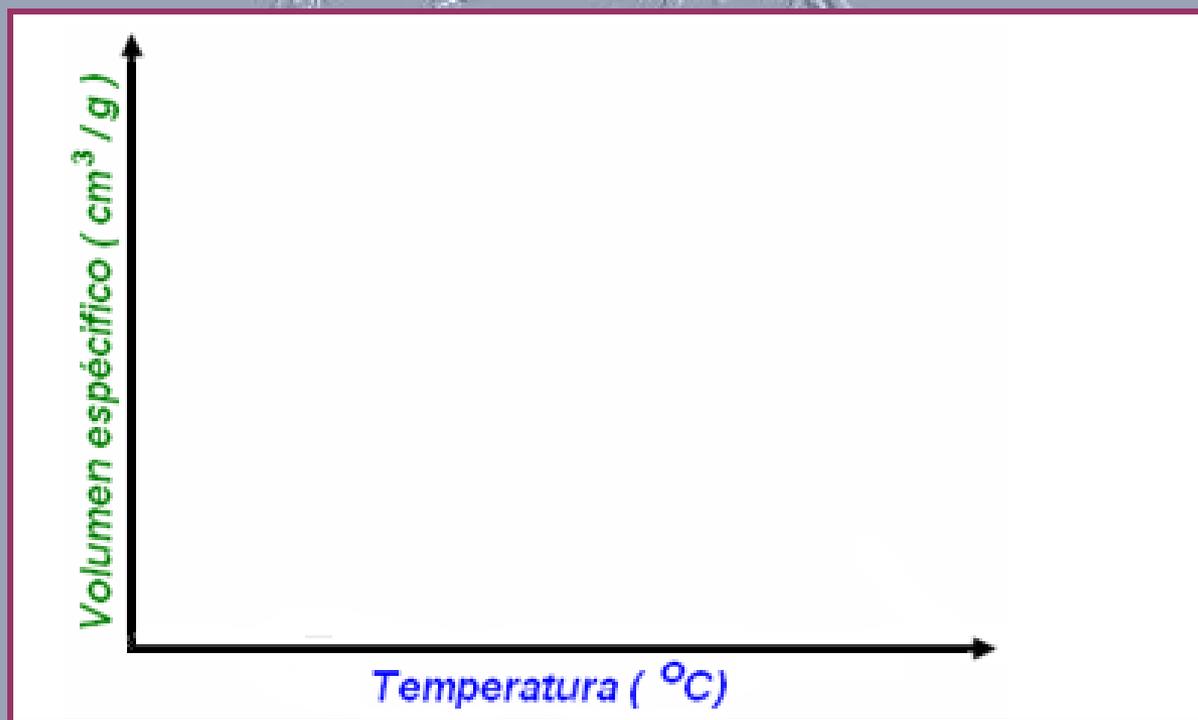
La coordenada vertical representa el volumen específico, el inverso de la densidad:

$$\text{Volumen Específico} = \text{Volumen/Masa}$$



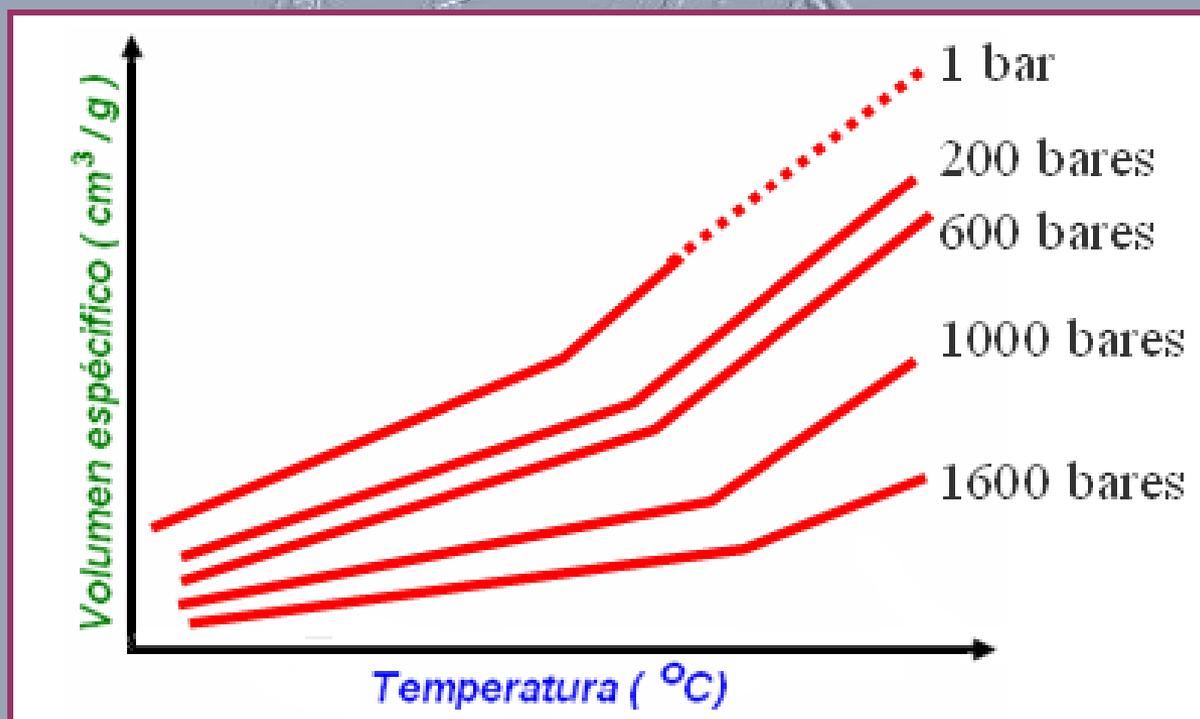


La coordenada horizontal representa la temperatura del fundido.

