

Dilán Interactive Learning

presenta



***Moldeo Universal IV -
Morfología de plásticos***



Dilán Interactive Learning

www.free2learnit.com



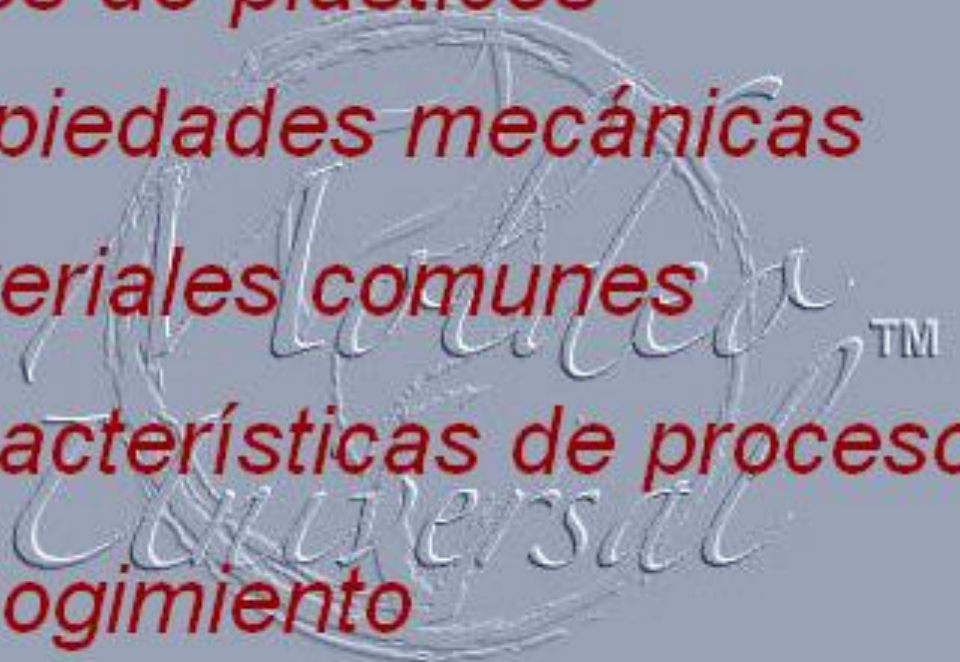
Con el propósito de garantizar el aprovechamiento de este curso se recomienda haber completado los cursos anteriores de Moldeo Universal (MU1- Introducción, MU2- Fundamentos y MU3- Moldeo con Gráficas).





En este curso se hablará de:

- *Tipos de plásticos*
- *Propiedades mecánicas*
- *Materiales comunes*
- *Características de proceso*
- *Encogimiento*
- *Algunos experimentos*





Tipos de Plásticos



Tipos de Plásticos



Básicamente existen dos tipos de plásticos:

- *Termoestables*™
- *Termoplásticos*





Materiales Termoestables

Los Materiales Termoestables son materiales que pueden ser moldeados una sola vez.

Aunque el moldeo por inyección de los termoestables no es igual al moldeo de los termoplásticos, se asemejan.





Es por esto que ***Moldeo Universal***TM para termoestables, tales como silicón líquido, compuestos de poliéster (BMC), epoxy, caucho, melamina, etc., es un curso independiente a este.TM

Por esto nos concentraremos en los materiales termoplásticos.





Materiales Termoplásticos

Los materiales termoplásticos son materiales que pueden ser fundidos varias veces y consecuentemente pueden ser triturados y moldeados múltiples veces.

Su organización molecular se denomina en dos grupos, Amorfos y Semi-cristalinos.



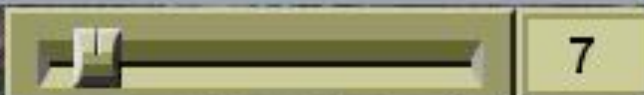
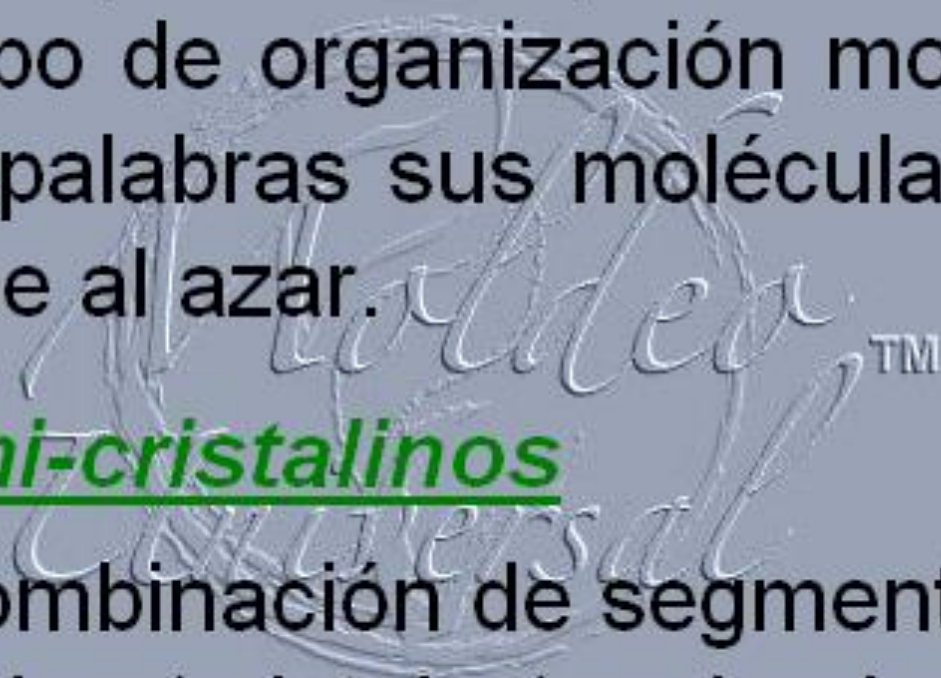


Los Amorfos

Son termoplásticos que no ofrecen ningún tipo de organización molecular, en otras palabras sus moléculas están totalmente al azar.

Los Semi-cristalinos

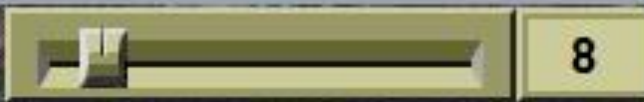
Son la combinación de segmentos organizados (cristales) rodeados por segmentos desorganizados (amorfos).





Los Amorfos

Imaginemos que la estructura molecular de los amorfos es como fideos totalmente regados:



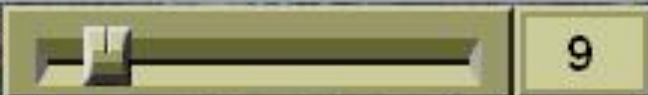


Los Semi-cristalinos

Ahora imaginemos la estructura molecular de los semi-cristalinos como fideos organizados en grupos con algún tipo de orientación.



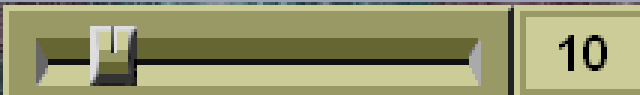
Estos grupos son conocidos como cristales.





Los Semi-cristalinos

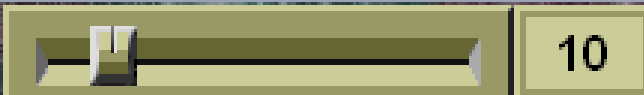
Estos cristales están rodeados por una estructura de moléculas desorganizadas (Amorfas).





Los Semi-cristalinos

Esta organización parcial o mezcla entre amorfo y cristales le da el nombre de semi-cristalino.





Propiedades MecánicasTM

Universal



11





Propiedades mecánicas

La orientación molecular trae consigo propiedades mecánicas que afectan el moldeo por inyección.

Las características mecánicas de estos materiales se pueden ilustrar con una gráfica de rigidez contra temperatura.



11





La coordenada vertical indica la rigidez, donde el origen representa un material blando o fundido y su incremento representa aumento en rigidez.

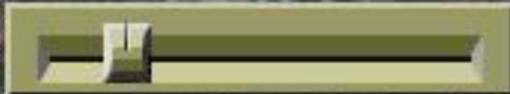


12





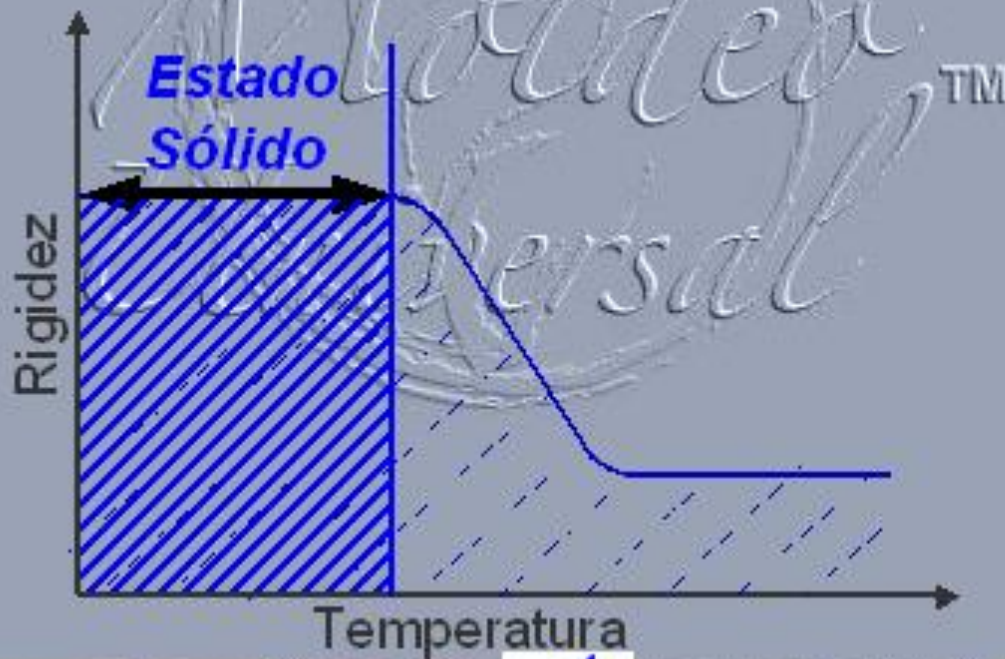
La coordenada horizontal indica la temperatura del material, donde el origen representa un material a temperatura ambiental y su incremento representa aumento en temperatura.



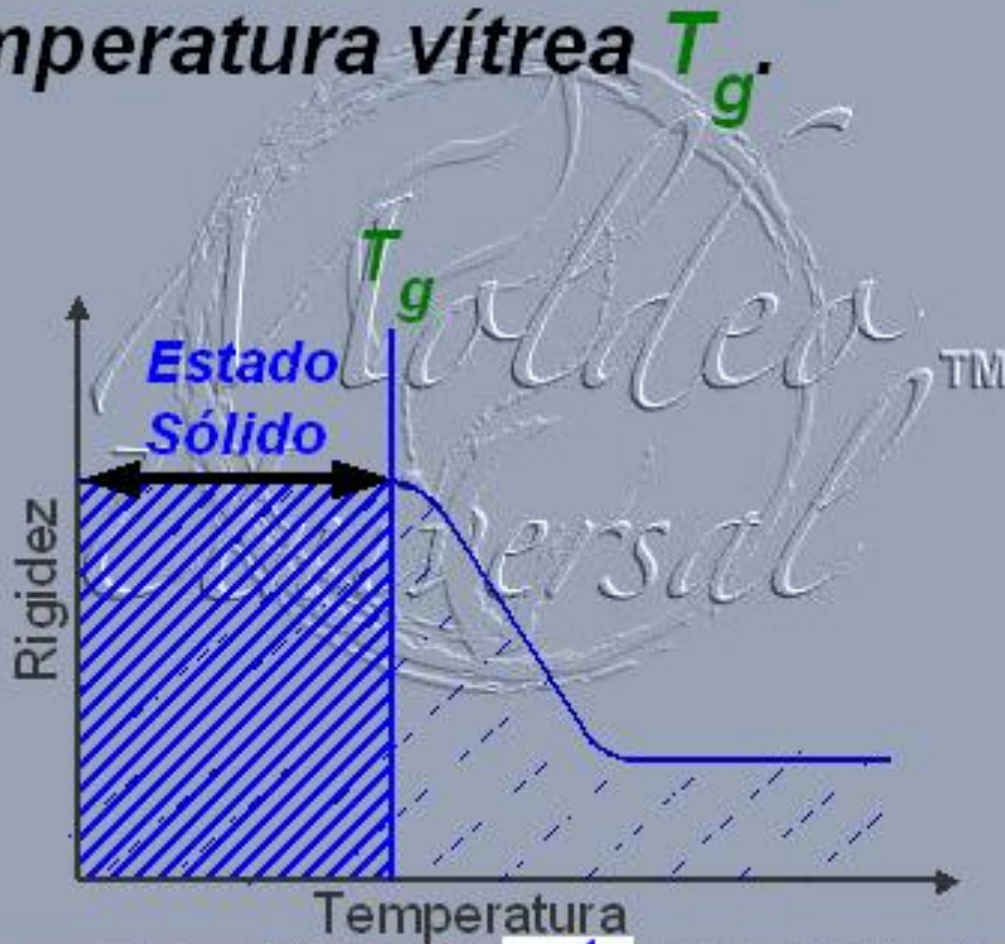
12



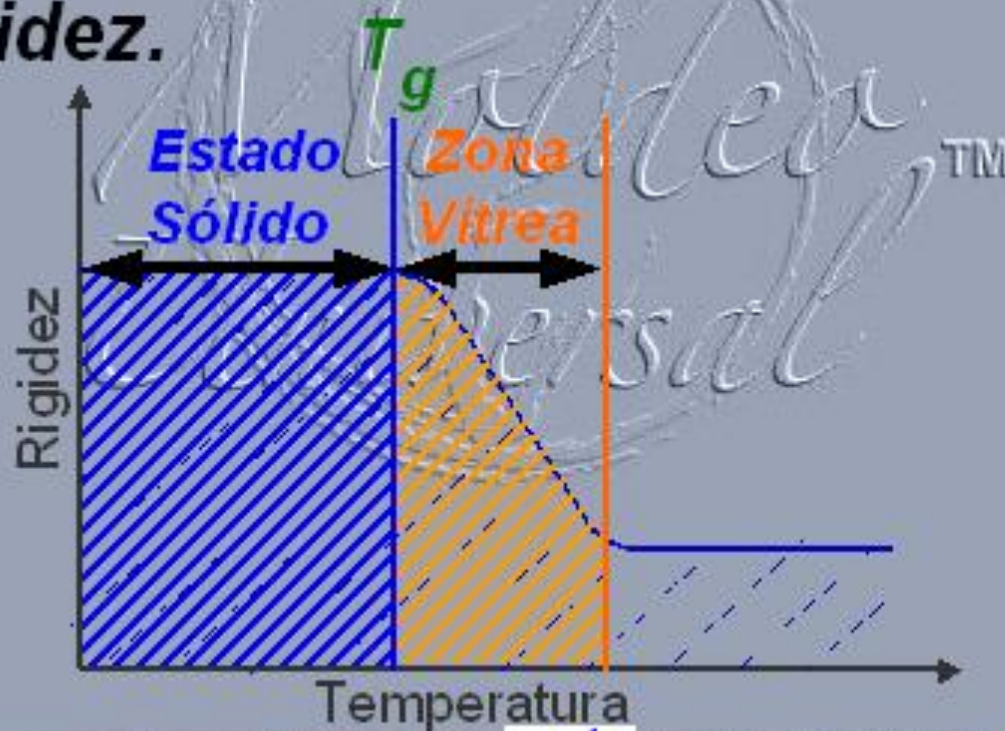
El perfil de la gráfica de los materiales amorfos mostrará que a ciertas temperaturas bajas el material se mantendrá en un **estado sólido**.



