



Otros procesos de preformar



Jesús Velázquez Sancho



Otros procesos de preformado:

- I. Preformado de plásticos
- II. Pulvimetalurgia
- III. Moldeado de cerámicas
- IV. Moldeado y formado de vidrio
- V. Prototipado rápido



I. Índice de preformado de plásticos

1. Introducción
2. Procesos de conformado de plásticos:
 - Extrusión
 - Inyección
 - Soplado
 - Termoconformado
 - Otros procesos
3. Consideraciones de diseño
4. Consideraciones económicas



1. Introducción

Generalidades:

- Procesos similares a los de metales
- Temperaturas menores -> mayor simplicidad
- Exige un mayor control de temperatura y otros parámetros para no degradar los polímeros.

Tipos de polímeros según su comportamiento a la temperatura:

- Polímeros termoplásticos
 - Se distinguen 3 temperaturas importantes:
 - Temperatura de transición vítrea
 - Temperatura de fusión
 - Temperatura de degradación
- Polímeros termoestables
 - No tienen transición vítrea.
 - Con temperatura alta tienden a quemarse
 - Mejores propiedades
- Elastómeros
 - Temperatura de transición vítrea baja



1. Introducción

Plásticos:

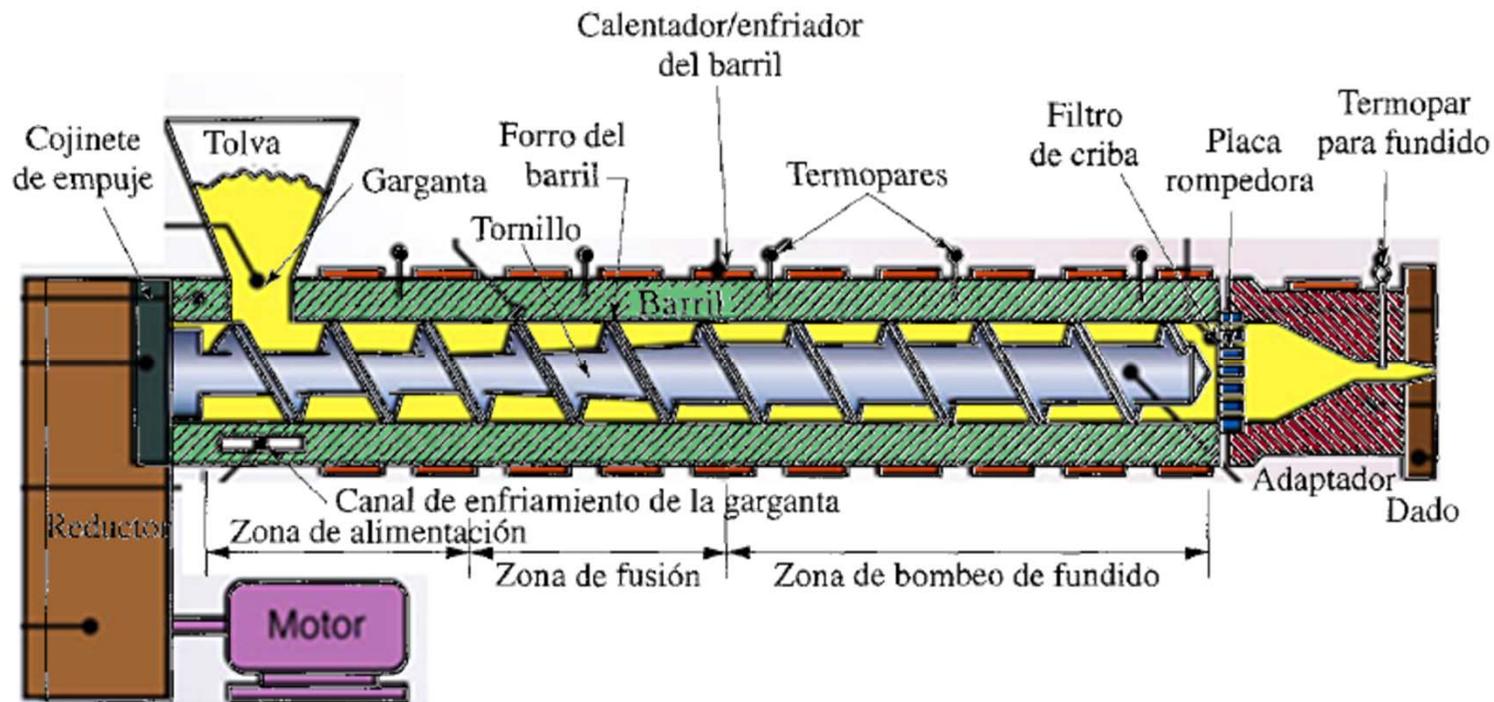
- Resistencia a la corrosión y a los productos químicos
- Baja conductividad eléctrica y térmica
- Baja densidad
- Elevada relación resistencia / peso, particularmente cuando es reforzado
- Reducción de ruido
- Amplia selección de colores y transparencias
- Facilidad de manufactura y posibilidades de diseños complejos
- Coste relativamente bajo



2. Procesos de conformado de plásticos

Extrusión:

- Materiales utilizados termoplásticos y elastómeros (rara vez termofijos)
- Perfiles de plástico, bolsas de plástico, recubrimiento de cables.....
- Piezas continuas (largas).



2. Procesos de conformado de plásticos

Inyección:

- **Tiempos** de ciclo de entre 10 y 30 seg. (aunque también pueden durar minutos)
- **Materiales:** termoplásticos (enfriamiento en el molde), termofijos (moldes calientes para el curado) y elastómeros.
- **Equipo:** Unidad de inyección: similar al extrusor. Tornillo: mezcla, calienta e inyecta el polímero en el molde y vuelve a su posición (tornillo reciprocante), similar a la fundición a presión en cámara caliente.

Unidad de sujeción: mantiene las dos mitades del molde alineadas y cerradas (alta fuerza de sujeción) y permite la apertura y el cierre del molde.

