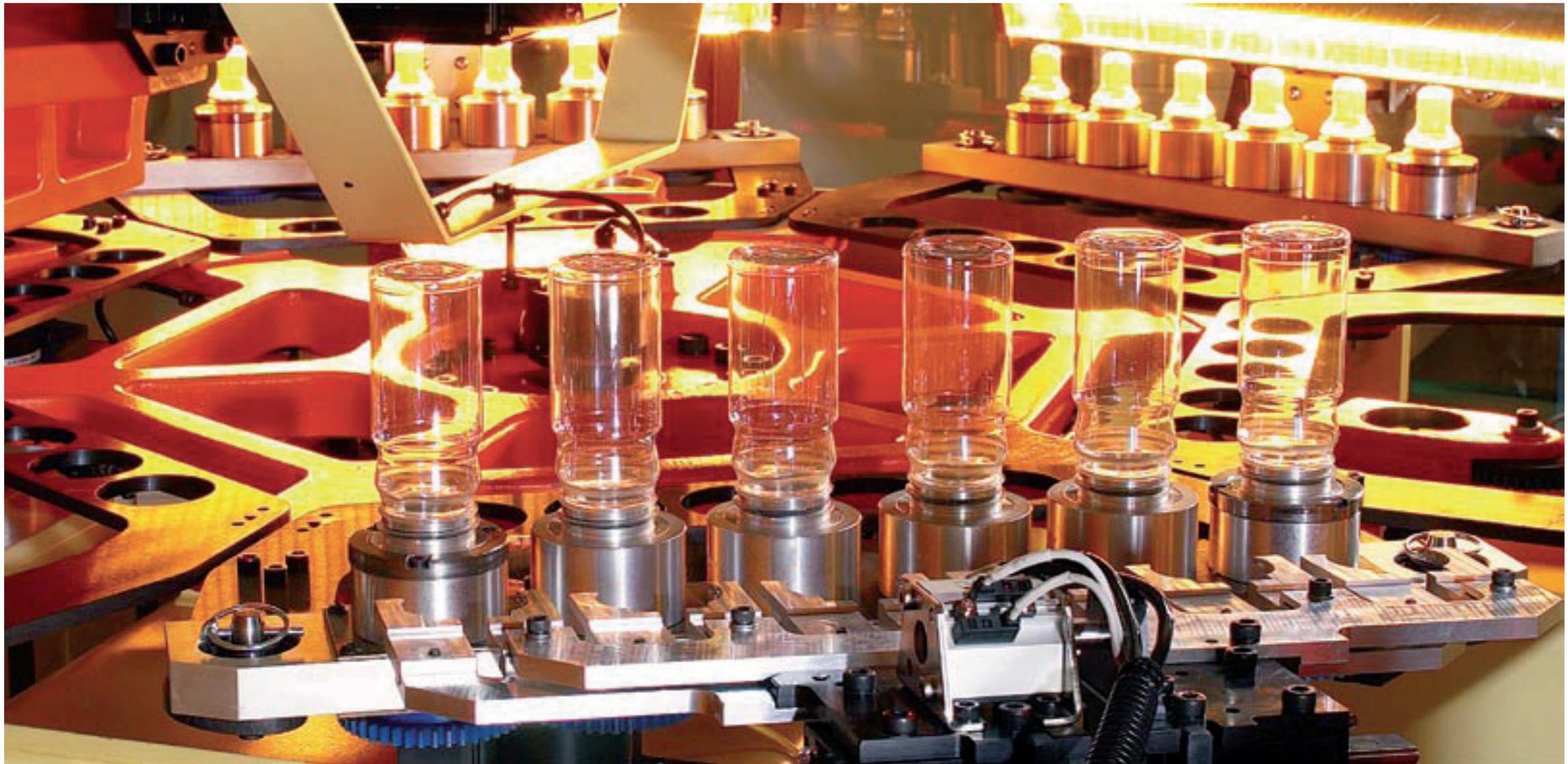


**TRANSFORMACIÓN POR MOLDEO
///INYECCIÓN DE PLÁSTICOS**



El plan de procesos debe desarrollarse dentro de las limitaciones impuestas por el equipo de procesamiento disponible y la capacidad productiva.

PROCESO DE ELABORACIÓN DE UNA PIEZA PLÁSTICA

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 -planos técnicos, verificaron dimensional, optimización, analisis de geometria y planos tecnicos-

análisis CAD/CAE → análisis de fabricación -material, costos, proceso-
→ integridad estructural -FEM/FEA, simulación-

producción

-puesta en máquina-

elaboración de del prototipo

-sinterización laser, estereolitografia-

selección del material

elaboración del molde

-centro de mecnizado, electroerosión, tradicional-

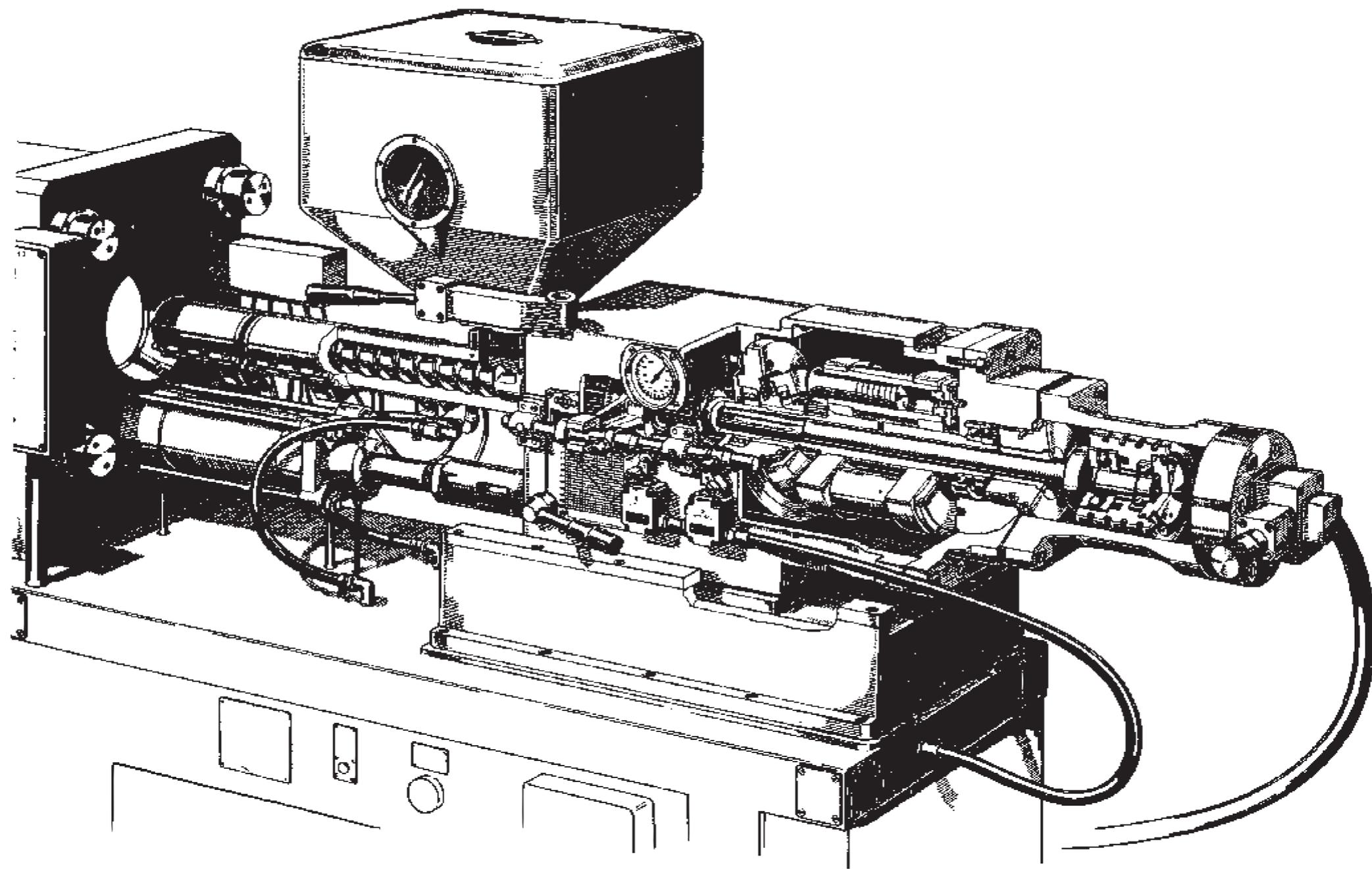
selección del tipo de proceso

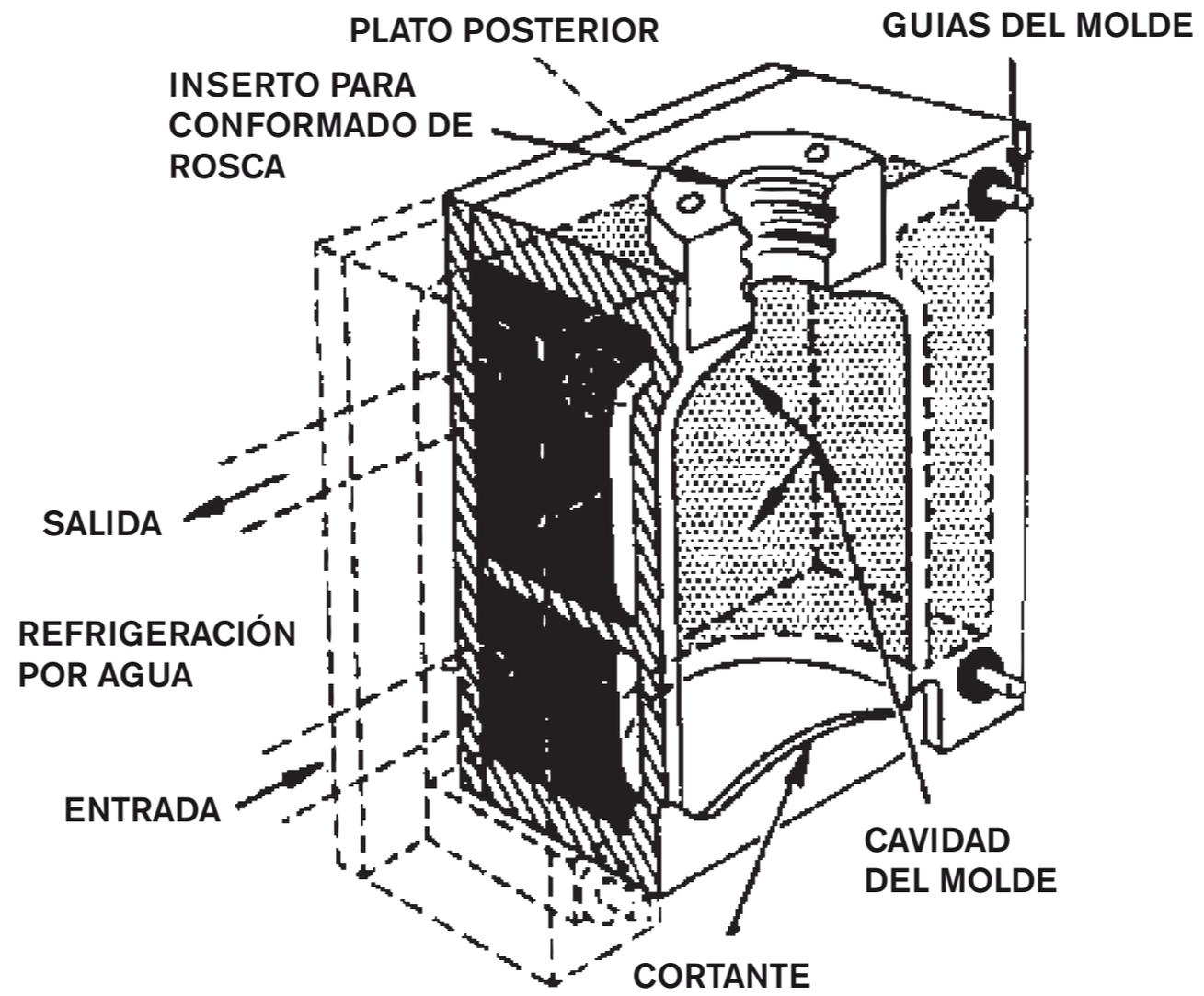
producción

eliminación de sobrantes de la pieza

pieza terminada

testeo final





TIPOS DE PLÁSTICOS

se produce a partir del ácido tereftálico y etilenglicol, por poli condensación; existiendo dos tipos: grado textil y grado botella. Para el grado botella se lo debe post condensar, existiendo varios colores para este uso.

el polietileno de alta densidad es un termoplástico fabricado a partir del etileno. Es muy versátil y se lo puede transformar de diversas formas.

Inyección, extrusión, rotomoldeo, soplado.

se lo produce a partir de gas y cloruro de sodio. para su procesamiento es necesario fabricar compuestos con aditivos especiales, que permiten obtener productos de variadas propiedades para una infinidad de aplicaciones. Se obtienen productos rígidos o totalmente flexibles

se produce a partir del gas natural. Al igual que el PEAD es de gran versatilidad y se lo procesa de diversas formas. Su transparencia, flexibilidad, tenacidad y economía hacen que este presente en una diversidad de envases y otras variadas aplicaciones en productos.

se obtiene a partir de la polimerización del propileno. Los copolímeros se forman agregando etileno durante el proceso. Es un termoplástico rígido de alta cristalinidad y elevado punto de fusión, excelente resistencia química y de baja densidad. Al adicionarle distintas sustancias se potencian sus propiedades, hasta transformarlo en un polímero de ingeniería.