Con el aumento de temperatura el material alcanzará una temperatura vítrea T_g .

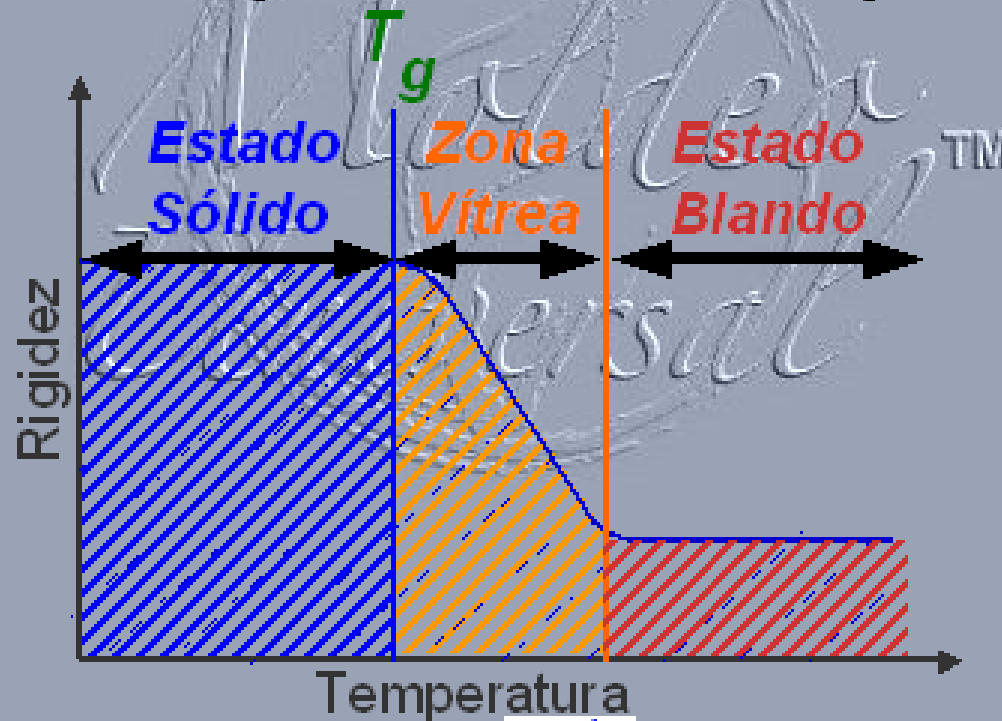


Después de esta temperatura vítrea T_g el material entrará en una zona de transición que se conoce como la **zona vítrea**, donde gradualmente perderá su rigidez.

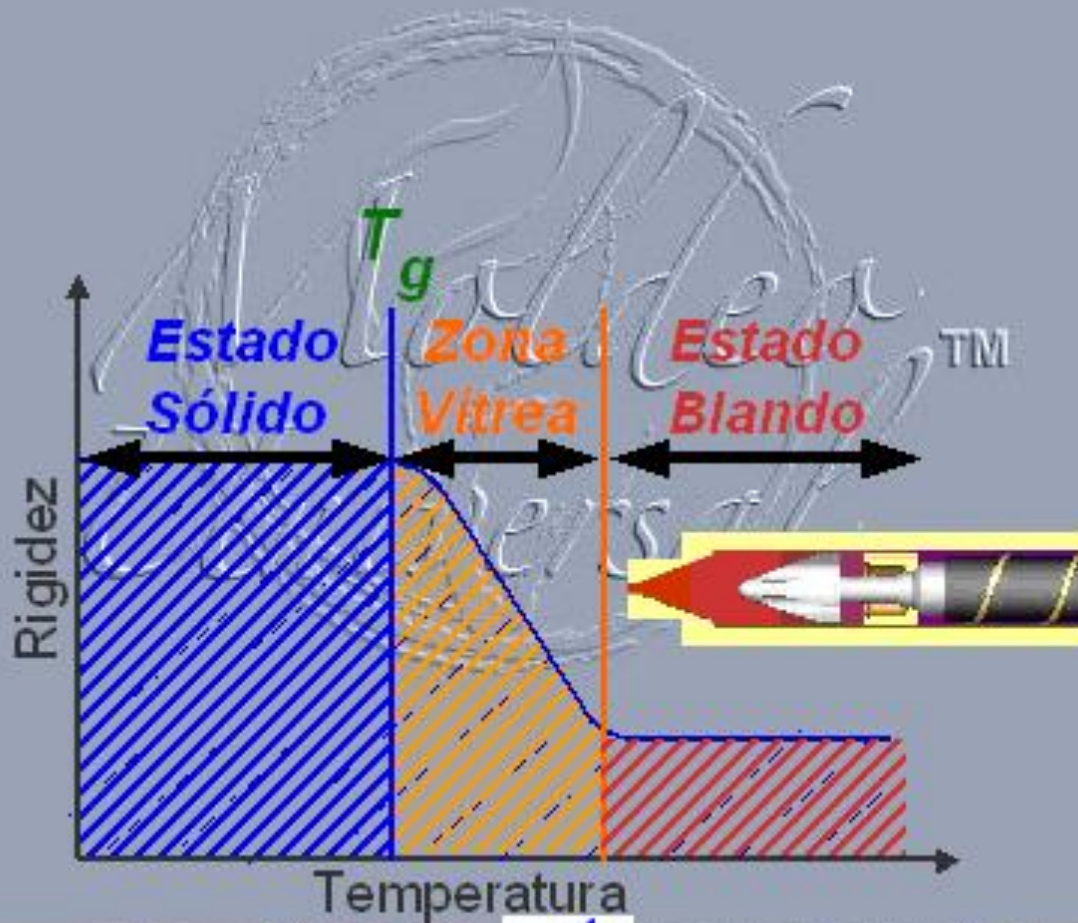


Si se continua aumentando la temperatura se obtendrá un material totalmente **blando**.

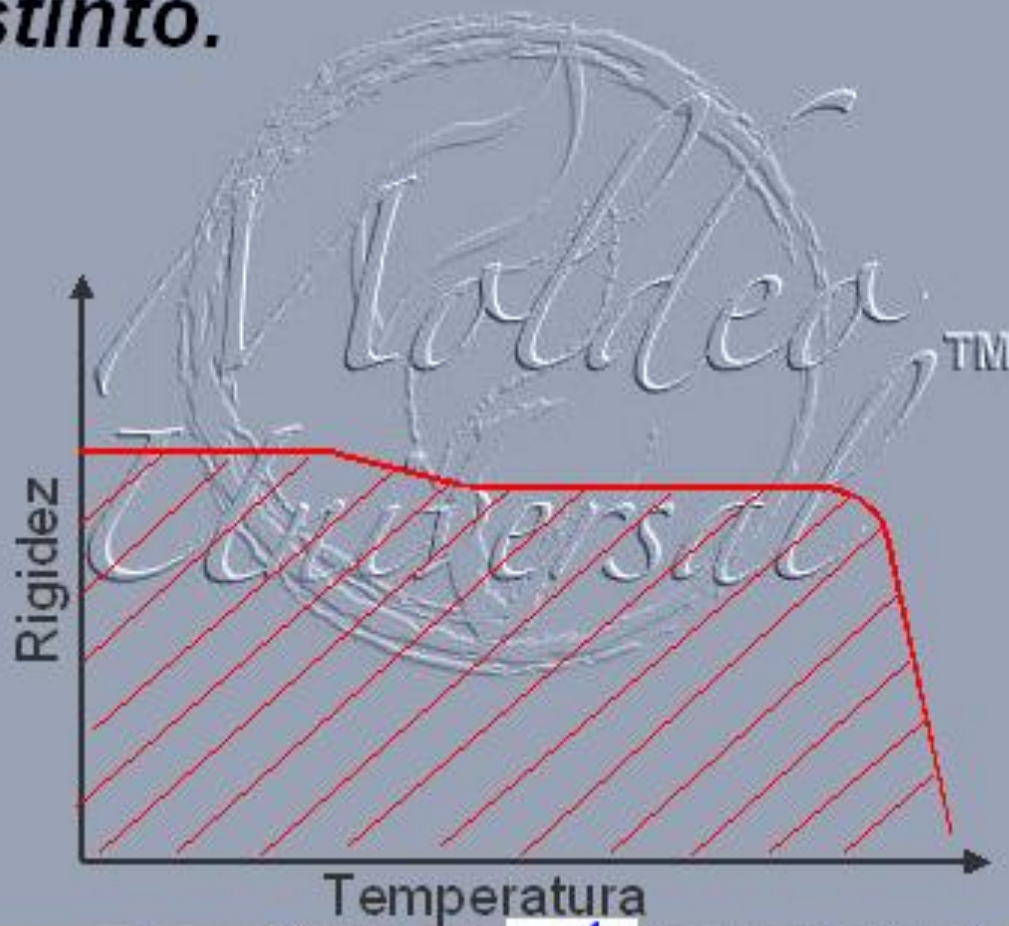
Piense en un fundido elástico o gomoso que no es un líquido.



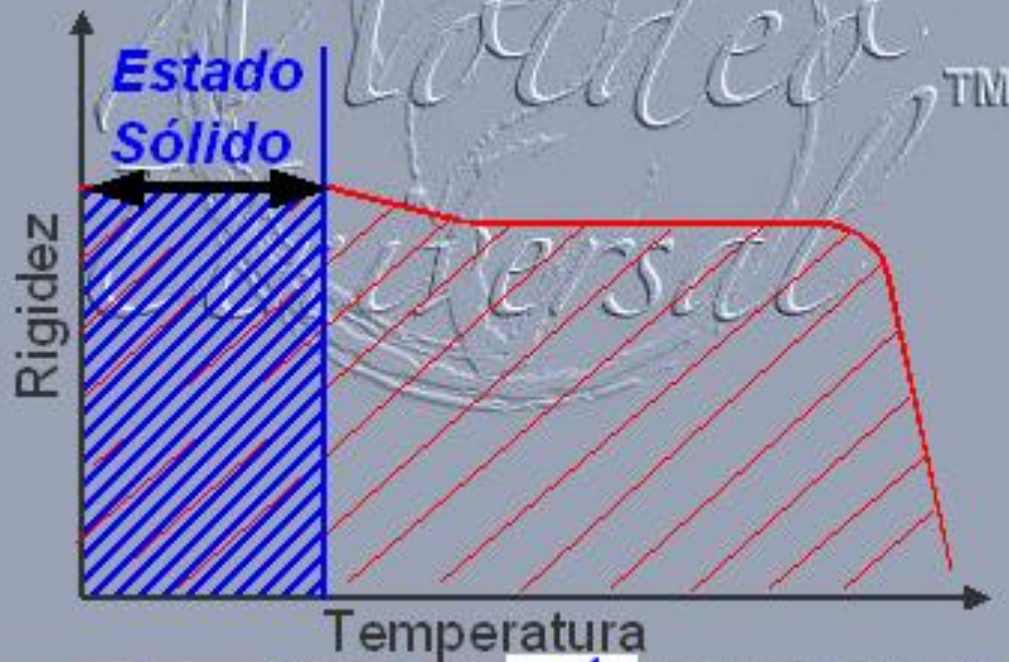
Es en este estado blando donde se inyectan los materiales amorfos.



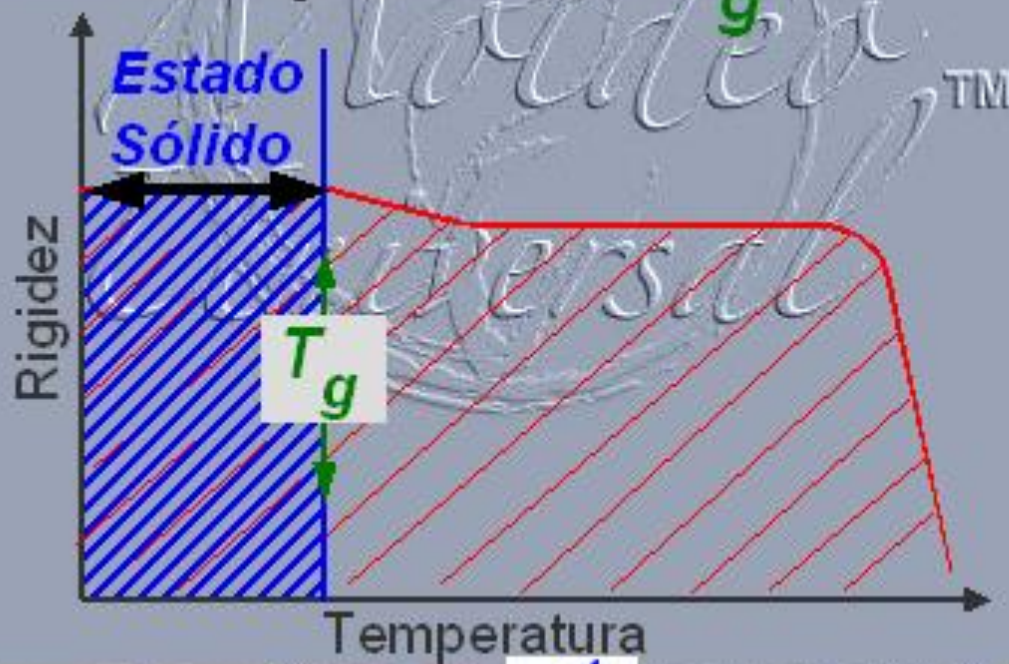
La gráfica de los materiales semi-cristalinos ofrece un panorama distinto.