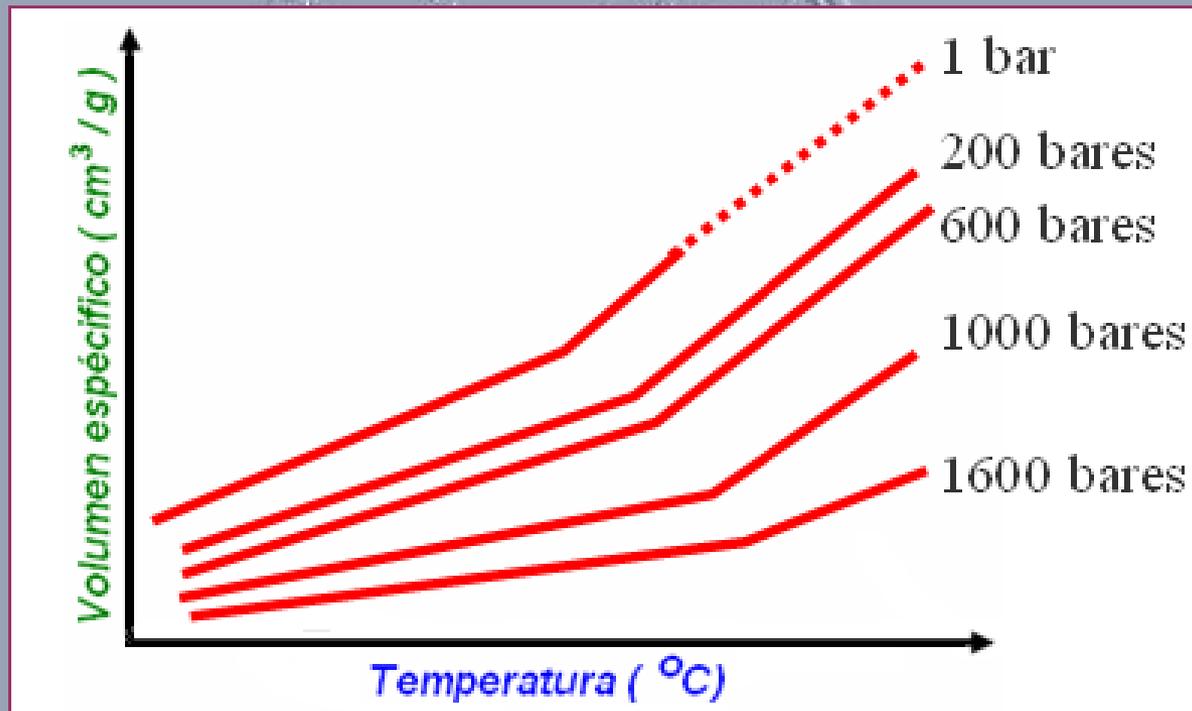




Las gráficas rojas representan líneas de presión constante, desde 1 bar hasta 1600 bares.

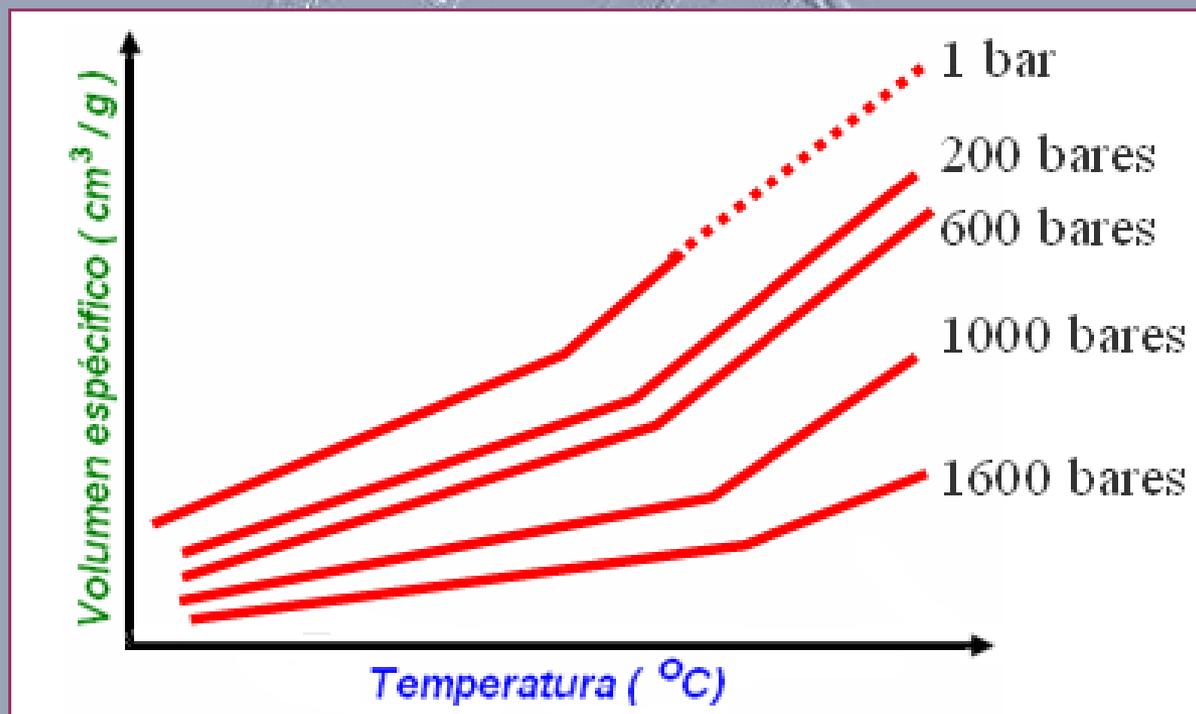


Note que el valor de la presión aumenta cuando se baja a la próxima línea.



