

# CÁTEDRA BALCAZA

**Diseño Industrial-FAyD-UNaM**

**Tecnología de los Materiales y Procesos 2**

## TPN 1 | INYECCIÓN

---

©

Tengo una intuición del material a partir de mi experiencia, de mi entorno, de mis conocimientos previos, por lo que puedo imaginar.

Para materializar lo nuevo, sólo tengo que producir las condiciones para que *el acontecimiento* ocurra.

*Javier Antonio Balcaza*

## TPN 1 | INYECCIÓN · CASO PARTICULAR

A partir del desarrollo de una técnica explicada en clase, como es la inyección de plástico en un molde, elaborar una línea comparativa con otros materiales y establecer parámetros o características similares donde se los pueden reconocer como una unidad. Teniendo como parámetro la producción en serie. Para ello se investigaran los principios comunes en el proceso y el material, estableciendo las similitudes y diferencias. (fundando un análisis comparativo)

### CARACTERÍSTICAS A TENER EN CUENTA

- La contracción de la pieza una vez se haya enfriado a temperatura ambiente. El porcentaje de reducción depende del material empleado.
- Las superficies del modelo deberán respetar ángulos mínimos con la dirección de desmolde (ángulo de salida: 0.5° y 2°), con objeto de no dañar la pieza durante su extracción.
- Los canales de alimentación para el llenado del molde.
- Evitar esquinas y ángulos afilados mediante transiciones con curvaturas suaves.
- El espesor de las secciones debe ser uniforme para evitar cavidades por encogimiento o rechupe.

*Demostrar que puede identificar problemas potenciales en el diseño de piezas que serán fabricadas mediante procesos de fundición o moldeo y proponer cambios.*

### PROPÓSITOS

Reconocer las propiedades de los materiales en su transformación. Estudiar las condiciones generativas como ser tolerancias, rechupes en piezas, contracciones, etc..  
Comprender y sistematizar los pasos a seguir en la selección de los materiales empleados en el proceso productivo.  
Identificar potenciales fallas en el diseño de las piezas que serán fabricadas mediante colada. Proponer modificaciones.  
Poder entender como dimensionar moldes para metales y plásticos.

### CONSIGNA

Seleccionar un material con el fin de proyectar y producir una pieza final.  
Seleccionar el tipo de modelo a emplear en la fabricación del molde, teniendo en cuenta la especificación de la pieza terminada, la tolerancia requerida, la forma de la pieza para la producción de una serie de por lo menos 5 piezas.  
Seleccionar el tipo de moldeo determinado por las características del material a moldear/colar y su reproductibilidad.  
Siempre tenemos que tener en cuenta, en cada una de las etapas, que cuando seleccionemos una característica tanto del proceso como del material, esta nos condicionara para el paso siguiente, tanto sea la selección del material y tipo de modelo, además del tipo de moldeo que realizaremos, que estara condicionado por las características de producción a realizar.

## TPN 1 | INYECCIÓN · CASO PARTICULAR

Las características formales de la pieza debe contar con alguna de las siguientes condiciones:

**Volúmen cerrado.**

**Volúmen con hueco.**

**Superficie/cascara.**

**Superficie/cascara con tabiques.**

Elaborar un instructivo para la transformación de un material seleccionado a partir de un estudio preliminar. Verificar en la practica las propiedades del material seleccionado y del proceso.

### ESPECIFICACIONES

Se trabajara en grupos de 3-5 personas.

Cada grupo seleccionara los materiales a partir de un estudio preliminar con los datos registrados en la clase.

La forma final de la pieza, por el momento no tendrá importancia, se buscara implementar una forma de geometría básica útil al estudio del material y proceso.

Componentes de la entrega: estudio preliminar – elaboraron de la documentación -pieza terminada con registro dimensional y fotográfico de los datos relevantes a la practica.

### MATERIALES:

Resina termoplasticas

Resina poliéster

Resina poliuretánica

Resina epoxi

Ceramica (barbotina)

Cemento

Yeso

Bronce

Aluminio

### SERIE:

2

3

5

### TIPO DE CONSTRUCCIÓN DE UN MOLDE:

línea de partición en cara

línea de partición en arista

línea de partición en volúmen (tasel)

### Cronograma

Inicio:	
Corrección:	
Entrega:	

# TPN 1 | INYECCIÓN · CASO PARTICULAR

## PROCESO

### DISEÑO DE LA PIEZA -*boceto, establecer forma y función de la pieza*-

diseño preliminar///formular plan

selección del material -*dureza, resistencia, degradación, compatibilidad, temperatura*-

selección del proceso productivo -*inyección, soplado, extrusión, termoformado, calandrado, rotomoldeo, colado, laminado*- de acuerdo a la utilidad y función de la pieza

desarrollo de documentación y ajustes

verificación -*dimensional, optimización, análisis de geometría y planos técnicos*-

análisis CAD/CAE:

análisis de fabricación -*material, costos, proceso*-

integridad estructural -*FEM/FEA, simulación*-

producción -*serie*-

elaboración de del prototipo -*sinterización laser, estereolitografía*- verificación

puesta en máquina

selección del material

elaboración del molde -*centro de mecnizado, electroerosión, tradicional*-

selección de la automatización del proceso y equipamiento

producción

eliminación de sobrantes de la pieza

pieza terminada

### TESTEO FINAL

CC///TRAZABILIDAD

# TPN 1 | INYECCIÓN · CASO PARTICULAR

## PRINCIPIO DEL PROCESO DE INYECCIÓN

La conductividad térmica de los plásticos es muy inferior a la de los metales, por lo que su procesamiento debe hacerse en capas delgadas para que la transferencia de calor sea lo más rápida posible y sostenible económicamente. Esto se logra aprovechando el fenómeno de plastificación, que consiste en la fusión de la capa de material directamente en contacto con la superficie, la cual transmite el calor, por convección forzada al material sólido en las capas inferiores hasta que se plastifica completamente la masa de material.

En las inyectoras comerciales aproximadamente un 50% del calor requerido para fundir el material lo aporta la fricción viscosa, generada por el giro del tornillo, y el otro 50% lo aportan las resistencias eléctricas.

## LOS POLIMEROS

Antes de empezar, ¿Qué es un polímero?

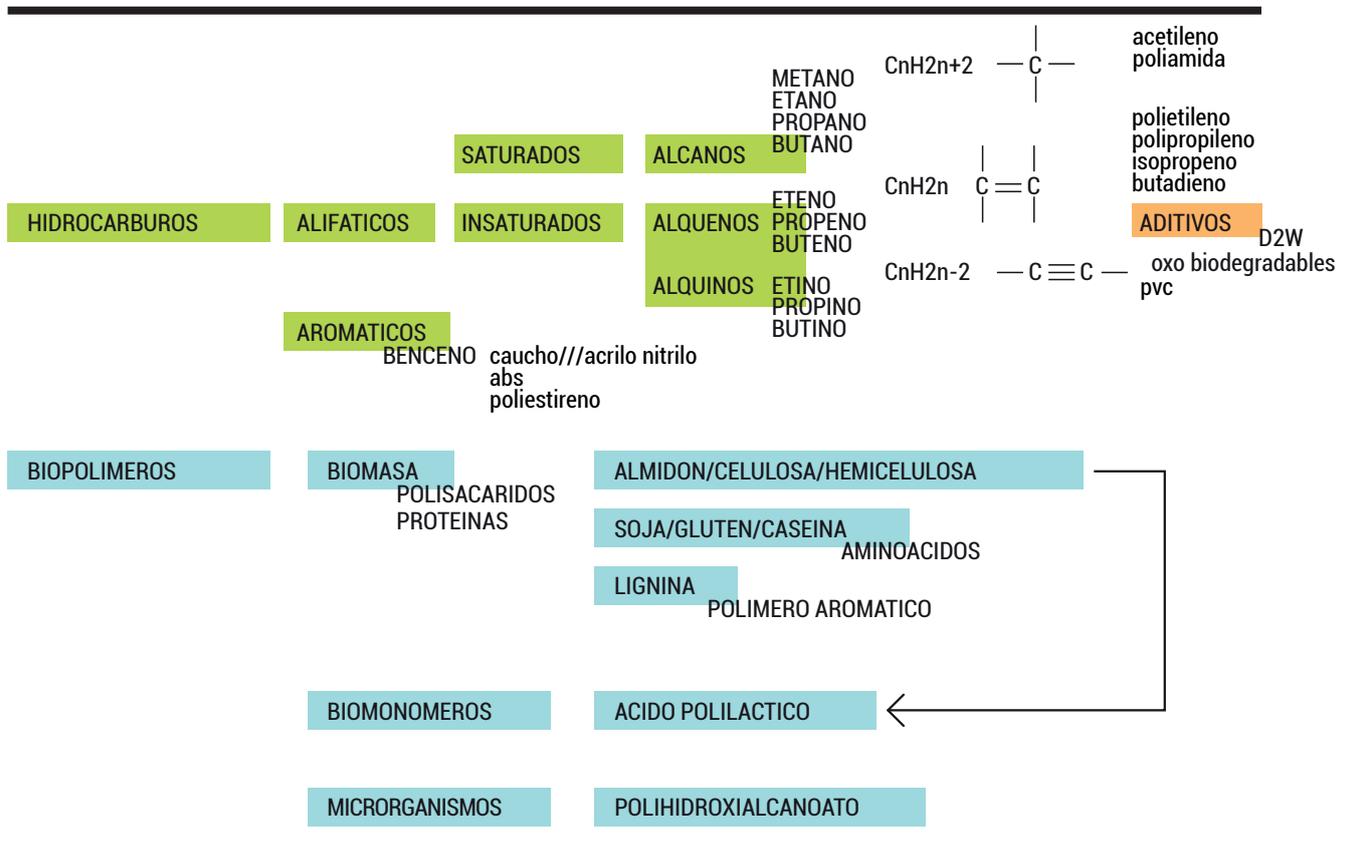
Un polímero es una cadena de monómeros que se repite - Homopolímero- o una cadena de dos monómeros -Copolímero-. Es un material derivado de:

- Una síntesis natural: se presentan en la naturaleza, el caucho, la celulosa.
- Semisintéticos: obtenidos por la transformación química de los polímeros naturales, la seda sintética obtenida a partir de la celulosa.
- Sintéticos: obtenidos a partir de elementos de bajo peso molecular y casi siempre derivados de hidrocarburos, el polietileno a partir del etileno.

En el mercado vamos a encontrar tres familias de polímeros:

- Termorígidos, generalmente son más resistentes, aunque más frágiles, no tienen una temperatura de fusión fija y es difícil reprocesarlos una vez ocurrida la formación de los enlaces cruzados.
- Elastómeros, incluyendo el caucho, tienen la capacidad de deformarse elásticamente en grandes proporciones sin cambiar de forma permanente.
- Termoplásticos, que son los que nos interesan para poder explicar el proceso de inyección.

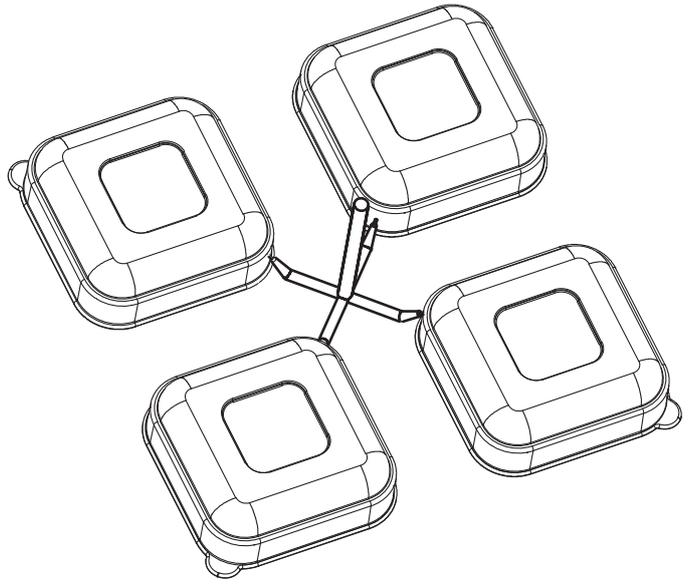
Los polímeros termoplásticos se componen de largas cadenas producidas al unir moléculas pequeñas o monómeros, típicamente se comportan de una manera plástica y dúctil. Al someterlos a temperaturas elevadas, estos polímeros se ablandan y se conforman por flujo viscoso. Termoplásticos son fácilmente reciclables.