- **Máquinas:**

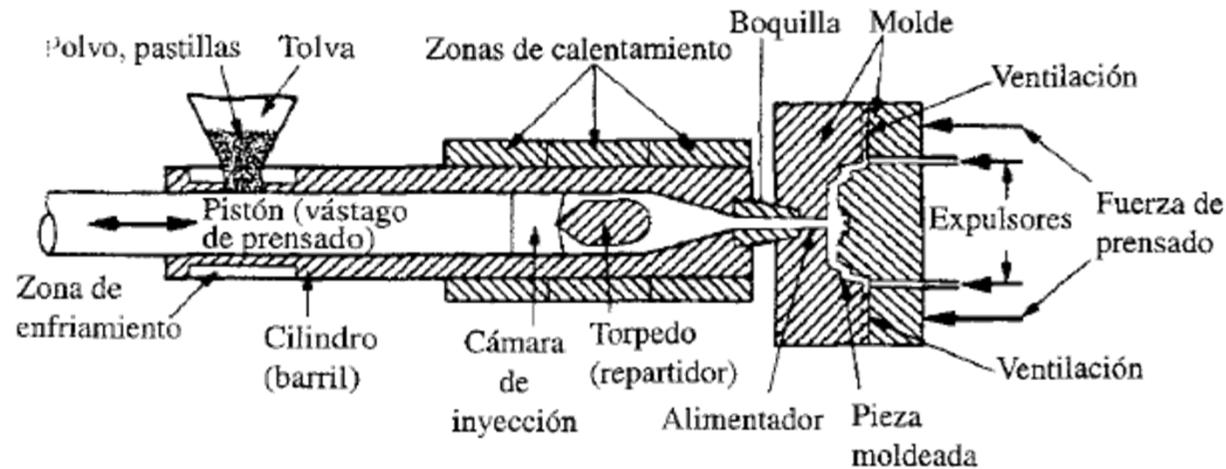
La fuerza de prensado en la matriz suele aplicarse hidráulicamente. Esta fuerza va típicamente de 100 a 250 toneladas, aunque hay máquinas de hasta 5000 toneladas. El coste de una máquina de 100 toneladas va de unos 60.000 a unos 90.000 €.





2. Procesos de conformado de plásticos

Máquina de inyección



Defectos en la inyección de plásticos:

- Llenado deficiente
- Rebaba
- Hundimientos y huecos
- Líneas soldadas

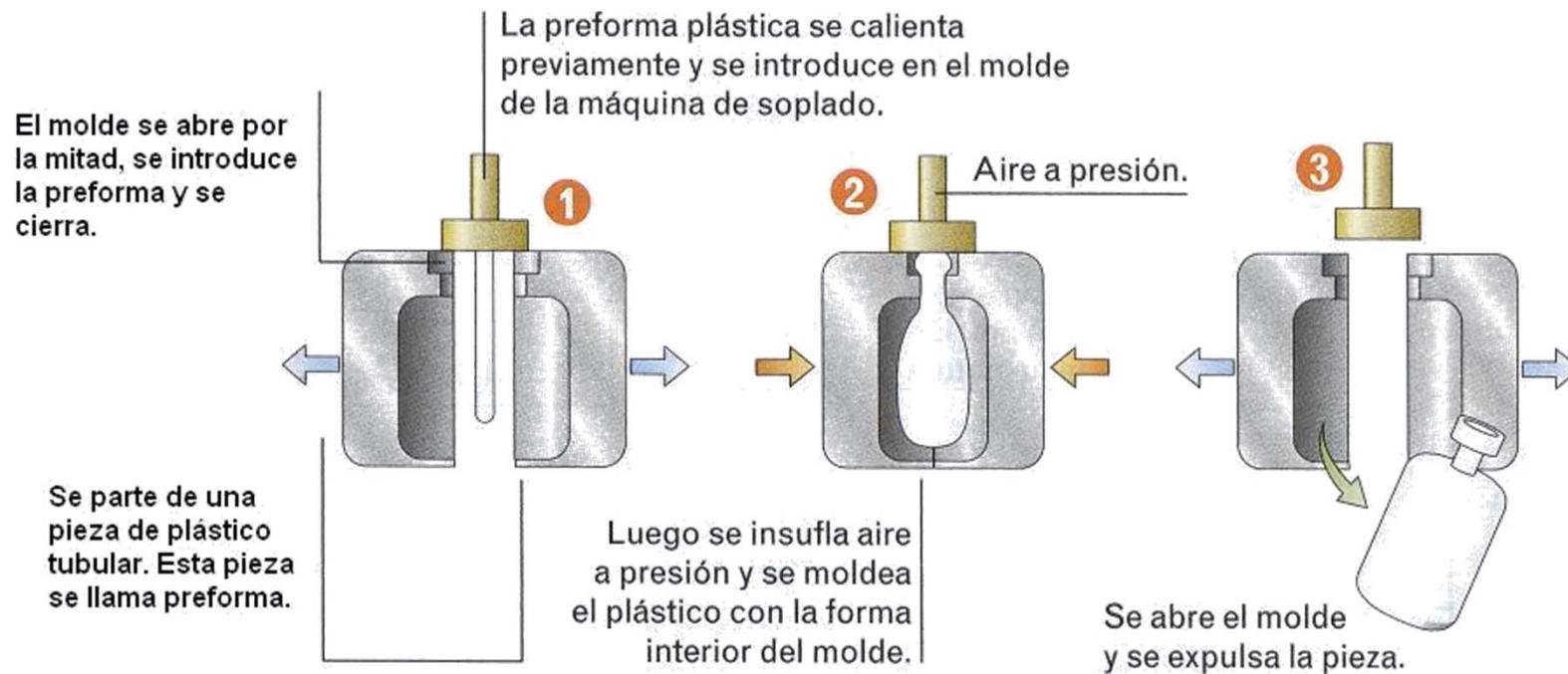




2. Procesos de conformado de plásticos

Soplado de plásticos:

- Se inyecta aire a partir de una pieza extrusionada o inyectada
- Botellas, envases, bolsas de plástico...

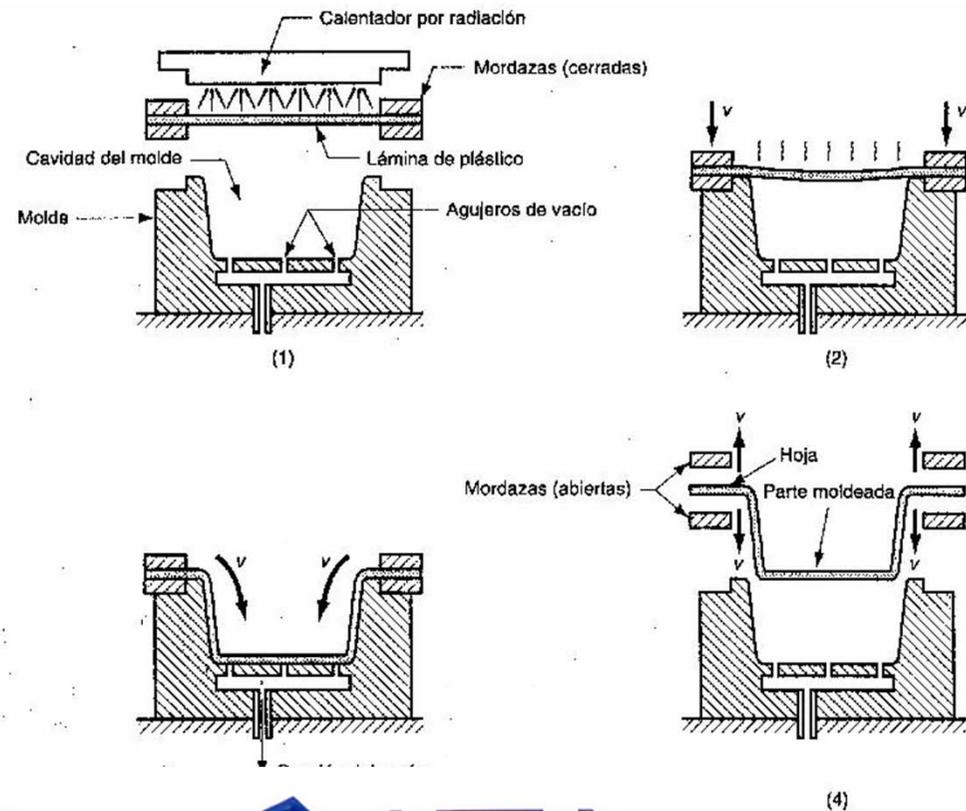




2. Procesos de conformado de plásticos

Termoconformado:

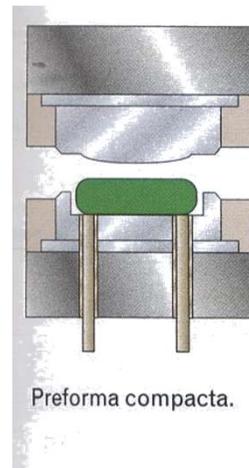
- En este proceso se calienta una lámina en un horno hasta que se reblandece, pero no hasta el punto de fusión. A continuación la hoja se saca del horno, se coloca sobre un molde y se empuja contra él, por aplicación de vacío.
- Materiales: termoplásticos, por su gran capacidad de alargamiento uniforme



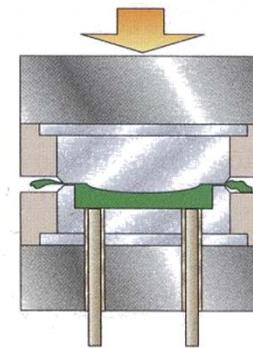


2. Proc. de conformado de plásticos: Otros procesos

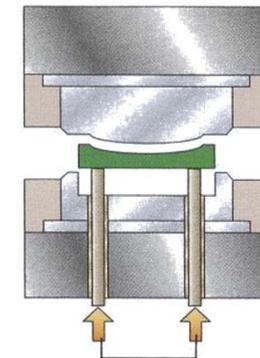
Moldeo por compresión:



Preforma compacta.

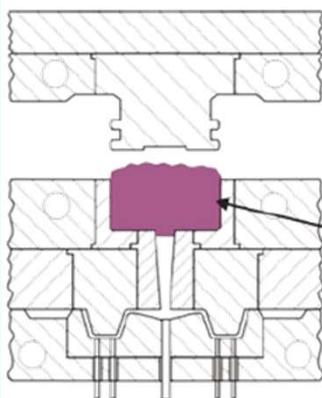


Al aplicar presión y calor a la preforma, se produce el **proceso de curado**, obteniéndose la forma definitiva.

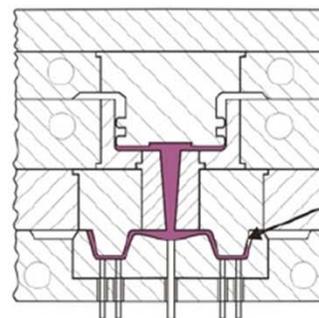


Unos resortes empujan la pieza y la extraen del molde.

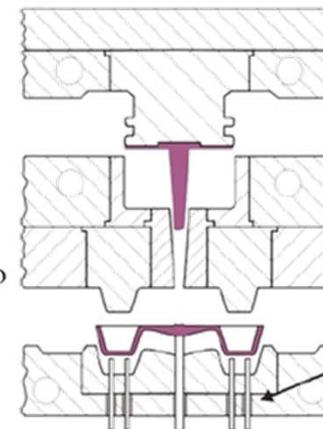
Moldeo por transferencia:



cámara de transferencia



cavidad de moldeo



espigas extractoras



Problema :

Se va a usar una máquina de moldeo por inyección, de 250 ton, para fabricar engranes rectos de 114.30mm de diámetro y 12.70mm de espesor, siendo el material aluminio. Los engranes tienen un perfil de diente fino. ¿Cuántos engranajes se pueden moldear por inyección en un sólo conjunto de moldes?

$$\text{Fuerza de cierre} = \text{Presión} \times \text{Área proyectada}$$

Nota (presiones según proceso):

- Cámara caliente → máx. 35 MPa el promedio habitual 15 MPa
- Cámara fría → máx. 150 MPa lo normal entre 20 a 100 Mpa
- Inyección de plásticos → de 70 a 200 Mpa



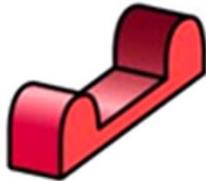
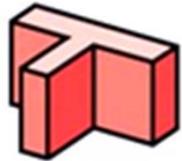
3. Consideraciones de diseño

- **Aspectos generales:** menor resistencia y rigidez que los metales, buena resistencia al impacto, temperaturas de servicio limitadas, mayor expansión térmica, degradación por la luz y otras radiaciones, resistencia a la corrosión.
- **Piezas extruidas:**
 - Espesor uniforme de paredes: para evitar flujo turbulento.
 - No utilizar secciones huecas: complican la matriz.
 - Evitar esquinas agudas que suponen concentración de esfuerzos.
- **Piezas moldeadas:**
 - Elevadas cantidades (10.000 piezas) para una producción rentable.
 - Pequeños espesores de pared con refuerzos (si es necesario), mejor que grandes espesores (desperdicio de material, problemas de llenado).
 - Evitar esquinas agudas que interrumpen el flujo laminar.
 - Ángulo de salida para extracción del molde.
 - Son deseables amplias tolerancias debido a contracción, etc.



3. Consideraciones de diseño

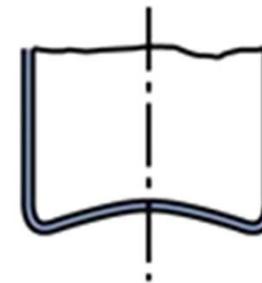
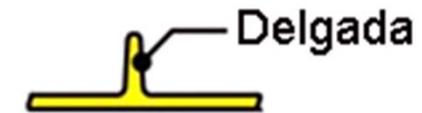
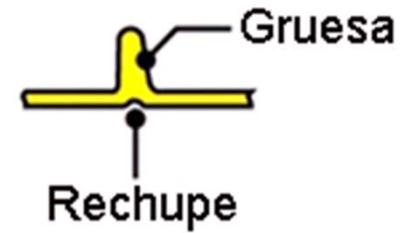
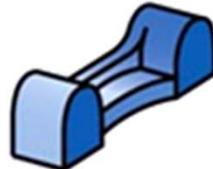
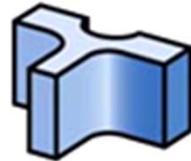
Diseño original