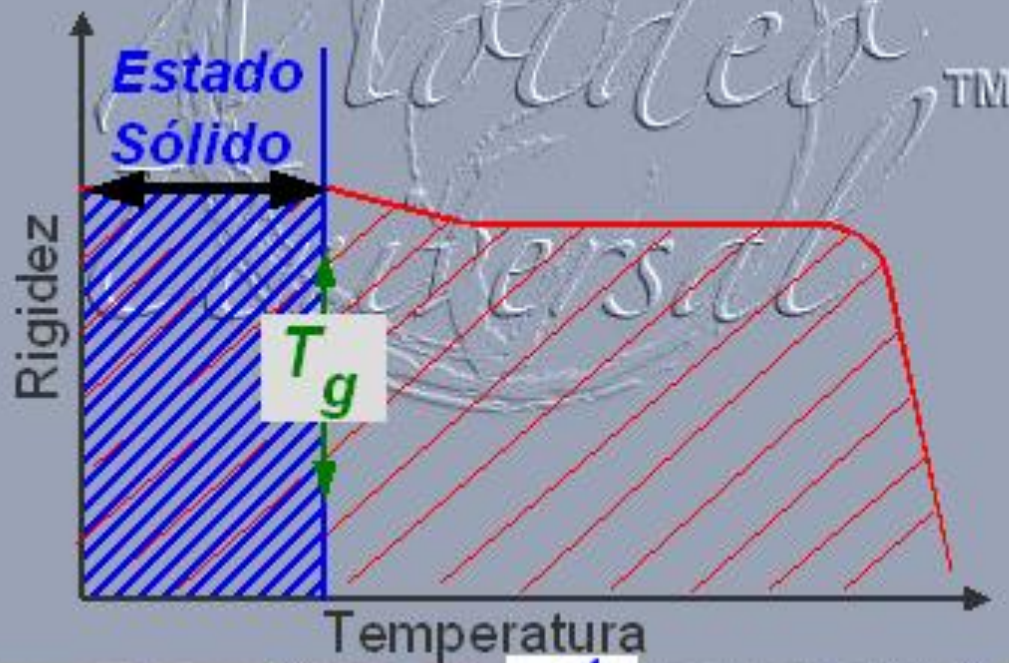
El perfil de la gráfica de los materiales semi-cristalinos mostrará que a ciertas temperaturas bajas el material se mantendrá en un **estado sólido**.



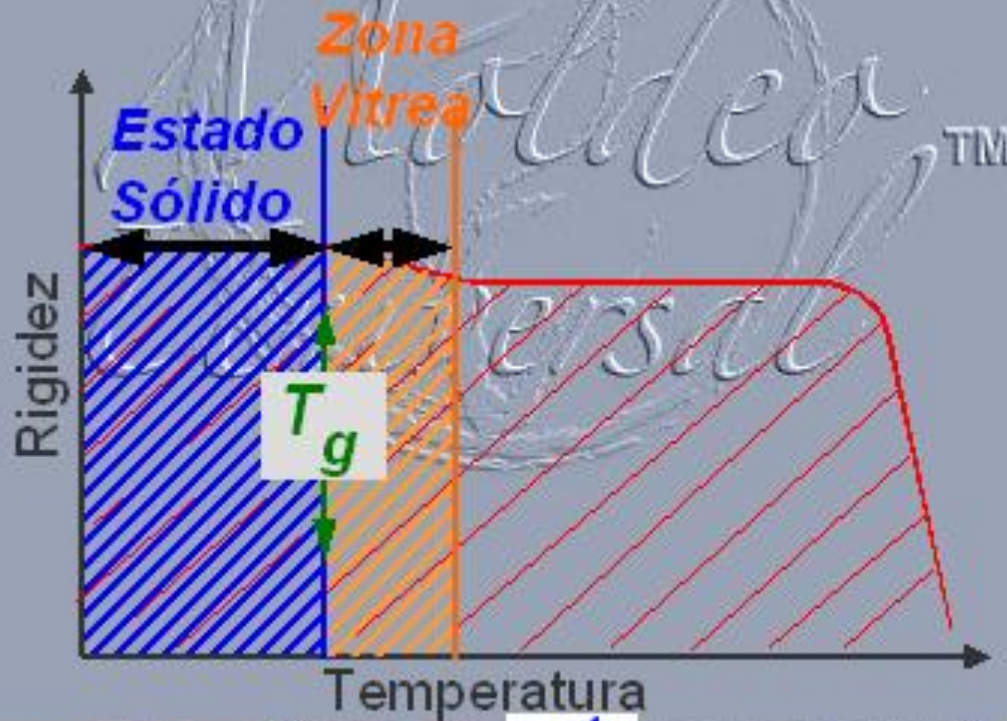
Al igual que los amorfos, a temperaturas bajas el material se mantiene rígido y con aumento en temperatura llega a una zona vítrea, a una temperatura T_g .



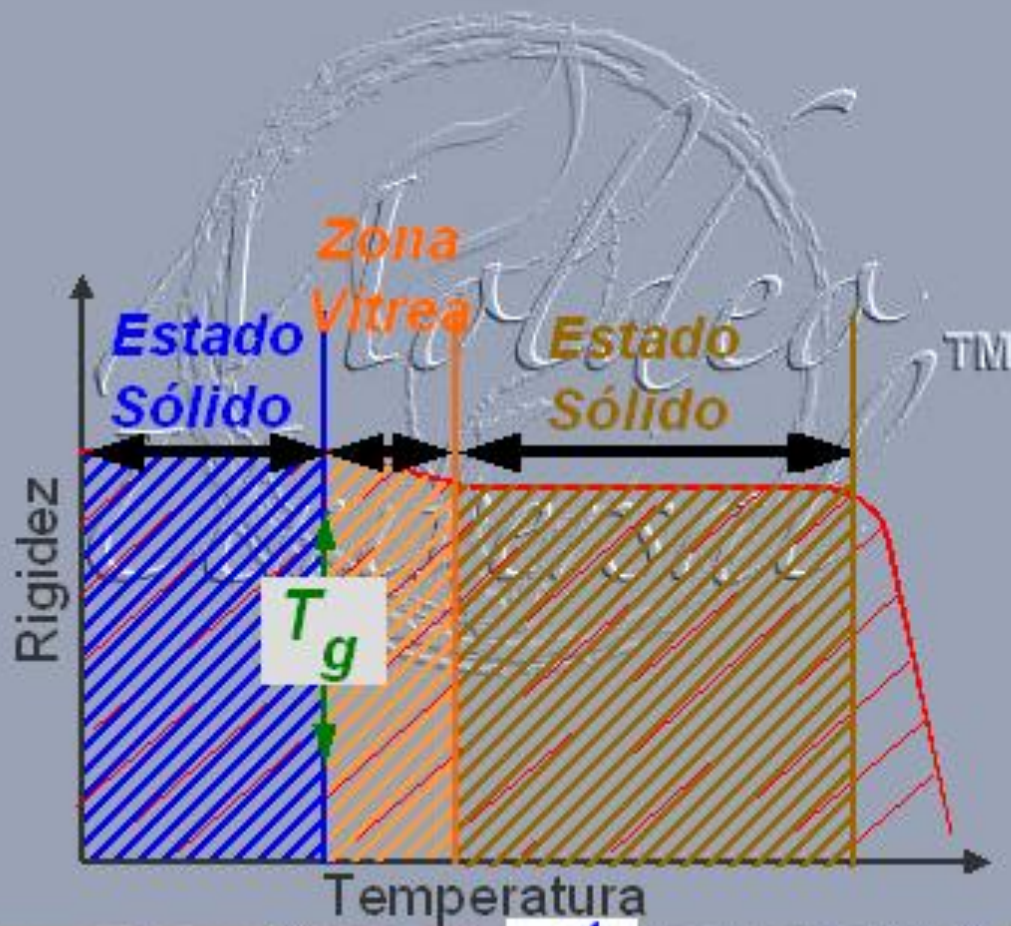
Cuando se habla de materiales semi-cristalinos no es común utilizar el término T_g .



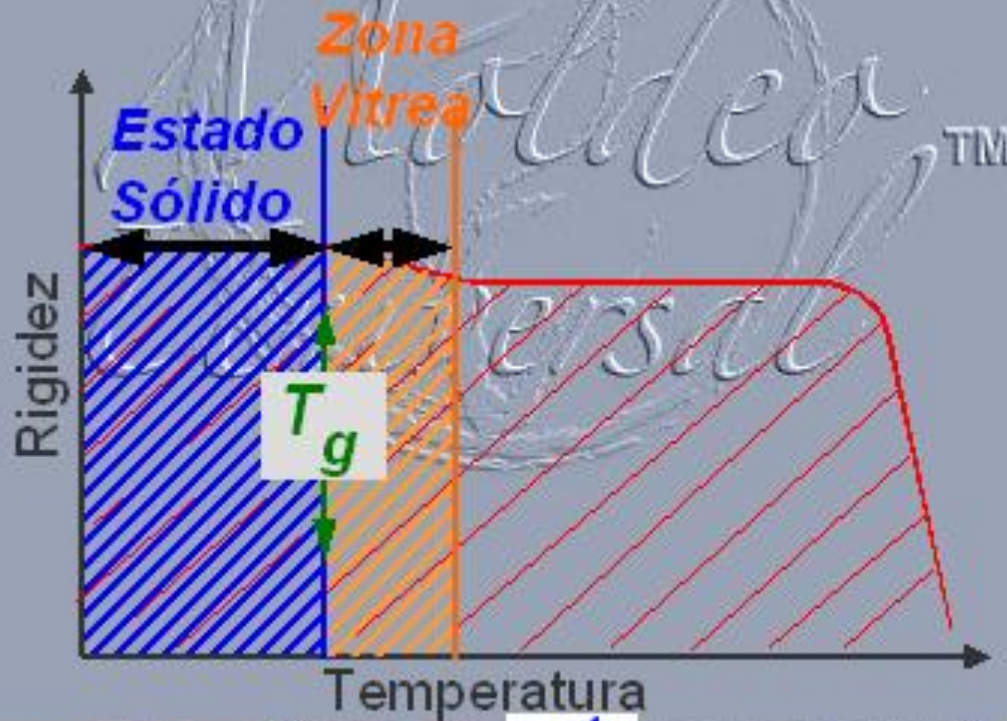
Si se continúa aumentando la temperatura, más allá de la zona vítrea, el material perderá algo de rigidez.



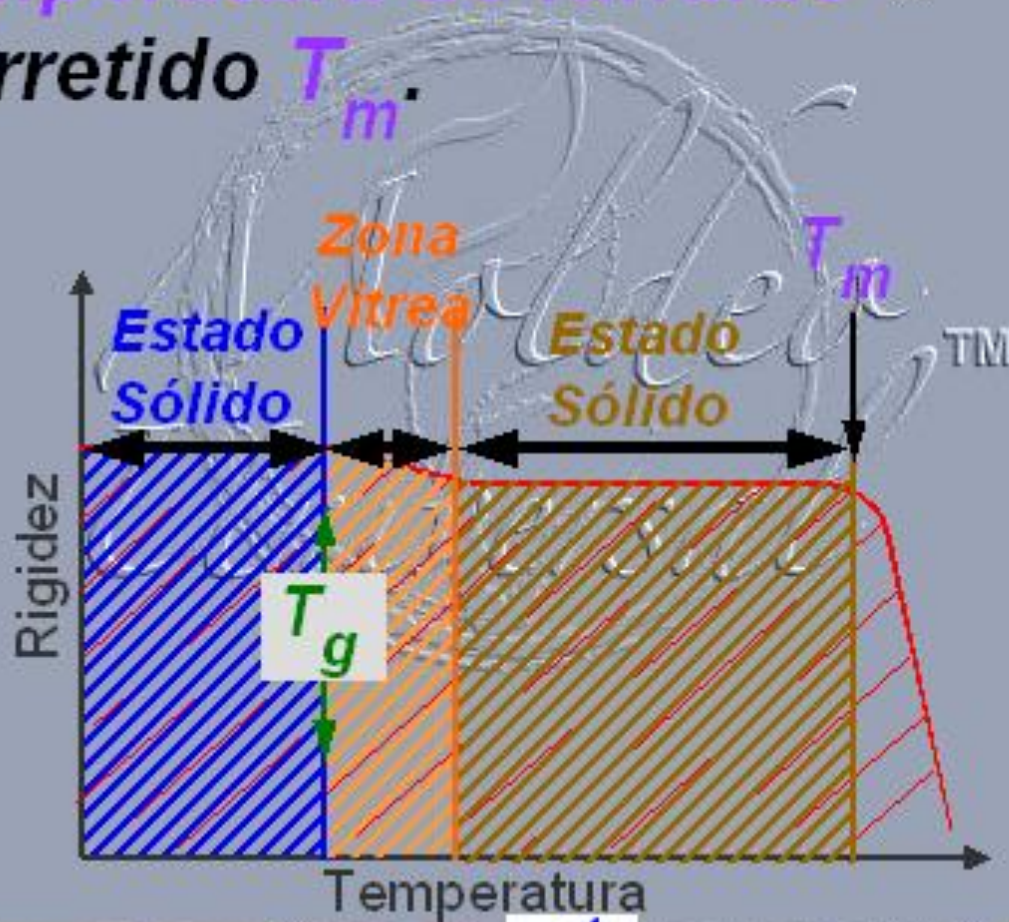
Aun así continuará estando **sólido**.



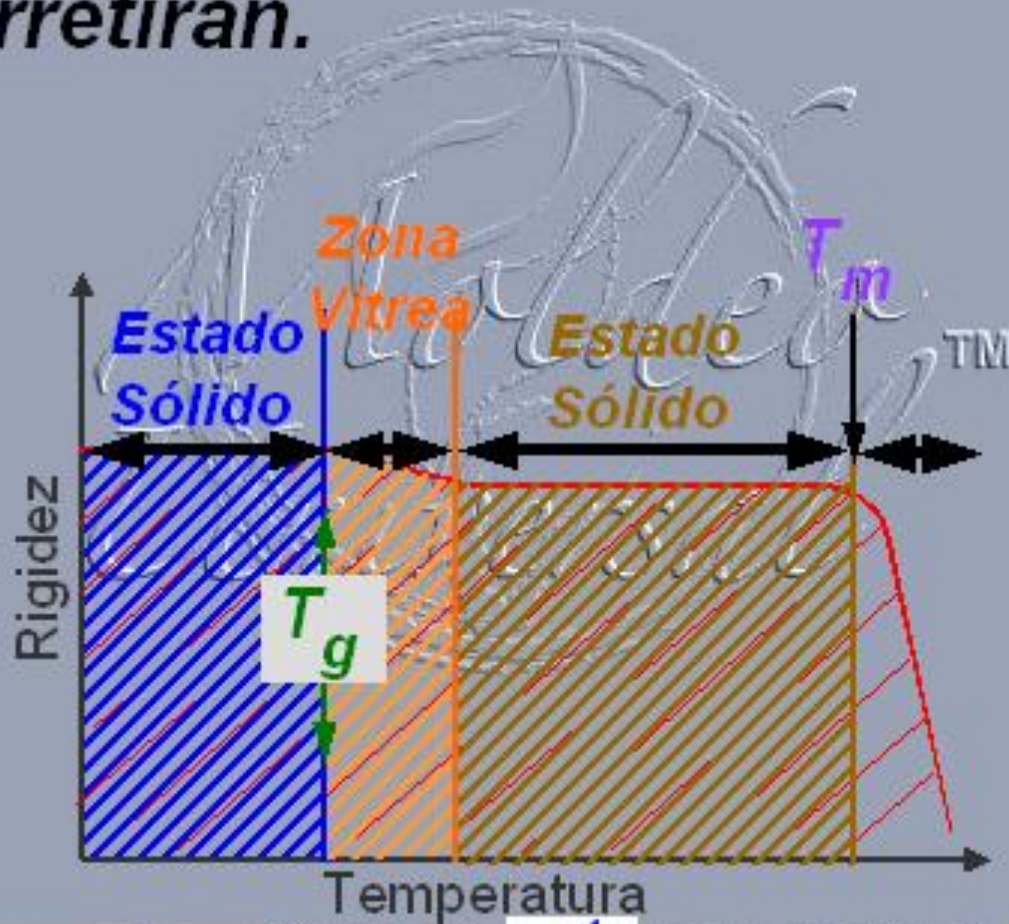
En los semi-cristalinos la **zona vitrea** es insignificante y corresponde a la parte amorfa del material.