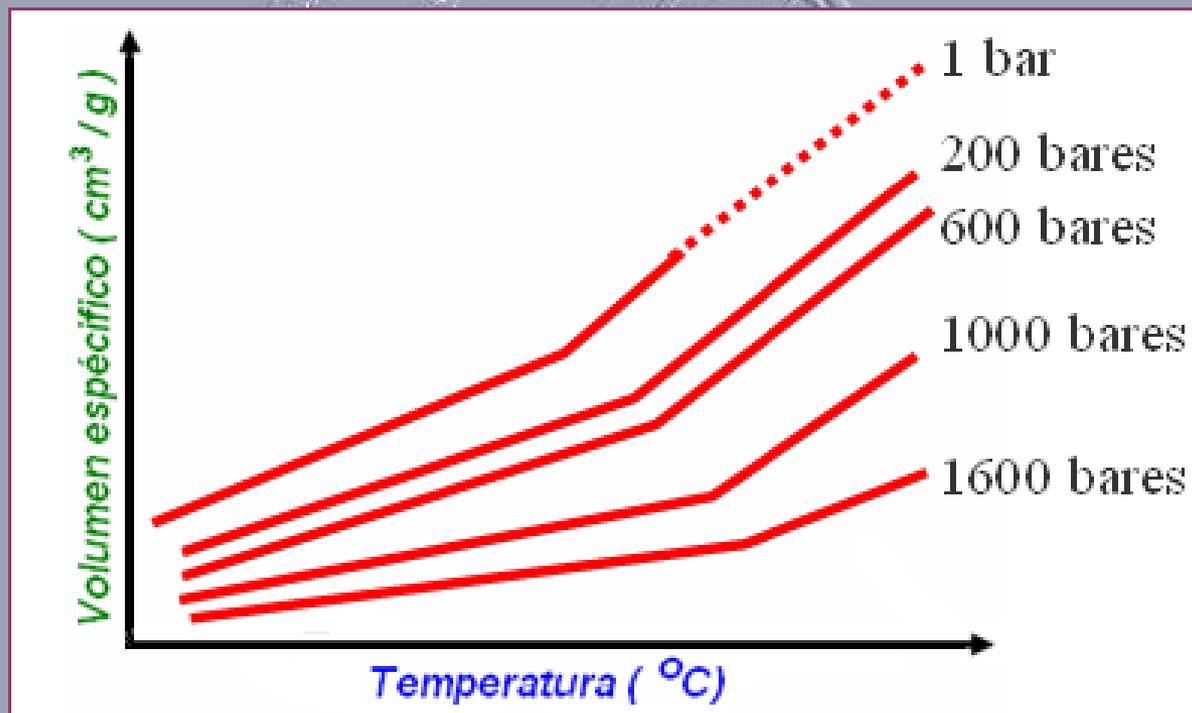


El movimiento dentro de una línea de presión constante representará un volumen específico y una temperatura del fundido única.