PS cristal: es un polímero de estireno, monómero derivado del petróleo, transparente y de alto brillo
PS alto impacto: es un polímero de estireno, monómero con inclusiones de polibutadieno que le confiere resistencia al impacto.



PET/PETG
POLIETILENTEREFTALATO



PEAD
POLIETILENO DE ALTA



PVC
POLIVINIL CLORURO



PEBD
POLIETILENO BAJA

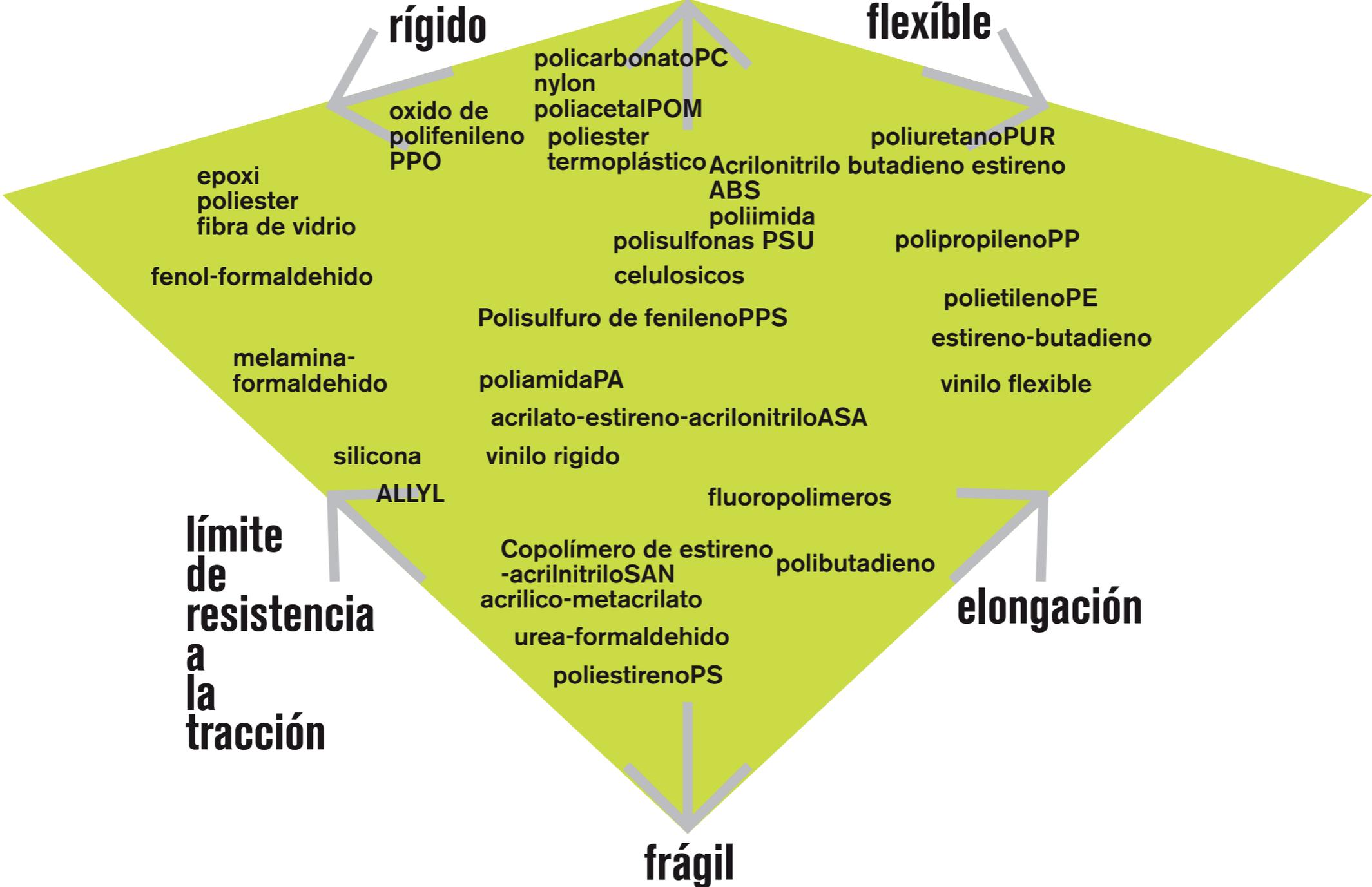


PP
POLIPROPILENO



PS
POLIESTIRENO

QUE TIPO DE PLÁSTICOS ELIGO?



	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	3 2 1 3	6 1 2 3	6 1 2 3	6 1 2 3	6 1 2 3	1 3 1 2	5 2 1 3	6 3 1 2	2 3 2 1
olefinas Polietileno polipropileno	5 2 1	4 2 1	4 2 1	5 2 1	3 2 1	5 1 1	5 1 1	3 2 1	1 1 2
otros cristalinos Resina Nilon 6 6/6 6/10 Poliester Poliacetal	1 2 1 3 4 5	1 2 3 1 4 5	2 2 1 3 2 5	4 2 1 3 2 5	4 5 4 3 2 1	4 1 2 2 2 3	4 4 3 2 1 2	2 3 2 3 4 1	3 1 2 4 1 1
aramidas modificado PPO Policarbonato Polisulfato Polietersulfato	3 4 2 2 1	2 3 1 2 3	3 4 3 2 1	3 4 3 2 1	5 3 4 2 1	1 4 1 2 3	2 4 3 2 1	4 4 3 1 2	4 1 2 3 4
resinas altas temp. PPS Poliamida-imida	2 1 2	4 2 1	1 2 1	1 2 1	2 1 2	4 1 2	1 2 1	4 2 1	5 1 2
fluoropolimeros FEP ETFE	6 2 1	2 1 2	2 2 1	1 1 2	1 1 2	6 2 1	6 2 1	1 1 2	6 2 1

1 mas deseado/ 6 menos deseado

plastico descripción	HDPE POLIETILENO ALTA DENSIDAD	PP POLIPRPILENO	PVC POLICLORURO DE VINILO	PETP POLIETILENTEREFTALATO	PETG POLIETILENTEREFTALATO GLICOL	PA6 POLIAMIDA	PEN POLIETILENO NAFTALENO	EVOH ALCOHOL ETILEN VINILICO	PC POLICARBONATO
costo aprox. u\$s/Kg	0,79	0,90	1,4	1,12	4,2	4	4-5	8	3-4
densidad (g/cm3)	0,94-0,96	0,90-0,91	1,2-1,35	1,33	1,37	1,12-1,15	1,2	-	1,2-1,24
temperatura de fusión	120	160	50-70	165	80-90	205	262	-	150
temperatura de proceso	180-200	190-200	160-170	270INY	170-175	250	-	200-230	-
permeabilidad*				100SOP					
O2	97	200	9,1	4,6	-	6,5	0,9	0,4	450
CO2	110	220	11,1	4,5	-	5,6	1,7	-	380
H2O	0,4	0,4	1,8	1,3	-	18	1	50	9
top load	++	++	++	++	+0	++	++	-	++
resistencia al impacto	+	0	-	++	0	++	++	-	+0
resistencia química	++	++	++	0-	0-	++	+	NO	+
estabilidad de proceso	++	++	0	+	0	0	+	+	0
transparencia	0	0+	++	++	+	NO	++	++	++
rigidez	0	0	+	++	++	++	++	-	++
resist. resquebrajamiento medio agresivo	-	++	++	+	0	++	++	NO	0

*cm3 x 24,5µm x 24h x atm/ 645cm2

alimentos	•	•				•		•	
gaseosas				•			•		
lacteos	•						•		•
productos de tocador	•	•							
cosmetica	•	•			•				
detergentes	•	•	•	•	•				
quimicos	•	•	•		•	•			
farmacopea	•	•	•			•			•
medicinales	•		•			•			•

COLORACIÓN

RESISTENCIA A LA ABRASIÓN
<10.000MG/1000CICLOS
 NYLON
 POLIURETANO
 POLIACETAL
 ACRILICO/PVC
 POLISULFONAS
 PPO
 POLIESTER TERMOPLASTICO
 POLIAMIDAS
 ALGUNOS POLIESTIRENOS
 COPOLIMEROS FLUOROPOLIMEROS
 FLUOROPOLIMEROS
 UHMWPE

FRICCIÓN BAJA<0,8 SOBRE ACERO
 ABS
 POLIACETAL
 NYLON
 POLISULFONAS
 POLIESTER TERMOPLASTICO
 FLUOROPOLIMEROS

ILIMITADO
 ABS
 ACETAL
 ACRILICO
 ALKYD POLIESTER ALQUIDICO
 ALLYL RESINAS ALILICAS
 CELULOSA
 FLUOROPOLIMEROS
 MELAMINA
 NYLON
 PPO
 POLICARBONATO
 TEMOPLASTICO
 TERMOESTABLE
 POLIESTER
 POLIOLEFINAS
 POLIESTIRENO
 POLIURETANO
 ELASTOMEROS
 UREA
 VINILO
 VINILESTER

LIMITADO
 EPOXI
 FURAN
 FENOLICOS
 POLIAMIDA IMIDA
 POLIAMIDA
 POLIFENOL SULFIDE
 SILICONAS

TRANSPARENCIA (INCOLORO)
espesor>2,54
 ACRILICO
 POLICARBONATO
 POLIESTIRENO
 CELULOSA
 SAN
 POLIESTER TP
 NYLON
 POLISULFONA
espesor 2,54a1,27
 POLIETILENO
 POLIPROPILENO
 POLIVINILO
 POLIBUTILENE
 IONOMER
 POLIMETILPENTANO TPX PMP (SIMILPP)
 FLUOROPOLIMEROS

DENSIDAD MÁS BAJA
<1.0
 0.84-0.84POLIMETILPENTANO
 0.88-0.90POLIOLEFINAS TPR
 0.89-0.91POLIPROPILENE
 0.896-0.899POLI ETILENO+PROPILENO
 0.908-0.917POLIBUTILENO
 POLIETILENO
 0.91-0.94UHM WPE
 0.92-0.94POLIETILENO+CATATOVINILICO
 0.93POLIETILENO+ACRILATOETIL
 0.93-0.96IONOMER

PROPIEDADES ELECTRICAS

DC FRECUENCIA BAJA VOLTAJE BAJO
 la mayoría de los
 materiales plásticos

ARCO DE RESISTENCIA
>200SEGS.
 ACRILICO ningunas pistas
 ALKYDS 75-420
 FLUOROPOLIMEEROS 70-360
 CELULOSA 50-310
 EPOXI 45-300
 ALLYLS 115-250
 SILICONA 60-250
 ACETAL 158-240
 POLIETILENO 100-240
 POLIAMIDA 230
 MELAMINA 95-200
 POLIFENOLSULFIDE 200

FRECUENCIA ALTA
VOLTAJE ALTO
 POLIETILENO Y COPOLIMEROS
 PVC POLICLORURO DE VINILO
 POLIESTIRENO Y COPOLIMEROS
 POLIPROPILENO
 TERMOPLASTICOS OLEAFINAS
 ELASTOMEROS
 POLIESTER AROMATICOS
 FLUOROPOLIMEROS

IGNIFUGO

CON MODIFICACIÓN
O COMPOSICIÓN
 ABS
 ACRILICO
 ALKYLS
 ACETATO DE CELULOSA
 ALLYLS
 EPOXI
 NYLON
 FENOLICO
 PPO BASE
 POLICARBONATO
 POLIESTER TP TS
 POLIOLEFINA
 ESTIRENO
 POLIURETANO
 SILICONA
 UREA

INTRÍNSECAMENTE V-0
 FLUOROPOLIMEROS
 IONOMER
 MELAMINA
 POLIFENOL SULFIDE
 POLISULFONAS
 VINILO
 POLIAMIDA
 POLIAMIDA IMIDES

carta de identificación de plásticos

MATERIALES PLÁSTICOS

presione un hierro de soldar o una barra caliente (260°C) contra la muestra

Termoplásticos ← se ablandan ←

→ Termostables

queme una pequeña esquina de la muestra

autoextinción

sigue quemándose

material observación

	DAP	Melamina formaldehido	Fenol formaldehido	Urea formaldehido	Poliester	Silicona	Epoxi
color de la flama	amarillo	amarilla con punta azul	amarillo	amarillo con borde verdoso azul	amarillo con bordes azules	brillante amarillo	amarillo
olor	olor débil de fenol	pescado	fenol	formaldehido	formaldehido	ningununa	amina acre
otras características	humo negro	elevaciones y grietas	puede o no puede autosalir	elevaciones y grietas	humo negro con hollin	sigue quemándose	humo negro

flota

↓
PP
PE

deje caer una pequeña muestra en el agua

unde

↓
todos los otros

↓
queme una pequeña esquina de la muestra

↓
sin llama

↓
gotea

si

no si

↓
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 butirato de celulosa	Propionato de celulosa	Poliestireno	Poliester	Nitrato de celulosa	Poliuretano	nylon PA	polisulfona PSU	policarbonato	PPO oxido de polifenileno	PVC
color de la flama	azul con punta amarilla	azul con punta amarilla					azules con bordes amarillos	azules	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 amarillenta	amarillo con bordes verdes
olor	parafina	vapores acres o diésel	pelo quemado	ácido acético	pelo quemado	ácido	irritante acre amargo	formaldehido	vinagre	manteca rancia	azúcar quemado	caléndula/ iluminación a gas	goma quemada	alcanfor	manzana pasada	lana quemada o pelo	olor de azufre	fenol	fenol	ácido hidroclicórico
velocidad de combustión lenta < 73mm/min. rápida > 73mm/min.	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 hollin	no humo	humo negro con hollin	humo negro con hollin	humo negro con hollin	humo negro con hollin	humo negro con hollin	muestra quemaduras en toda la pieza	agujero leve negro	espumas	humo negro con hollin	humo negro con hollin	humo negro con hollin	humo negro con hollin
agentes químicos	HDPEtolueno LDPEdióxido de propileno glicol						cetona esteres		cetona esteres	cetona esteres	cetona esteres	cetona esteres	cetona esteres	cetona esteres				tolueno		humo blanco