Distorsión



Diseño modificado





4. Consideraciones económicas

- Coste económico muy dependiente del volumen de producción.
- Coste máquinas de inyección directamente proporcional a la fuerza de prensado.
- Cantidad óptima de cavidades (piezas) en un molde

	Costo del capital para equipo	Tasa de producción	Costo de herramientas	Volumen característico de producción, cantidad de piezas						
				10	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷
Maquinado	Medio	Media	Bajo	-----						
Moldeo por compresión	Alto	Media	Alto	-----						
Moldeo de transferencia	Alto	Media	Alto	-----						
Moldeo por inyección	Alto	Alta	Alto	-----						
Extrusión	Medio	Alta	Bajo	*						
Moldeo rotativo	Bajo	Baja	Bajo	-----						
Moldeo por soplado	Medio	Media	Medio	-----						
Termoformado	Bajo	Baja	Bajo	-----						
Colado	Bajo	Muy baja	Bajo	-----						
Forjado	Alto	Baja	Medio	-----						
Moldeo de espuma	Alto	Media	Medio	-----						



Preformado de plásticos. Resumen

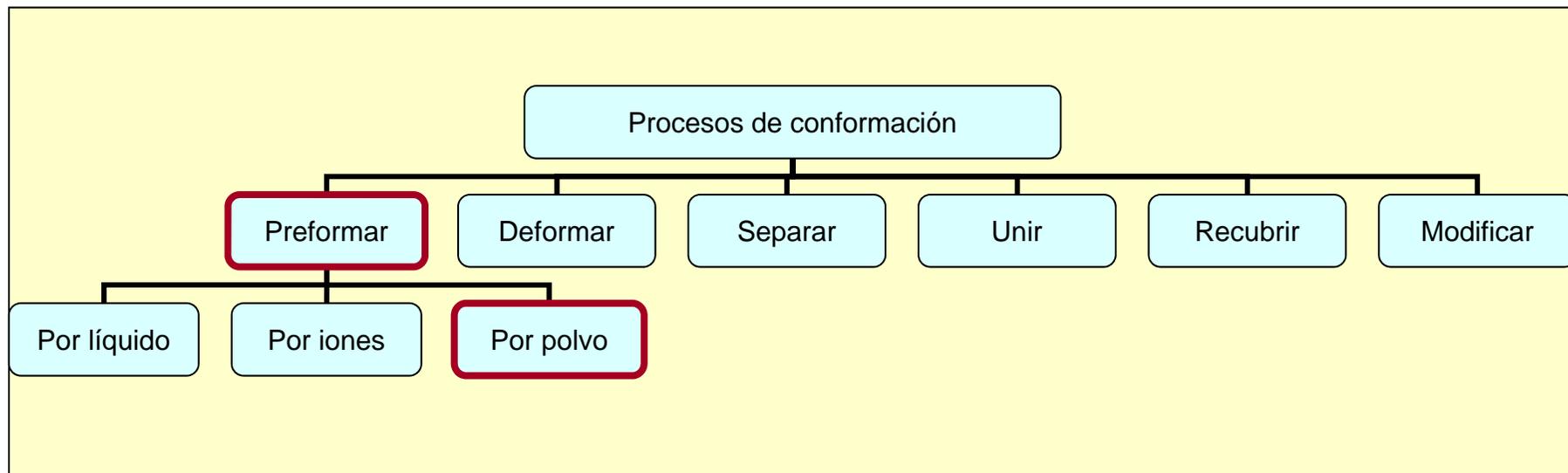
Proceso	Características
Extrusión	Secciones complicadas, largas, sólidas o huecas; grandes tasas de producción; bajos costos de herramientas; tolerancias amplias.
Moldeo por inyección	Formas complejas de diversos tamaños, para eliminar ensamble; altas tasas de producción; herramientas costosas; buena precisión dimensional.
Moldeo de espuma estructural	Piezas grandes con gran relación de rigidez a peso; herramientas menos costosas que en el moldeo por inyección; bajas tasas de producción.
Moldeo por soplado	Piezas huecas y de paredes delgadas de varios tamaños; grandes tasas de producción y bajo costo; para fabricar botellas.
Moldeo rotativo	Formas huecas grandes de contornos relativamente sencillos; bajo costo de herramientas; bajas tasas de producción.
Termoformado	Cavidades superficiales o relativamente profundas; bajos costos de herramienta; tasas medias de producción.
Moldeo por compresión	Piezas parecidas a las de forjado con matriz de impresión; herramientas relativamente poco costosas; tasas medias de producción.
Moldeo de transferencia	Piezas más complicadas y mayores tasas de producción que en el moldeo por compresión; algo de pérdidas por recortes; costo intermedio de herramientas.
Colado	Formas sencillas o intrincadas hechas con moldes flexibles; bajas tasas de producción.
Procesamiento de materiales compuestos	Largos tiempos de ciclo; las tolerancias y el costo de herramientas dependen del proceso.



II. Índice de pulvimetalurgia

1. Introducción
2. Proceso de pulvimetalurgia
3. Consideraciones de diseño

DIN 8580





1. Introducción

Definición: La pulvimetalurgia o metalurgia de polvos es un procedimiento de fabricación a partir de polvo del material de la pieza. Consiste en la pulverización y mezcla de polvo del material de la pieza final que es compactado y calentado sin llegar a fundirlo de tal forma que los granos se adhieren unos a otros. A este calentamiento se le denomina sinterizado.

Piezas complejas de aleaciones de alta resistencia y dureza

- Productos macizos:
Esferas, engranajes, levas, herramientas para mecanizado...
- Productos porosos:
Filtros y cojinetes impregnados de aceite

Mayoría de piezas de menos de 2,5 kg, aunque pueden llegar hasta los 50 kg.





1. Introducción

Materiales: en forma de polvo

- Metálicos:
 - Partículas puras de:
 - Hierro, cobre, aluminio, estaño, titanio
 - Partículas pre aleadas:
 - Aceros, aceros inoxidable, latón, bronce
- Cerámicos
 - Materiales refractarios

La geometría de los polvos metálicos se puede definir mediante

- Tamaño de partícula
- Forma y estructura interna de las partículas
 - Forma
 - Estructura
- Área superficial



1. Introducción

Ventajas:

- Producción masiva de piezas en forma final o casi final \Rightarrow reduce o elimina procesos posteriores.
- Muy poco desperdicio de material (97% de los polvos iniciales \Rightarrow producto).
- Producc. de piezas con un nivel específico de porosidad (rodamientos impregnables con aceite).
- Permite fabricar metales difíciles con otros métodos (materiales refractarios: tungsteno).
- Mejores tolerancias dimensionales que la mayoría de los procesos de fundición.
- Procesos automatizables.
- Compite con la fundición, la forja y el mecanizado.