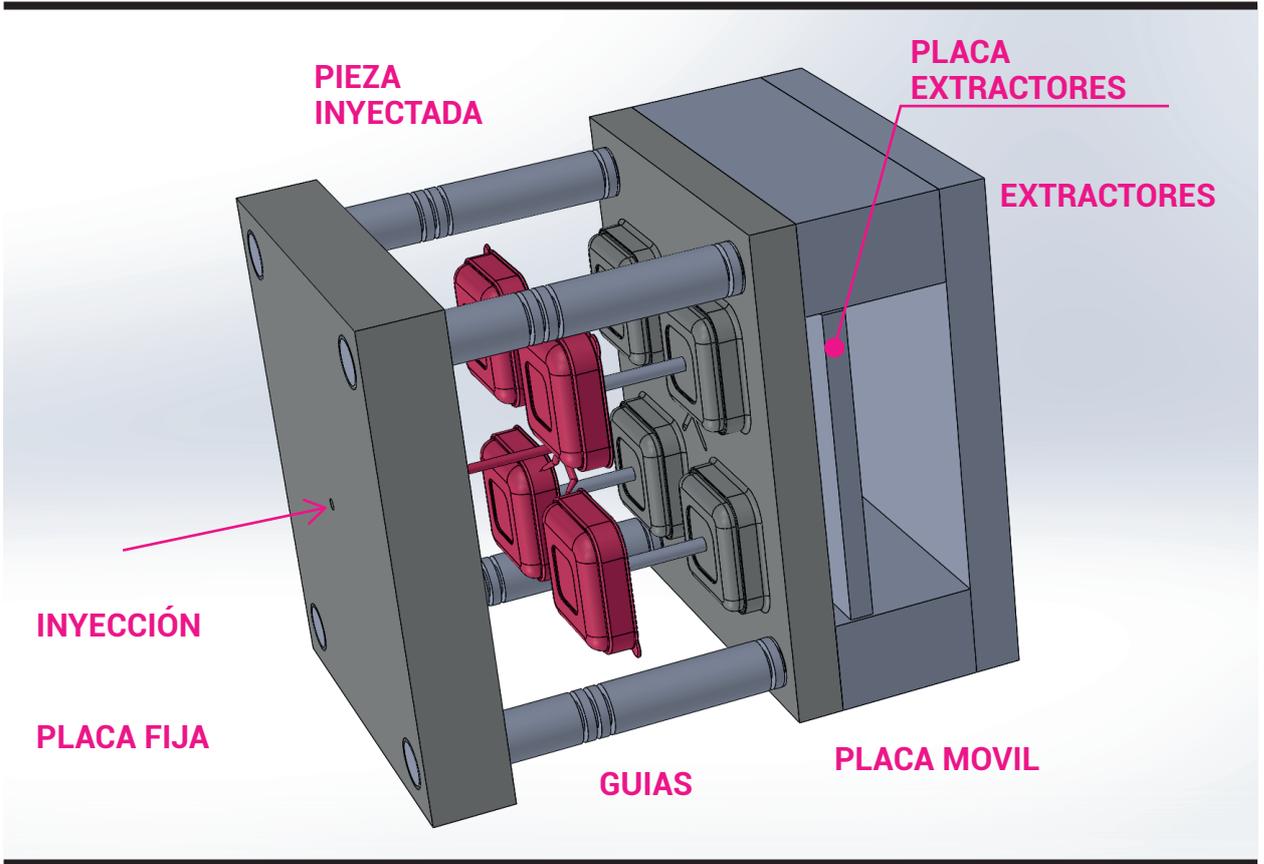


## TPN 1 | INYECCIÓN · CASO PARTICULAR

### PASOS A SEGUIR PARA EL DISEÑO DE UNA PIEZA DE INYECCIÓN

- Selección Del Material
- Canal De Inyección
- Ángulo De Salida
- Línea De Partición
- Expulsores
- Contracción En El Molde
- Terminación
- Tolerancia Dimensional
- Detalles Constructivos
- Clasificación De Moldes
- Tipo De Construcción De Un Molde
- Tiempo
- Simulación Virtual Para Hallar Defectos
- Cierre





# TPN 1 | INYECCIÓN · CASO PARTICULAR

## SELECCIÓN DEL MATERIAL

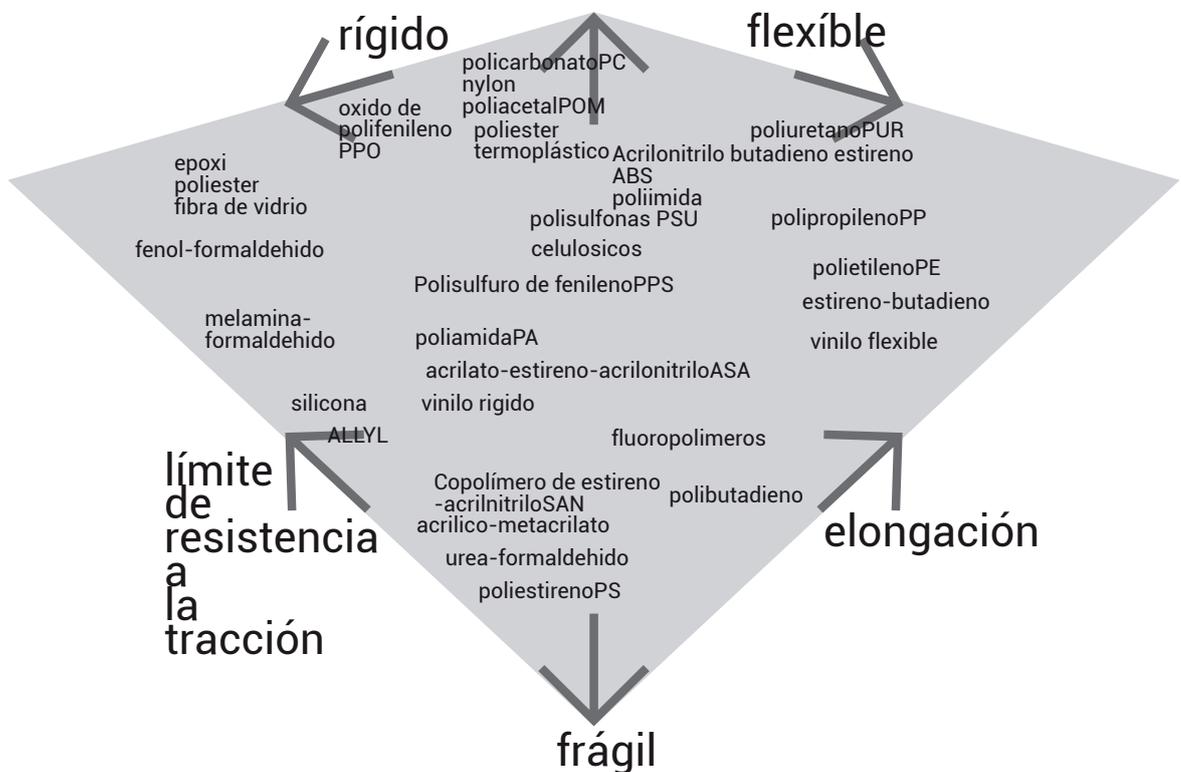
Dentro de los termoplásticos, podemos distinguir dos tipos: los cristalinos y los amorfos (TP). Durante el proceso termino se ablandan y al enfriarse se endurecen en productos que pueden ser ablandados repetidamente por recalentamiento con su morfología (estructura molecular) siendo cristalina o amorfa.

Los termoplásticos cristalinos tiene una estructura cristalina regular y repetitiva -PE; PP-, dicha característica afecta sus cualidades, suelen ser translúcidos u opacos y presentan un punto de fusión mayor que los termoplásticos amorfos. En algunos casos aplicando aditivos pueden alcanzar la transparencia. Dado que no se producen polímeros cristalinos comercialmente perfectos, se identifican generalmente como semicristalinos -hasta un 80% de estructura cristalina y el resto es amorfo-.

Los termoplásticos amorfos no poseen una estructura cristalina o regular. Vamos a encontrar una estructura indefinida que crece como si fueran líneas ondulantes. Dichos termoplásticos no tienen un punto de fusión definido y suelen ser vidriosos y transparentes -PS; PMMA-.

En una primer instancia vamos a definir los materiales en función de sus requerimientos mecánicos, como ser limite de resistencia a la tracción, fragilidad, elongación del material, flexibilidad o rigidez, son algunas de las características que podemos evaluar. Por ejemplo, necesitamos realizar una carcasa de un teclado: el cual debe resistir impacto de golpes, no necesita ser flexible por lo que tiene que presentar cierta rigidez, podríamos delimitar al material como ABS, poligamia, PP, una vez definida la región de posibles materiales pasamos a características mas especificas y a definir su proceso, en este caso sabemos que la pieza vamos a procesarla mediante inyección.

En una segunda instancia podemos abordar la percepción mediante atributos de terminación, color, rugosidad, temperatura y textura.



## TPN 1 | INYECCIÓN · CASO PARTICULAR

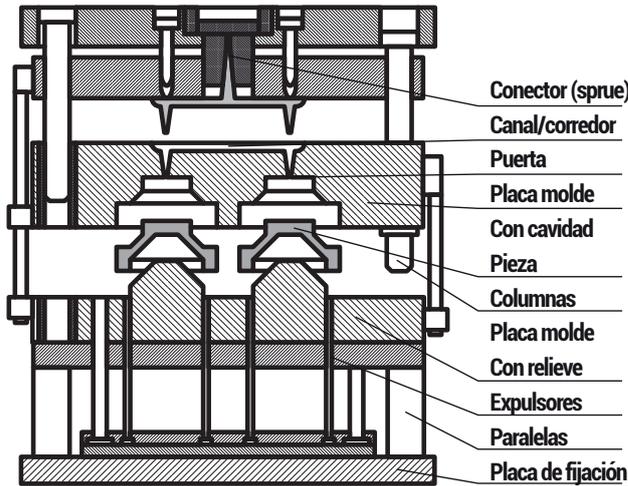
SELECCIÓN DEL MATERIAL	fuerza y rigidez	dureza	resistencia de calor de corto plazo	resistencia de calor de largo plazo	resistencia ambiental	exactitud dimensional en moldeado	estabilidad dimensional	lavado y propiedades de fricción	costos
estireno ABS SAN Poliestireno	<sup>2</sup> / <sub>1</sub> 3	<sup>1</sup> / <sub>2</sub> 6	<sup>3</sup> / <sub>1</sub> 1	<sup>2</sup> / <sub>1</sub> 5	<sup>3</sup> / <sub>1</sub> 6	<sup>3</sup> / <sub>2</sub> 2			
olefinas Polietileno polipropileno	<sup>2</sup> / <sub>1</sub> 5	<sup>2</sup> / <sub>1</sub> 4	<sup>2</sup> / <sub>1</sub> 4	<sup>2</sup> / <sub>1</sub> 5	<sup>2</sup> / <sub>1</sub> 3	<sup>1</sup> / <sub>1</sub> 5	<sup>1</sup> / <sub>1</sub> 5	<sup>2</sup> / <sub>1</sub> 3	<sup>1</sup> / <sub>2</sub> 1
otros cristalinos Resina Nilon 6 6/6 6/10 Poliéster Poliacetal	<sup>2</sup> / <sub>1</sub> 1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>4</sup> / <sub>5</sub>	<sup>2</sup> / <sub>3</sub> 1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> <sup>4</sup> / <sub>5</sub>	<sup>2</sup> / <sub>1</sub> 2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>5</sup> / <sub>5</sub>	<sup>2</sup> / <sub>1</sub> 4 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> <sup>5</sup> / <sub>5</sub>	<sup>5</sup> / <sub>4</sub> 4 <sup>3</sup> / <sub>3</sub> <sup>2</sup> / <sub>1</sub>	<sup>1</sup> / <sub>2</sub> 4 <sup>2</sup> / <sub>2</sub> <sup>3</sup> / <sub>3</sub>	<sup>4</sup> / <sub>3</sub> 4 <sup>2</sup> / <sub>1</sub> <sup>2</sup> / <sub>2</sub>	<sup>3</sup> / <sub>2</sub> 2 <sup>3</sup> / <sub>3</sub> <sup>4</sup> / <sub>1</sub>	<sup>1</sup> / <sub>2</sub> 3 <sup>4</sup> / <sub>1</sub> <sup>1</sup> / <sub>1</sub>
aramidas modificado PPO Policarbonato Polisulfato Polietersulfato	<sup>4</sup> / <sub>2</sub> 3 <sup>2</sup> / <sub>2</sub> <sup>1</sup> / <sub>1</sub>	<sup>3</sup> / <sub>1</sub> 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>3</sup> / <sub>3</sub>	<sup>4</sup> / <sub>3</sub> 3 <sup>3</sup> / <sub>2</sub> <sup>1</sup> / <sub>1</sub>	<sup>4</sup> / <sub>3</sub> 3 <sup>3</sup> / <sub>2</sub> <sup>1</sup> / <sub>1</sub>	<sup>3</sup> / <sub>4</sub> 5 <sup>4</sup> / <sub>2</sub> <sup>1</sup> / <sub>1</sub>	<sup>4</sup> / <sub>1</sub> 1 <sup>2</sup> / <sub>2</sub> <sup>3</sup> / <sub>3</sub>	<sup>4</sup> / <sub>3</sub> 2 <sup>3</sup> / <sub>2</sub> <sup>1</sup> / <sub>1</sub>	<sup>4</sup> / <sub>3</sub> 4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> <sup>2</sup> / <sub>2</sub>	<sup>1</sup> / <sub>2</sub> 4 <sup>2</sup> / <sub>3</sub> <sup>4</sup> / <sub>4</sub>
resinas altas temp. PPS Poliamida-imida	<sup>1</sup> / <sub>2</sub> 2	<sup>2</sup> / <sub>1</sub> 4	<sup>2</sup> / <sub>1</sub> 1	<sup>2</sup> / <sub>1</sub> 1	<sup>1</sup> / <sub>2</sub> 2	<sup>1</sup> / <sub>2</sub> 4	<sup>2</sup> / <sub>1</sub> 1	<sup>2</sup> / <sub>1</sub> 4	<sup>1</sup> / <sub>2</sub> 5
fluoropolimeros FEP ETFE	<sup>2</sup> / <sub>1</sub> 6	<sup>1</sup> / <sub>2</sub> 2	<sup>2</sup> / <sub>1</sub> 2	<sup>1</sup> / <sub>2</sub> 1	<sup>1</sup> / <sub>2</sub> 1	<sup>2</sup> / <sub>1</sub> 6	<sup>2</sup> / <sub>1</sub> 6	<sup>1</sup> / <sub>2</sub> 1	<sup>2</sup> / <sub>1</sub> 6