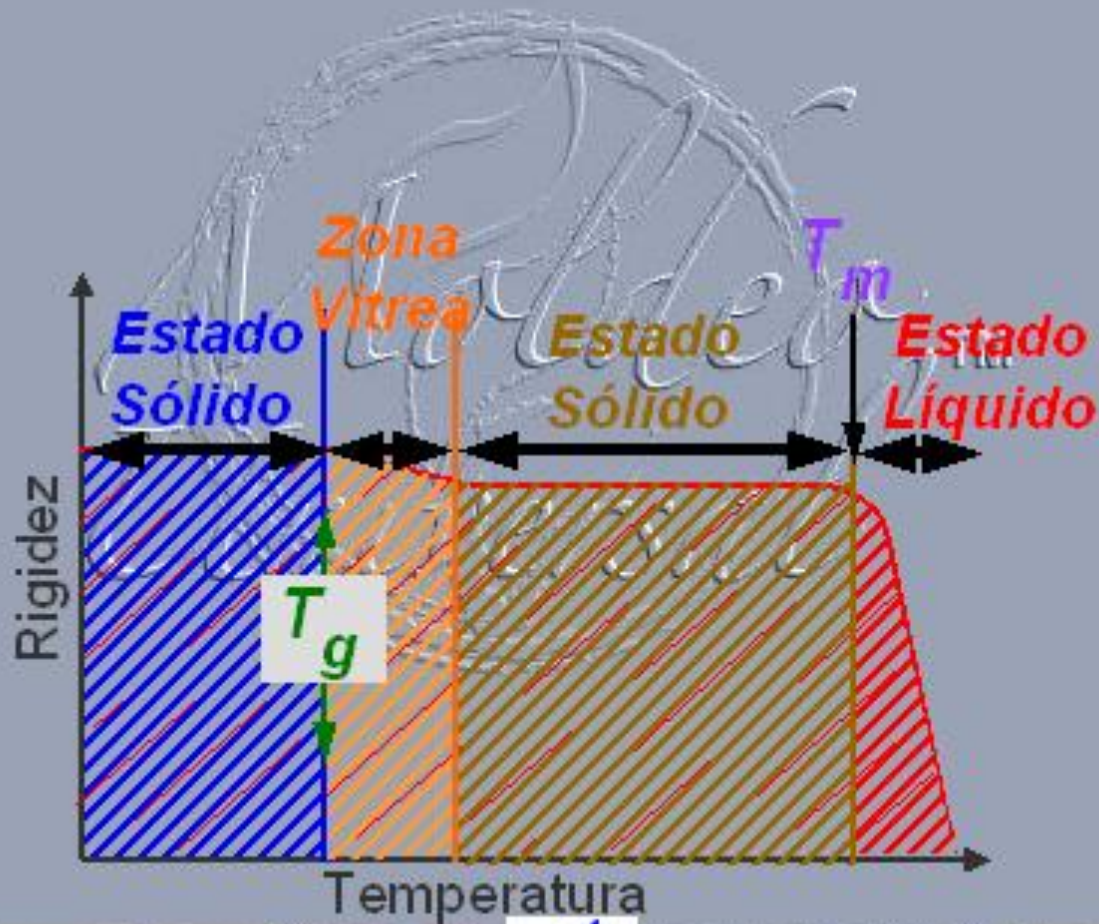
Si se continúa aumentando la temperatura se alcanzará la **temperatura de fundido** o derretido T_m .



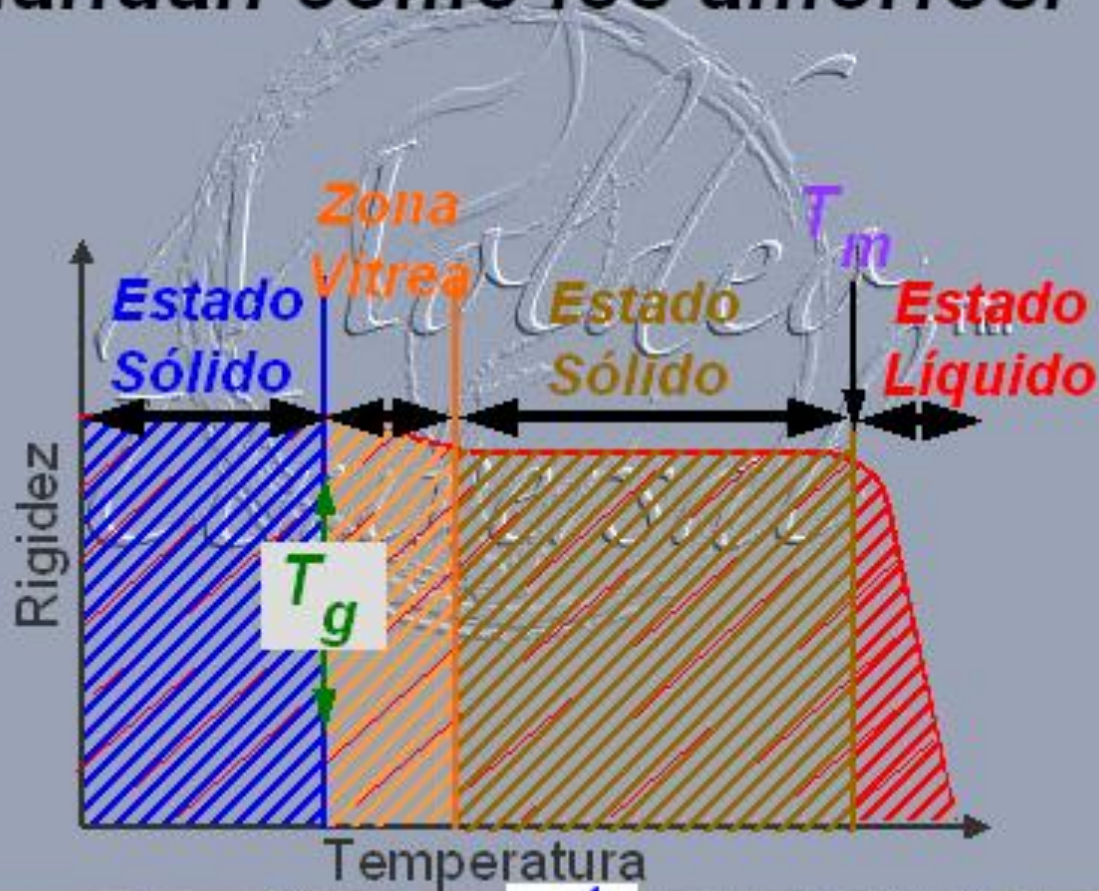
A temperaturas mayores de T_m los materiales semi-cristalinos se derretirán.



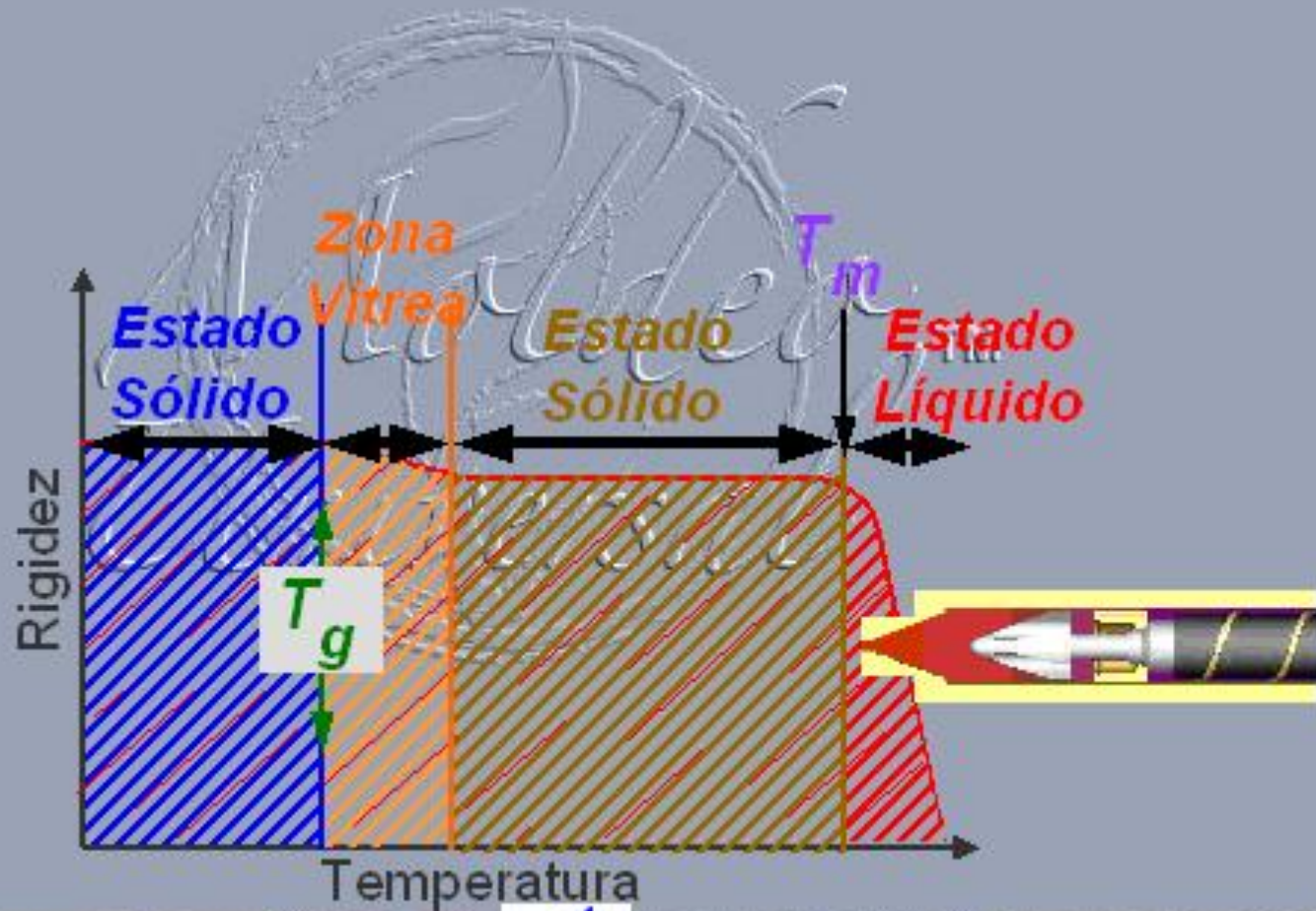
Después de T_m se obtiene un material **líquido**.



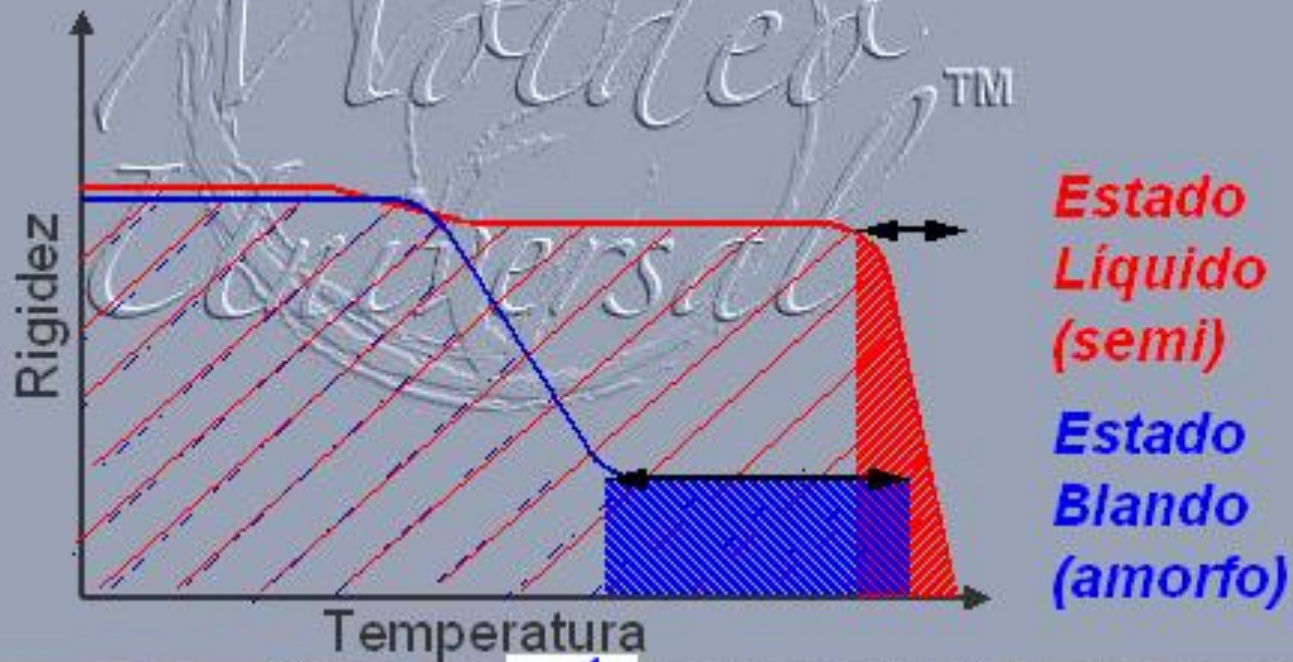
Por esto se dice que los materiales semi-cristalinos se derriten y no se ablandan como los amorfos.