Inconvenientes:

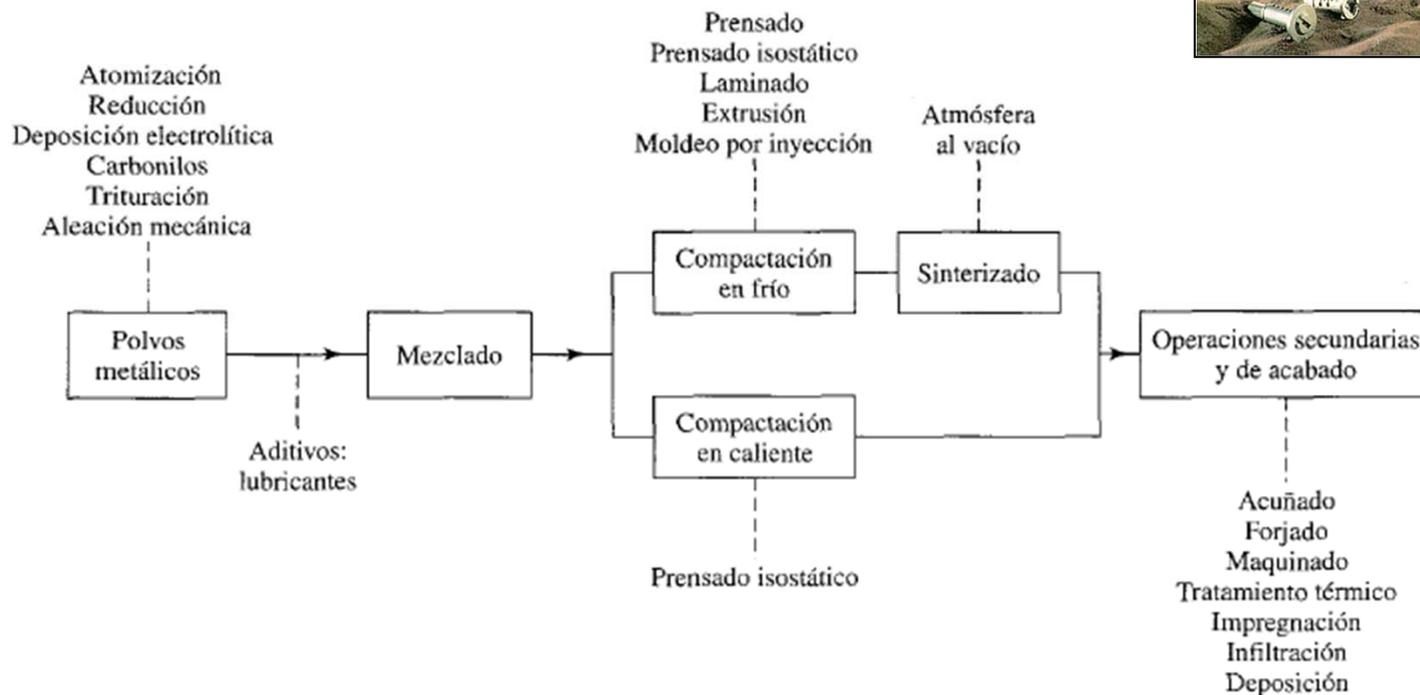
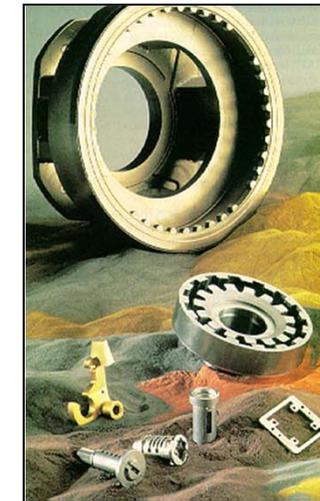
- Alto coste del equipo y las herramientas \Rightarrow niveles medios o altos de producción.
- Alto coste de los polvos metálicos.
- Dificultades de almacenamiento y manejo de los polvos metálicos (degradación del metal, riesgo de incendio).
- Limitaciones en la forma de las piezas: dificultad de flujo de los polvos metálicos en ciertas direcciones (no fluyen fácilmente en dirección lateral dentro de la matriz durante el prensado).
- Variaciones de densidad del material en la pieza (especialmente en piezas de geometría compleja).



2. Proceso de pulvimetalurgia

Etapas del proceso:

1. Producción del polvo
2. Mezclado
3. Compactado
4. Sinterizado
5. Operaciones secundarias y de acabado

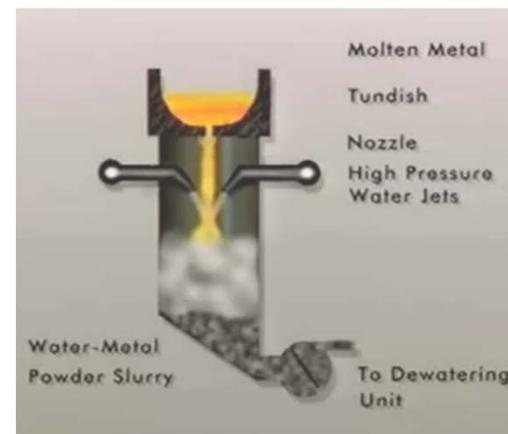




2.1 Etapas del proceso

Producción del polvo

- Hay que controlar:
 - Tamaño de partículas
 - Distribución de tamaños
 - Forma
- Tipos de proceso para producción de polvo. Controlar
 - Mecánicos (molido)
 - Electro-químicos (Reducción, Deposición electrolítica)
 - Mediante fusión del material (atomización)
 - Atomizado por gas
 - Atomizado con agua

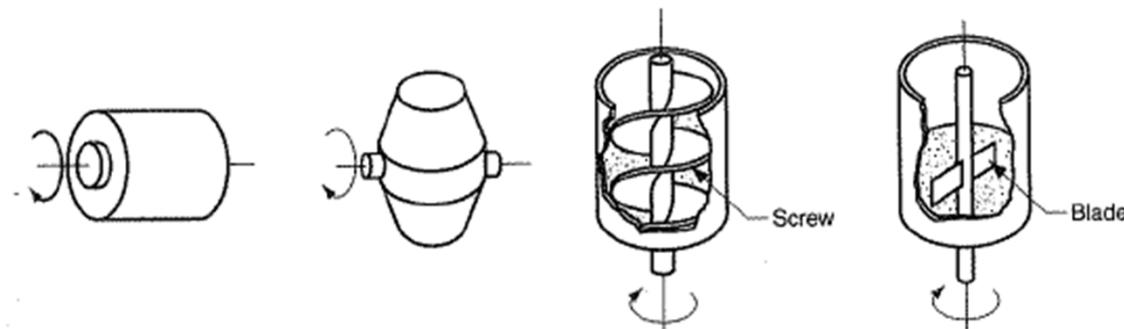




2.1 Etapas del proceso

Mezclado de polvos

- **Objetivos**
 - Distribuir de forma homogénea los distintos **tamaños y formas** de polvo de material
 - Distribuir de forma homogénea los distintos **tipos de material** en caso de desearse nuevas aleaciones
 - Mezclar **lubricante** si se desea menor fricción entre partículas-> Mejor flujo durante la compresión
- **Evitar**
 - Contaminación
 - Endurecimiento
- **Peligro** de explosión con ciertos materiales
 - Aluminio, magnesio, titanio...