#1 Copolímero de tetrafluoroetileno perfluoropropileno #2 Fluoropolímero #3 Politetrafluoroetileno #4 Polifluoruro de vinilo

SELECCIÓN DE PROCESOS

	inyección	extrusión	soplado	termoformado	rotomoldeado	compresión/ transferencia	moldear en caliente	calandrado
1	b,c	-	a	b,c	b	-	b	-
2	a	-	-	a	-	a	b	-
3	-	-	a	c	a	-	-	-
4	a	-	-	c	-	a	-	-
5	a	-	b	b	-	a	a	-
6	a	-	-	-	-	a	b	-
7	b,d	a	-	-	-	b,d	-	e
8	-	a	-	-	-	b	-	a

1-botellas, recipiente con cuello

2-contenedor abierto, copa, bandeja, cajón

3-tanque, tambor, bidon, grandes formas ahuecadas

4-tapon, casquete, tapa cierre

5-autopartes, cubierta

6-formas complejascambios de espesores

7-formas lineales, caños, perfiles

8-paneles, laminas, hojas, chapas

a- proceso primario

b- proceso secundario

c- combinación de dos o mas opciones
por medio de un adhesivo o soldado

d- pequeños tramos

e- moldes especiales

SELECCIÓN DE PROCESOS

<i>etapa de diseño</i>	inyección	soplado	extrusión	termoformado	rotomoldeo	prensado	colado	pultrusión	transferencia/ prensado
<i>características de forma</i>	limitantes escasos	cuerpos ahuecados	sección constante	moldeado en un plano	cuerpos ahuecados	moldeado en un plano	configuración simple	estructurales, de revolución	configuración simple
<i>factor límite de medida</i>	equipamiento	material	material	material	material	equipamiento	material	equipamiento	equipamiento
<i>máximo espesor</i>	150	>6,4	150	76	12,7	12,7	-	76	150
<i>mínimo radio interior</i>	0,25-3,18	3,18	3,18	3,18	0,25-3,18	3,18	0,25-3,18	3,18	0,25-3,18
<i>mínimo ángulo</i>	<1	0	NR	1	1	>1	0-1	2-3	1
<i>mínimo espesor</i>	0,1	0,25	0,02	0,5	0,5	0,25-3,18	0,25-3,18	0,38	0,25-3,18
<i>roscado</i>	si	si	no	no	si	si	si	no	si
<i>rebaje</i>	si(a)	si	si	si(a)	si(c)	NR(b)	si(a)	NR(b)	NR(b)
<i>insertos</i>	si	si	si	NR(b)	si	si	si	si	si
<i>núcleo interior</i>	si	si	no	si	si	no	si	no	si
<i>cavidad en el molde</i>	si	si	si(d)	no	si	si	si	si	si
<i>partes saliente</i>	si	si	si	si	si	si	si	no	si
<i>nervios y aletas</i>	si	si	si	no	no	si	si	no	si
<i>molde</i>	si	si	no	si	si	si	si	no	si
<i>acabado superficial (f)</i>	1	1-2	1-2	1-3	2-3	1-2	2	5	1-2
<i>tolerancia dimensional</i>	0,001	0,01	0,005	0,01	0,01	0,001	0,001	0,005	0,001
<i>Tiempo de desarrollo de la pieza (meses)</i>	3-6	3-6	3	1-3	2-4	1-3	1-3	-	1-3
<i>molde</i>	metal	metal	metal	metal madera resina	metal	metal	silicona metal yeso	-	metal

a-requiere molde especial

b-no recomendado

c-solo con material flexible

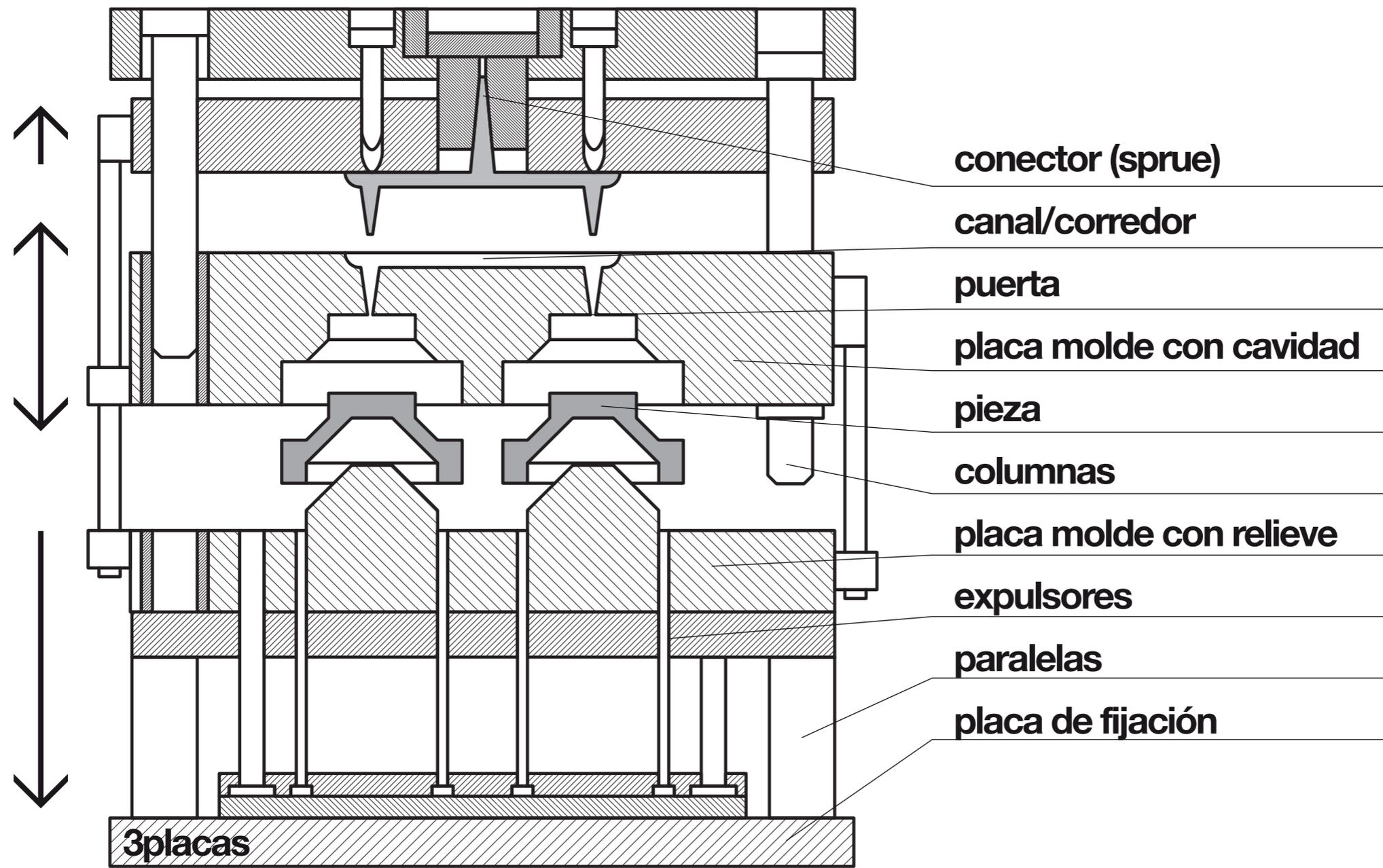
d-solo en la dirección de la extrusión

e-posible con técnicas especiales

f-(1suave-5rugosa)

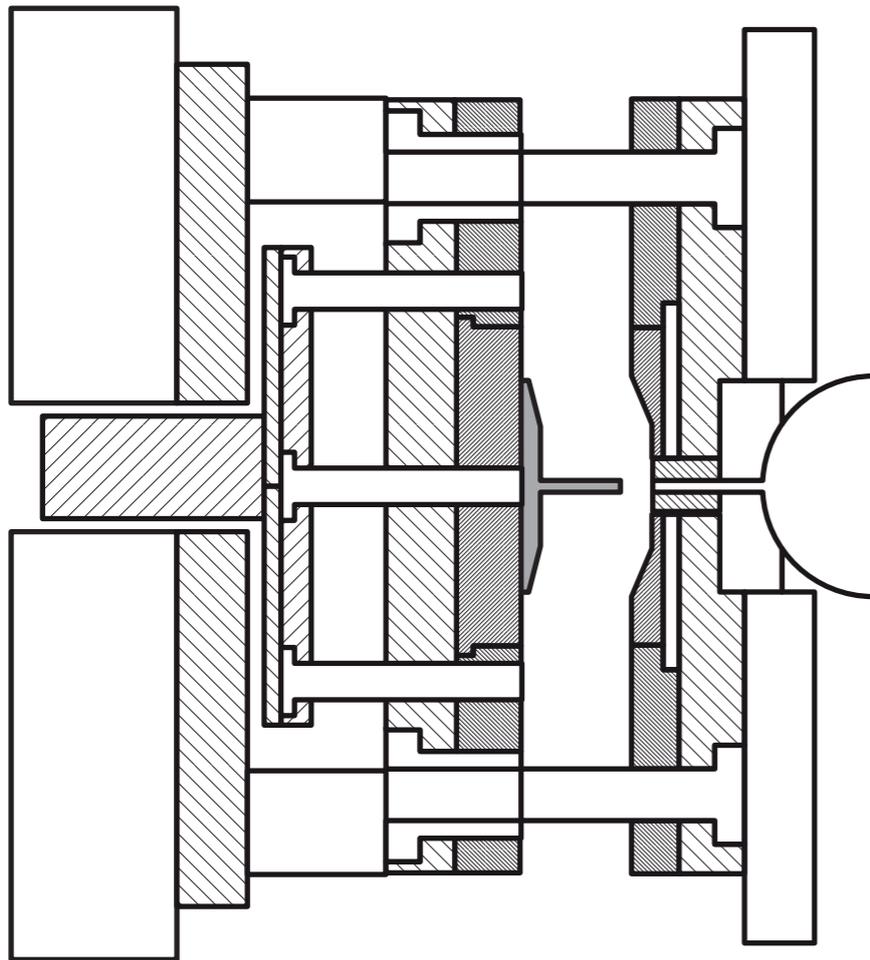
PASOS A SEGUIR PARA EL DISEÑO DE UNA PIEZA DE INYECCIÓN

- .clasificación de moldes*
- .tipo de construcción de un molde*
- .canal de inyección*
- .ángulo de salida*
- .línea de partición*
- .expulsores*
- .contracción en el molde*
- .terminación*
- .tolerancia dimensional*
- .detalles constructivos*
- .selección del material*
- .tiempo*
- .simulación virtual para hallar defectos*
- .cierre*



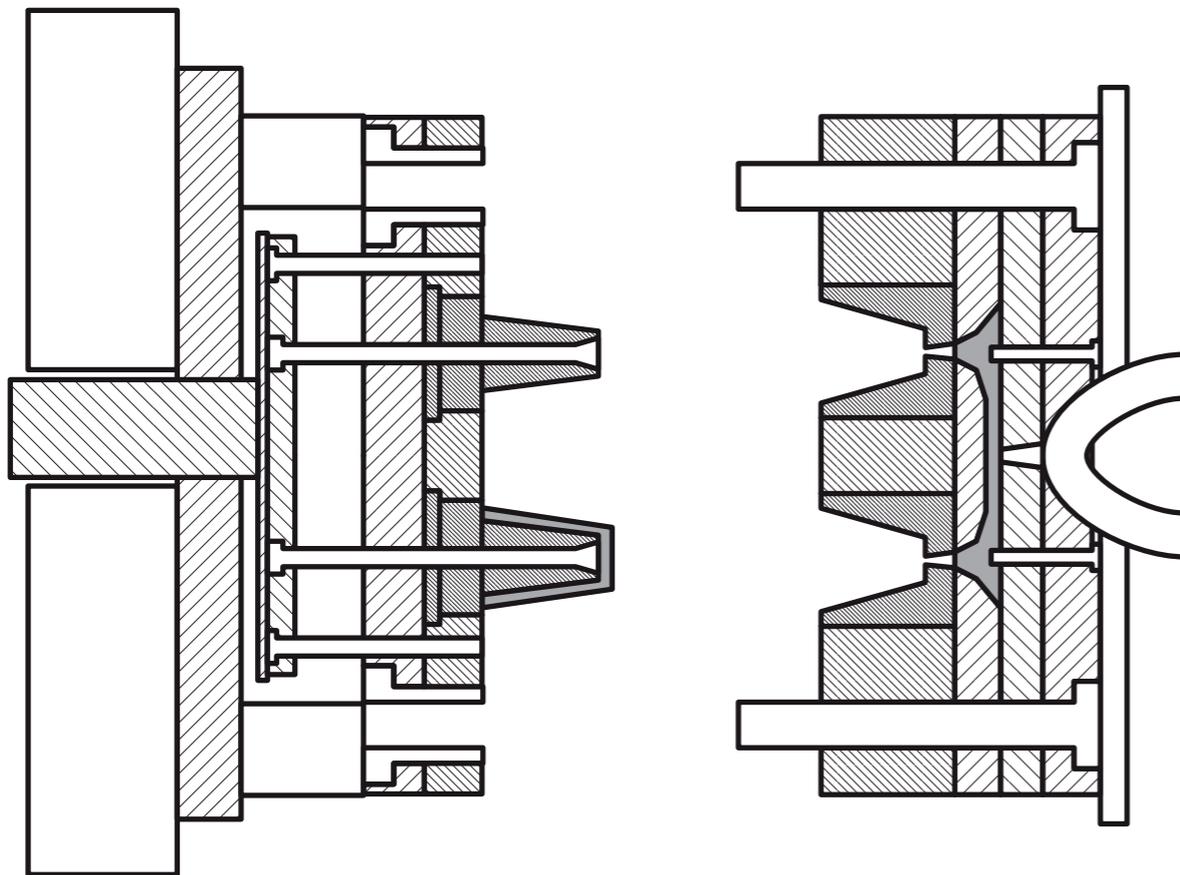
MOLDE DE DOS MITADES

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 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.