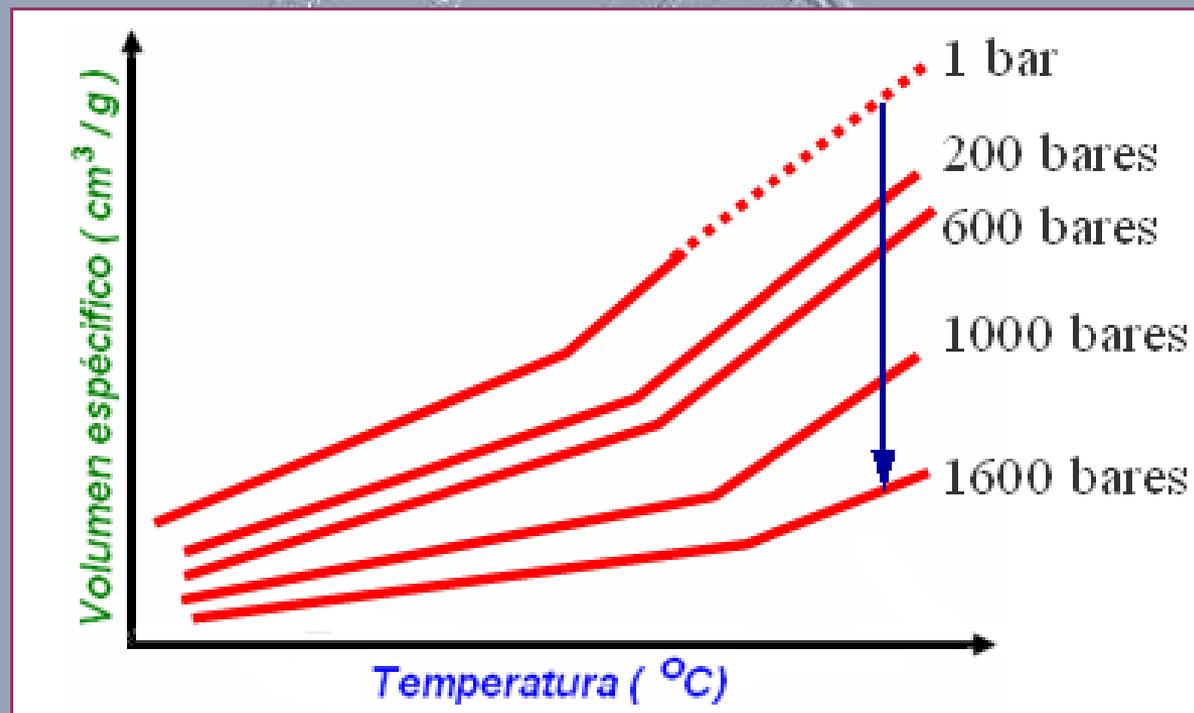




Antes de la inyección el material está descomprimido, esperando a ser inyectado.

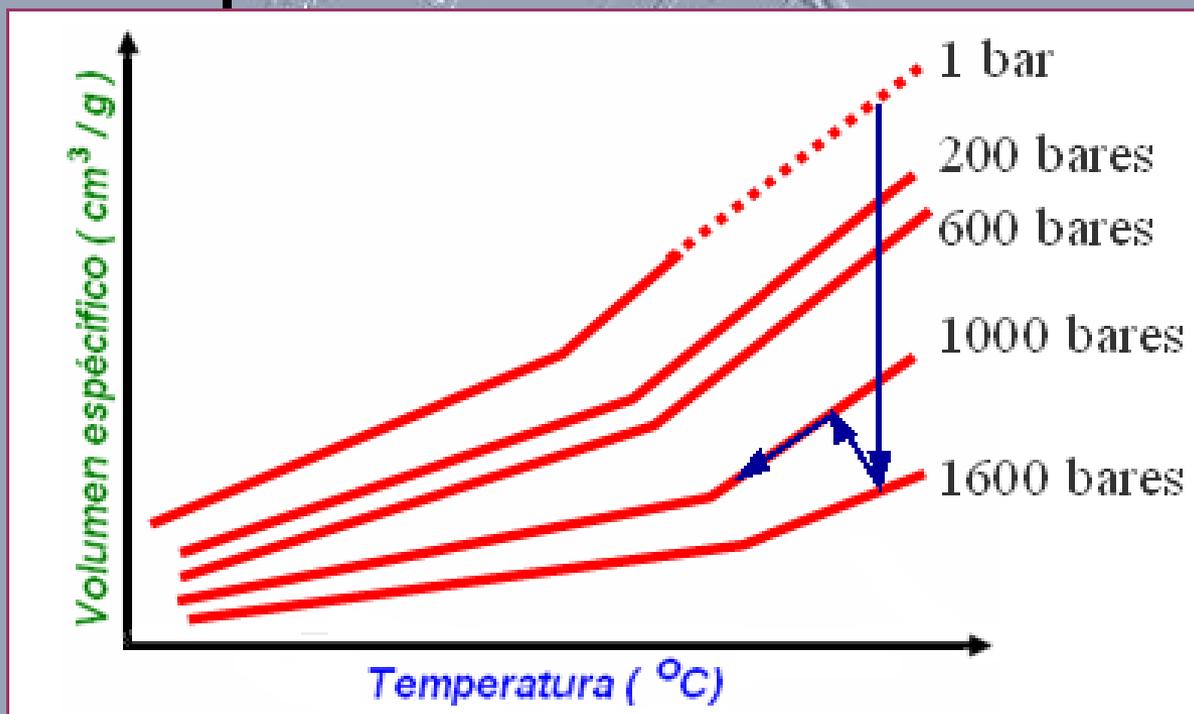


Una vez se inicia la inyección la presión aumentará compactando el material a una temperatura relativamente constante.