1 mas deseado/ 6 menos deseado

ROSATO, Dominick; ROSATO, Donald; ROSATO, Marlene (2000). INJECTION MOLDING HANDBOOK. Kluwer Academic Publishers. Boston, Dordrecht, London. Third edition

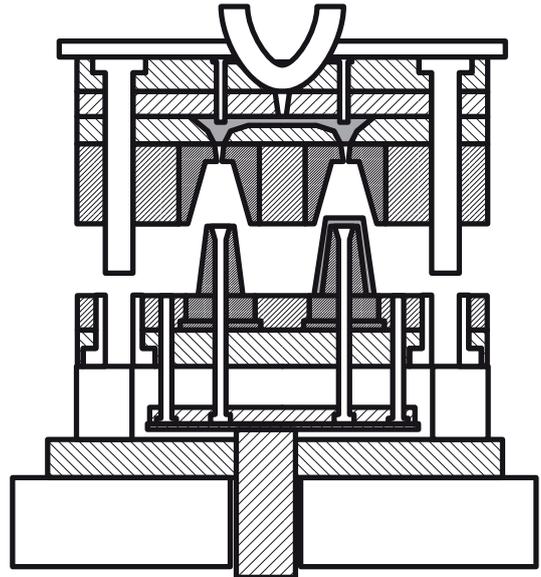
**TIPO DE CONSTRUCCIÓN DE UN MOLDE**

El molde es el dispositivo técnico que permite darle forma a las piezas inyectadas. Vamos a distinguir tres organizaciones básicas, sus componente y el tipo de aplicación.



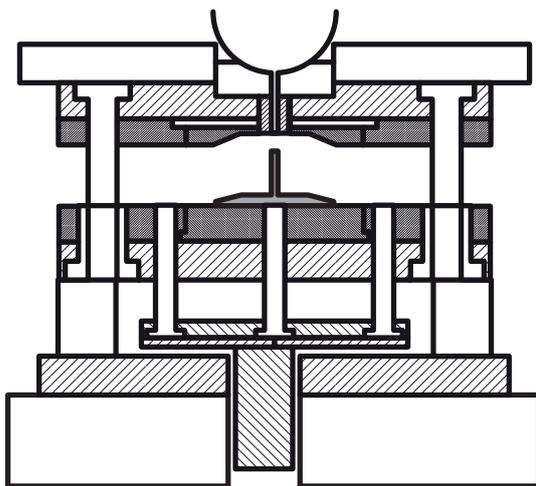
**MOLDE DE TRES PLACAS**

En el molde de tres placas se obtiene el producto en un nivel y la colada por separado en otro nivel. Tiene la ventaja de un llenado parejo a todas las cavidades. Note que la nariz se "mete" al interior del molde procurando que no salga nada de colada. El canal de llenado es del tipo trapecoide con lo que se facilita su caída.



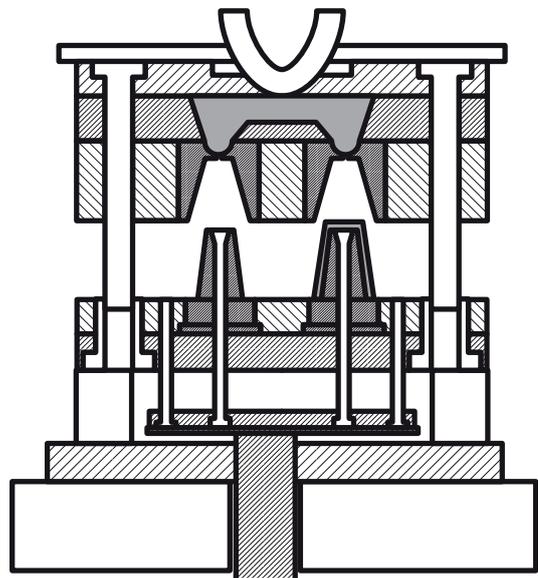
**MOLDE DE DOS MITADES**

Es el molde mas empleado por la menor complejidad y cantidad de elementos que intervienen en el proceso. Teniendo la desventaja que la pieza inyectada cae con los sobrantes o canal de colada, por lo que hay que realizar un trabajo postinyección de rebabado.



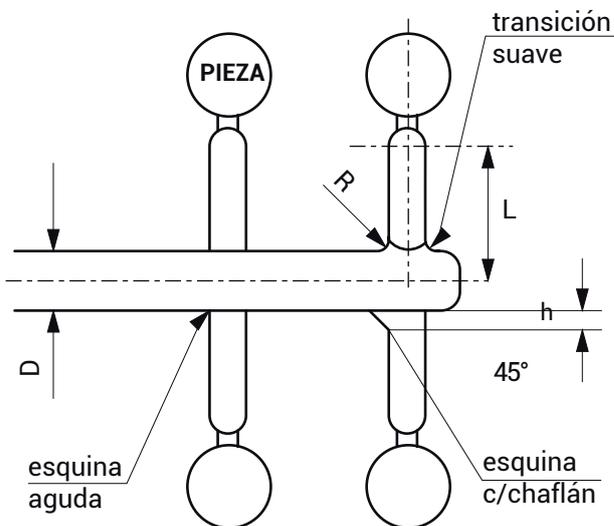
**MOLDE SIN SOBRANTES/ COLADA CALIENTE**

El molde sin sobrantes tiene muchas variables y su objetivo es el de inyectar solo partes útiles. Su limitación es el desconocimiento de la tecnología de la colada caliente. La inversión inicial se alta. El molde sin sobrantes y sin resistencias se le conoce como "colada aislada". Es ideal para producciones de todo el año.



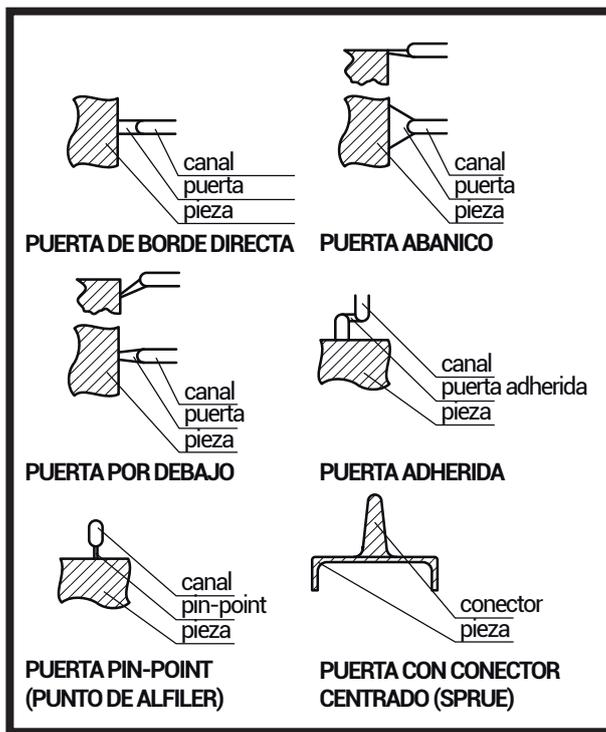
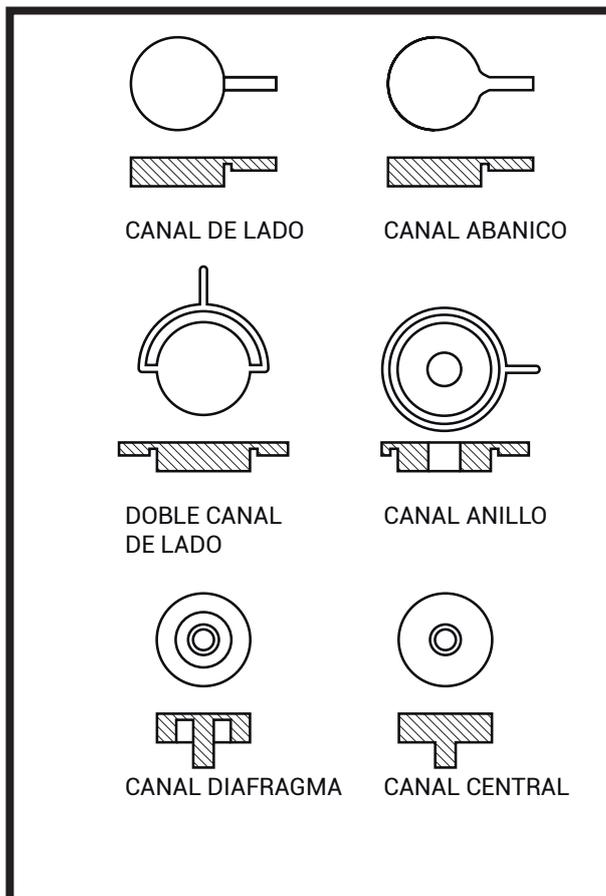
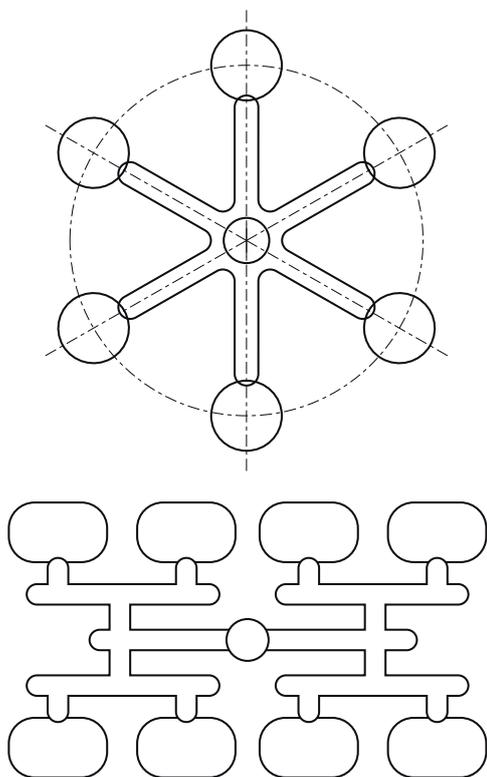
# TPN 1 | INYECCIÓN · CASO PARTICULAR

## CANAL DE INYECCIÓN



Efecto de longitud de curvas en un corredor:  
ejemplo para corredor ideal con  $R \frac{1}{3D}$  a  $\frac{1}{2D}$ . para  
esquinas agudas la longitud eficaz es  $25L$ , para un  
chaflán  $h = \frac{1}{3D}$  es  $2,5L$

## DISPOSICIÓN RADIAL DEL CORREDOR Y LA DISPOSICIÓN DE CORREDOR EN H



## USOS DE TIPOS DE CANAL DE INYECCIÓN

### **Borde /Abanico**

#### Ventajas

- Apropiado para piezas planas.
- Fácil para modificar.