2.1 Etapas del proceso

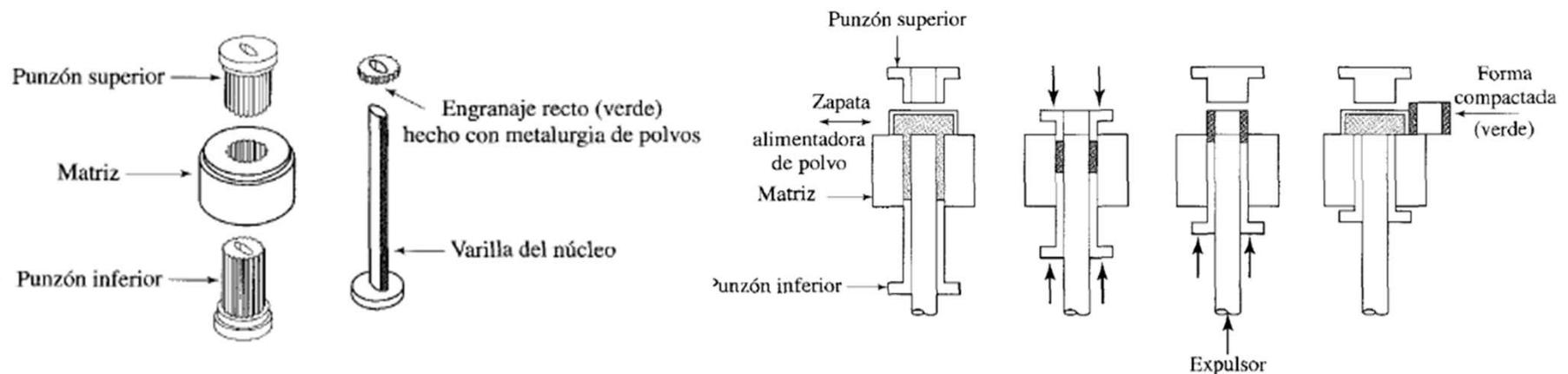
Compactado

- Objetivo

Obtener la forma, densidad y contacto entre partículas necesarios para que la pieza tenga la resistencia suficiente y se pueda seguir procesando

- Procedimiento

- Normalmente en frío
- Matrices o moldes para dar la forma
- Prensas para aplicar presión
- Fluidez mejora el llenado

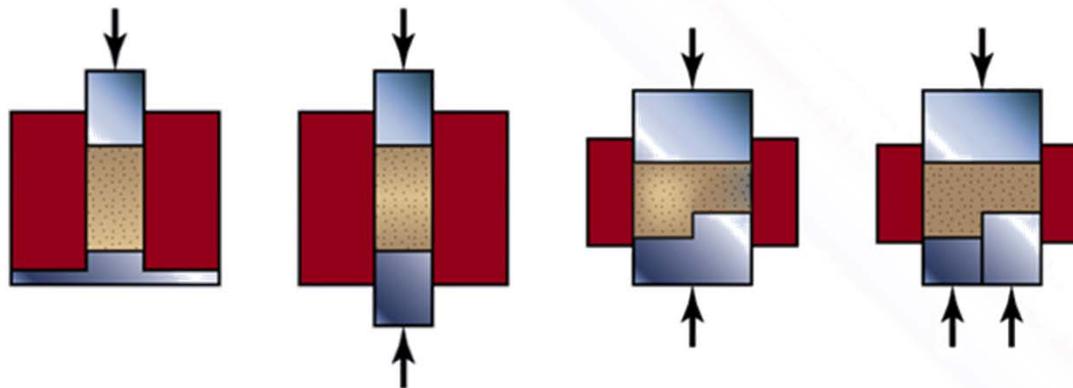




2.1 Etapas del proceso

Compactado

- La densidad de la pieza compactada depende de:
 - Presión aplicada
 - Distribución de tamaños de grano
 - Mayor variedad -> Mayor densidad
- Puede existir diferencia de densidades entre distintas partes de la misma pieza
 - Aumentar la lubricación
 - Diseñar adecuadamente las matrices y punzones

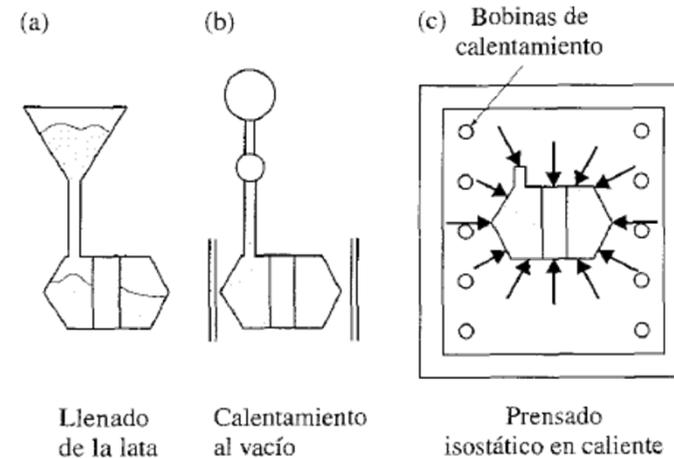
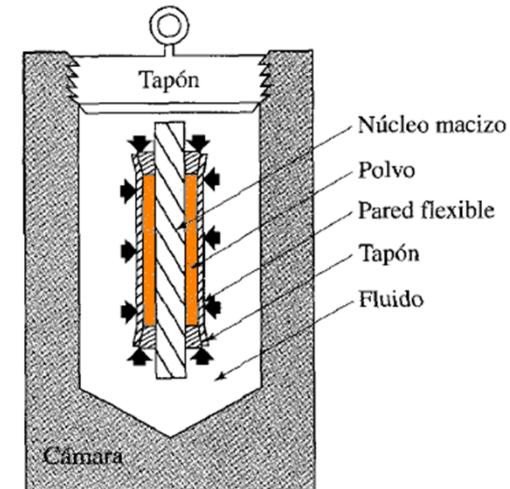




2.1 Etapas del proceso

Compactado: Prensado isostático

- Mejora la compactación
- Variantes:
 - Prensado isostático en frío
 - Molde flexible de elastómero (neopreno...)
 - Normalmente se usa agua
 - Prensado isostático en caliente
 - Molde de lámina metálica
 - Normalmente fluido gaseoso o aceite
 - Se alcanza mayor densidad
 - Mayor resistencia de pieza
- Características:
 - Propiedades isotrópicas
 - Mayores tamaños
 - Tolerancias dimensionales peores
 - Mayor costo
 - Cantidades pequeñas de producción