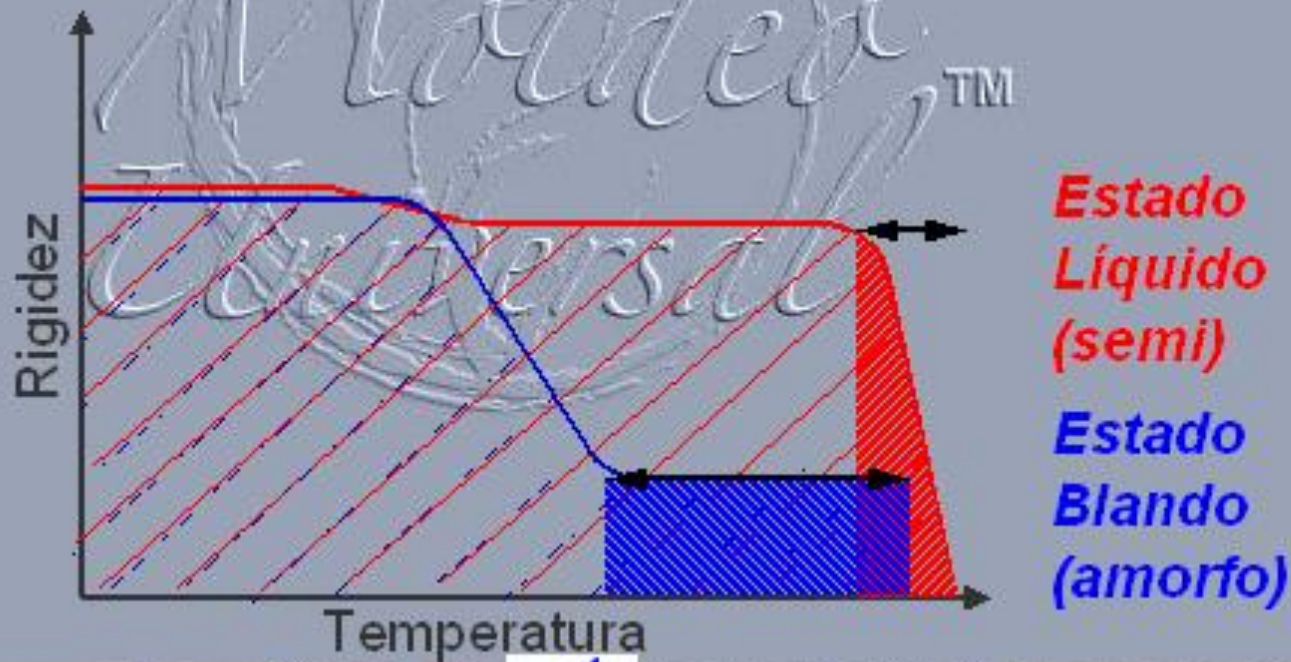
Es después de T_m donde se inyectan los materiales semi-cristalinos.



Note que los materiales semi-cristalinos no gozan de una zona de inyección amplia como los amorfos, esto los hace más difíciles de fundir.

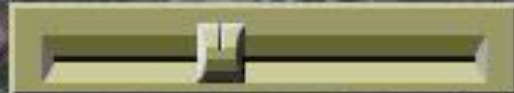
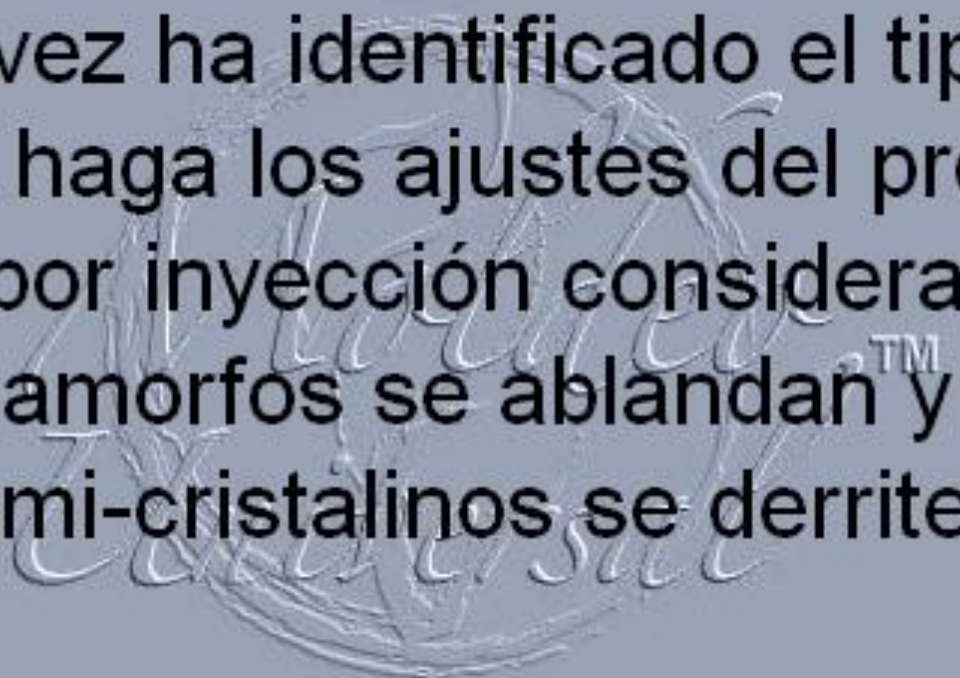


Los semi-cristalinos retornan de fundido a sólido más repentinamente que los amorfos.





Una vez ha identificado el tipo de material, haga los ajustes del proceso de moldeo por inyección considerando que los amorfos se ablandan y los semi-cristalinos se derriten.





Materialles Comunes

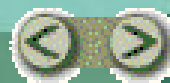


Materiales Comunes

Algunos Amorfos: ABS, poliestireno, acrílico, PVC, policarbonato, etc.

Algunos Semi-Cristalinos: PA (nilón), acetatos, polietilenos, poliéster, polipropileno, etc.

Materiales Comunes



Amorfos

Se ablandan

Cuando se inyecta un fundido amorfo se hace con un fundido pastoso o gomoso.

Una purga de este fundido se amontonaría como una pasta con poca intención de fluir.

Semi-cristalinos

Se derriten

Cuando se inyecta un fundido semi-cristalino se hace con un fundido líquido.

O sea, una purga de este fundido chorrearía como un líquido.



Materiales Comunes



Amorfos

No resisten ataques químicos

Cuando los amorfos se exponen a químicos como solventes se descomponen.

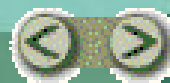
Semi-cristalinos

Resisten los ataques químicos

Los semi-cristalinos tienen mejor resistencia a solventes.
Por ejemplo un envase de HDPE podría almacenar gasolina.



Materiales Comunes



Amorfos

No resisten ataques químicos

Aun cuando el policarbonato es utilizado para vidrios blindados un envase de policarbonato se descompondría si se llena de gasolina.

Semi-cristalinos

Resisten los ataques químicos

Los semi-cristalinos tienen mejor resistencia a solventes. Por ejemplo un envase de HDPE podría almacenar gasolina.



Materiales Comunes



Amorfos

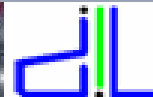
Transparentes

Los materiales amorfos, fundidos o sólidos y sin aditivos, son traslúcidos o claros.

Semi-cristalinos

Opacos

Los materiales semi-cristalinos en su estado sólido tienen segmentos organizados, cristales, que reflexionan el paso de la luz y por esto son opacos.



Materiales Comunes



Amorfos

Transparentes

Nota: Cuidado con confundir la propiedad "claridad del material" con el término "morfología cristalina."

Semi-cristalinos

Opacos

Los materiales semi-cristalinos en su estado sólido tienen segmentos organizados, cristales, que reflexionan el paso de la luz y por esto son opacos.



Materiales Comunes



Amorfos

Bajo encogimiento

Los amorfos encogen menos ya que las moléculas desorganizadas ocupan más espacio.

Semi-cristalinos

Alto encogimiento

Los cristales en los semi-cristalinos son grupos de moléculas organizadas que tienden a ocupar menos espacio. Por esto encogen más durante el enfriamiento y la formación de cristales.



Materiales Comunes



Amorfos

Bajo encogimiento

Nota: Se dice que las *dimensiones de masa* son más significativas con los materiales amorfos.

Semi-cristalinos

Alto encogimiento

Nota: Se dice que las *dimensiones térmicas* son más significativas con los materiales semi-cristalinos.



Materiales Comunes



Amorfos

Semi-cristalinos

Resumen

Se ablandan

No resisten ataques
quimicos

Transparentes

Bajo encogimiento

Se derriten

Resisten los ataques
quimicos

Opacos

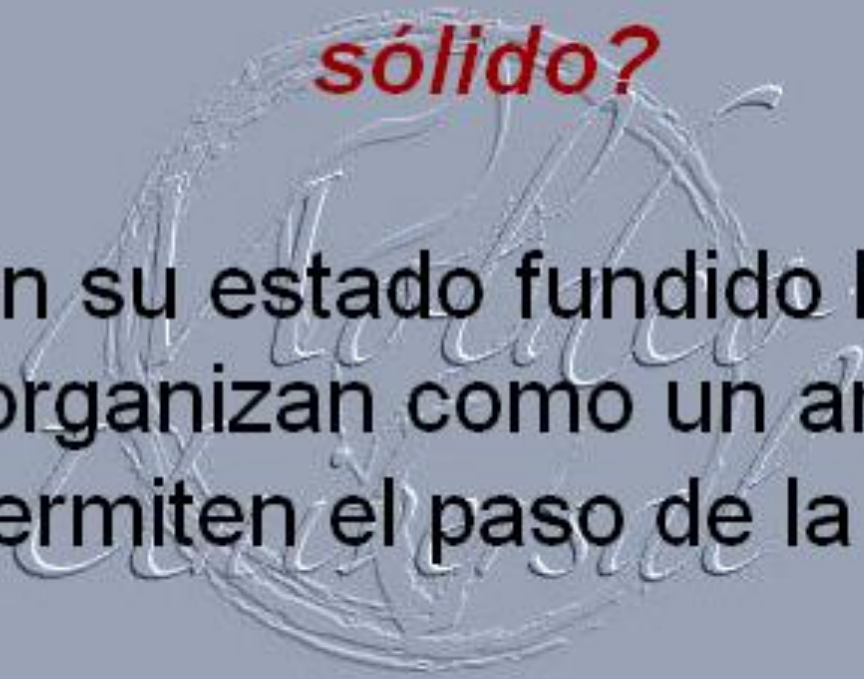
Alto encogimiento





¿Por qué son los semi-cristalinos opacos solamente en su estado sólido?

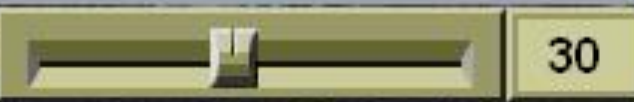
Porque en su estado fundido los cristales se desorganizan como un amorfo y sí permiten el paso de la luz.





¿Por qué son los semi-cristalinos opacos solamente en su estado sólido?

Si algún día tiene la oportunidad de observar una purga de un fundido semi-cristalino, por ejemplo polietileno, sin aditivos podrá apreciar como cambia de traslúcido a opaco según se enfría y solidifica.





¿Entonces todo material fundido no tiene morfología cristalina?

Siempre hay sus excepciones, aunque no son comunes, existen materiales que en su estado líquido forman cristales.

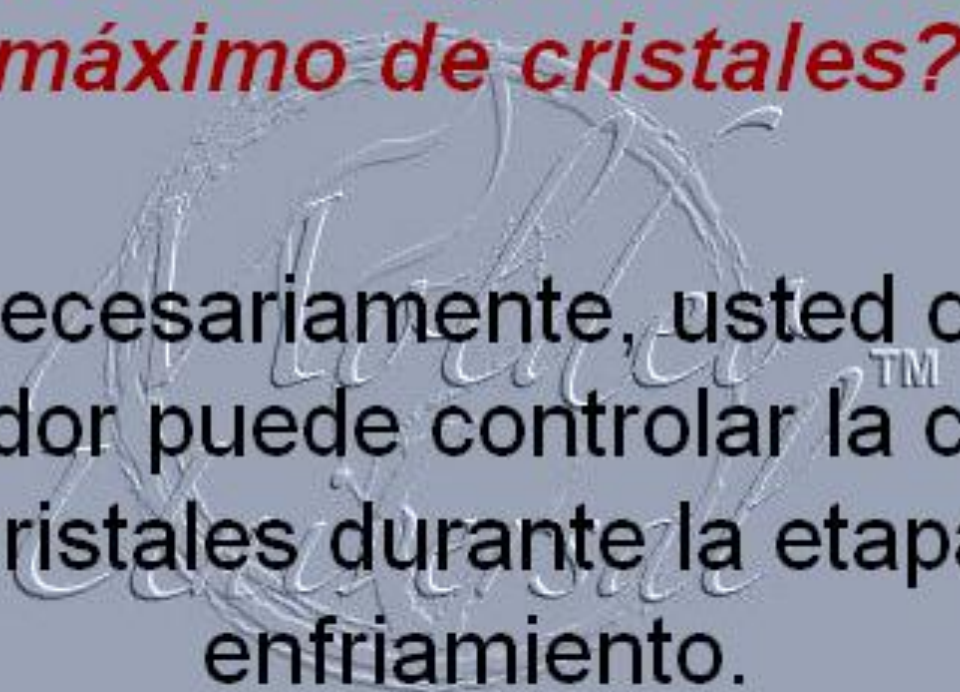
A estos les llaman “polímeros con cristales líquidos”.





¿Cuando se desmolda una pieza semi-cristalina, ha formado el máximo de cristales?

No necesariamente, usted como moldeador puede controlar la cantidad de cristales durante la etapa de enfriamiento.





¿Con piezas semi-cristalinas moldeadas, por qué quiero controlar la cantidad de cristales?

Contestemos con varios ejemplos:

- Con el objetivo de maximizar la claridad en la fabricación de preformas de PET, que luego serán estiradas para formar botellas, se busca reducir la formación de cristales al máximo.





¿Con piezas semi-cristalinas moldeadas, por qué quiero controlar la cantidad de cristales?

Si algún día tiene la oportunidad de ver resina de PET verá que es totalmente blanca y opaca, ya que está TM cristalizada al máximo.