#### Desventajas

- El retiro del canal inyector genera una falla perceptible en la pieza.
- Pobre ingreso de material.

### **Submarina**

#### Ventajas

- Retiro del canal automático.
- Falla perceptible mínima en la pieza por marca del canal.

#### Desventajas

- Más difícil de reproducir en la matriceria.

### **Diafragma**

#### Ventajas

- Concentricidad/piezas de revolución huecas
- Apropiado por partes cilíndricas.
- No generan líneas.

#### Desventajas

- Material de desecho.
- Retirar en la pieza.

### **Cabeza de alfiler (de 3 platos)**

#### Ventajas

- Retiro de canal automático.
- Falla perceptible mínima en la pieza por marca del canal.
- Refrigeración localizada.

#### Desventajas

- Requiere plato adicional.
- Mayor desecho de material .
- El coste más alto.

### **Válvula (sistemas de corredor Calientes)**

#### Ventajas

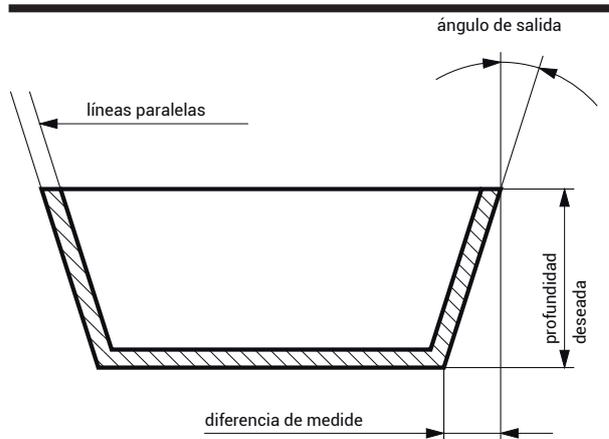
- Falla perceptible mínima en la pieza por marca del canal.
- Cierre positivo.
- Reduce al mínimo el material de desecho.

#### Desventajas

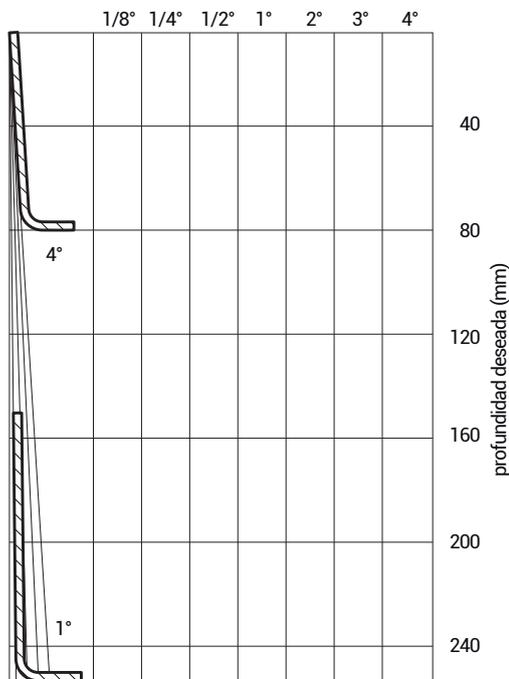
- Mayor costo de insumos.
- Mantenimiento más alto.
- Sólo para sistemas de corredor calientes.

# TPN 1 | INYECCIÓN · CASO PARTICULAR

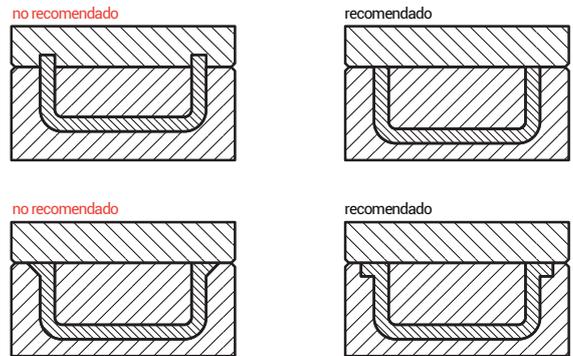
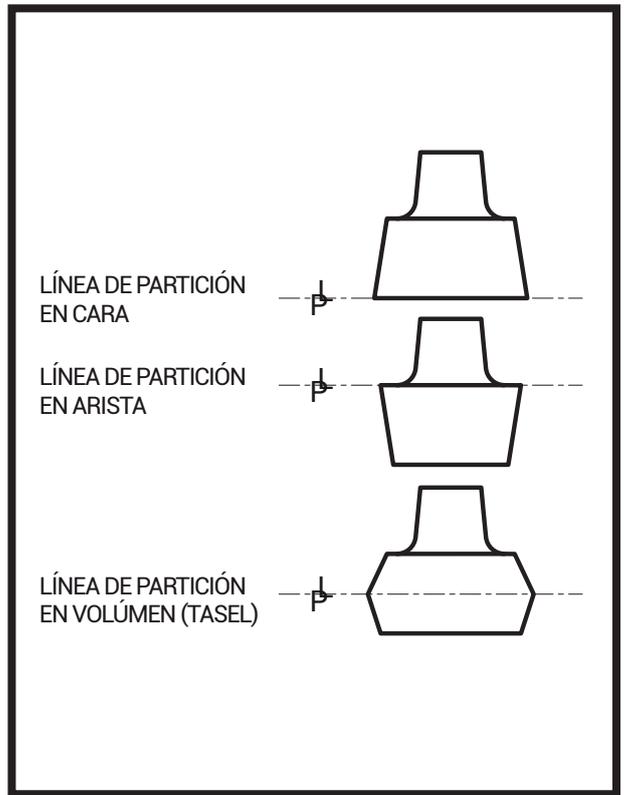
## ÁNGULO DE SALIDA



profundidad (mm)	ángulos de salida (mm)				
	1/4°(,25)	1/2°(,5)	1°	1 1/2°	2°
10	0,004	0,067	0,17	0,26	0,35
20	0,067	0,175	0,35	0,52	0,7
30	0,131	0,26	0,51	0,78	1,05
40	0,175	0,35	0,68	1,04	1,4
50	0,218	0,43	0,85	1,3	1,75
60	0,262	0,52	1,02	1,56	2,1
70	0,305	0,61	1,2	1,82	2,45
80	0,349	0,69	1,36	2,1	2,8
90	0,392	0,78	1,53	2,34	3,15
100	0,436	0,87	1,7	2,6	3,5



## PARTICIÓN DEL MOLDE



ROSATO, Dominick; ROSATO, Donald; ROSATO, Marlene (2000). INJECTION MOLDING HANDBOOK. Kluwer Academic Publishers. Boston, Dordrecht, London. Third edition

**EXTRACCIÓN**

• **Bordes simples con separador**

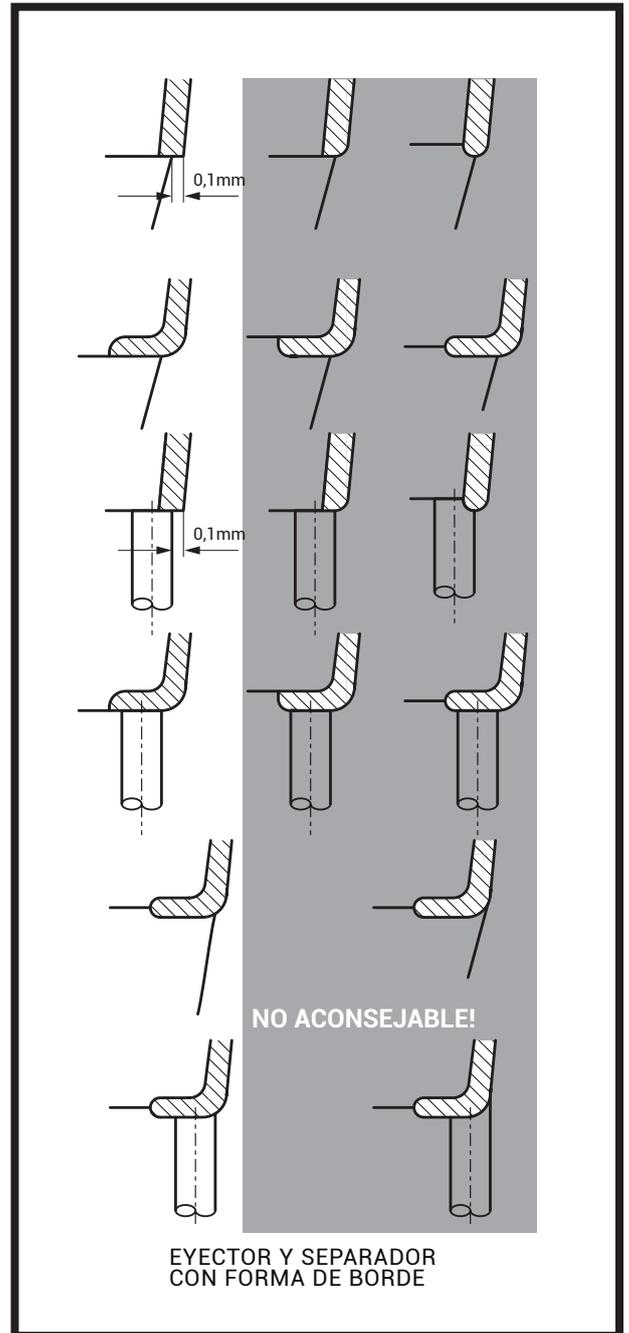
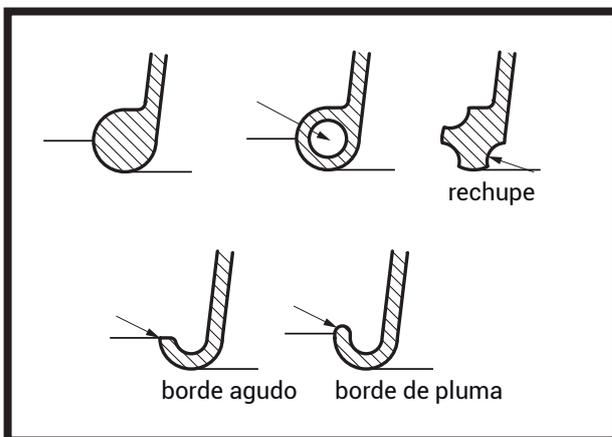
las configuraciones de borde simples como a menudo son encontrados sobre las formas comerciales expulsados con separadores. La esquina del separador debe ser aproximadamente 0.1 mm de distancia de la terminación de la pieza. El radio especificado debería ser más pequeño que el grosor de la pared para asegurarse empujar bajo la pared. Habrá una línea de testigo del separador alrededor del borde.

• **Bordes simples o eyector**

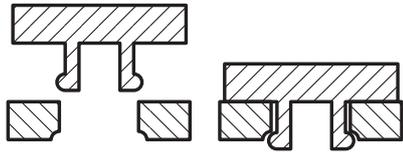
bordes similares como se muestran de eyectores son empleados generalmente. Note que el diámetro del eyector es mucho más grande que el grosor de la pared y empujará a la pieza con un segmento de la cara. los eyectores tene la ventaja de usar una superficie menor para aplicar la fuerza, por lo que dejarán una línea de testigo, formada en la superficie, menor a las de los bordes, pero con la desventaja de que la fuerza no sea suficiente.