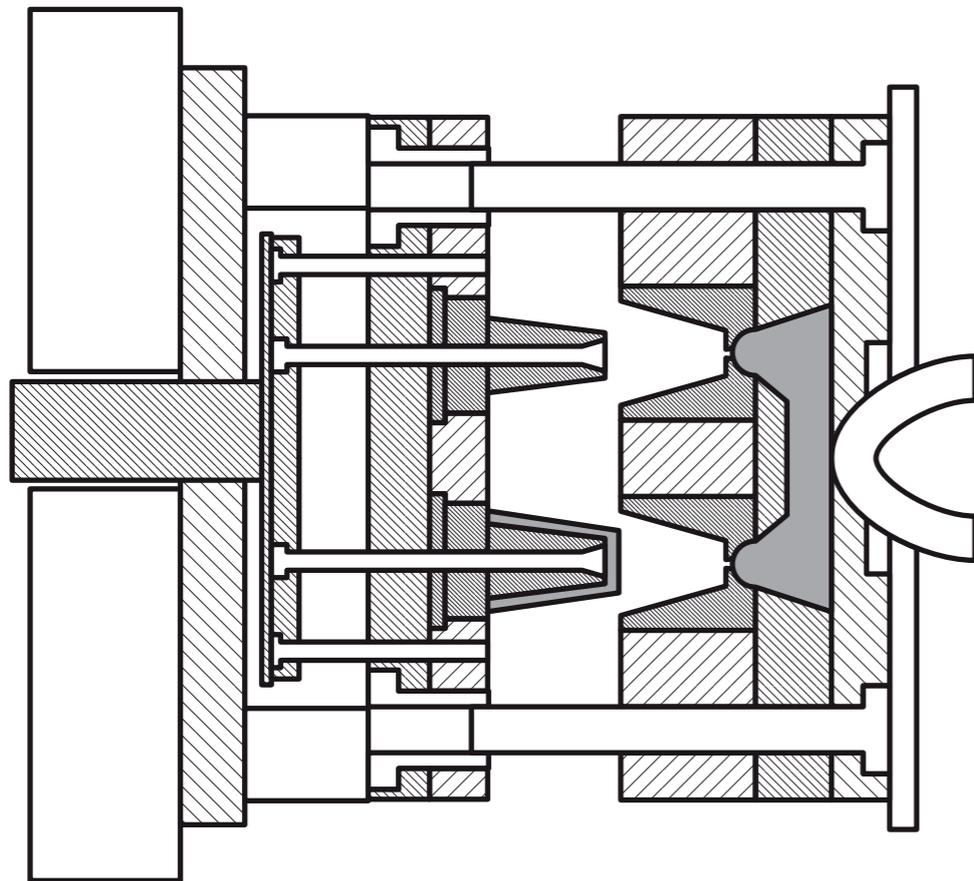


MOLDE SIN SOBANTES/ COLADA CALIENTE

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.

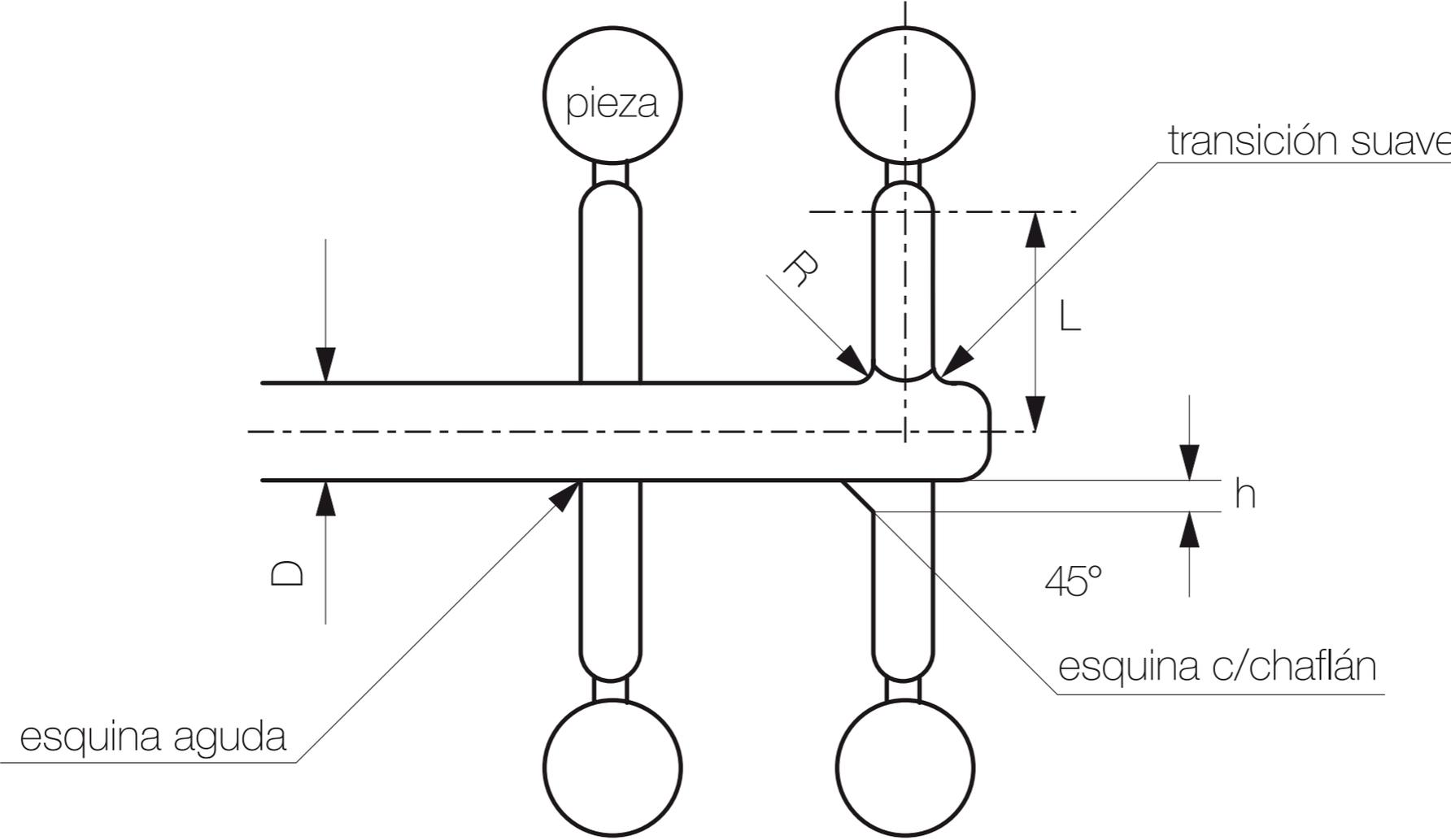
El molde sin sobrantes y sin resistencias se le conoce como "colada aislada". Es ideal para producciones de todo el año.





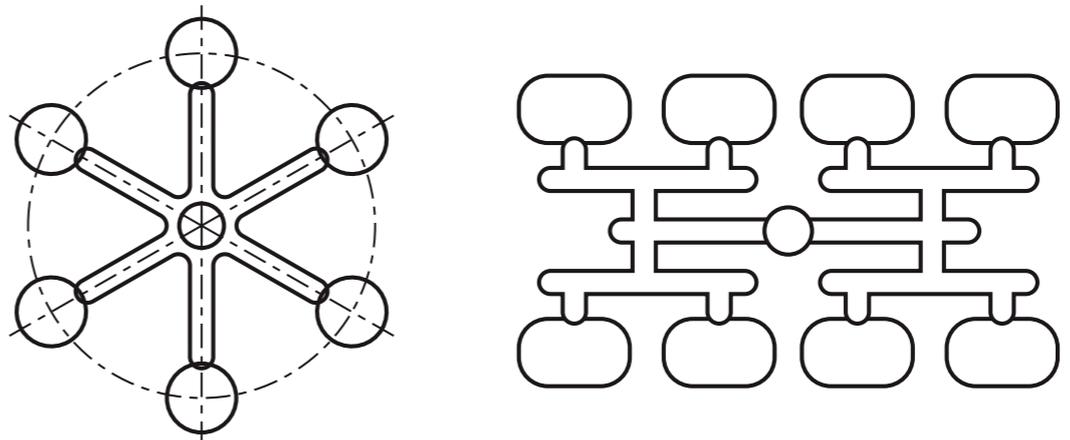


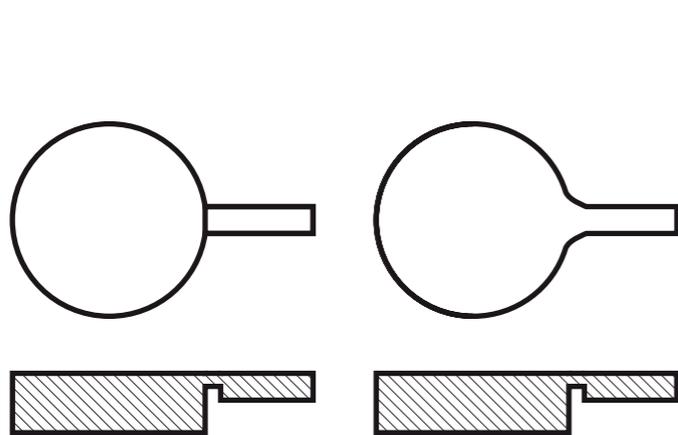
CANAL DE INYECCIÓN



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

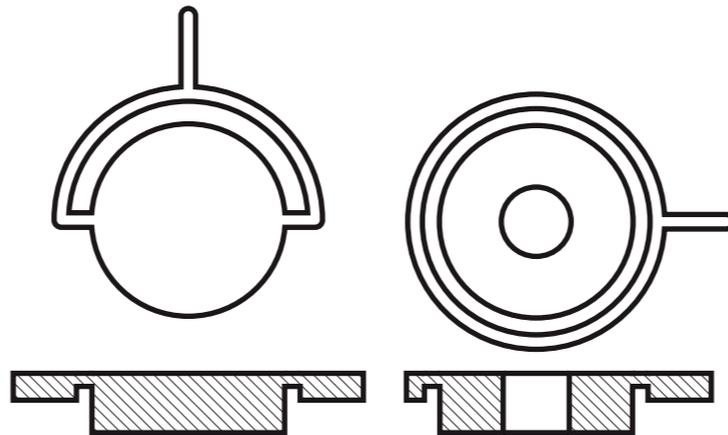
Disposición radial del corredor y la disposición de corredor en H