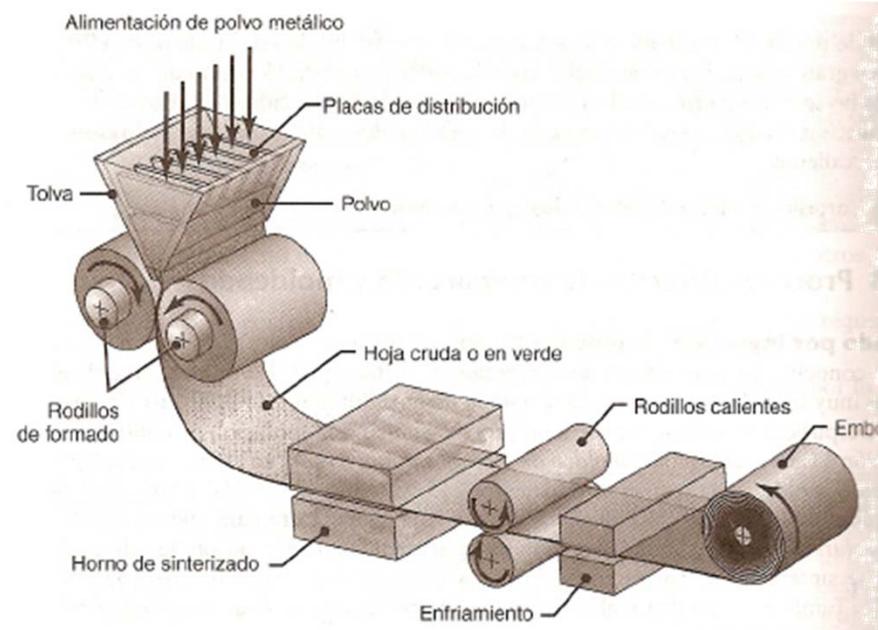




2.1 Etapas del proceso

Compactado: Otros procesos de compactación

- Moldeo de metales por inyección en base de cera o polímero
 - Geometrías complejas
 - Buena tolerancia
 - Alta tasa de producción
 - Piezas pequeñas
- Laminado
 - Lámina metálica
- Extrusión
 - Geometría específica
- Compactación sin presión
 - Baja densidad
 - Apropriada para filtros





2.1 Etapas del proceso

Sinterizado

- El sinterizado es el proceso de calentar los comprimidos crudos en un horno con atmósfera controlada, hasta una temperatura menor al punto de fusión, pero lo suficientemente alta como para permitir la adhesión de las partículas individuales.
- Mejora la resistencia y se reduce la fragilidad
- Se ha de controlar:
 - Temperatura (70 a 90% del punto de fusión)
 - El tiempo (desde pocos minutos a varias horas en función del material)
 - La atmosfera del horno (sobre todo sin oxígeno)





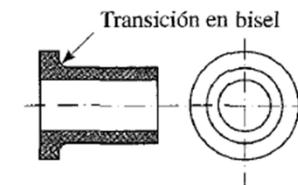
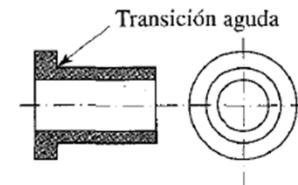
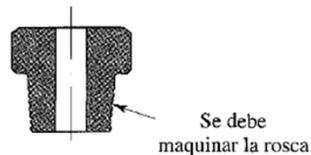
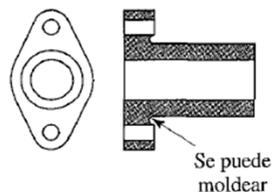
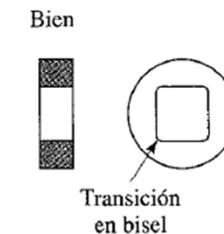
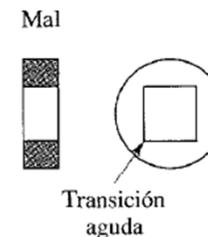
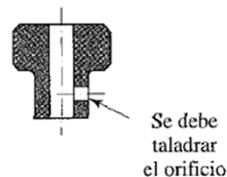
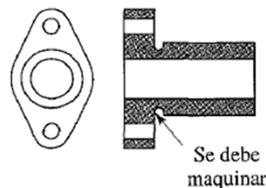
2.1 Etapas del proceso

Operaciones secundarias y de acabado

- Acuñado y dimensionamiento:
 - Reprensado
 - Dimensionamiento
 - Acuñado
- Impregnación e infiltración:
 - Impregnación
 - Infiltración
- Forjado de impacto
- Tratamiento térmico
- Mecanizado
- Rectificado
- Recubrimiento o deposición

3. Consideraciones de diseño

- La forma del comprimido debe ser tan **simple** y uniforme como sea posible. Se deben evitar cambios bruscos de contornos, secciones delgadas, variaciones en espesor y grandes relaciones de longitud a diámetro.
- Se debe prever el **desmoldeado** del comprimido de la matriz, sin dañarlo. También se deben poner biseles para evitar descascaramientos en las orillas y aristas del comprimido.
- Las **tolerancias** dimensionales de las partes fabricadas con metalurgia de polvos suelen ser del orden de ± 0.05 a 0.1 mm





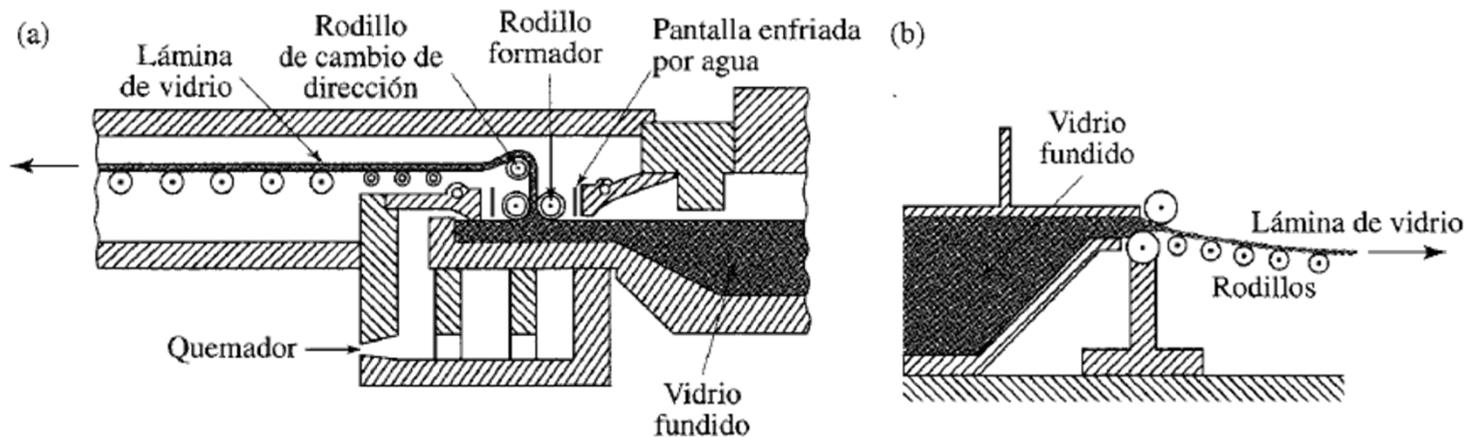
III. Moldeado de cerámicas

- Proceso
 1. Molienda de materiales
 2. Mezcla con aditivos
 - Aglomerante
 - Lubricante
 - Humectante (mejora el mezclado)
 - Plastificante
 3. Moldeado
 4. Secado
 - Reducción de volumen->Peligro de grietas y rotura
 5. Cocido
 - Proceso similar al sinterizado