• **Borde voluminoso, con vacío y rebaje**

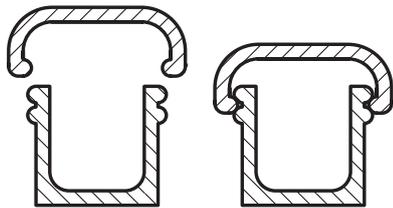
se muestran bordes típicos encontrados con frecuencia. El primer borde es una forma mal concebida. flujo del material reduce la presión de inyección y por tal motivos es difícil su llenado. El resultado es un vacío, por lo general con plásticos amorfos como PS que se plastifican rápidamente sobre la superficie, o un rechufe, por lo general con los plásticos cristalinos que se plastifican más despacio, produciendo una deformación en la superficie. Realizar los cambios de diseño en la pieza evitará tales hinchamientos al final de la operación y el fabricante de molde debería explicarlo al diseñador de producto y solicitar un cambio como sugerido en las figuras de abajo, que aceleran el ciclo de inyección por la menor cantidad de plástico, como también produce una mejora en la pieza final.



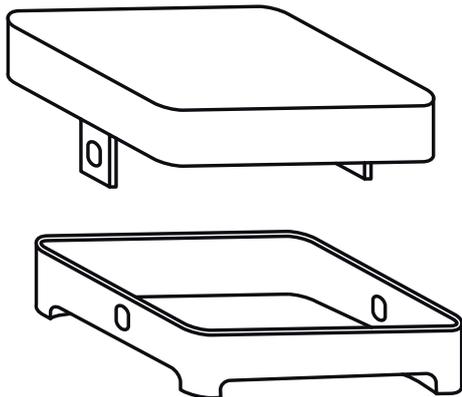
UNIÓN DESMONTABLE Y NO DESMONTABLE



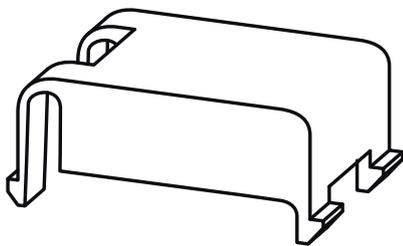
SNAP-IN



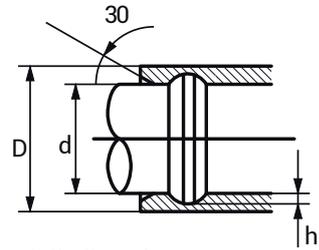
SNAP-ON



UNIONES SEPARABLES CON FIJAS Y MOVILES

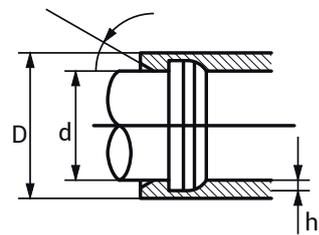


UNIONES SEPARABLES CON SNAP PARA CUBIERTA DE CAJA



DESMONTABLE

$$h=0,0075 d \text{ SI } (D/d < 1,2)$$



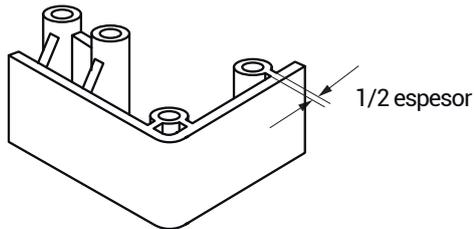
NO-DESMONTABLE

$$h=d(0,0024 d_2/D_2 + 0,005) \text{ SI } (D/d > 1,2)$$

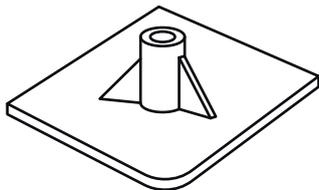
**TORRETAS**

Las torretas son partes mecánicas que permiten vincular dos o más piezas mediante tornillería, sin la necesidad de realizar un encastre.

Hay que tener en cuenta las transiciones para que no afecten la superficie de la pieza por un rechupe o contracción de material.



UNIÓN A PAREDES EXTERIORES CON COSTILLAS



REFUERZOS CUANDO REQUIEREN LA RESISTENCIA A LA CARGA

**DEFICIENTE**

vacio  
transición de sección grande

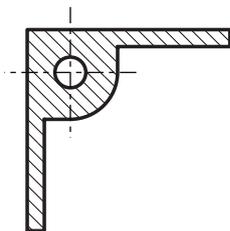
**EFICIENTE**

0,5° mínimo    0,5° mínimo    0,5° mínimo

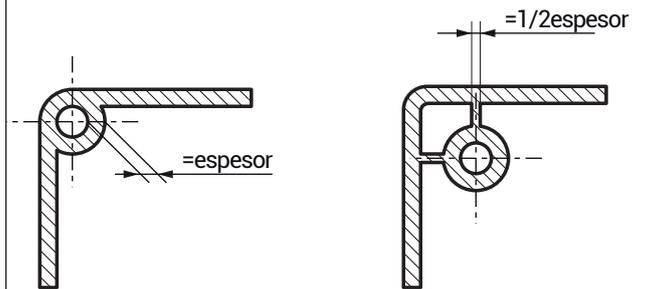
0,005 mínimo

interior pasante recto

espesor    1/2 espesor    0,5° mínimo



**DEFICIENTE**



**EFICIENTE**



## TPN 1 | INYECCIÓN · CASO PARTICULAR

### TOLERANCIA RECOMENDADAS

MATERIAL	TAMAÑO DE LA PIEZA			
	25,4	101,6	152,4	304,8
ABS	0,101	0,15	0,3	0,76
POM	0,152	0,25	0,51	1,52
ACRILICO	0,1	0,2	0,38	1,01
PA	0,15	0,3	0,5	1,9
PE	0,2	0,38	0,76	1,77
PP	0,17	0,3	0,6	1,5
PC	0,08	0,2	0,3	0,76
PS	0,1	0,2	0,38	1,01

### CONTRACCIÓN EN %, EN MOLDE (DIRECCIÓN LONGITUDINAL/TRANSVERSAL)

PES/PSU	0,5/0,8
ASA	0,3/0,8
SAN	0,3/0,7
ABS	0,4/0,7
POM	2/1,9
PBT	1,5
PA6.6	0,9
PA6	0,55

### TERMINACIÓN SUPERFICIAL

MICRON	SPI#	SIMBOLO	METODO	APLICACIÓN
0-3	A-1	0,025 ▽	LAPEADO, #8000 polvo de daimante	super translucido probetas
5		0,05 ▽	pulido:#900 piedra, #8000 polvo de daimante	translucido brillante
8		0,08 ▽	pulido:#900 piedra, #8000 polvo de daimante	translucido opaco
10	A-2	0,1 ▽	pulido:#600 piedra, #8000 polvo de daimante	superficie opaca/brillante
10-20	C-3	0,1-0,2 ▽	pulido:#900 piedra esmeril	superficie opaca
	D-2	0,1-0,2 ▽esmeril	pulido:#900 piedra esmeril	superficie mate
15-20		▽0,15-0,2 ▽esmeril	pulido:#900 piedra esmeril	semi opaco
		▽0,1-0,15 ▽esmeril	pulido:#900 piedra esmeril	superficie semi opaco
20		0,2 ▽	pulido:#600 piedra esmeril #3000 polvo de daimante	
20-30	4	0,2-0,3 ▽	pulido:#400-600 piedra esmeril	partes tecnicas
	D-3	0,2-0,3 ▽arenado	pulido:#400-600 piedra esmeril, arenado	textura fina
40		0,4 ▽	pulido:#220-300 piedra esmeril	

# TPN 1 | INYECCIÓN · CASO PARTICULAR

## INYECTORA

La inyectora es el dispositivo técnico para transformar y darle forma a los termoplásticos, que por medio de un proceso térmico logra plastificar y fundir el material que ingresa por la tolva (1). El material alcanza a fundirse en el extremo del husillo (2), que es el elemento encargado de trasladar en el interior de la cámara caliente a las partículas de plástico. Dichas partículas ingresan en forma de pelets.

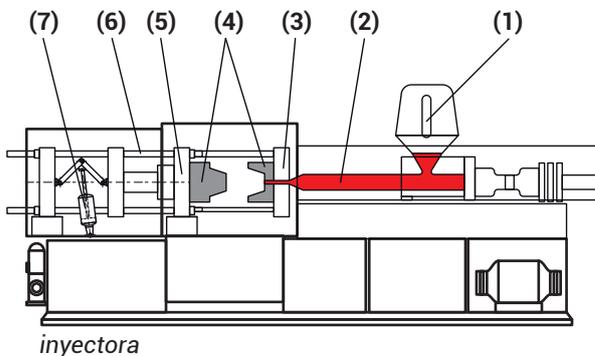
En la cámara caliente se pasa por tres etapas:

- Precalentado; donde se mezcla el material.
- Plastificado; donde empieza a generarse un material uniforme, una zona de transición.
- Fundido; donde el material tiene la suficiente plasticidad para llenar el molde.

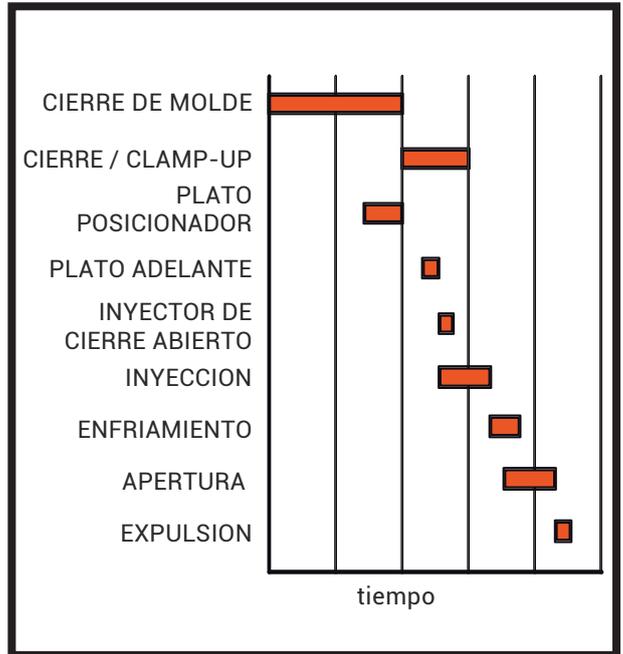
En la siguiente etapa encontramos las placas porta molde, una es fija (3) y contiene el pico de inyección, por donde se alimenta al molde (4) y otra móvil (5), ambas montadas sobre las columnas (6) que permiten el centrado del molde.

Generalmente la matriz que contiene la cavidad negativa va ubicada en el porta molde fijo y la que posee la cavidad positiva sobre el móvil, por lo que generalmente se da que la puerta de entrada del material se encuentra sobre la superficie positiva, vale decir sobre la superficie que esta a la vista. Por lo que trae aparejado que dicha puerta de entrada del material puede producir una percepción de la calidad baja sobre la pieza final, por lo tanto es aconsejable disponer adecuadamente y realizar un diseño minucioso de la puerta de entrada.

Por detras de las placas porta molde, encontramos el dispositivo de cierre (7), encargado de hermanar las matrices con la suficiente fuerza de cierre para que no haya perdidas de material o defectos involuntarios sobre la pieza final.