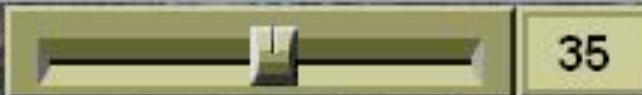
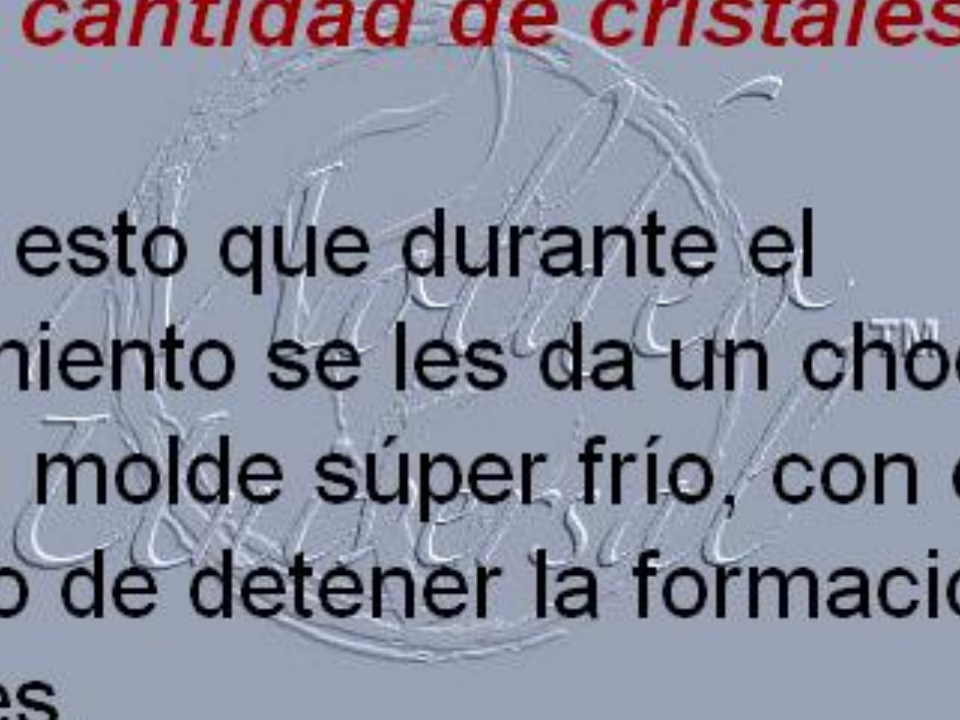
Recuerden que los cristales bloquean el paso de la luz.





¿Con piezas semi-cristalinas moldeadas, por qué quiero controlar la cantidad de cristales?

Es por esto que durante el enfriamiento se les da un choque termal, molde súper frío, con el objetivo de detener la formación de cristales.





¿Con piezas semi-cristalinas moldeadas, por qué quiero controlar la cantidad de cristales?

- La soldadura ultrasónica de termoplásticos puede ser atenuada por la estructura cristalina.

Es esta otra razón por la que algunos moldeadores controlan la formación de cristales.





¿Con piezas semi-cristalinas moldeadas, por qué quiero controlar la cantidad de cristales?

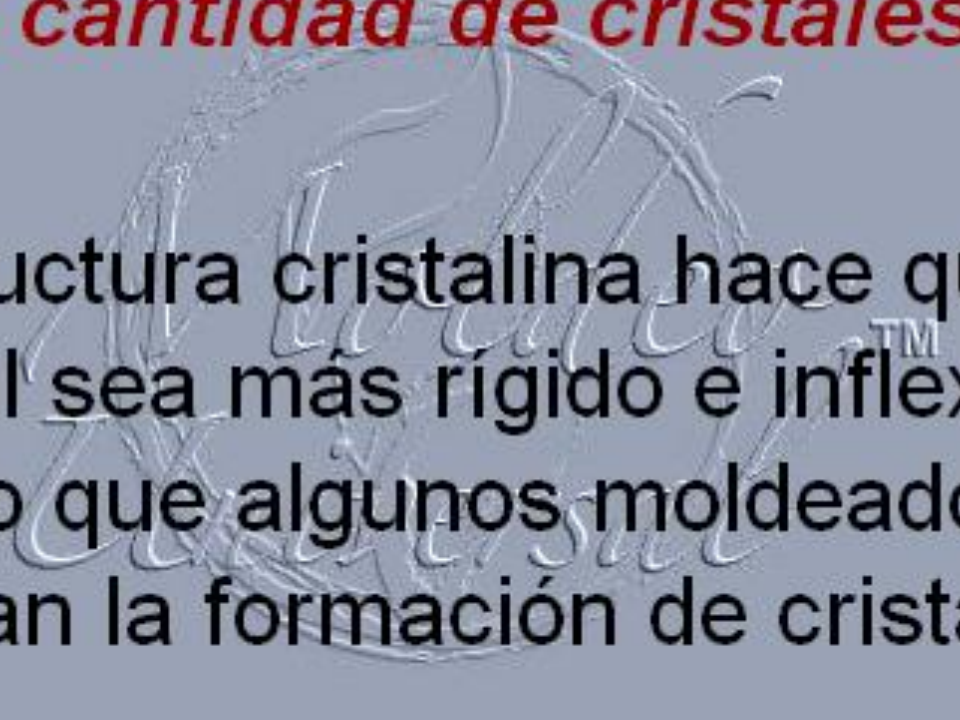
- Control de propiedades mecánicas como flexibilidad y tenacidad en productos moldeados con resinas semi-cristalinas, como amarras de nilón para atar cables ("*Tiewraps*" en inglés).





¿Con piezas semi-cristalinas moldeadas, por qué quiero controlar la cantidad de cristales?

La estructura cristalina hace que el material sea más rígido e inflexible y es por esto que algunos moldeadores controlan la formación de cristales.





Resumamos:

Conozca el tipo de material antes de intentar moldear un producto, e identifique las propiedades mecánicas que más afectan su producto.





Recuerda que:

Presión de empaque, P

Temperatura de enfriamiento, T

se combinan afectando las dimensiones de un producto moldeado.

Dimensiones = Función [T , P , TP]

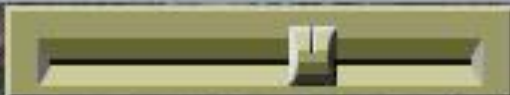




Donde:

T representa el efecto de la temperatura en las dimensiones térmicas, P el efecto de la presión en las dimensiones de masa y TP el efecto combinado de T y P en las dimensiones.

La contribución a la dimensión de cada uno de estos efectos dependerá del tipo de material.

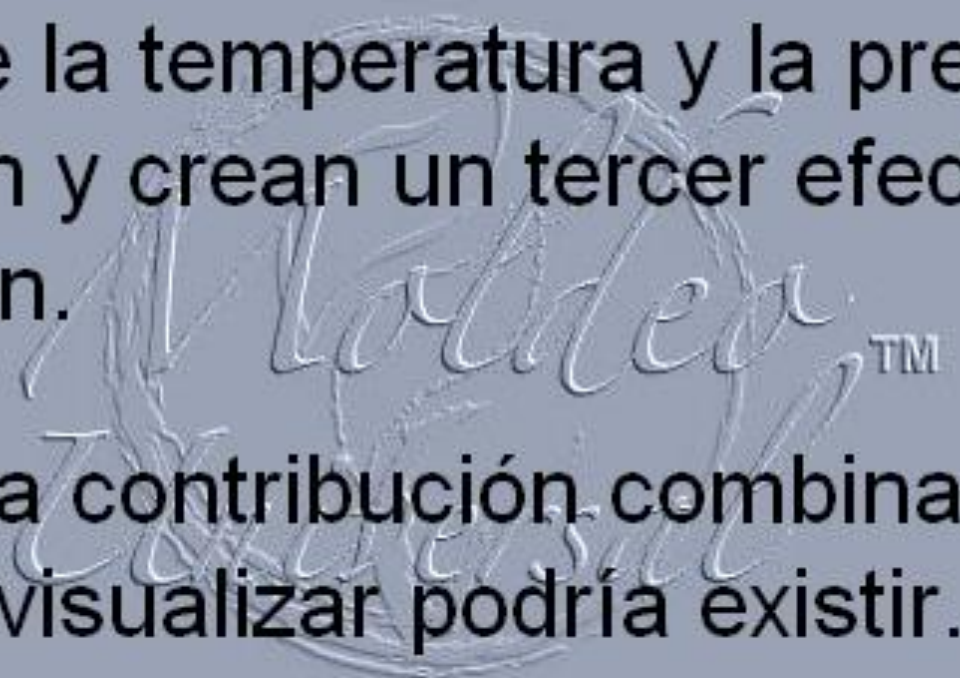




¿Qué es el efecto combinado **TP**?

Es donde la temperatura y la presión se combinan y crean un tercer efecto en la dimensión.

Aunque la contribución combinada es difícil de visualizar podría existir.



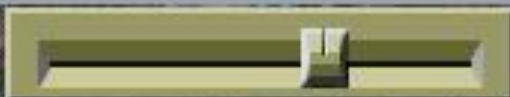


¿Qué es el efecto combinado **TP**?

Por ejemplo, el tiempo de empaque podría verse afectado con la temperatura del molde.

En algunas aplicaciones es probable que uno o dos de los efectos sean insignificantes.

Por esto entienda sus materiales antes de tratar de corregir dimensiones.







Un material semi-cristalino moldeado observaría mayor contribución de:

- A. Dimensiones de masa.
- B. Dimensiones térmicas.

Continuar





Un material amorfo moldeado observaría mayor contribución de:

- A. Dimensiones de masa.
- B. Dimensiones térmicas.

Continuar





Características de Proceso™



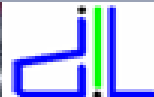
45



Características del Proceso



Amorfos	Semi-cristalinos
Problemas de sobre empaque dado a que tienen bajo encogimiento	Problemas de empaque incompleto dado a que tiene alto encogimiento
Problemas con rebaba (flash) a consecuencia de sobre empaque	Hundimientos a consecuencia del alto encogimiento
Rotura de piezas durante el desmolde, ya que encogen poco y se agarran más a la cavidad	Fácil desmolde, ya que el encogimiento ayuda a que se separe de las paredes de la cavidad





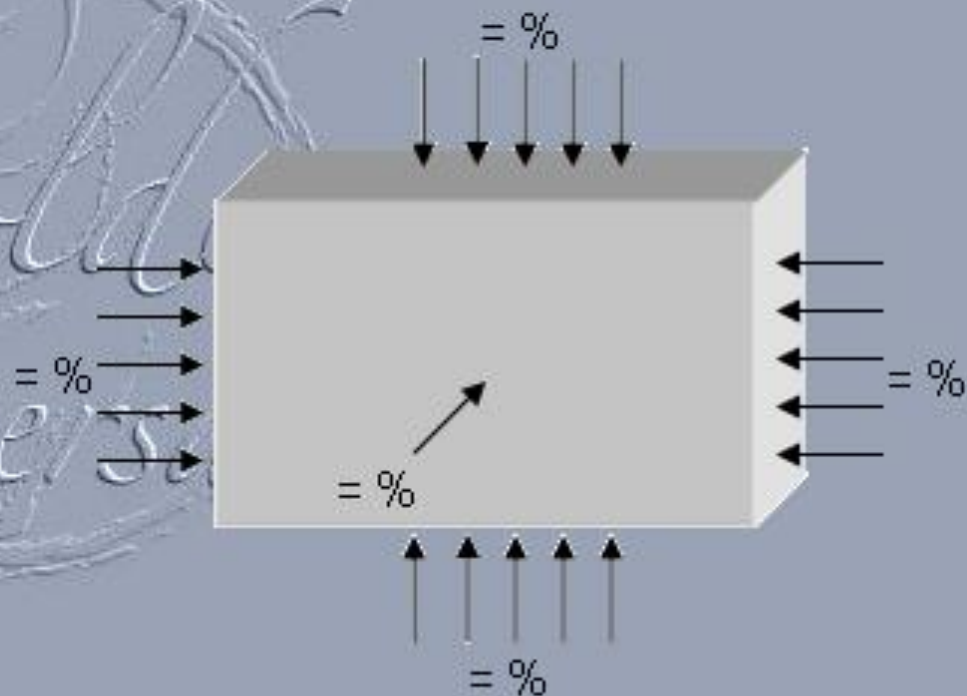
Encogimiento



Encogimiento

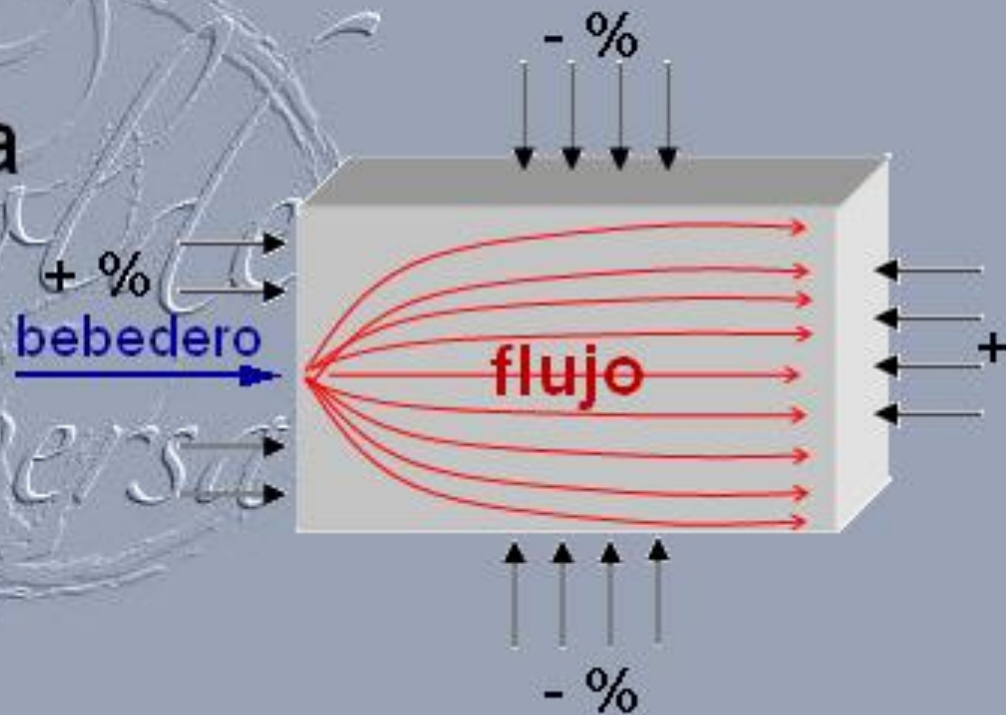


- Los materiales amorfos, para efectos prácticos encogen proporcionalmente igual en todas sus direcciones.