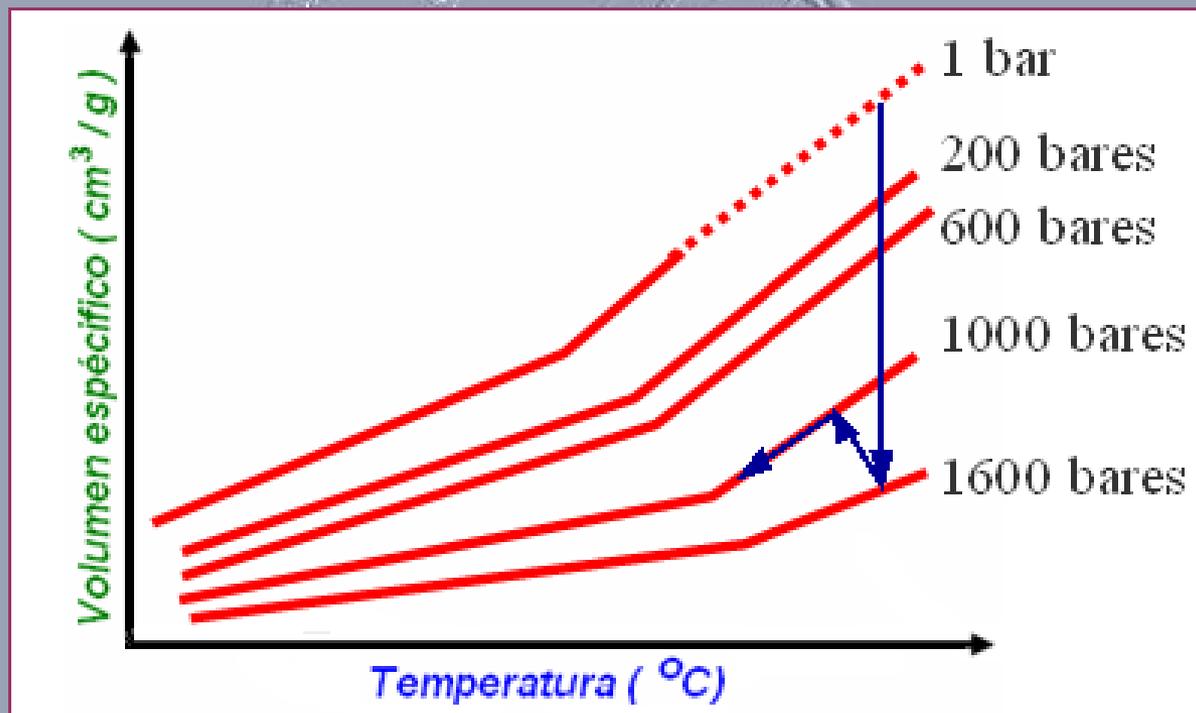




Una vez se llega a la posición de transferencia, se inicia la zona de control de presión, normalmente a una presión menor a la presión de transferencia.

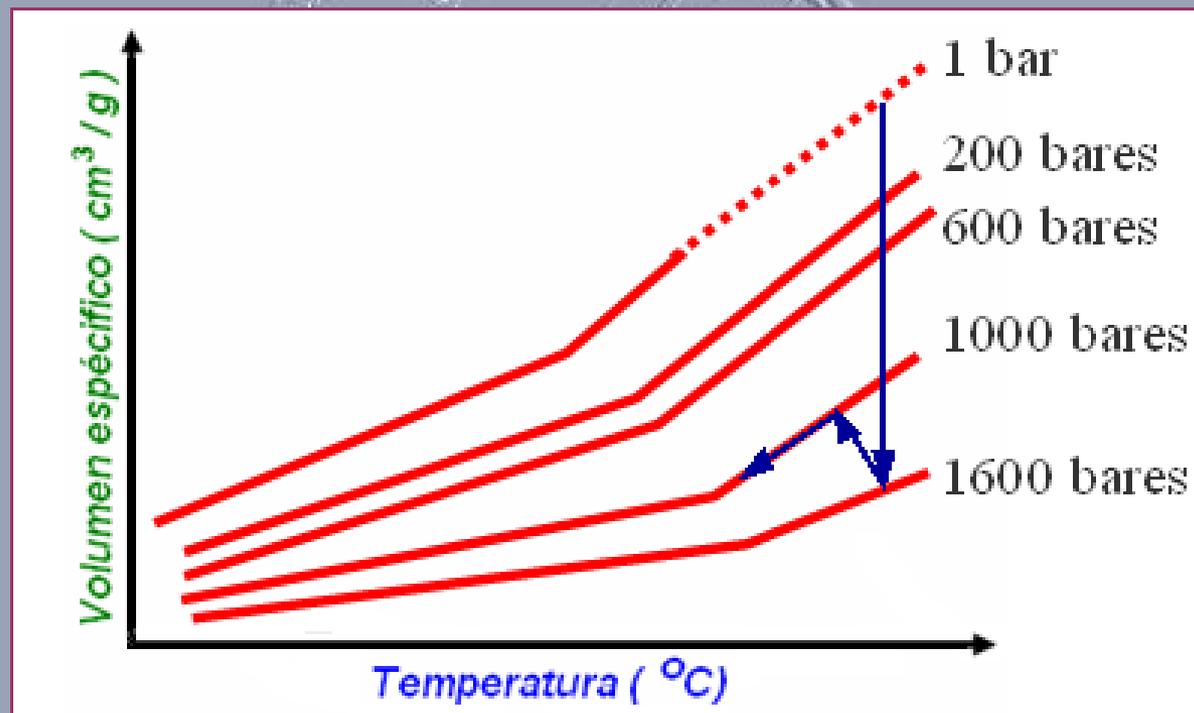


Las cavidades son empacadas a una presión constante, consecuentemente habrá mayor material por unidad de volumen ocasionando una reducción en el volumen específico.