## CICLO



## CICLO COMPLETO

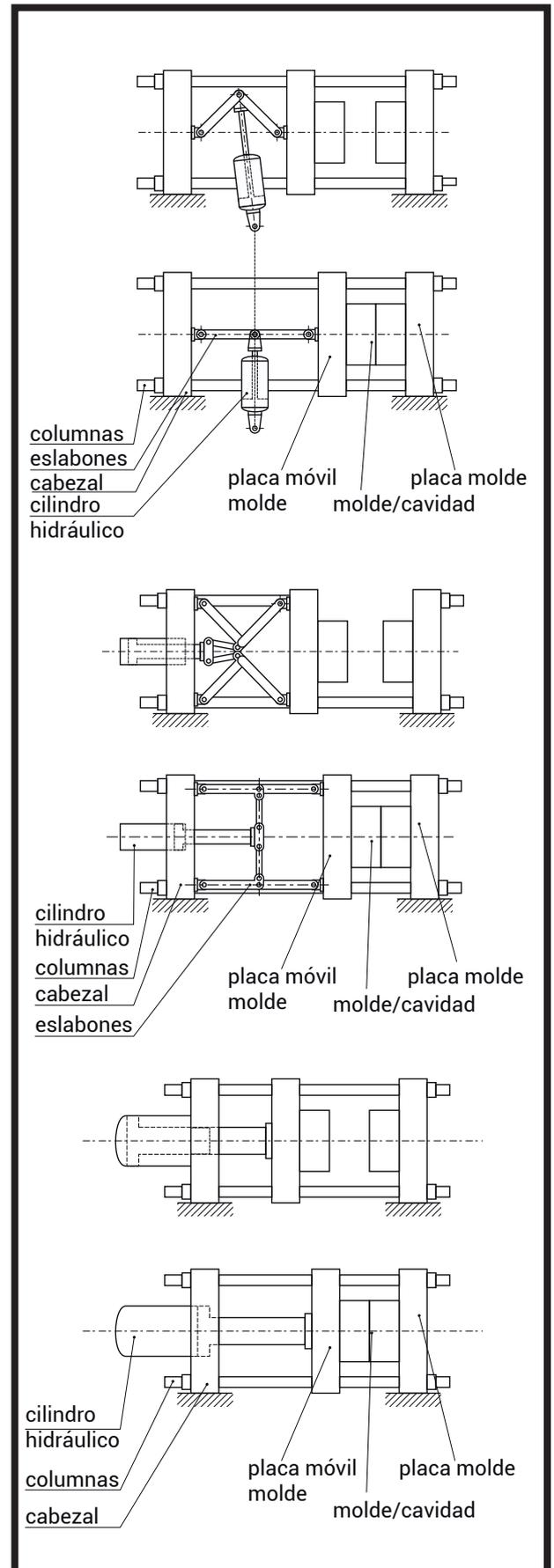
<b>80seg</b>			
	INYECCIÓN	ENFRIAMIENTO	EYECCIÓN
PLASTIFICACIÓN EN EL TORNILLO	30seg	25seg	
	ENFRIAMIENTO EN MOLDE		
8seg	LLENADO DEL MOLDE	47seg	
		MOLDE Completo	
POSICIONAMIENTO DEL PLATO	17seg	5seg	APERTURA DE MOLDE ELIMINACIÓN DE PIEZAS CIERRE DE MOLDE
	TIEMPO DE SELLADO DE LA PUERTA	CONTRACCIÓN EN EL MOLDE	
8seg	17seg	30seg	5seg

**CICLO INYECCIÓN**  
**SISTEMA DE CIERRE**

Para lograr un cierre efectivo de la matriz hay que tener en cuenta la fuerza de cierre y la velocidad. En la actualidad nos encontramos con dos tipos de cierre; hidráulico directo y articulado o de rodillera. La función principal es producir un cierre hermético entre las partes de las matrices. Producirlo en un tiempo pequeño en función de la productividad del sistema. Facilidad en el mantenimiento del dispositivo.

El cierre articulado aventaja al hidráulico por disponer de un cilindro mucho menor para accionar el mecanismo, por lo que mueve menos líquido logrando una velocidad mayor de cierre. Por ser una articulación mecánica cuando se produce el cierre, la junta de la matriz permanece inamovible asegurando el cerrado (en el caso del cierre hidráulico siempre depende de la compresibilidad del líquido hidráulico) y posibles sopladuras en la pieza final.

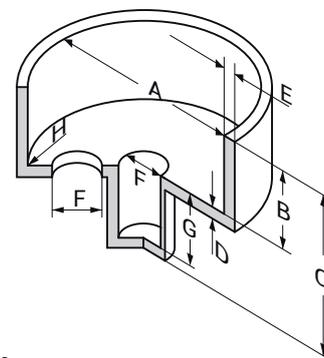
La ventaja del cierre hidráulico es que al aplicarse directamente la fuerza sobre las matrices no requiere mas dispositivos que su propio mecanismo, por lo que emplea un menor espacio para producir el cierre (pero con la desventaja que consume mayor energía).



# TPN 1 | INYECCIÓN · CASO PARTICULAR

## CARTA DE TOLERANCIA ESTÁNDAR PARA LDPE

cota en dibujo	dimensiones (mm)	tolerancia en milésimas de (mm)				
		0,127	0,254	15	20	25
	0					
	12,7					
	25,4					
A: diametro ver nota#1	50,8					
	76,2					
B: profundidad ver nota#3	101,6					
	127					
C: altura ver nota#3	152,4					
	152,4 a 304,8 para cada pulgada adicional añaden	COMM	AJST			
D: pared inferior	ver nota#3	0,1524	0,0762			
E: pared lateral	ver nota#4	0,127	0,0762			
F: diametro del agujero ver nota#1	0,00 a 3,175 hasta 6,35 hasta 12,7 12,7 en adelante	0,1016 0,127 0,1524 0,1778	0,0508 0,0762 0,1016 0,127			
G: profundidad del agujero ver nota#5	0,00 a 6,35 hasta 12,7 hasta 25,4	0,1016 0,127 0,1778	0,0762 0,1016 0,127			
H: fillets, radios costillas	ver nota#6	0,508	0,279			
planitud ver nota#4	0,00 a 76,2 hasta 152,4	0,76 0,762	0,3234 0,508			
tamaño del hilo (clase)	interno	1	2			
	externo	1	2			
concentricidad	ver nota#4	0,279	0,1778			
concesión preliminar por lado	ver nota#5	2,0°	0,75°			
acabado superficial	ver nota#7					
estabilidad de color	ver nota#7					



**referencias**

- #1 estas tolerancias no incluyen la concesión para envejecer las características de material.
- #2 las tolerancias están basadas en la sección de 3,175 mm de pared.
- #3 la línea de partida debe ser tenida en cuenta.
- #4 el diseño de parte debería mantener un grosor de la pared tan casi constante como posible. La uniformidad completa en esta dimensión es a veces imposible alcanzar. Las paredes de no el grosor uniforme gradualmente deberían ser mezcladas de grueso (espeso) a delgado (fino)
- #5 el cuidado debe ser tomado que la radio de la profundidad de un agujero principal a su diámetro no alcanza un punto que causará el daño de alfiler excesivo
- #6 estos valores deberían ser aumentados siempre que compatible con el diseño deseado y técnicas de moldeado buenas
- #7 el entendimiento de creador de cliente es el labrado necesario previo

ROSATO, Dominick; ROSATO, Donald; ROSATO, (2000). INJECTION MOLDING HANDBOOK. Kluwer Publishers. Boston, Dordrecht, London. Third edition

Marlene Academic

### DEFECTOS EN EL MOLDEO POR INYECCIÓN PLÁSTICA

#### • LLENADO DEFICIENTE

Igual que en fundición, este se produce en una pieza que ha solidificado antes de llenar completamente la cavidad. El defecto puede corregirse incrementando la temperatura o la presión. El defecto también puede originarse por el uso de una maquina con capacidad de dosificación insuficiente, en cuyo caso se necesita una maquina mas grande.

#### • REBABA

Esto ocurre cuando la fusión del polímero se mete en la superficie de separación entre las partes del molde; también puede ocurrir alrededor de los pernos de eyección. El defecto es causado generalmente por ventilas y claros muy grandes en el molde, presiones de inyección demasiado altas comparadas con la fuerza de cierre, temperatura de fusión demasiado alta, tamaño excesivo de plástico, desgaste de la superficie de separación.

#### • MARCAS HUNDIDAS O HUECOS

Estos son defectos relacionados generalmente con secciones gruesas en la pieza. Una marca hundida ocurre cuando la superficie exterior del molde solidifica, pero la contracción del material interno causa que la superficie plastificada se deprima por debajo de la superficie nominal. Un hueco se causa por el mismo fenómeno básico; sin embargo, el material de la superficie retiene su forma y la contracción se manifiesta como un hueco interno debido al alto esfuerzo producto de la tensión superficial del polímero fundido. Estos defectos pueden tener su origen en un incremento de la presión de compactación que sigue a la inyección. Una mejor solución es diseñar la parte para tener secciones con espesor uniforme y usando secciones mas delgadas.

#### • LÍNEAS SOLDADAS

Las líneas soldadas ocurren cuando la fusión del polímero fluye alrededor de un corazón u otros detalles convexos en la cavidad del molde y se encuentran en la dirección opuesta; los limites así formados se llaman líneas soldadas y pueden tener propiedades mecánicas que son inferiores a las del resto de la parte. Las temperaturas altas de fusión, las presiones altas de inyección, las localizaciones alternas de las puertas en la pieza y una mejor ventilación son formas de evitar este defecto.

### TOLERANCIAS

Las tolerancias especifican las variaciones permisibles en la manufactura de una parte. Aunque la contracción es predecible bajo condiciones estrechamente controladas, son deseables amplias tolerancias en el moldeo, debido a las variaciones de los parámetros del proceso que se ven afectados por la contracción y la diversidad de formas que suelen encontrarse en las partes.

### CONTROL DE CALIDAD

La calidad habla de las expectativas a cumplir especificaciones en un producto. Podemos apreciar una calidad perceptual y otra calidad dimensional, relacionada con las interferencias y ensambles de elementos de un sistema.

Como una primer aproximación a la calidad vamos a desarrollar el concepto de trazabilidad, entendiéndolo como una traza que puede graficarse, y así encontrar el error (visualizar gráficamente la dimensión que varía en función de un desajuste en el proceso) o redimensionar la capacidad del proceso en función de los requerimientos del producto - establecer el parámetro de calidad del proceso -.

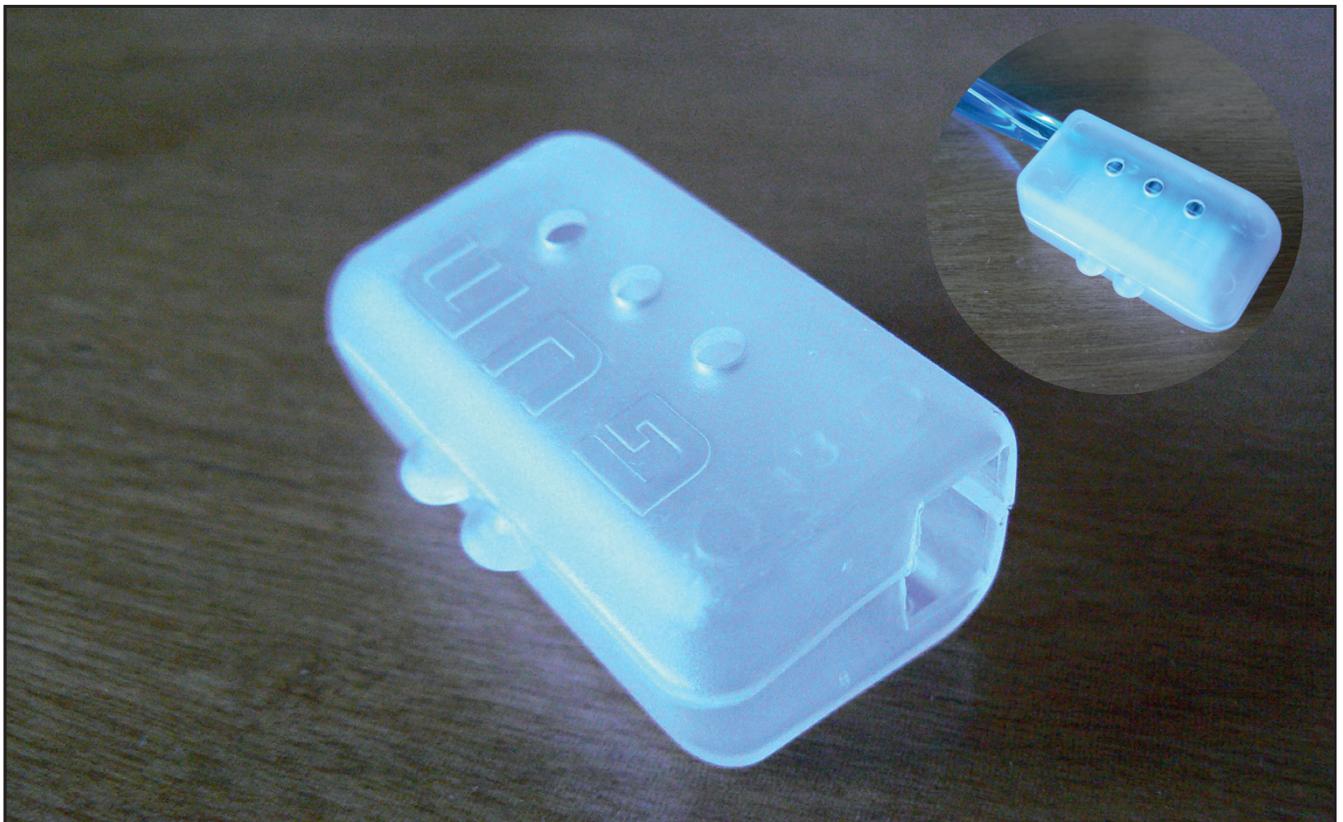
Las causas de defectos o errores que se presentan en un producto pueden clasificarse en fallas provenientes de los operarios, de los materiales o del equipamiento. Que a partir de la trazabilidad del defecto podemos estimar, controlar y eliminar - o redefinir - la falla.