Encogimiento

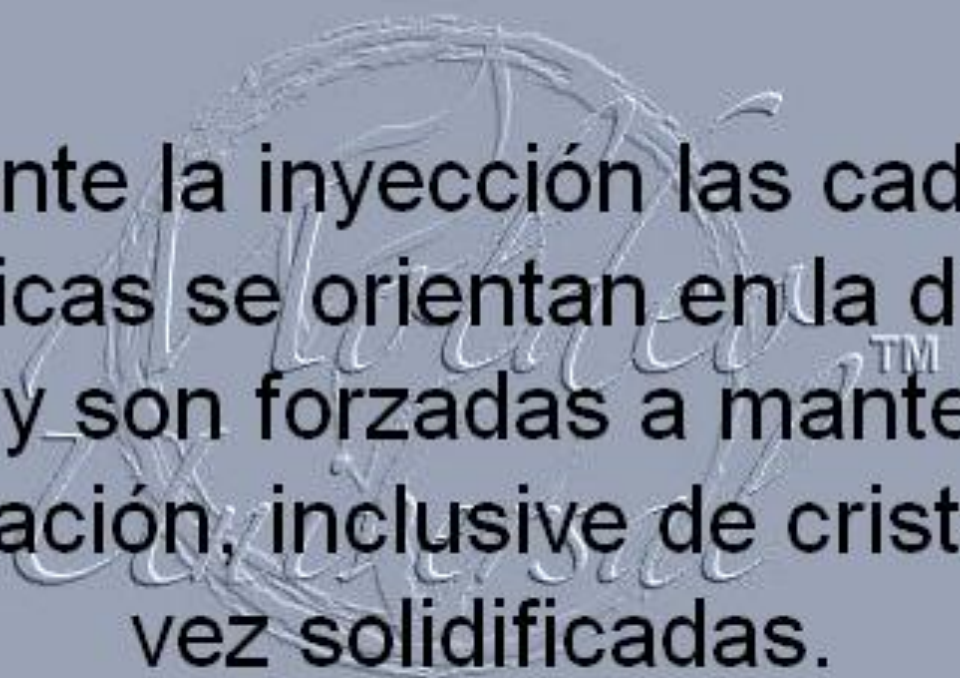
- Los materiales semi-cristalinos encogen más en la dirección del flujo de inyección que en la dirección transversal al flujo de inyección.



Encogimiento



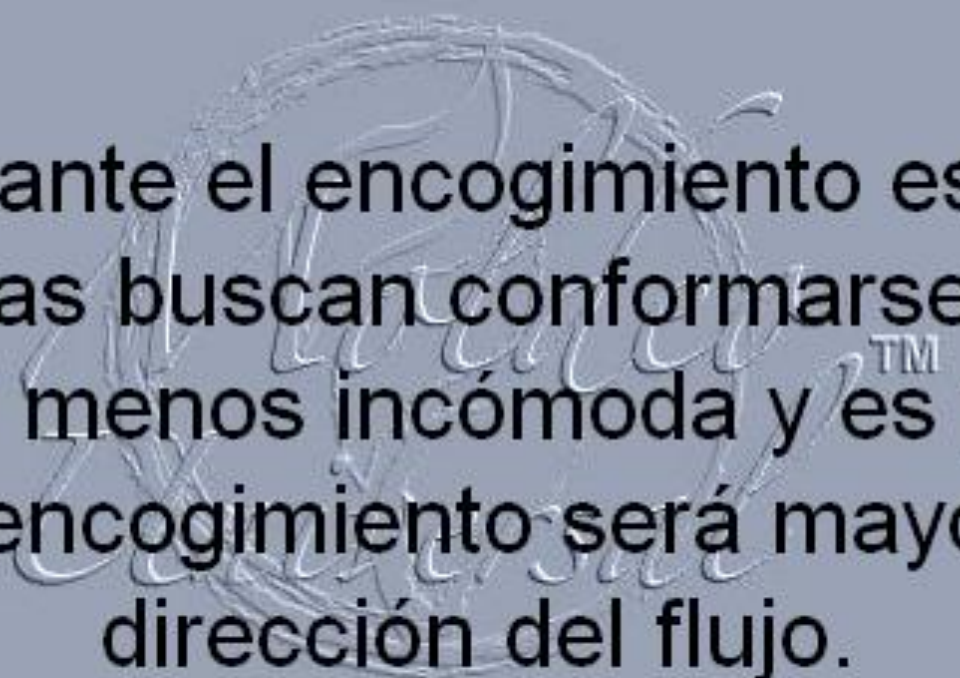
Durante la inyección las cadenas poliméricas se orientan en la dirección del flujo y son forzadas a mantener algo de orientación, inclusive de cristales, una vez solidificadas.



Encogimiento



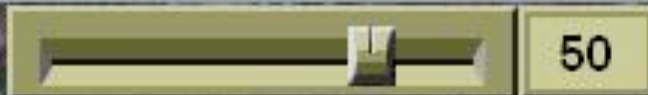
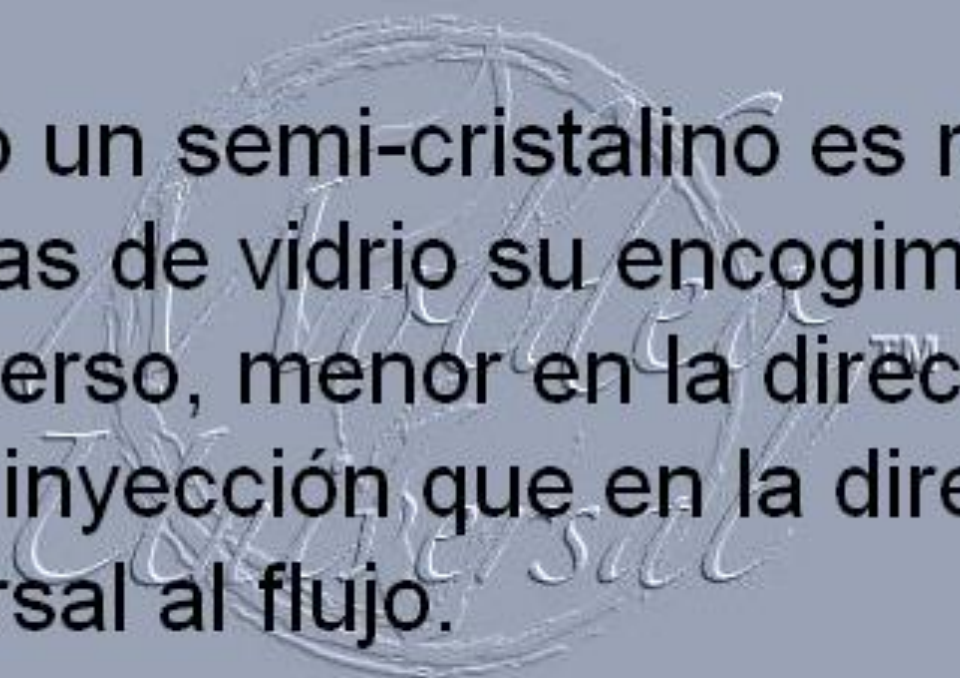
Durante el encogimiento estas moléculas buscan conformarse en una posición menos incómoda y es por esto que el encogimiento será mayor en la dirección del flujo.



Encogimiento



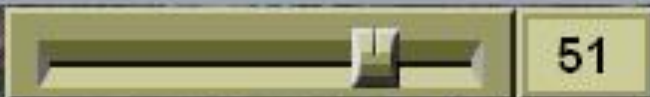
- Cuando un semi-cristalino es reforzado con fibras de vidrio su encogimiento será inverso, menor en la dirección del flujo de inyección que en la dirección transversal al flujo.



Encogimiento



Esto es a consecuencia de que las fibras se orientarán en la dirección del flujo y durante el encogimiento las fibras se comportarán como varillas de acero en el hormigón y se opondrán al encogimiento en la dirección de su orientación.

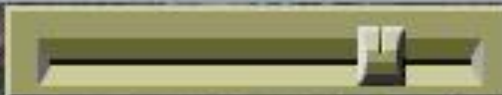


51





Algunos Experimentos



52



Algunos Experimentos



Veamos alguna experimentación
efectuada por estudiantes de *Moldeo*
*Universal*TM



Algunos Experimentos

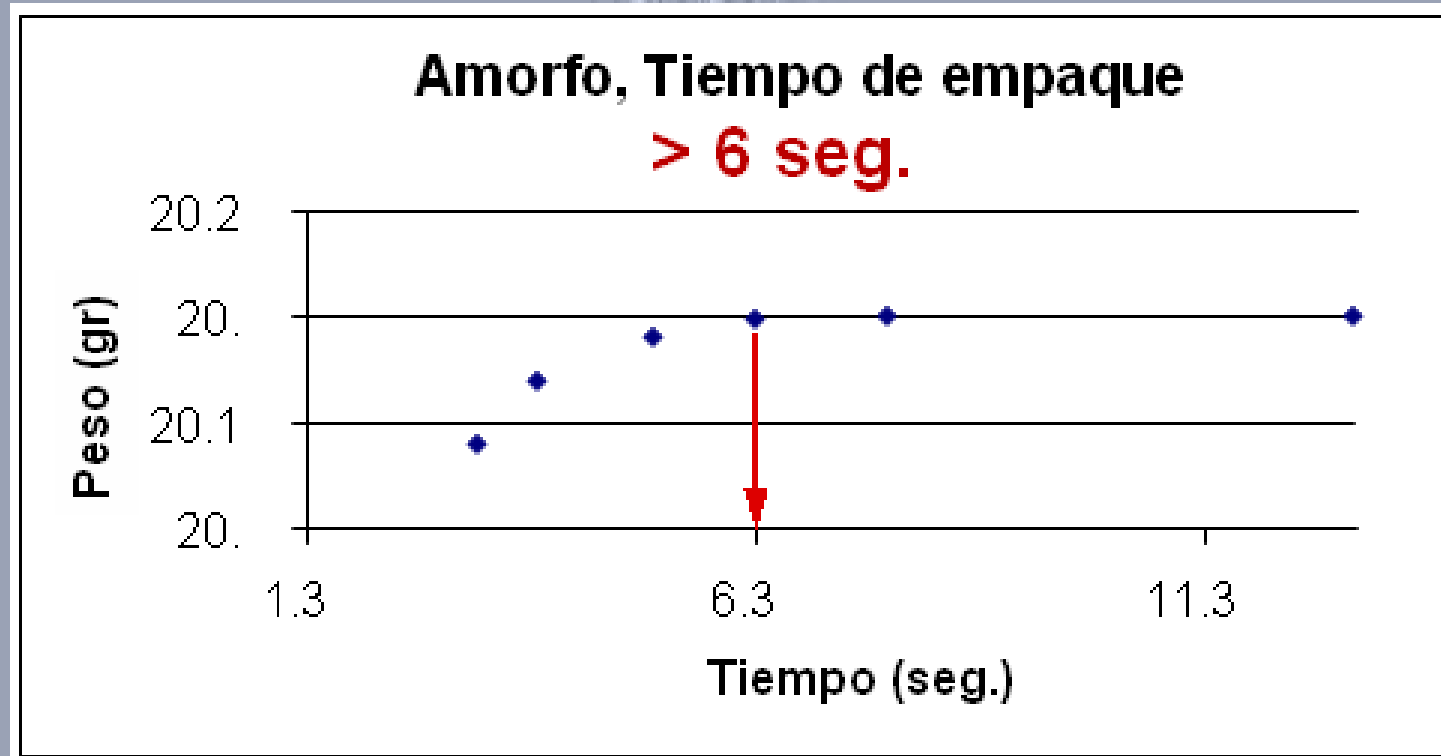
Experimento 1:

Con un mismo molde, máquina de inyección y equipos auxiliares se moldeó con dos materiales, uno amorfo (poliestireno) y el otro semi-cristalino (nilón), se experimentó el efecto en el tiempo de endurecimiento de los bebederos.

Algunos Experimentos

Las gráficas a continuación, peso de piezas contra tiempo de empaque, revelan que el material amorfo solidificó los bebederos cerca de 6 segundos y consecuentemente el peso dejó de aumentar.

Algunos Experimentos

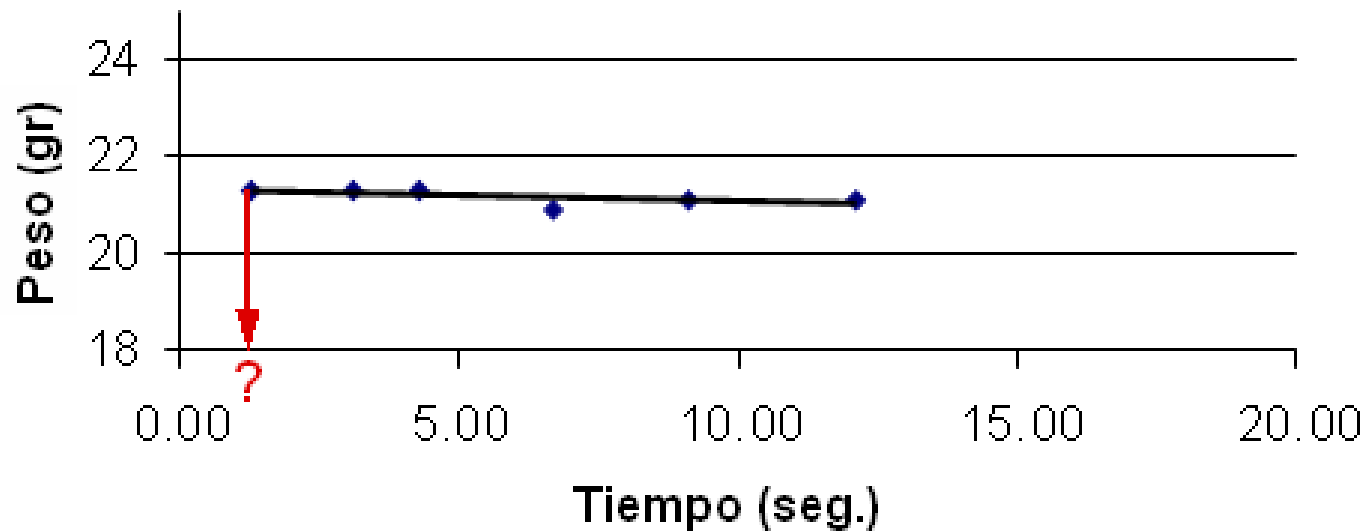


Algunos Experimentos

Con el material semi-cristalino los estudiantes detuvieron el ejercicio en 1 segundo de empaque y el bebedero se mantuvo sólido, revelando que la solidificación del bebedero sucederá en menor tiempo con el material semi-cristalino.

Algunos Experimentos

Semi-cristalino, Tiempo de empaque
><1 seg.



Algunos Experimentos

Esto es de esperarse ya que los semi-cristalinos cambian de sólido a líquido y viceversa repentinamente, contrario a los amorfos que permanecen en un estado pastoso en un amplio margen de temperatura.