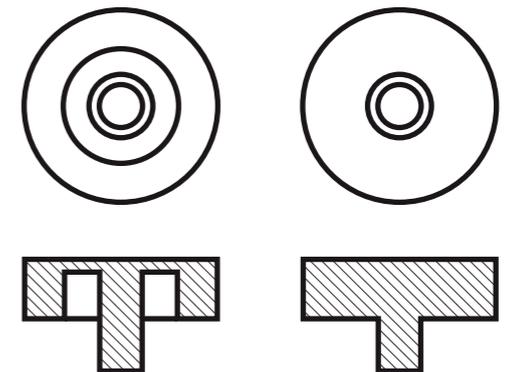
canal de lado

canal abanico



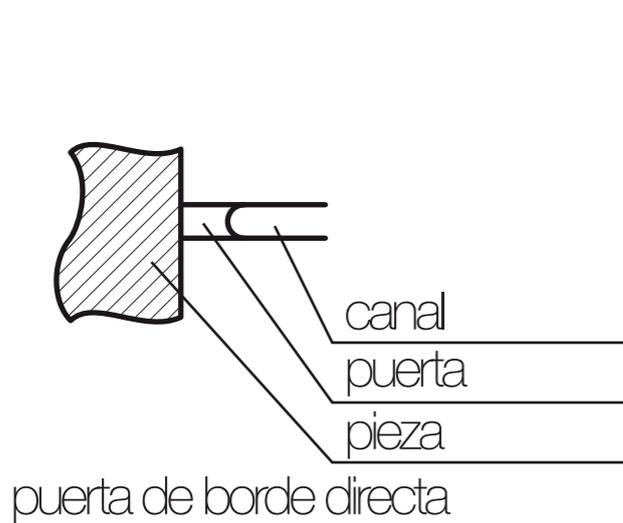
doble canal de lado

canal anillo

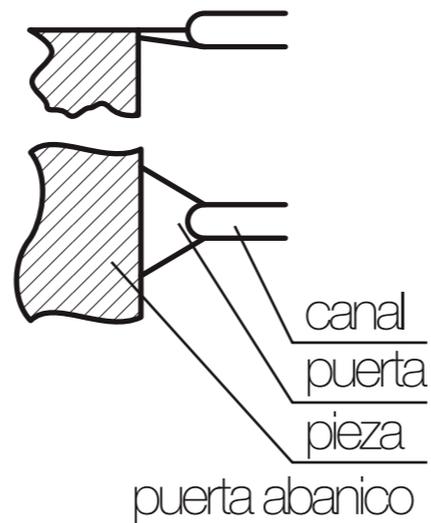


canal diafragma

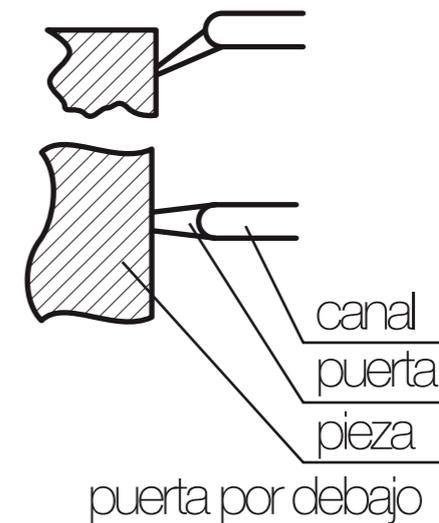
canal central



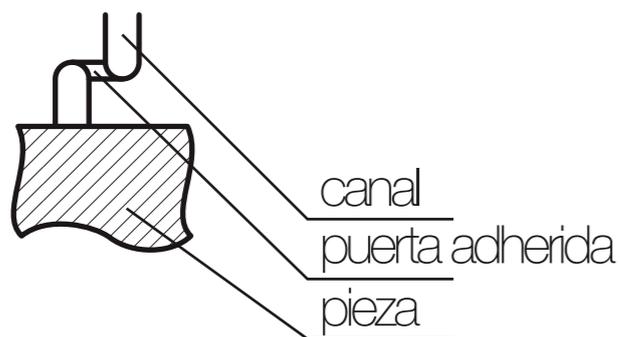
puerta de borde directa



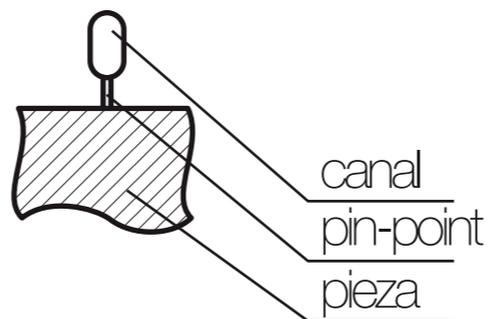
puerta abanico



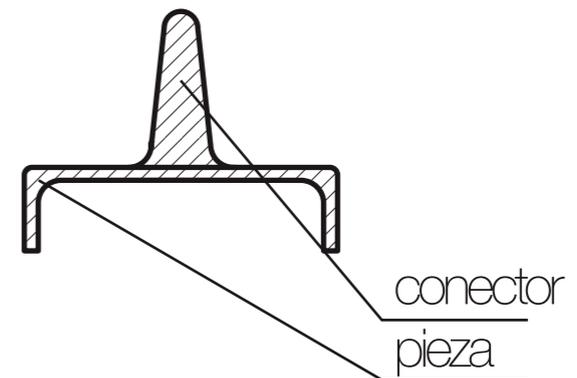
puerta por debajo



puerta adherida

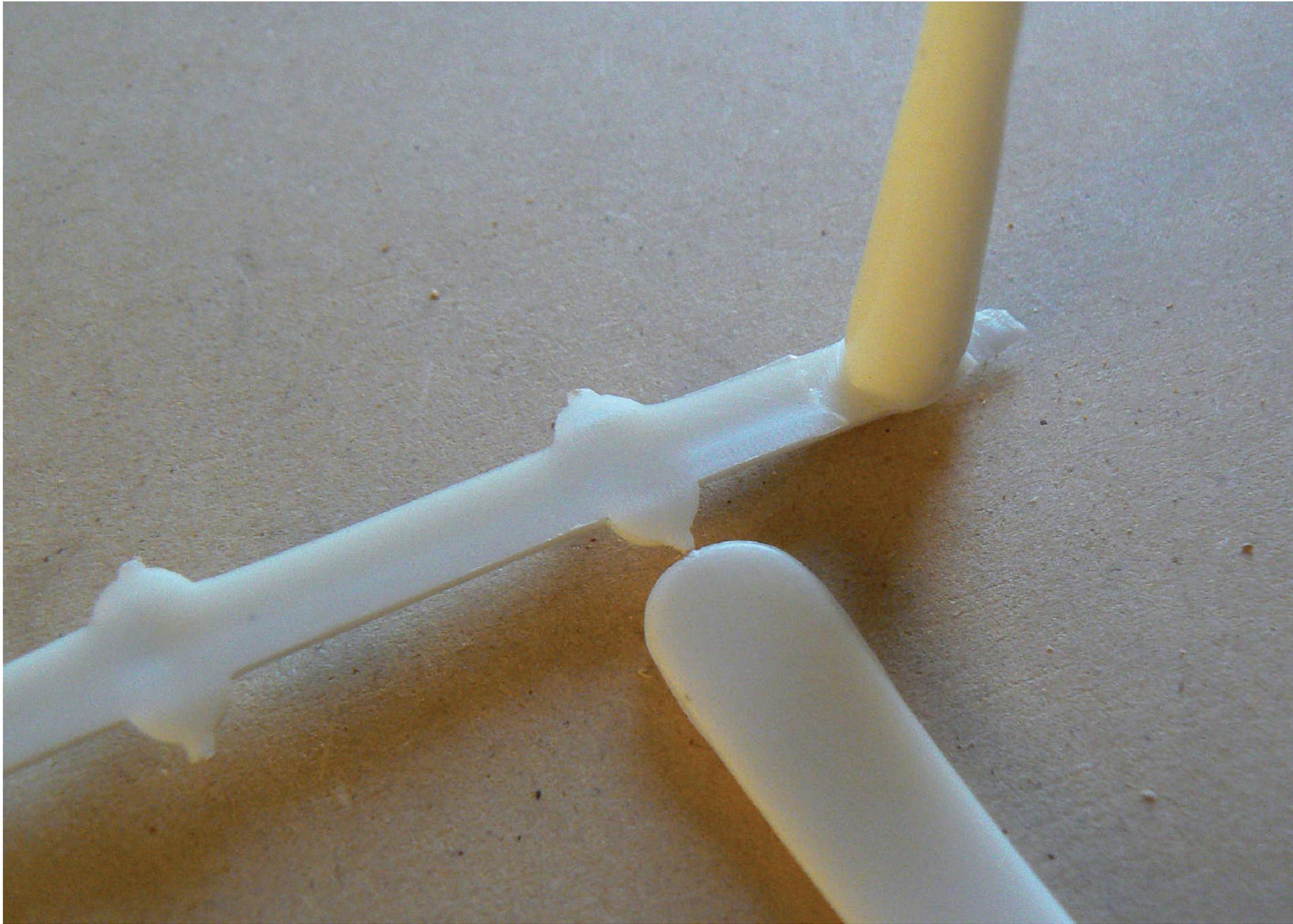


puerta pin-point (punto de afiler)



puerta con conector centrado (sprue)

	ventajas	desventajas
Borde /Abanico	<ul style="list-style-type: none"> · apropiado para piezas planas · fácil para modificar 	<ul style="list-style-type: none"> · el retiro del canal inyector genera una falla perceptible en la pieza · pobre ingreso de material
Submarina	<ul style="list-style-type: none"> · retiro del canal automático · falla perceptible mínima en la pieza por marca del canal 	<ul style="list-style-type: none"> · más difícil de reproducir en la matriceria
diafragma	<ul style="list-style-type: none"> · concetricidad/piezas de revolución huecas · apropiado por partes cilindricas · no generan líneas 	<ul style="list-style-type: none"> · material de desecho · retirar en la pieza
cabeza de alfiler (de 3 platos)	<ul style="list-style-type: none"> · retiro de canal automático · falla perceptible mínima en la pieza por marca del canal · refrigeración localizada 	<ul style="list-style-type: none"> · requiere plato adicional · mayor desecho de material · el coste más alto
válvula (sistemas de corredor Calientes)	<ul style="list-style-type: none"> · falla perceptible mínima en la pieza por marca del canal · cierre positivo · reduce al mínimo el material de desecho 	<ul style="list-style-type: none"> · mayor costo de insumos · mantenimiento más alto · sólo para sistemas de corredor calientes



1. Colada directa Es la que hemos estado considerando hasta ahora, en razón de su simplicidad. La colada debe ser separada de la pieza mediante alicates. Pueden producirse rechupes superficiales o de volumen.
2. Colada anular Es muy conveniente para piezas que poseen un orificio cuyo eje es paralelo al eje del molde y en las que se desea disimular el corte de la colada. El material fluye a través de un espacio de 0,1 ó 0,2 milímetros entre el extremo del macho y la boquilla.
3. Colada por rebaba Es útil cuando se trata de inyectar piezas en forma de láminas y donde se desea que el material fluya sin demasiada turbulencia dentro del molde. Primero se llena rápidamente un canal paralelo a la cavidad y que luego aporta material a la misma en la forma de una lámina fina que luego deberá recortarse.
4. Colada standard Es probablemente la más conocida en moldes de bocas múltiples. A partir de la boquilla se abren varios canales que se dirigen a cada una de las bocas o bien se ramifican antes de alcanzarlas. Cada canal debe aproximarse tanto como sea posible a la cavidad respectiva (hasta una distancia del orden del milímetro). Allí se realiza, a lima, una entalladura o bebedero en forma cónica, siendo la parte más angosta la que queda hacia el lado de la cavidad. Esto facilitará la separación de la colada de las piezas, lo que se hará a mano o con alicates.

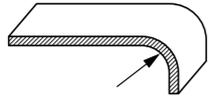
5. Colada sumergida Es aplicable en piezas que pueden ser alimentadas sobre la pared lateral. Se diferencia de la anterior fundamentalmente por los bebederos, los cuales se practican vinculando el canal y la cavidad respectiva mediante un pequeño orificio (del orden de 1mm de diámetro) en la placa. Dicho orificio debe ser conificado para facilitar la salida. Esta colada tiene como principal ventaja la de separarse automáticamente durante la apertura del molde. Asimismo el punto de alimentación es mucho menos notorio que en la colada standard. Esta colada aprovecha la flexibilidad del material inyectado, la cual permite que las distintas ramas de alimentación se doblen ligeramente para salir de los bebederos. Los distribuidores de materiales termoplásticos proveen catálogos donde se especifican los valores máximos del ángulo que puede llegar a formar la dirección del eje del bebedero con la perpendicular al plano de cierre según el material a inyectar. Obviamente, cuanto más flexible sea este último será posible un ángulo mayor.

6. Colada pin- point (punta de alfiler) Se trata también de una colada de corte automático en el momento de la apertura y se la emplea cuando se prefiere alimentar cada cavidad en el centro y no en la periferia. Su realización es un poco más compleja, puesto que implica una placa móvil extra en el lado boquilla.

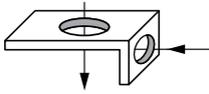
Cabe señalar que la alimentación central en cada boca, con un bebedero casi puntual de diámetro \varnothing 0,5 a 1 mm, produce una homogeneización extra del material inyectado, el cual llena la cavidad progresiva y uniformemente, especialmente cuando ésta presenta cierta simetría. La alimentación periférica o lateral (como es el caso de la colada standard o la sumergida), dado que el material debe rodear los machos hasta que se encuentren los dos frentes en que necesariamente se divide la masa inyectada, puede dar origen en ese lugar a una línea o costura de flujo. Este defecto podrá disimularse aumentando ligeramente la temperatura de plastificación, pero deberá tenerse en cuenta que el ciclo será algo más lento, dado que hará falta un mayor tiempo de enfriamiento para poder abrir el molde.

7. Colada caliente Durante el trabajo de un molde de inyección se van acumulando las coladas anteriormente descritas en volúmenes crecientes que periódicamente deberán molerse. La mano de obra necesaria para ello puede llegar a hacerse importante si se trata de producciones grandes. Por otra parte, exceptuando el caso de que se le asigne otro destino, si la molienda es mezclada con material virgen a fin de aprovecharla completamente, puede producirse una disminución en la calidad de las piezas inyectadas. A lo largo de todo el proceso de producción existirá, por lo tanto, una pérdida de eficiencia. Una producción alta, sin embargo, puede llegar a justificar la construcción de un molde más costoso, siempre y cuando resulte por ello un mayor beneficio en la producción. Este es el caso de la colada caliente: el material que normalmente constituiría la colada (buje y canales de alimentación) se mantiene permanentemente plastificado por medio de una calefacción adecuada en la región del molde donde se desarrolla la misma. De esta manera, cada ciclo de máquina sólo produce piezas útiles y ninguna colada que deba reciclarse. La implementación de la colada caliente es sumamente delicada, puesto que deben equilibrarse muy bien las temperaturas de trabajo en diferentes partes del molde, puesto que se requiere que el material se enfríe en las cavidades y se encuentre plastificado a partir de los bebederos y en los canales, lo cual establece una zona de transición muy definida y pequeña. Los proveedores de elementos de calefacción para la industria plástica suelen vender todos los accesorios para la construcción de coladas calientes (boquillas mecanizadas con metales de conductividades térmicas diferentes, resistencias, pirómetros y termocuplas adicionales, etc.), de modo que aconsejamos acudir a ellos toda vez que no se trate de experimentar.