IV. Moldeado y formado de vidrio

- Tipo de productos:
 - Vidrio plano en placa o en lámina, como los vidrios de ventana.
 - Varilla y tubo, para manejar sustancias químicas, o letreros de neón.
 - Productos discretos, como botellas, vasos, faros automotrices.
 - Fibras de vidrio para reforzar materiales compuestos y fibras ópticas.
- Vidrio plano:
 - Estirado (Se hace pasar por rodillos)
 - Laminado (Comprimido entre rodillos)
 - Flotado (bañera de estaño)

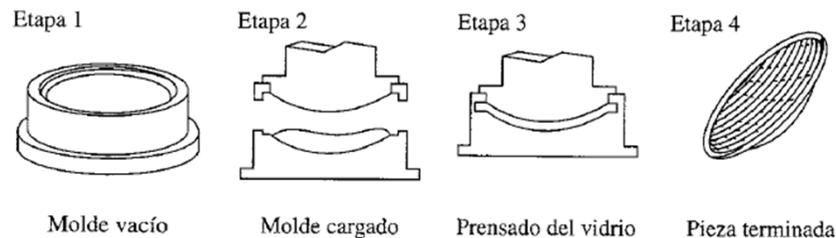




IV. Moldeado y formado de vidrio

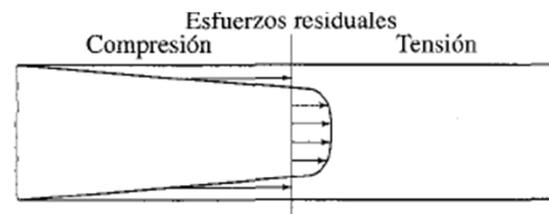
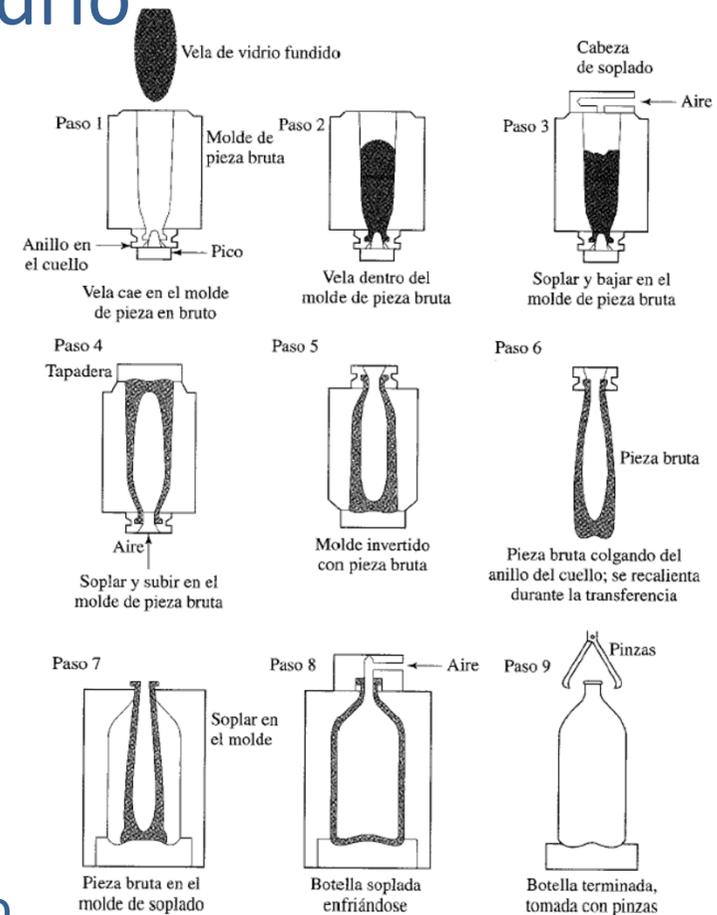
- Productos discretos de vidrio

- Soplado
- Prensado
- Rotativo
- Moldeo por hundimiento
 - A partir de lámina



- Técnicas para reforzar y tratar el vidrio

- Templado térmico
- Templado químico
- Laminado

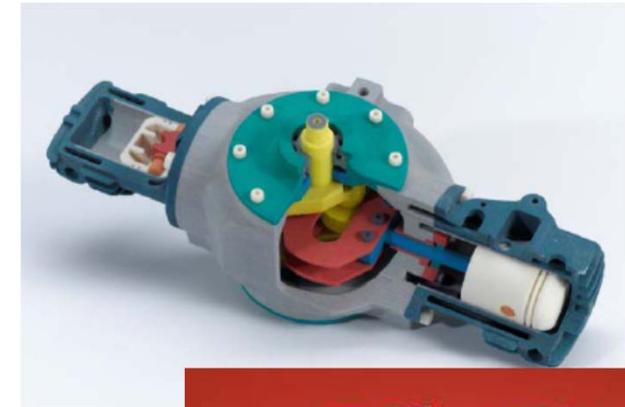




V. Prototipado rápido

Proceso que permiten crear modelos físicos en 3 dimensiones a partir de ficheros CAD en 3D con una preparación mínima, y por tanto de forma rápida.

- Aplicaciones
 - Permiten hacer más eficientes el proceso de diseño
 - Crear más modelos y más rápidos
 - Visualizar mejor las ideas
 - Identificar de forma rápida los posibles errores
 - Comprobaciones funcionales
 - Impulsar las ventas y el marketing
 - Crear presentaciones físicas
 - Crear prototipos realistas
 - Empezar a vender antes de fabricar
 - Explorar conceptos de diseño
 - Mostrar análisis de ingeniería (elementos finitos)





V. Prototipado rápido

- Técnicas
 - Mecanizado
 - Aditivo por capas
 - A partir de líquidos
 - A partir de polvos
 - Impresión 3D
 - De hilo
 - Mediante láminas
 - Foto-polímeros