Algunos Experimentos

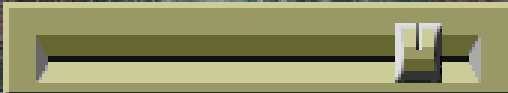
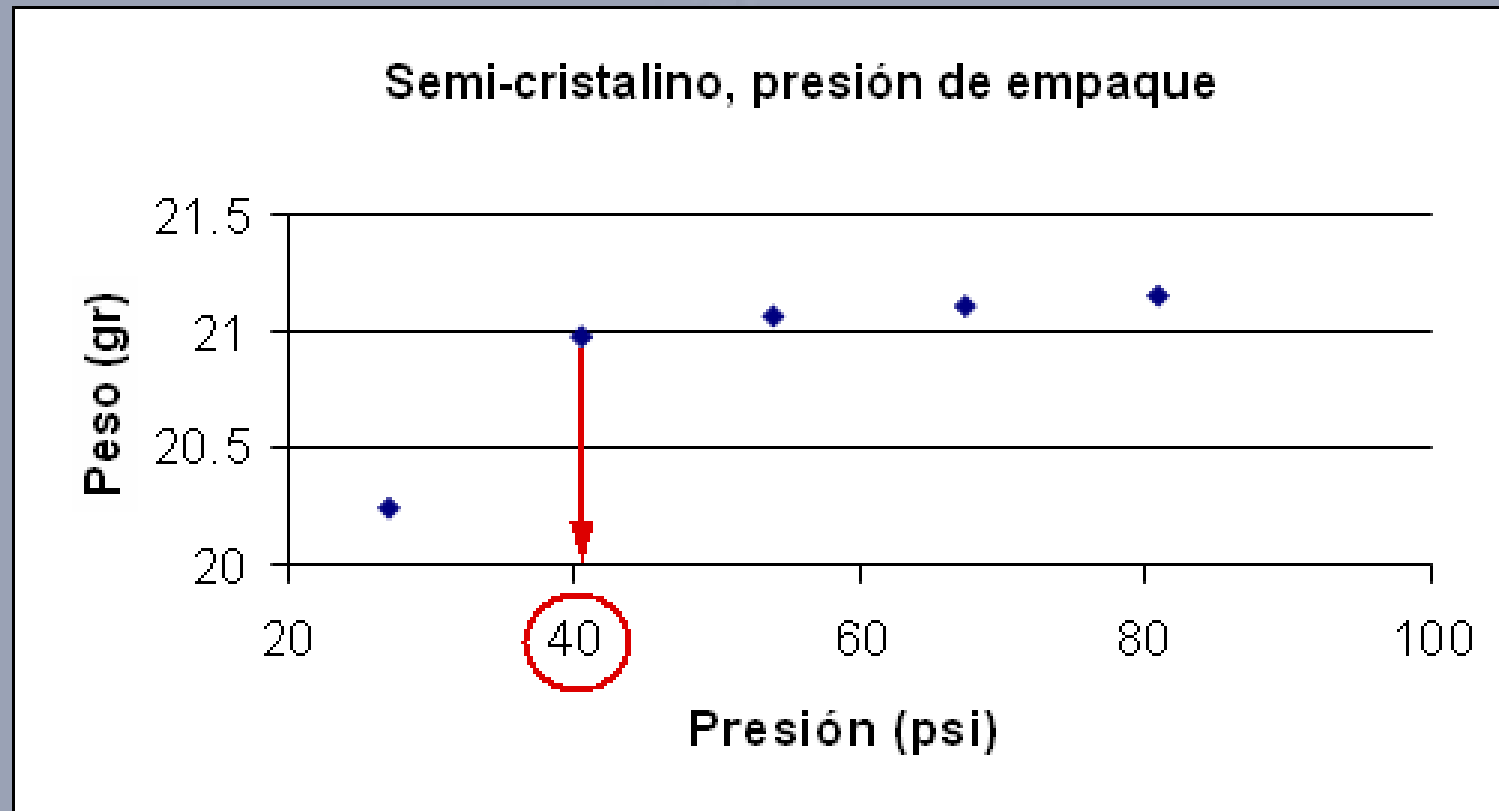
Experimento 2:

Con el mismo molde, máquina de inyección y equipos auxiliares se experimentó el efecto de la presión de empaque en el peso de las piezas; se examinaron dos materiales, uno amorfo (poliestireno) y el otro semi-cristalino (nilón).

Algunos Experimentos

El semi-cristalino mostró que el peso de las piezas dejó de aumentar significativamente a una presión de empaque de cerca de 40 psi.

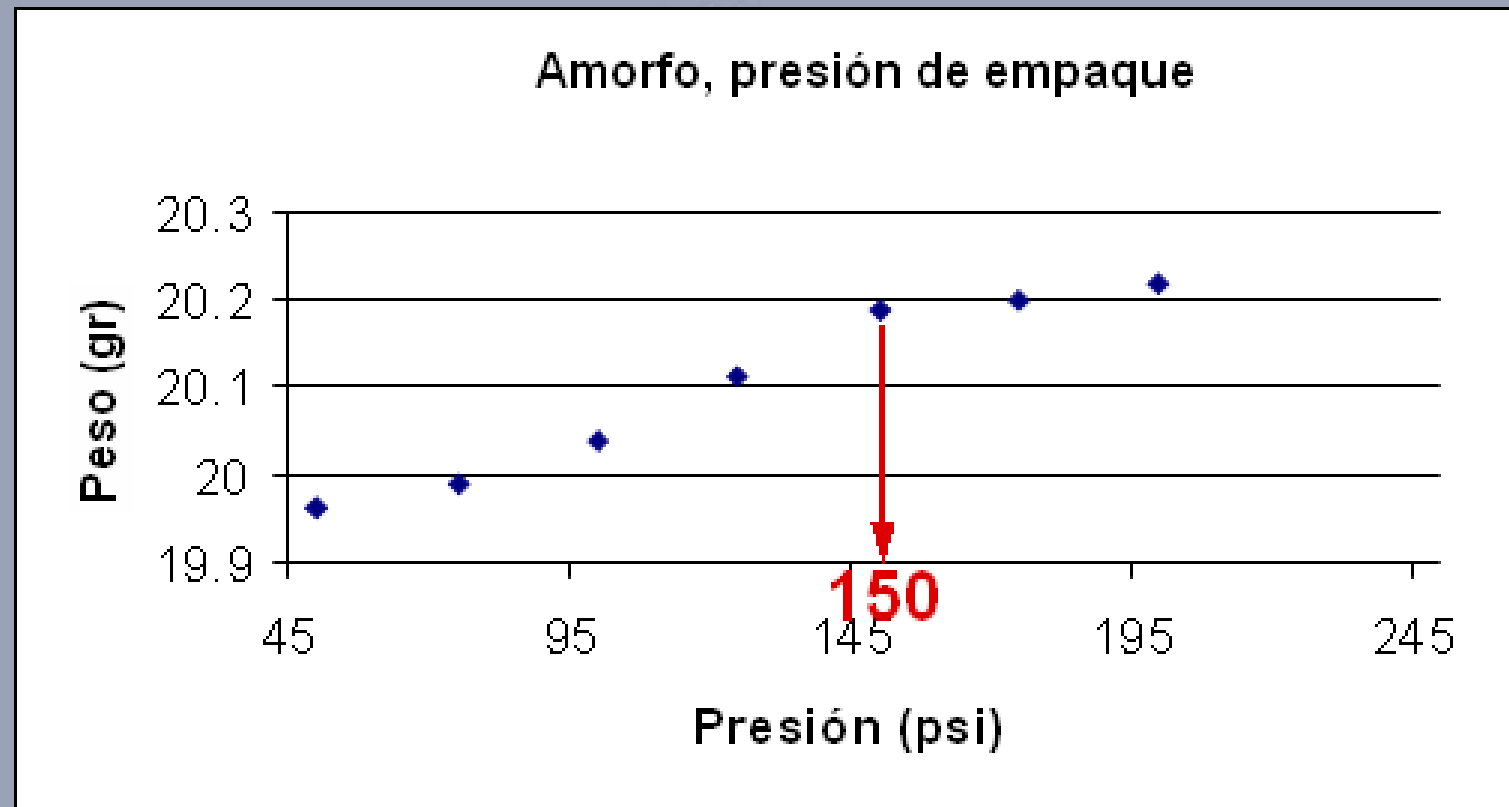
Algunos Experimentos



Algunos Experimentos

El material amorfo reveló que el peso de las piezas dejó de incrementar significativamente después de una presión de empaque de cerca de 150 psi.

Algunos Experimentos



Algunos Experimentos

Este diferencial en las presiones de empaque se podría atribuir a que el fundido amorfo es pastoso y no líquido como el semi-cristalino o al rápido endurecimiento de los bebederos de los semi-cristalinos.

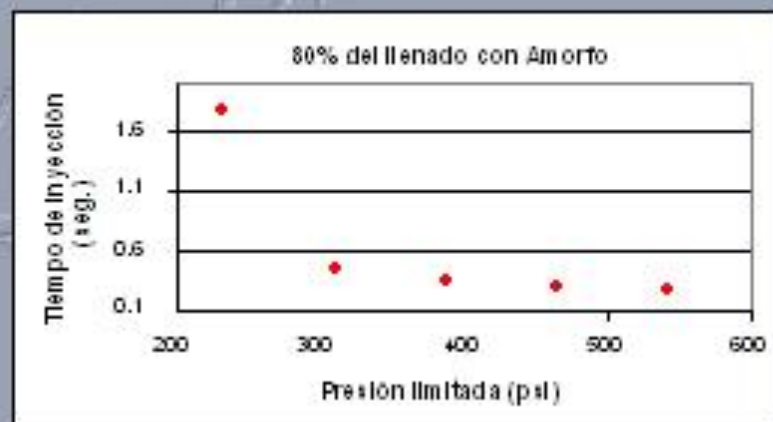
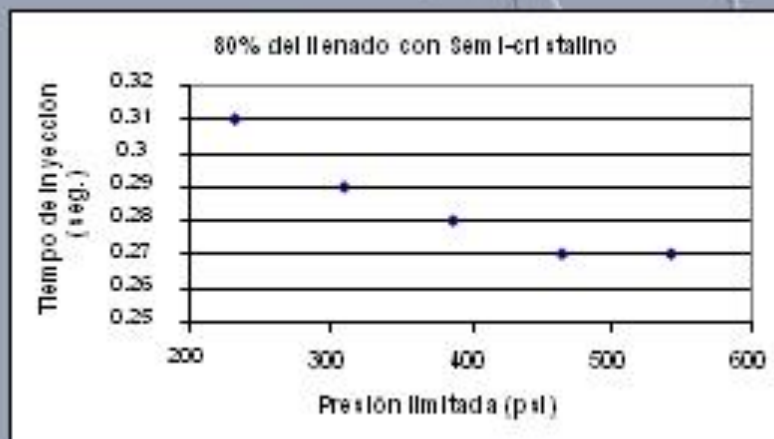
Algunos Experimentos

Experimento 3:

Con el mismo molde, máquina de inyección y equipos auxiliares se experimentó el efecto de la presión de llenado en el tiempo de llenado de un 80% del molde; se examinaron dos materiales, uno amorfo (poliestireno) y el otro semi-cristalino (nilón).

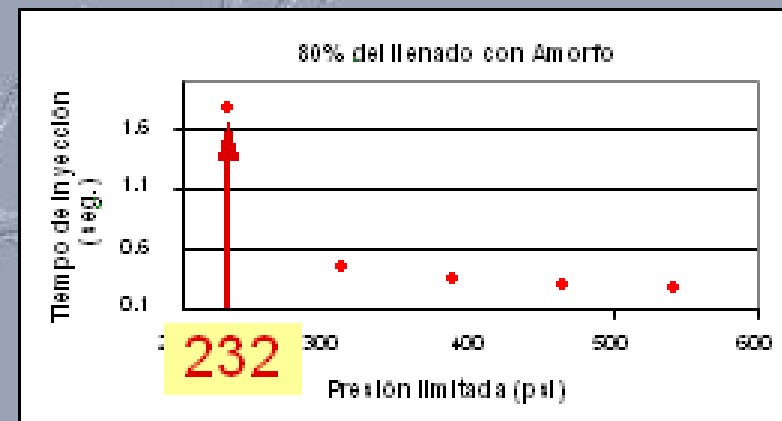
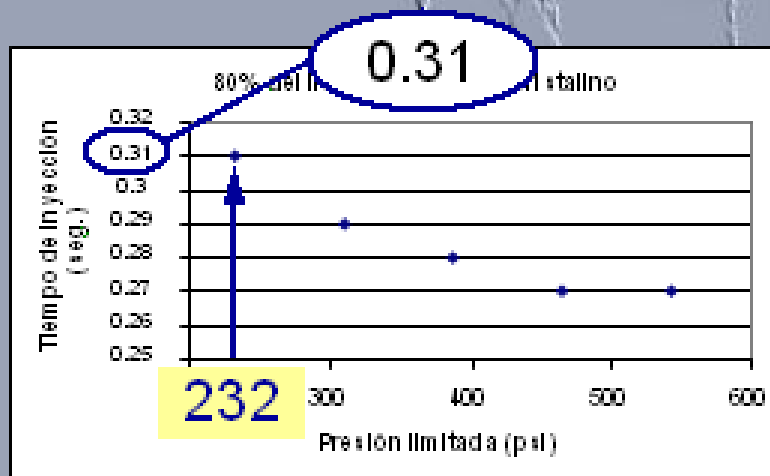
Algunos Experimentos

El material semi-cristalino, al ser más líquido, requirió menores presiones.



Algunos Experimentos

Por ejemplo, con una presión limitada a 232 psi, el tiempo de llenado del **semi-cristalino** fue 0.31 segundos comparado a 1.79 con el **amorfo**.





¿Cuánto es el número de veces que se puedes derretir un termoestable ya moldeado?

- A. Una vez.
- B. Ninguna.
- C. 4 a 7 veces.
- D. Depende del tipo de termoestable.

Continuar





En la etapa de plastificación:

- A. Los amorfos se derriten.
- B. Los semi-cristalinos se ablandan.
- C. Los semi-cristalinos se derriten y los amorfos se ablandan.

Continuar



En el ensamble por ultrasonido de piezas semi-cristalinas buscamos reducir los cristales. Por eso:

- A. Calentamos el molde para reducir los cristales.
- B. Enfriamos el molde para aumentar los cristales.
- C. Congelamos las moléculas lo más pronto posible reduciendo la formación de cristales.

Continuar





Temperatura
Lado 1



Temperatura
Lado 2

Una pieza se dobla después de desmoldada. Se sabe que con temperaturas distintas de caras del molde se elimina el doblado. La solución es:

- A. Poner la temperatura del lado 1 mayor al lado 2.
- B. Poner la temperatura del lado 2 mayor al lado 1.
- C. Poner ambas temperaturas iguales.

Continuar





Con un material amorfo controlamos el encogimiento:

- A. Aumentando la temperatura de molde conseguimos paredes más gruesas.
- B. Calentando el molde detenemos el encogimiento.
- C. Moldes calientes nos dan más encogimiento y moldes fríos menos encogimiento.
- D. Los materiales amorfos no encogen.

Continuar





El encogimiento de materiales semi-cristalinos:

- A. Es igual en todas las direcciones.
- B. Es menor en la dirección del flujo.
- C. Es mayor en la dirección del flujo siempre y cuando no esté reforzado con fibras de vidrio.

Continuar





Dado a que el encogimiento de los amorfos es menor que los semi-cristalinos:

- A. Los amorfos dan mayor problema de hundimientos:
- B. Los semi-cristalinos dan mayor problemas de desmolde
- C. Los semi-cristalinos dan más problemas de hundimiento que los amorfos.

Continuar