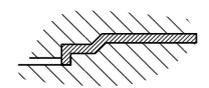
GUÍA PARA EL DISEÑO DE PIEZAS PRODUCIDAS POR INYECCIÓN



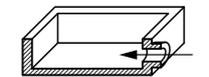
mínimo radio interior: 1,60mm



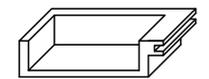
moldeado en agujeros: normales respecto el plano de desmolde



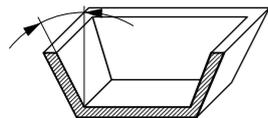
ajustado de sobrante de pieza en el molde: si



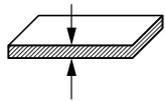
extracción de noyos móviles: si



rebajes: si

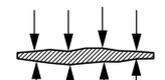


ángulo de salida: de 6,35 a 152,4 de profundidad - 1° a 3°
mayor a 152,4 de profundidad - 3°

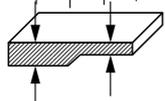


máximo espesor: 0,889mm

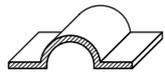
mínimo espesor: 12,7mm



variación del espesor: 0,127mm



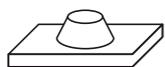
máximo incremento del espesor: 1,60mm



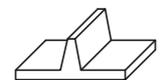
secciones corrugadas: si



insertos metálicos: si



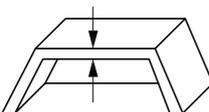
botones: si



costillas: si

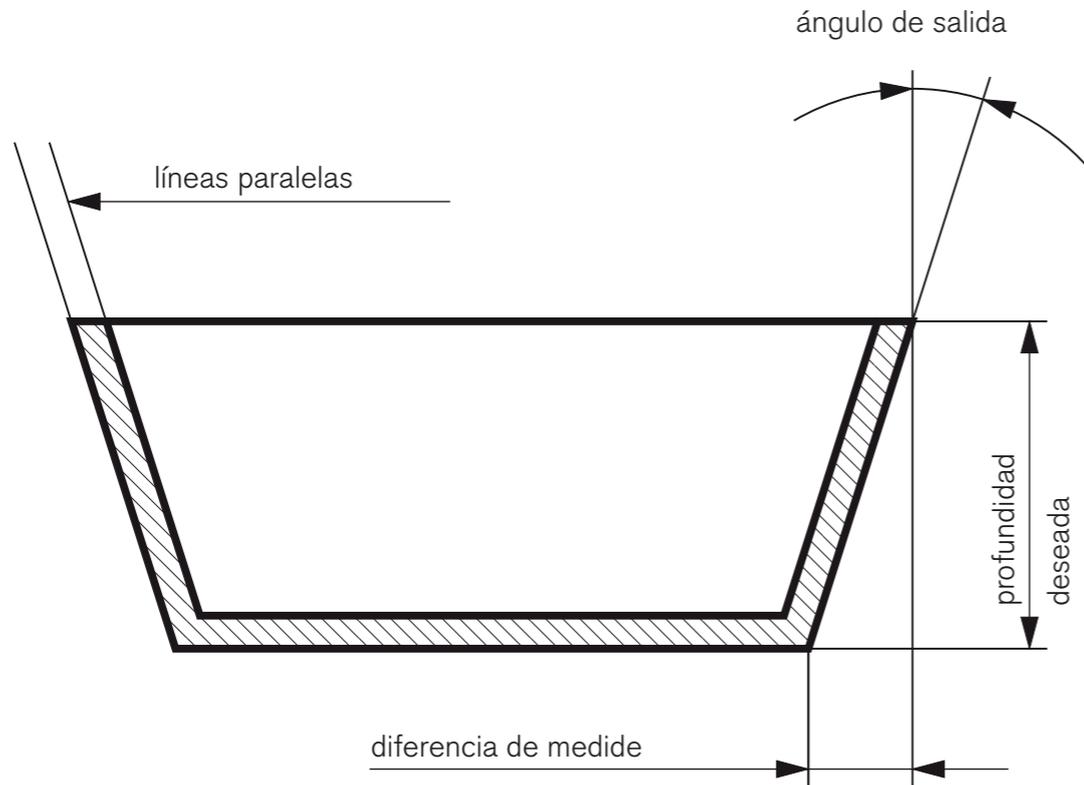


relieves : si

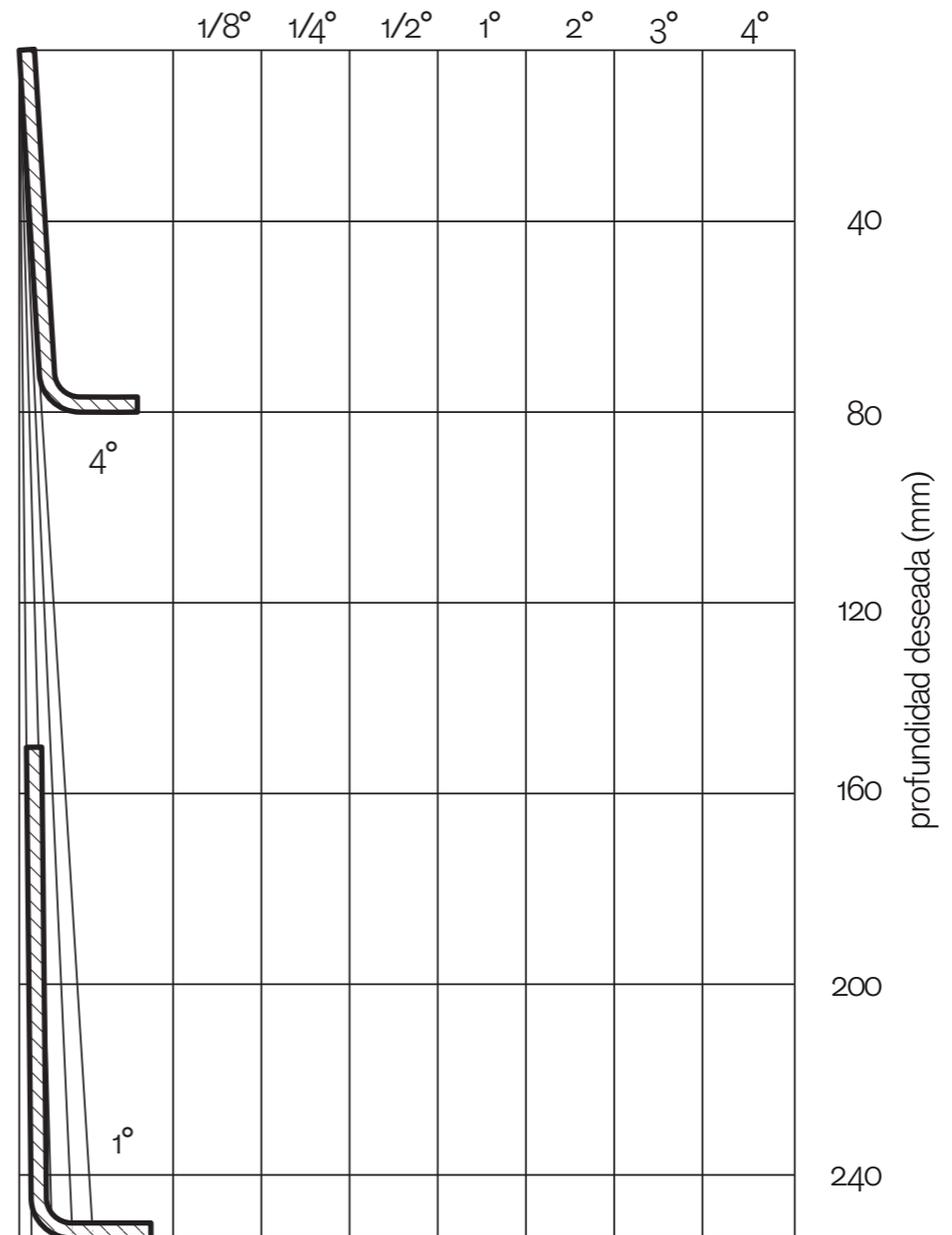


terminación superficial: ambas caras

ÁNGULO DE SALIDA



profundidad (mm)	angulos 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

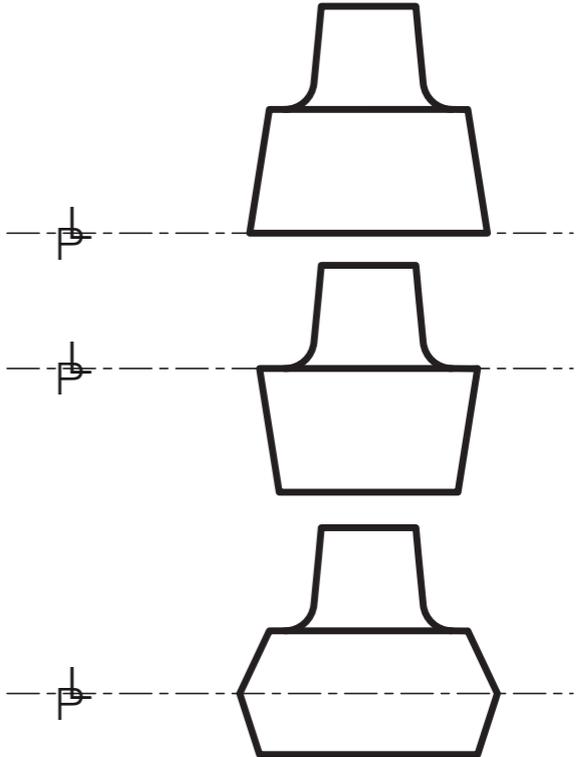


PARTICIÓN DEL MOLDE

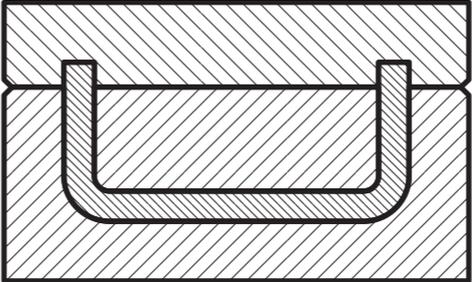


línea de partición en cara

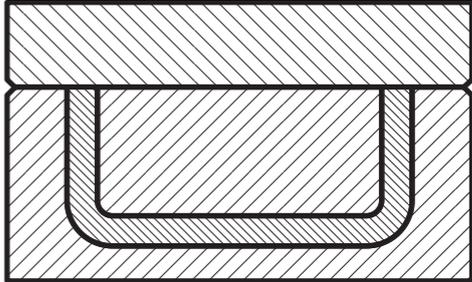
línea de partición en arista



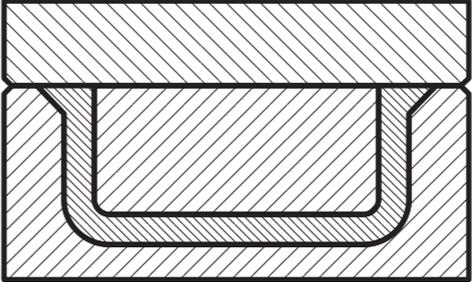
no recomendado



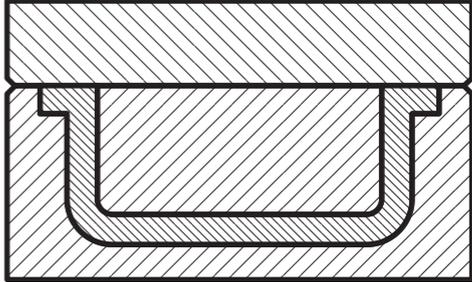
recomendado



no recomendado

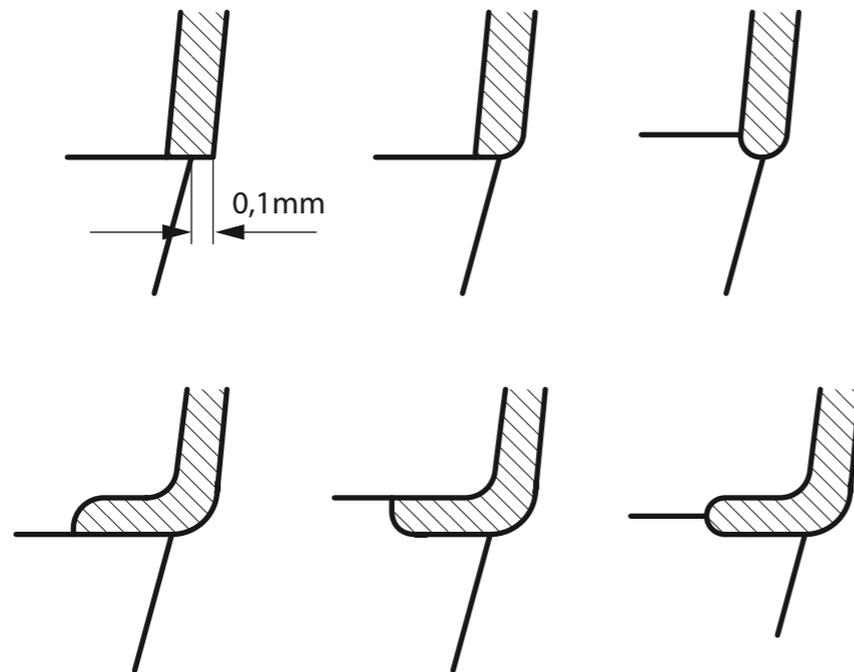


recomendado



EXTRACCIÓN BORDES SIMPLES CON SEPARADOR

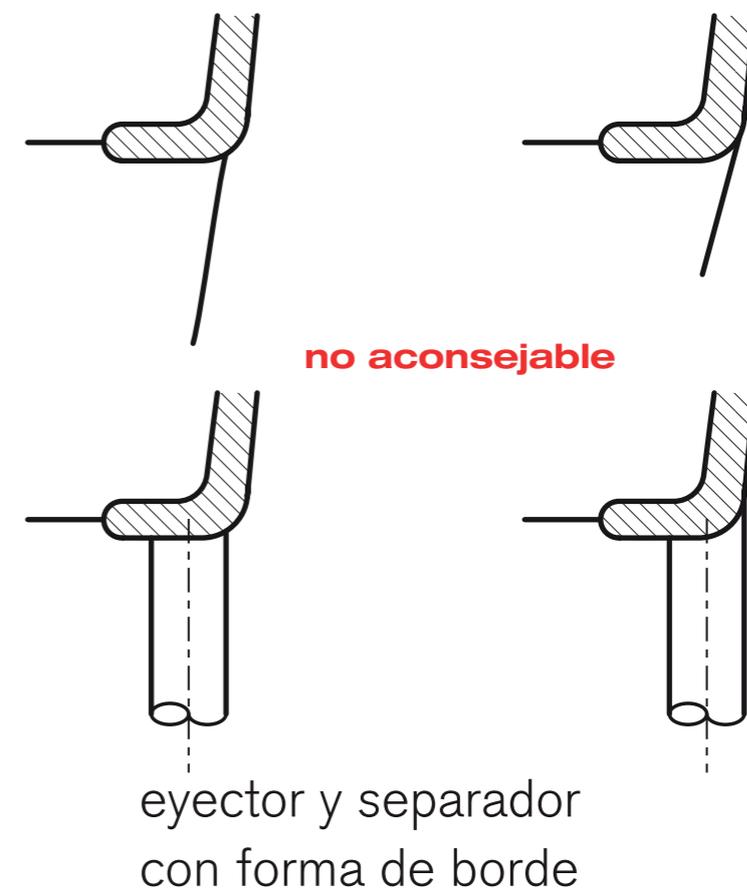