La búsqueda de la calidad esta orientada a mejorar la relación con la producción. Aumentado la calidad percibida y con ello el valor. Bajar los costos de producción, minimizando las perdidas de materiales, realizando eficientemente el trabajo, y aumentando la velocidad de respuesta. Lo que redunde en una mejora en la relación con el cliente.

## TPN 1 | INYECCIÓN · CASO PARTICULAR

### *TPN 1 / ESQUICIO #1*

- *Seleccionar una pieza inyectada. Realizar el modelo tridimensional para poder ejecutar un análisis de elementos finitos (FEA) con los plugin de FUSION360 o SOLIDWORK, con el objetivo de evaluar la pieza.*
- *Realizar el plan de diseño preliminar de inyección.*



## COBERTOR DE CEPILLO DE DIENTES

### (descripción del producto)

Pieza fabricada en un material plástico, de la familia de los termoplásticos, posiblemente una olefina. Producido a partir del proceso de moldeo por inyección plástica. Por sus características formales es un producto que se desarrolla a partir de 2 superficies unidas por una bisagra aprovechando las propiedades de resistencia a la elongación y flexión del material, que determinan 2 posiciones una abierta y otra cerrada -característica funcional propia del producto-. Estos 2 cuerpos podemos caracterizarlos como dos superficies cascara, que en la posición cerrado se conectan por medio de sus caras abiertas.

Hallando un cierre tipo snap-in que permite mantener la unión inmóvil en un espacio de tiempo.

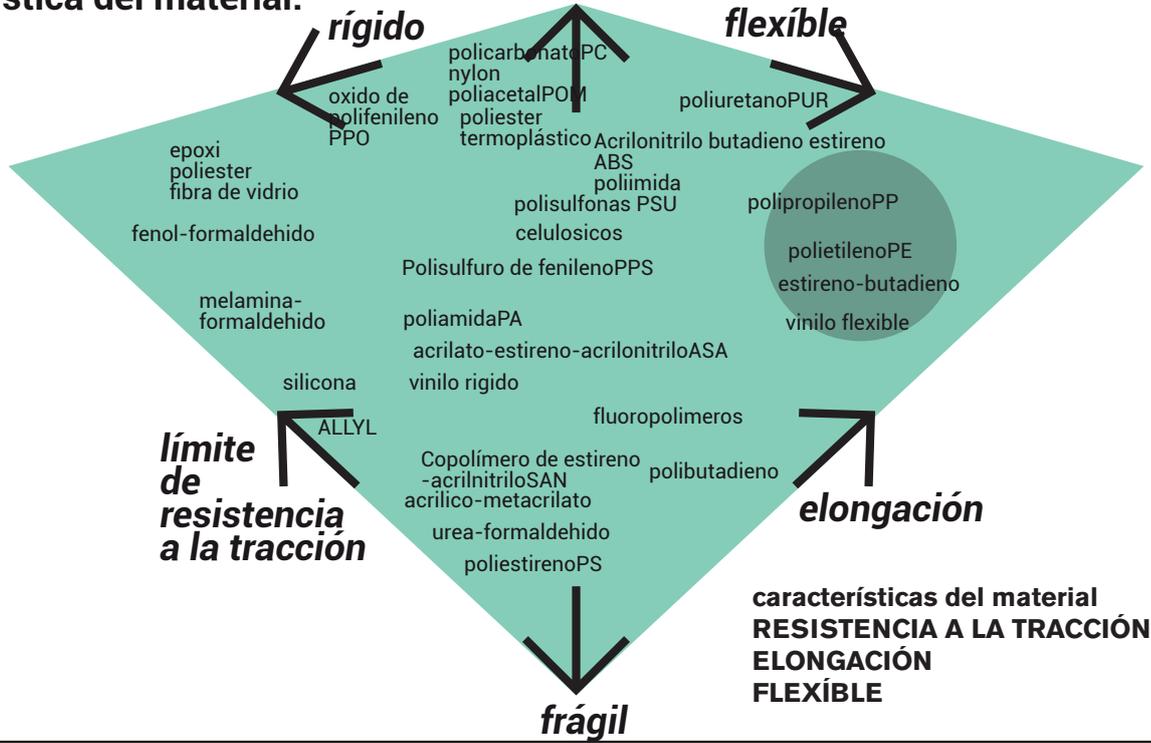
En la superficie cerrada podemos encontrar 3 perforaciones que permiten la ventilación del producto que se guarda en el interior -prestación particular del producto-.

Los ángulos de salida participan en la pieza favoreciendo el desmolde de la misma, con la ayuda de eyectores tradicionales.

En función de las características productivas de la pieza, vamos a entender que es un producto definido por una alta producción -mayor a las 10.000 unidades mensuales- por lo que la construcción del molde debería ser del tipo colada en caliente -un proceso de tipo automático, sin sobrantes en la pieza para no perder material o no tener que reciclar el material sobrante y un proceso que no incorpore horas mano de obra en la separación de las piezas o eliminación de sobrantes-, pero observando la pieza vamos a encontrar una puerta de entrada tipo submarina, la cual se encuentra en el plano medio de una de las caras, la ventaja de este tipo de canal es que reduce el costo de construcción del molde, trabajando con un canal de colada que posibilita separar el mismo de la pieza de manera automática en el desmolde sin tener que construir un molde de 3 placas. En este caso el canal de colada va a ser un sobrante a reciclar -por el tipo de producto las condiciones de seguridad e higiene del material lo permiten-.

TOLERANCIAS GENERALES:	PROYECTÓ:		<b>TMyPDOS</b> <b>FAYD   UNaM</b>	<b>01.01.01</b>	
	DIBUJÓ:			<b>xxx.SLDPRT</b>	
	REVISÓ:				
	APROBÓ:				
	ESCALA:	DENOMINACIÓN: <b>PLAN DE DISEÑO PRELIMINAR</b>		GRUPO:	
			N° de plano cliente: <b>01.01.01</b>		
FORMATO: <b>A4</b>			N° de plano: <b>001</b>	#	

**Característica del material:**  
(detallar)



**Carta de identificación de plásticos:**

Termoplásticos ← se ablandan ← presione un hierro de soldar o una barra caliente (260°C) contra la muestra → Termoestables

↓ que una pequeña esquina de la muestra

material observación	DAP	Melamina formaldehído	Fenol formaldehído	Urea formaldehído	Poliéster	Silicona	Epoxi
autoextinción	autoextinción	autoextinción	autoextinción	autoextinción	autoextinción	autoextinción	autoextinción
sigue quemándose	sigue quemándose	sigue quemándose	sigue quemándose	sigue quemándose	sigue quemándose	sigue quemándose	sigue quemándose
color de la flama	amarillo	amarilla con punta azul	amarillo	amarillo con borde verdoso azul	amarillo brillante con bordes amarillos azules	amarillo	amarillo
olor	olor débil de fenol	pescado	fenol	formaldehído	formaldehído	ninguna amina acre	amina acre
otras características	humo negro	elevaciones y grietas	no puede autosalir	elevaciones y grietas	humo negro con hollín	sigue quemándose	humo negro

flota ↓ PE

deje caer una pequeña muestra en el agua

unde ↓ todos los otros ↓ que una pequeña esquina de la muestra

sin llama ↓ gotea

si no

sigue quemándose ↓ gotea

no

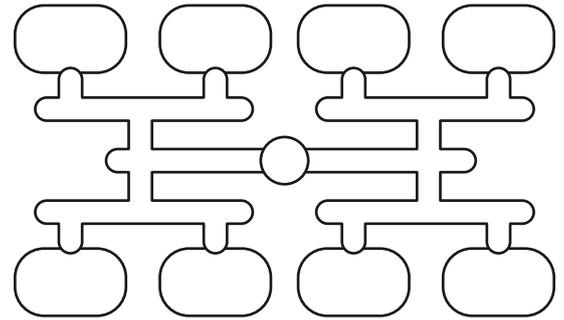
autoextinción ↓ goteos si no

material observación	PE	PP	FEP#1	CTFE#2	PTFE#3	PVF#4	ABS	Acetal	Acetato de celulosa	Acetato de celulosa	Propionato de celulosa	Poliestireno	Poliéster	Nitrato de celulosa	Poliuretano	nylon PA	polisulfona PSU	poliuretano	PPO copol. de polifenileno	PVC	
color de la flama	azul con punta amarilla	azul con punta amarilla					azules con bordes amarillos	azules con bordes amarillos	amarillo con chispas	amarilla con punta azul	amarillo	amarillo	amarillo con bordes azules	pálido amarillo	amarillo	azul con punta amarilla	naranja	naranja o amarillo	naranja o amarillo	naranja amarillenta con bordes verdes	amarillo
olor	parafina	vapores acrílicos o diesel	pelo quemado	ácido acético	pelo quemado	ácido	irritante acre amargo	formaldehído	vinagre	manteca rancia	azúcar quemado	caléndula/ iluminación a gas	goma quemada	alcanfor	manzana pasada	lana quemada o pelo	olor de azufre	fenol	fenol	ácido hidroclórico	
velocidad de combustión lenta < 73mm/min. rápida >	rapido	lento					lento	lento	lento	lento	rapido	rapido	rapido	rapido	rapido	lento	rapido	lento	lento	lento	
otras características	se derrite y gotea						humo negro con hollín	humo negro con hollín	humo negro con hollín	humo negro con hollín	humo negro con hollín	humo negro con hollín	humo negro con hollín	muestra quemada en toda la pieza	agujero negro	espuma	humo negro con hollín	humo negro con hollín	humo negro con hollín	difícil de encender	humo blanco
agentes químicos	HDPE, LDPE, polipropileno	tolueno					acetona	acetona	acetona	acetona	acetona	acetona	acetona	acetona				tolueno			

TOLERANCIAS GENERALES:	PROYECTÓ:		<b>TMyPDOS</b>	<b>01.01.01</b>		
	DIBUJÓ:			<b>FayD   UNaM</b>	<b>xxx.SLDPRT</b>	
	REVISÓ:					
	APROBÓ:					
ESCALA:	DENOMINACIÓN: <b>PLAN DE DISEÑO PRELIMINAR</b>		GRUPO:			
			N° de plano cliente: <b>01.01.01</b>			
FORMATO: <b>A4</b>			N° de plano: <b>001</b>		#	

## Distribución en el molde: MULTIBOCA

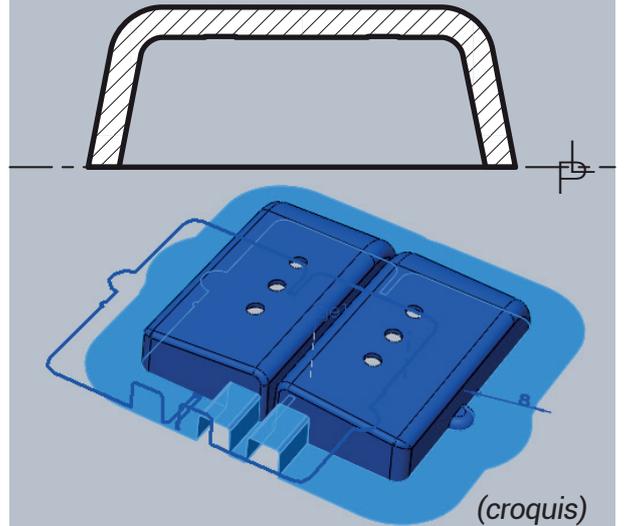
forma de distribución en ejes ortogonales.