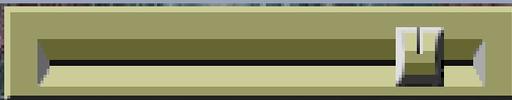
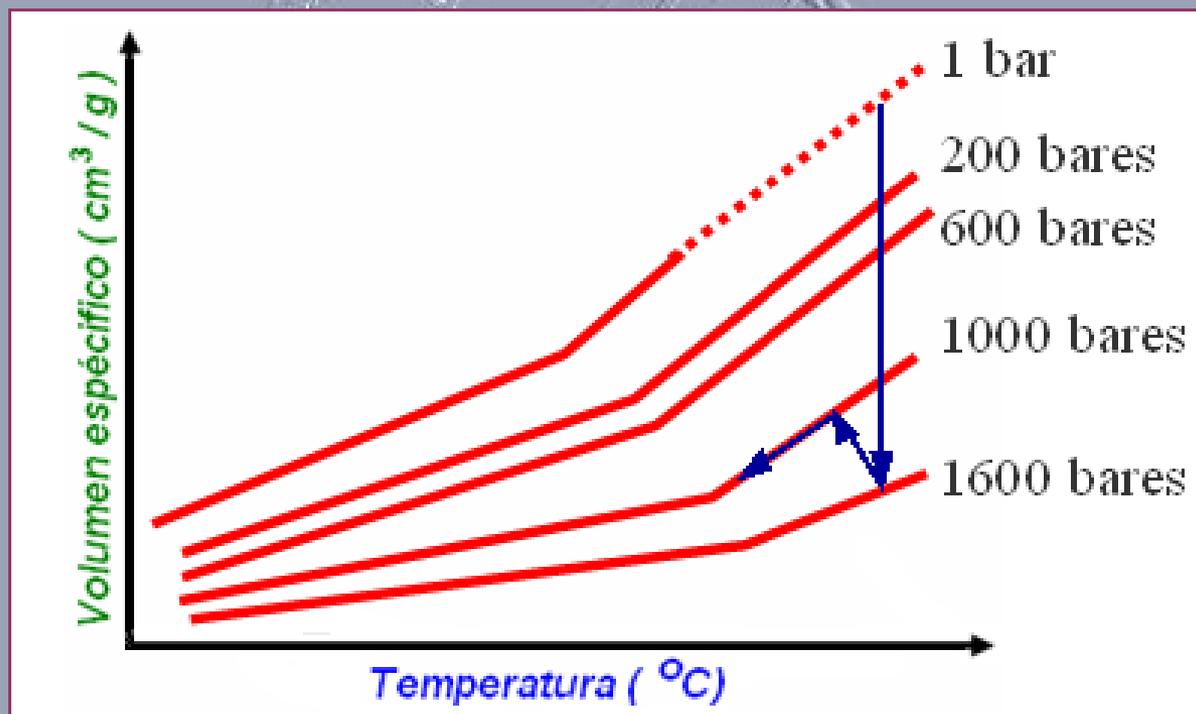




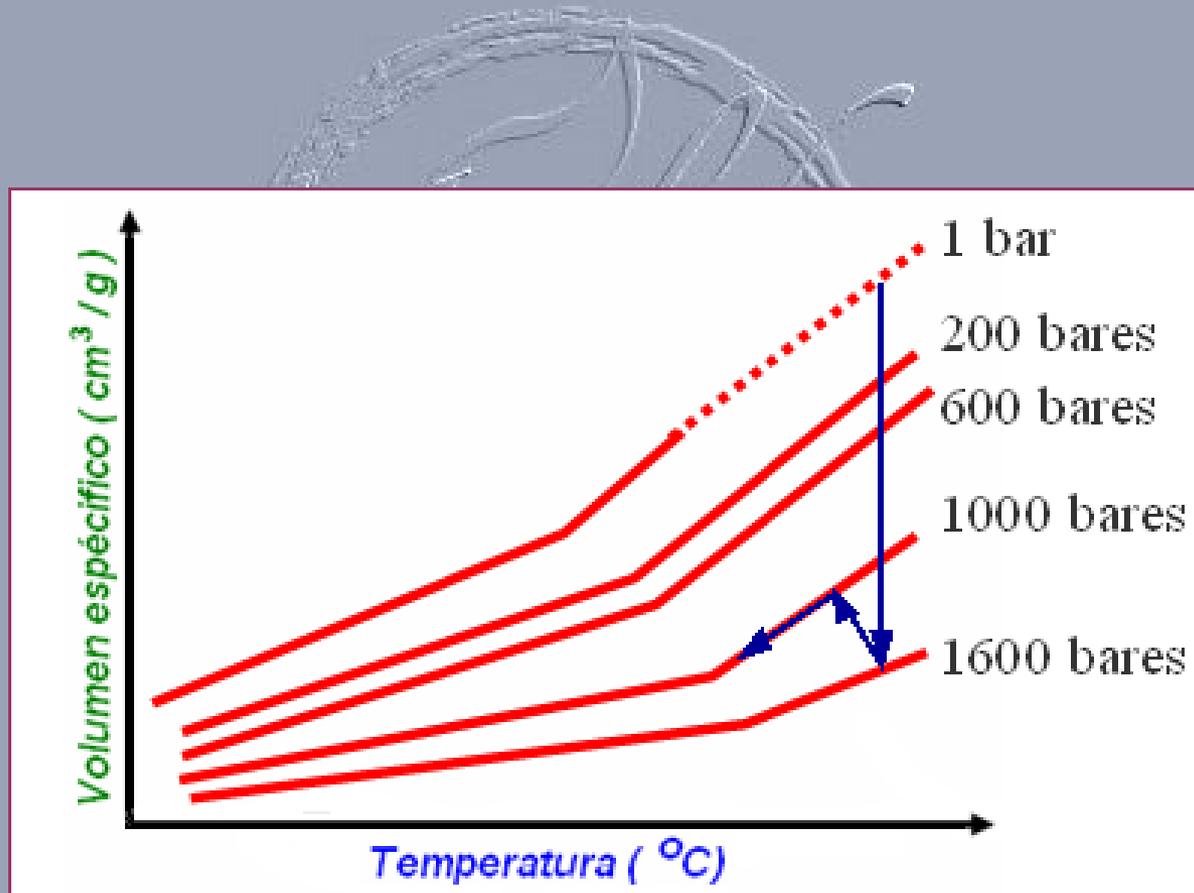
Durante el empaque el fundido pierde calor y como es de esperarse la gráfica mostrará una reducción en temperatura.