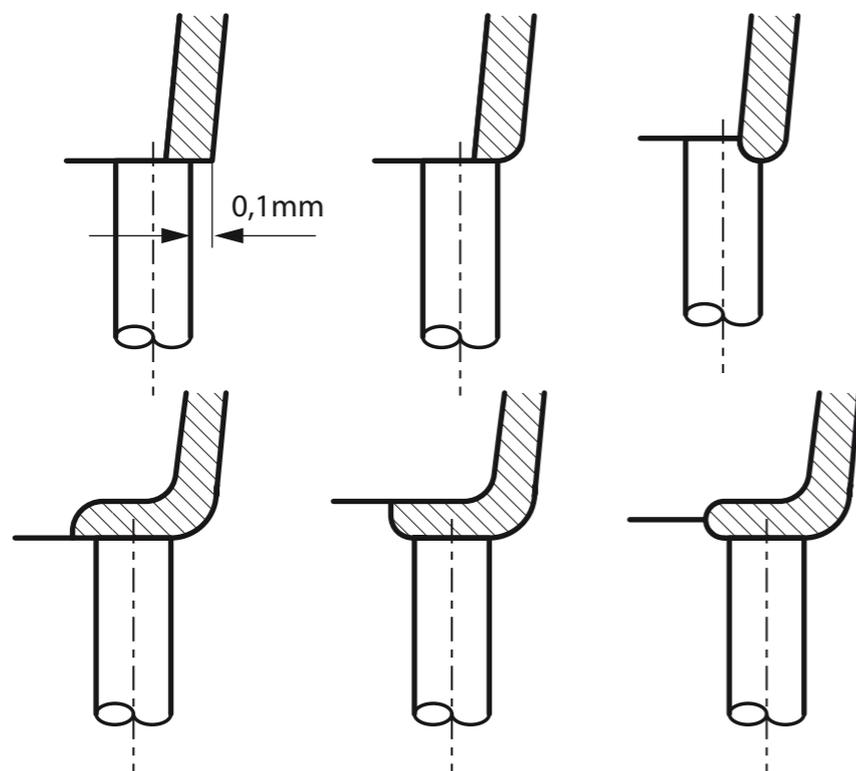
las configuraciones de borde simples como a menudo son encontrados sobre las formas comerciales expulsados con separadores. La esquina del separador debe ser aproximadamente 0.1 mm de distancia de la terminación de la pieza. El radio especificado debería ser más pequeño que el grosor de la pared para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



EXTRACCIÓN BORDES SIMPLES O EYECTOR

bordes similares como se muestran de eyectores son empleados generalmente. Note que el diámetro del evector es mucho más grande que el grosor de la pared y empujará a la pieza con un segmento de la cara.

los eyectores tienen 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.

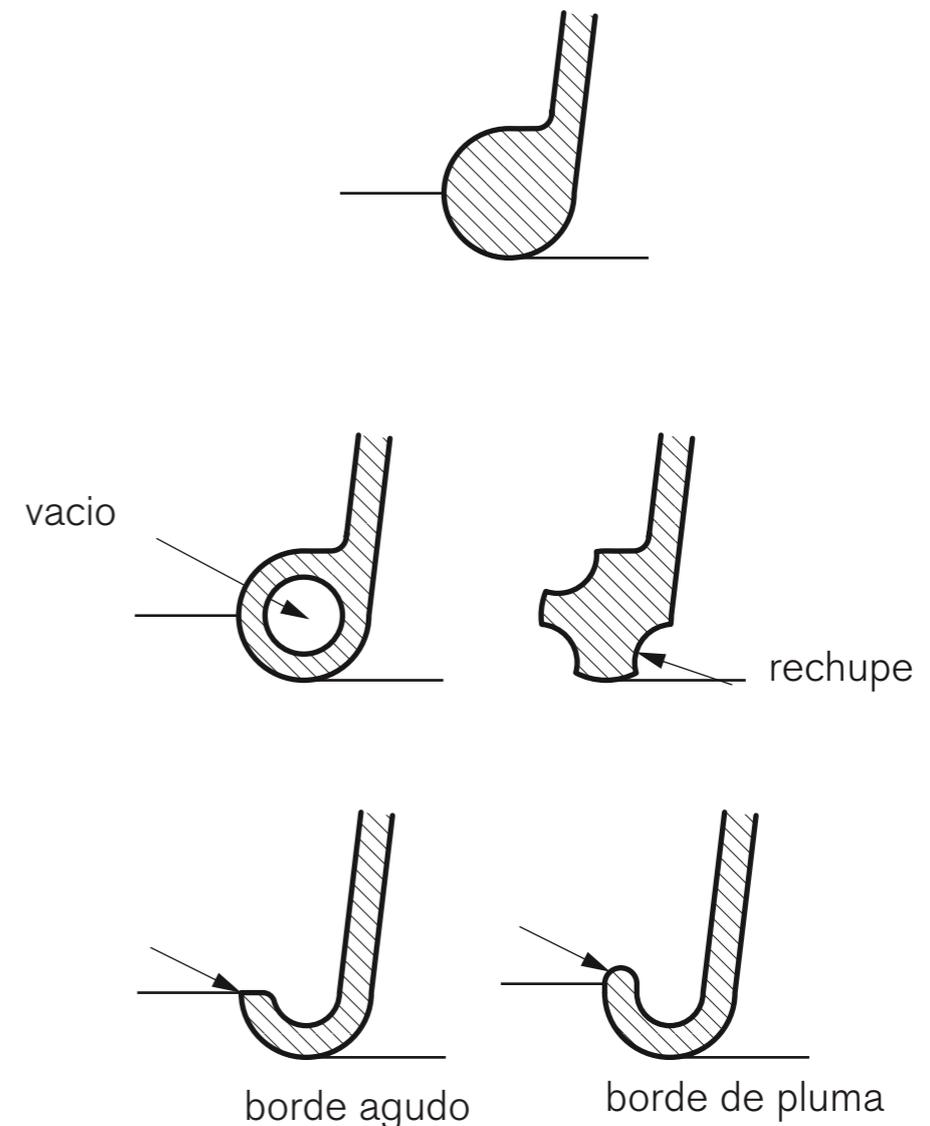


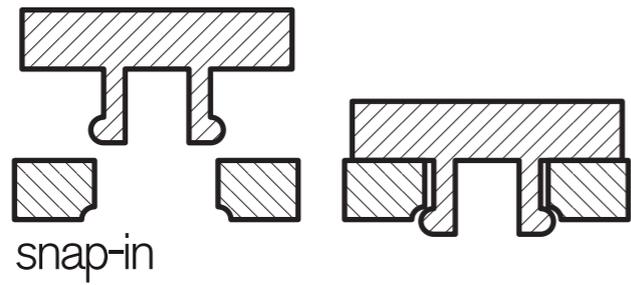
EXTRACCIÓN BORDE VOLUMINOSO, CON VACÍO Y REBAJE

se muestran bordes típicos encontrados con frecuencia.

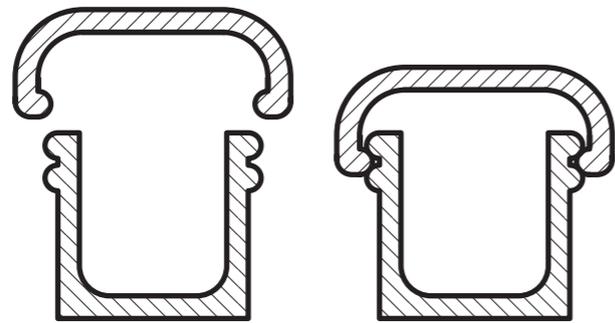
El primer borde es una forma mal concebida. flujo del material reduce la presión de inyección y por tal motivo es difícil su llenado. El resultado es un vacío, por lo general con plásticos amorfos como PS que se plastifican rápidamente sobre la superficie, o un rechufe, por lo general con los plásticos 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.

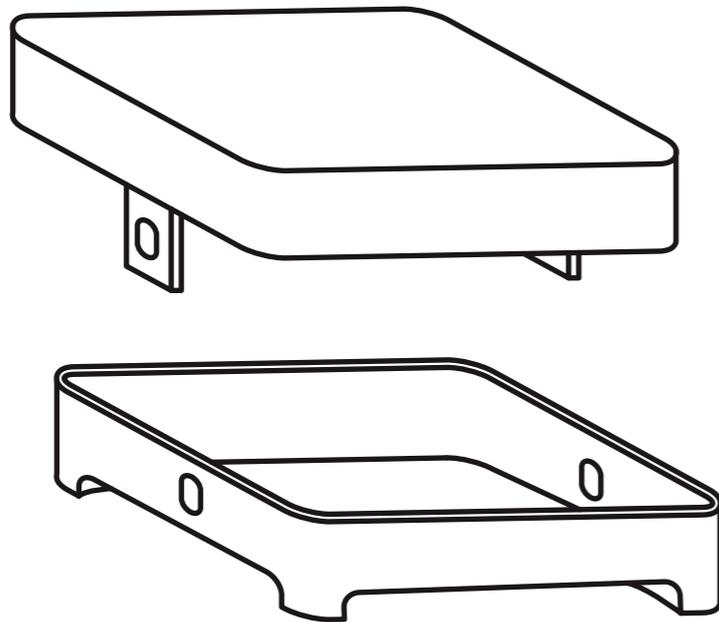




snap-in



snap-on

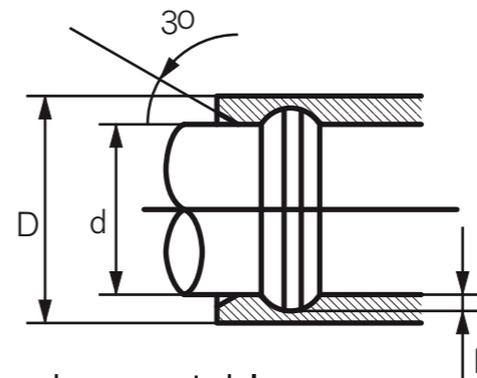


uniones separables con fijas y moviles

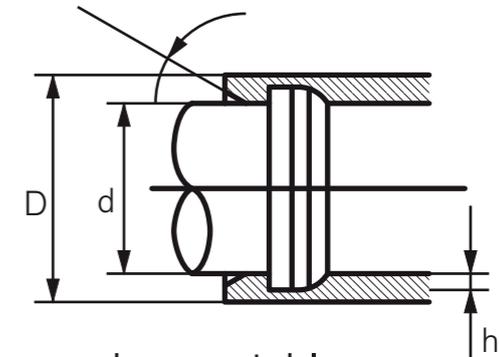
unión desmontable y no desmontable

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

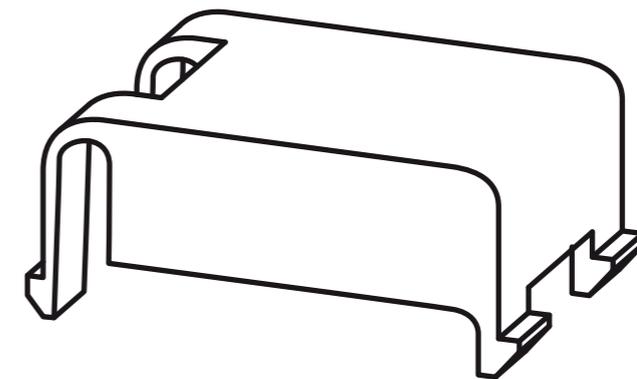
$$h = d(0,0024 d_2/D_2 + 0,005) \text{ SI } (D/d > 1,2)$$