(croquis)

## Línea de partición: EN SUPERFICIE

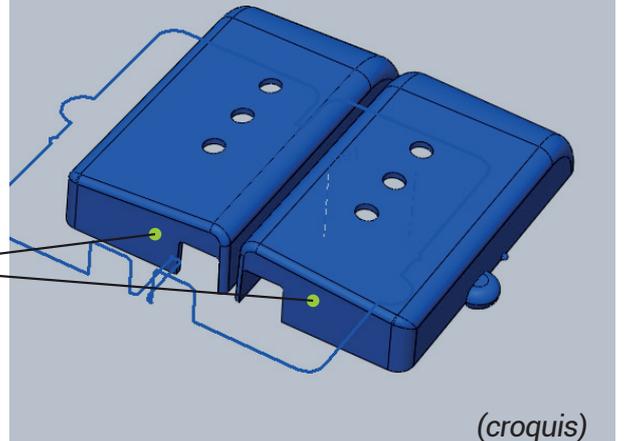
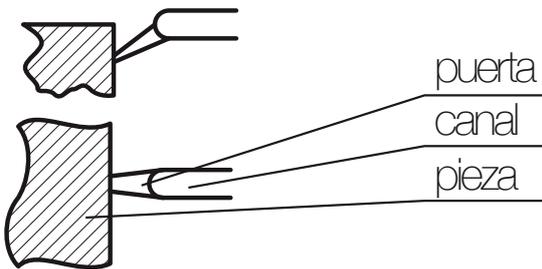
línea de partición en cara



(croquis)

## Canal de colada: SUBMARINO

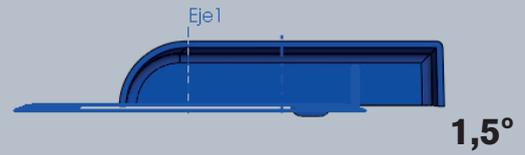
- retiro del canal automático
- falla perceptible mínima en la pieza por marca del canal
- más difícil de reproducir en la matriceria



(croquis)

TOLERANCIAS GENERALES:	PROYECTÓ:		<b>TMyPDOS</b> <b>FayD   UNaM</b>	<b>01.01.01</b>	
	DIBUJÓ:			<b>xxx.SLDPRT</b>	
	REVISÓ:				
	APROBÓ:				
	ESCALA:	DENOMINACIÓN: <b>PLAN DE DISEÑO PRELIMINAR</b>		GRUPO:	
			N° de plano cliente: <b>01.01.01</b>		
FORMATO: <b>A4</b>			N° de plano: <b>001</b>	#	

**Ángulo de salida: ACEPTABLE (1,5°)**

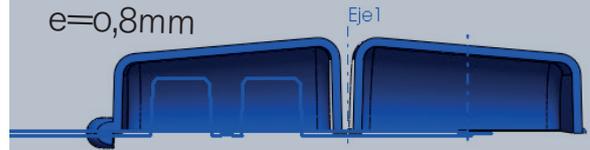


(croquis)

**Espesor. CONTINUO: 0,80mm**

	MÍNIMO	MEDIO	MÁXIMO
resina acetal	0,38	1,6	3,2
abs	0,76	2,3	3,2
acrilicos	0,65	2,4	6,5
poliamidas	0,4	1,6	9,0
policarbonato	1,0	2,5	9,5
polietileno bd	0,5	1,5	6,5
polietileno ad	0,9	1,5	6,5
polipropileno	0,6	2,0	8,0
san	0,7	1,6	6,5
pvc	1,0	2,5	9,5

(espesores recomendados para paredes)

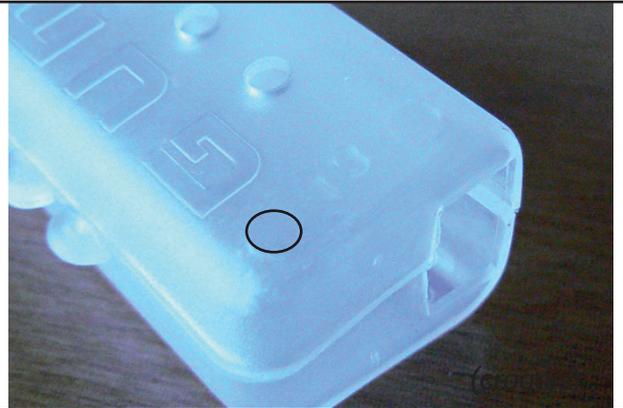


(croquis)

**Cierre/Contacto: SNAP-IN + BISAGRA**

(croquis)

**Eyector: SIMPLE CILINDRICO**



TOLERANCIAS GENERALES:	PROYECTÓ:		<b>TMyPDOS</b> <b>FayD   UNaM</b>	<b>01.01.01</b>	
	DIBUJÓ:			<b>xxx.SLDPRT</b>	
	REVISÓ:				
	APROBÓ:				
	ESCALA:	DENOMINACIÓN: <b>PLAN DE DISEÑO PRELIMINAR</b>		GRUPO:	
			N° de plano cliente: <b>01.01.01</b>		
FORMATO: <b>A4</b>			N° de plano: <b>001</b>	#	

**BOCETO:**

(de acuerdo a las características seleccionadas para probar el proceso)

(en este caso al no contar con un material con la característica de elongación -por cuestiones de costos- vamos a tener que trabajar sobre una de las variables de análisis y modificarla, por lo que la bisagra se va a transformar en una buña, por lo que vamos a tener que redefinir la pieza, que por el momento es mono volumen a una que posea 2 volúmenes o cascaras.)

TOLERANCIAS GENERALES:	PROYECTÓ:		<b>TMyPDOS</b> <b>FAYD   UNaM</b>	<b>01.01.01</b>	
	DIBUJÓ:			<b>xxx.SLDPRT</b>	
	REVISÓ:				
	APROBÓ:				
	ESCALA:	DENOMINACIÓN: <b>PLAN DE DISEÑO PRELIMINAR</b>		GRUPO:	
			N° de plano cliente: <b>01.01.01</b>		
FORMATO: <b>A4</b>			N° de plano: <b>001</b>	#	

**CUADRO COMPARATIVO DE MATERIAL #:***(uno por cada material)***Selección de material:****(caractrísticas)****Tipo de serie:  
Cantidad de bocas:****(croquis)****Tipo de construcción del molde.  
Distribución de bocas:  
Línea de partición:  
Tipo de canal de colada:  
Angulo de salida:  
Cierre:  
Eyectores:  
Otros:****(croquis)**TOLERANCIAS  
GENERALES:

PROYECTÓ:

DIBUJÓ:

REVISÓ:

APROBÓ:

ESCALA:

FORMATO:  
**A4**

DENOMINACIÓN:

**PLAN DE DISEÑO  
PRELIMINAR****TMyPDOS  
FAyD | UNaM****01.01.01****xxx.SLDPRT**

GRUPO:

N° de plano cliente:

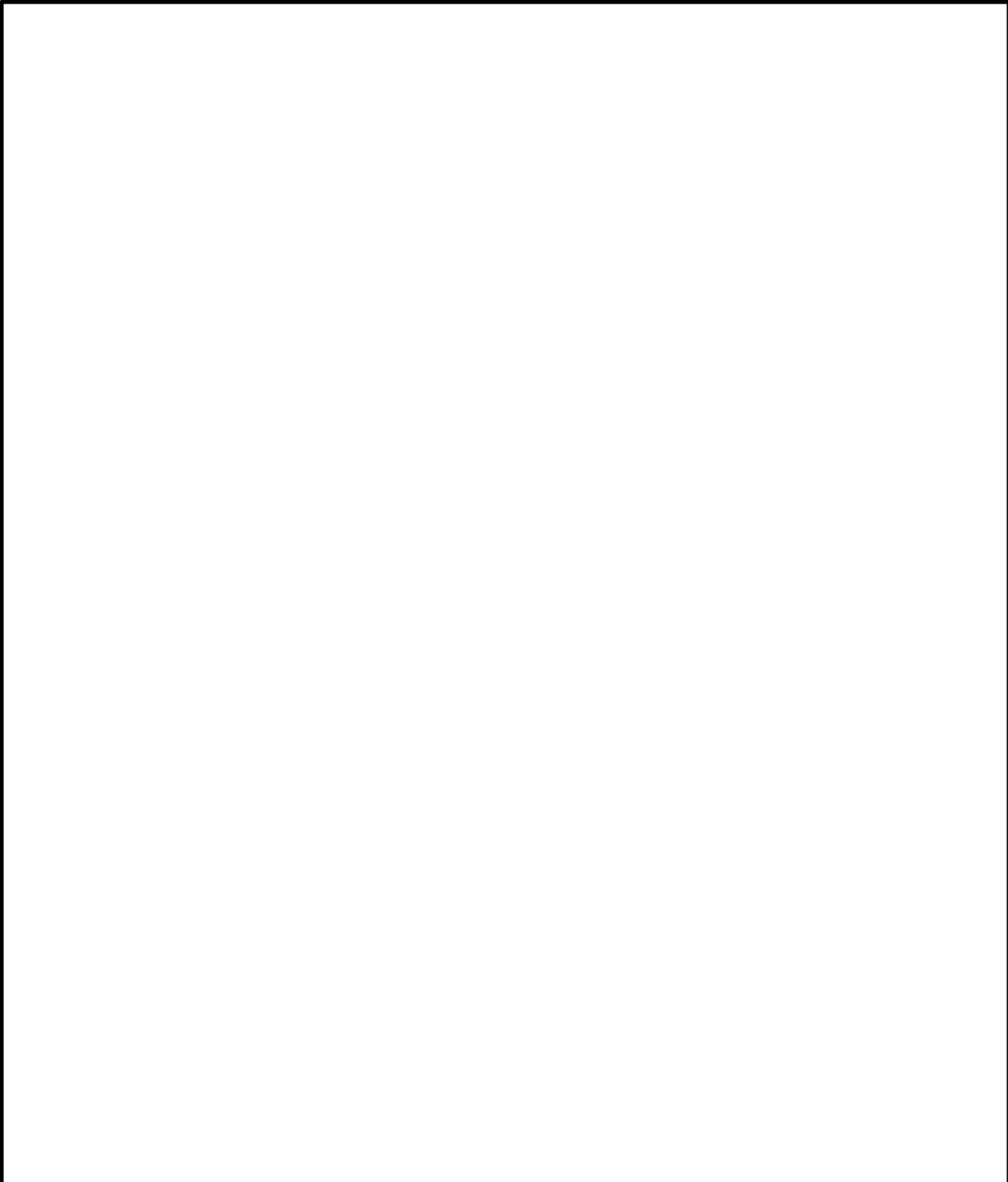
**01.01.01**

N° de plano:

**001**

#





Pos.	Cant.	Denominación	N° de plano	N° de pieza	Material	Masa	Observaciones
TOLERANCIAS GENERALES:	PROYECTÓ:			<b>TMyPDOS</b> <b>FAYD   UNaM</b>	<b>01.01.01</b>		
	DIBUJÓ:				<b>xxx.SLDPRT</b>		
	REVISÓ:						
	APROBÓ:						
	ESCALA:	DENOMINACIÓN: <b>CROQUIS #1</b>			GRUPO:		
					N° de plano cliente: <b>01.01.01</b>		
FORMATO: <b>A4</b>				N° de plano: <b>001</b>		#	

<b>MOLDE</b>						
	2 mitades <input type="checkbox"/>		3 placas <input type="checkbox"/>		colada caliente	
	material					
	tolerancia/contracción					
	terminación superficial					
	geometria					
	línea de partición		si	no	si	no
		única	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	múltiples	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		ejes de simetría	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	cara ciega	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		aristas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	coincide con modelo	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	canal de colada					
		centrado en cara	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	en vertice	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		en arista	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	otro	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	ángulo de salida					
		(en grados):				
		malo	aceptable	bueno	excelente	
	cantidad de bocas					
		2	3	4	5	
	material					
denominación						
características						
duración						
ciclo de uso						
	alto	<input type="checkbox"/>	medio	<input type="checkbox"/>	bajo <input type="checkbox"/>	
expresión en cantidad						

TOLERANCIAS GENERALES:	PROYECTÓ:			<b>TMyPDOS</b> <b>FAYD   UNaM</b>	01.01.01	
	DIBUJÓ:				xxx.SLDPRT	
	REVISÓ:					
	APROBÓ:					
	ESCALA:	DENOMINACIÓN: <b>CROQUIS #1</b>			GRUPO:	
					N° de plano cliente: <b>01.01.01</b>	
FORMATO: <b>A4</b>				N° de plano: <b>001</b>	#	