Una vez se solidifican los bebederos culmina la etapa de empaque y se inicia la etapa de enfriamiento.

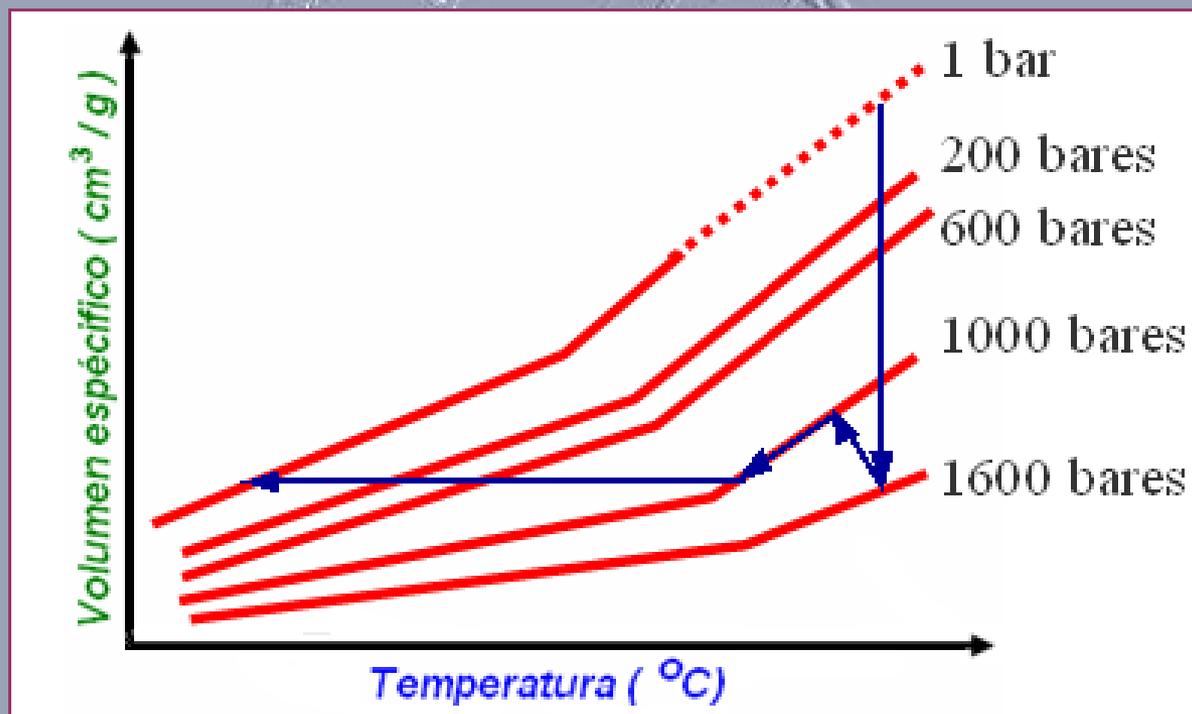


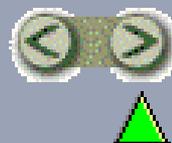
Las partes quedan restringidas dentro de las cavidades mientras son enfriadas.



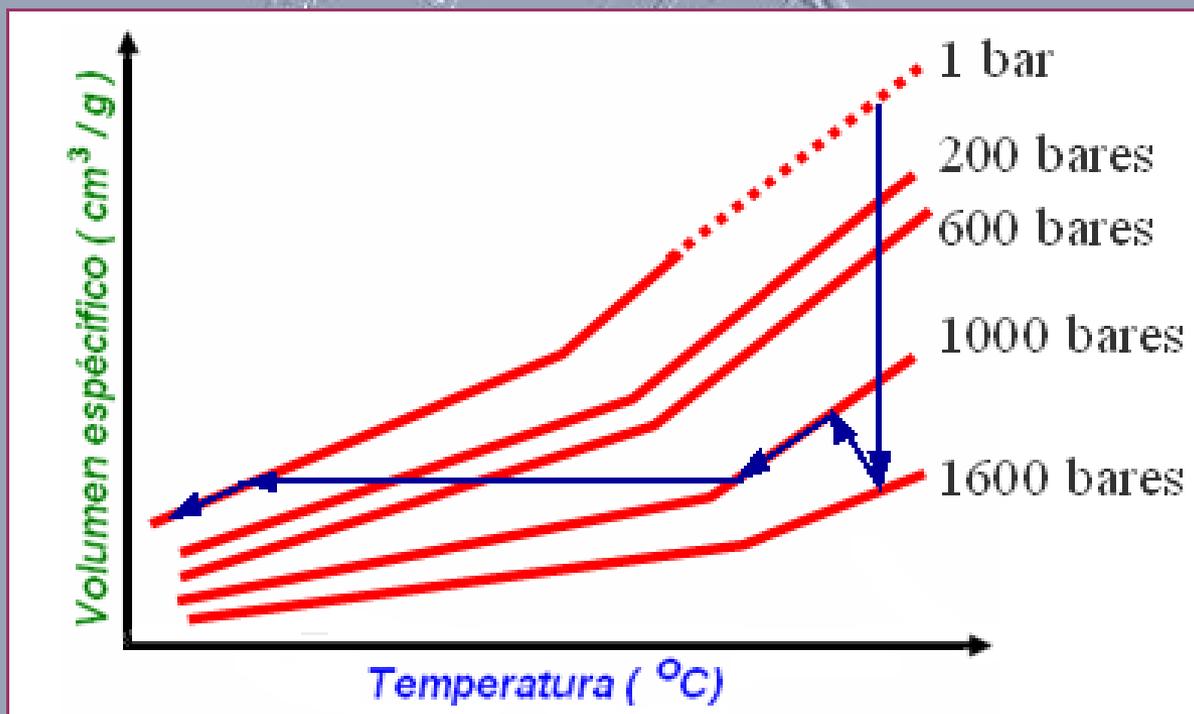


El calor es removido rápidamente con una reducción mínima en el volumen específico.

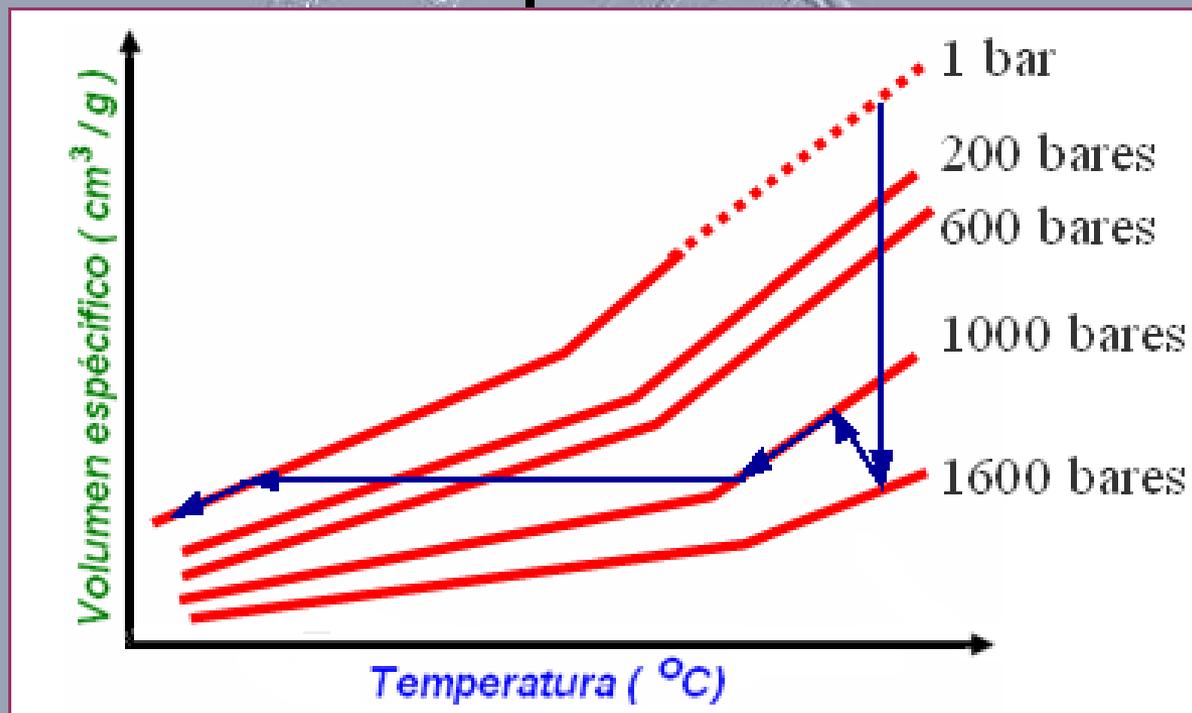




El fundido comprimido se solidifica y la presión disminuye.



Una vez expira el tiempo de enfriamiento las piezas son desmoldadas al ambiente, donde continuarán enfriándose y encogiéndose a una presión constante.





Repasemos...





Durante la etapa de inyección controlamos la presión de inyección.

Cierto, controlamos la presión y la temperatura.

Falso, controlamos la velocidad de inyección.

Continuar





Podemos llenar un 100% de las cavidades en la etapa de inyección.

Cierto, el 100% se completa en la transferencia.

Falso, el 100% se completa durante el empaque.

Continuar



La etapa de inyección debe ser terminada:

- A. Cuando el tiempo de inyección expira.
- B. Cuando la presión alcanza la presión límite.
- C. Cuando se llega a la posición de transferencia.

Continuar



En la etapa de empaque conseguimos:

- A. Dimensiones térmicas
- B. Dimensiones de masa
- C. Velocidad constante
- D. Un fundido homogéneo

Continuar





En la etapa de empaque controlamos:

- A. La contra presión.
- B. La velocidad de llenado.
- C. La presión y el tiempo de empaque.

Continuar





El empaque debe terminar

- A. cuando los bebederos se congelan.
- B. por posición.
- C. por presión.

Continuar





En la etapa de enfriamiento controlamos

- A. el tiempo de llenado y la presión límite.
- B. el flujo de aceite al cilindro hidráulico.
- C. el tiempo de enfriamiento y la temperatura del molde.

Continuar





En la etapa de enfriamiento buscamos

- A. desmoldar las partes con unas dimensiones de masa adecuadas.
- B. las dimensiones exteriores.
- C. desmoldar las partes con unas dimensiones térmicas adecuadas.

Continuar





El Moldeo Universal (TM) se permite un cojín igual a cero.

Cierto, así controlamos dimensiones de masa.

Falso, no podríamos controlar dimensiones de masa.

Continuar





Moldeo por gráficas es una poderosa herramienta, utilízela.

Es una rápida y efectiva manera de verificar los procesos, aún cuando no sea moldeador.