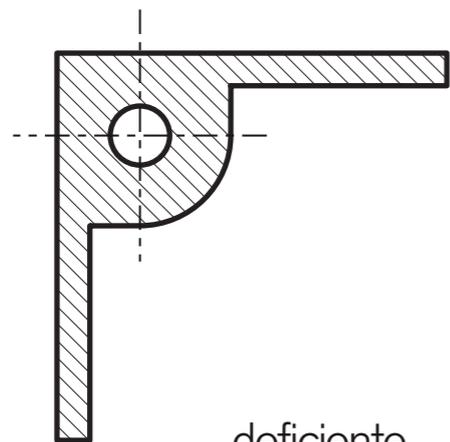
desmontable



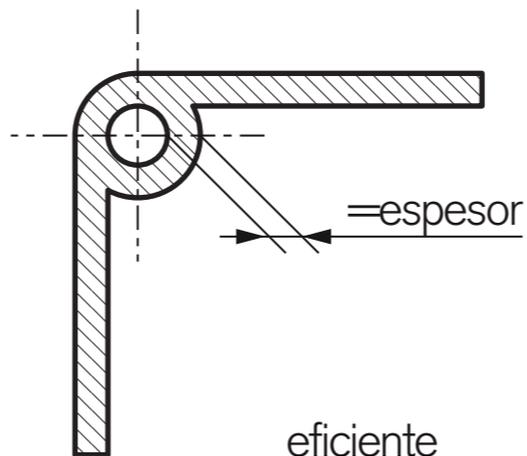
no-desmontable



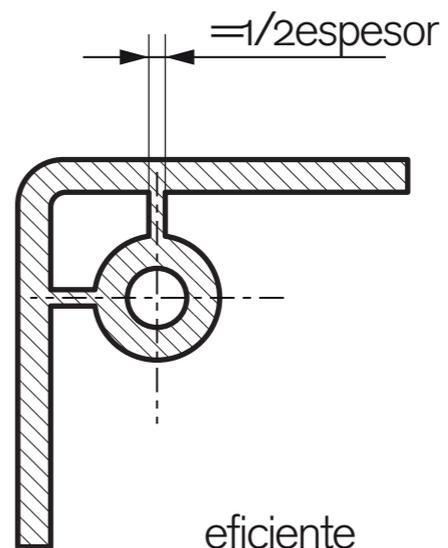
uniones separables con snap para cubierta de caja



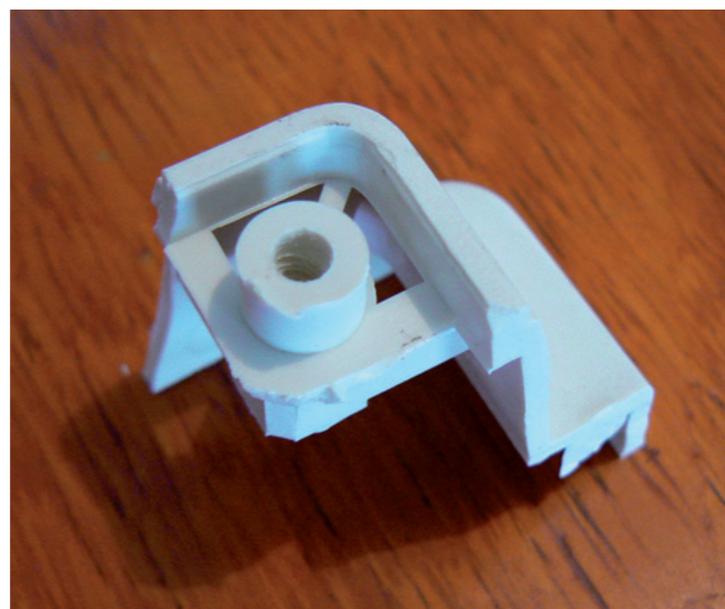
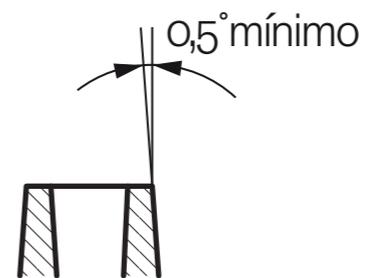
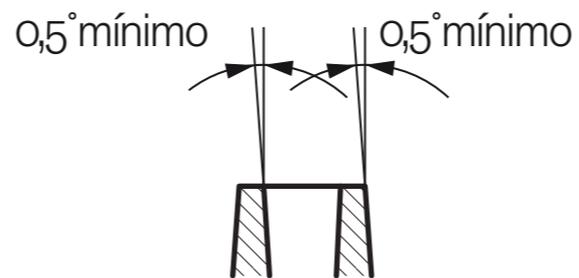
deficiente

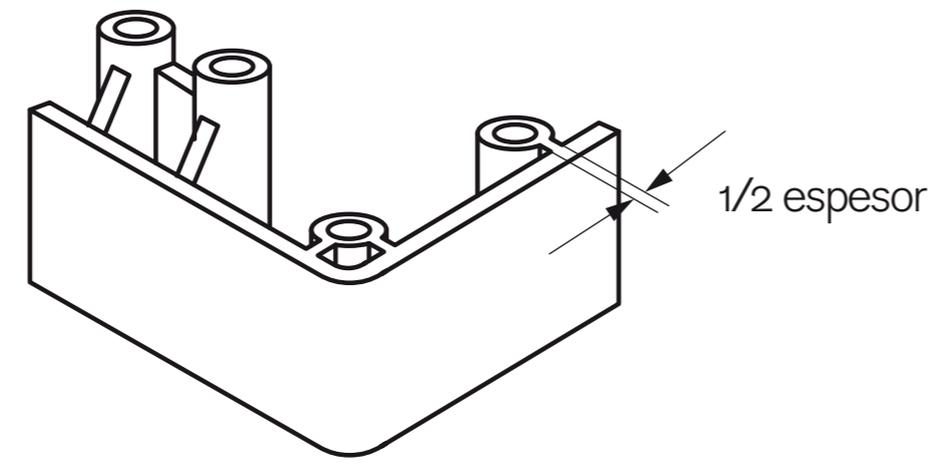
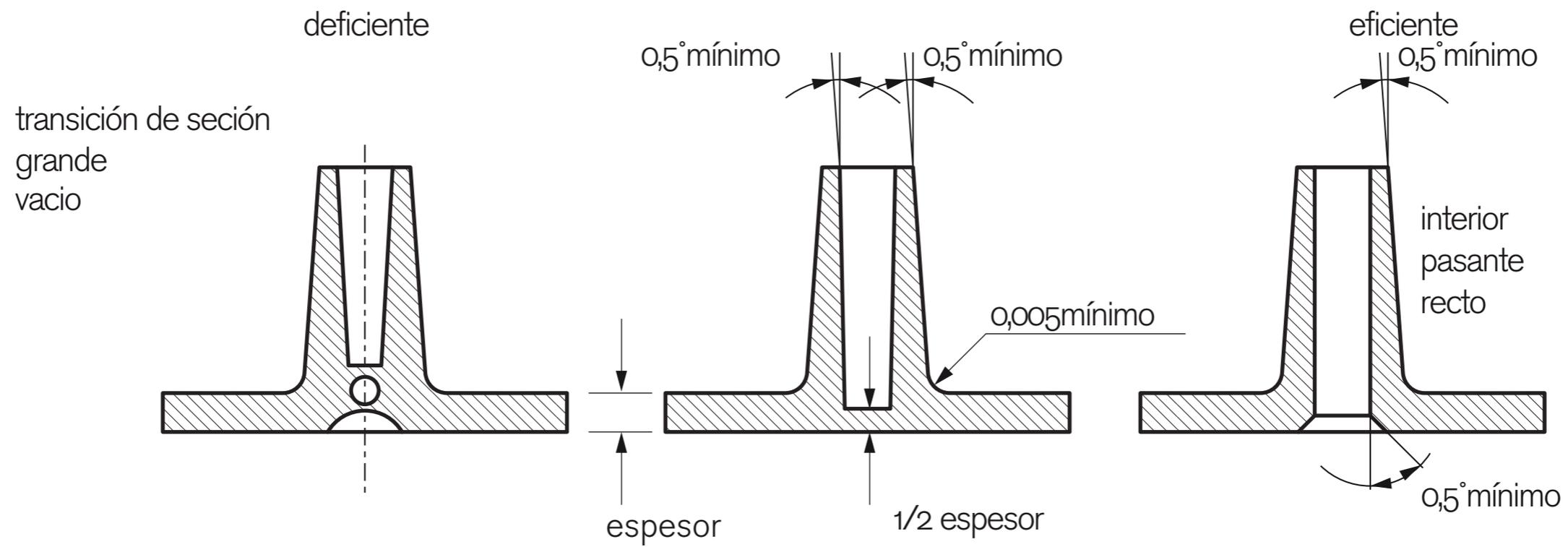


eficiente

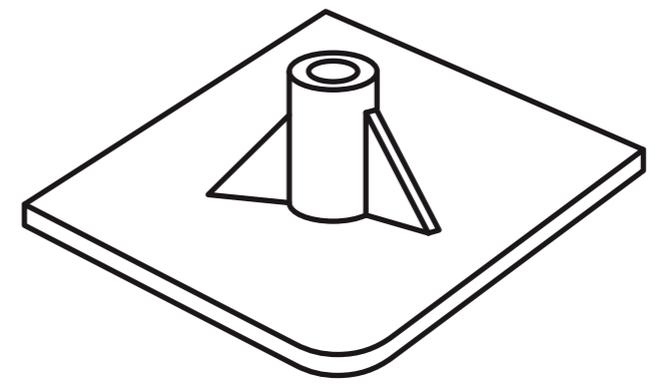


eficiente



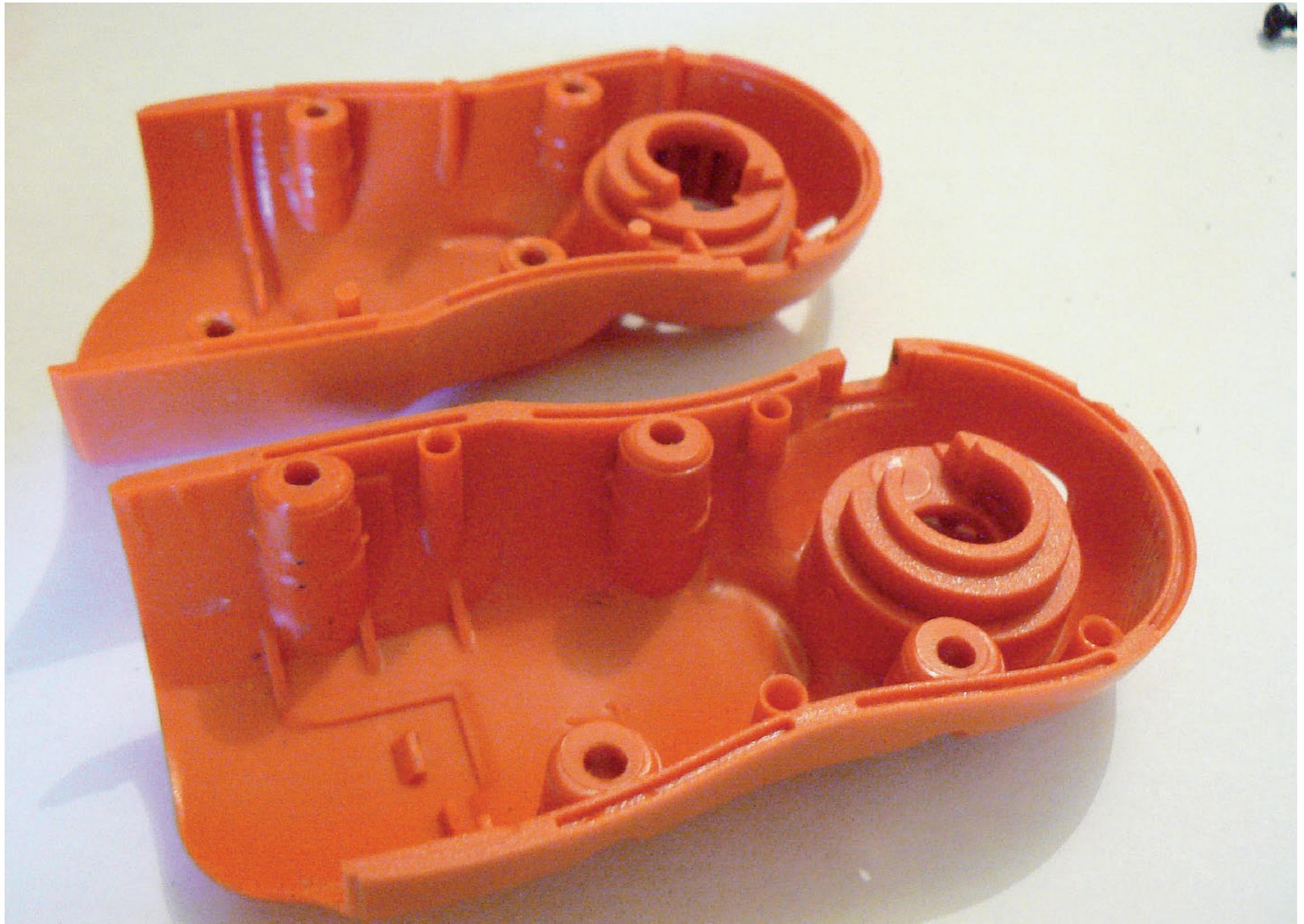


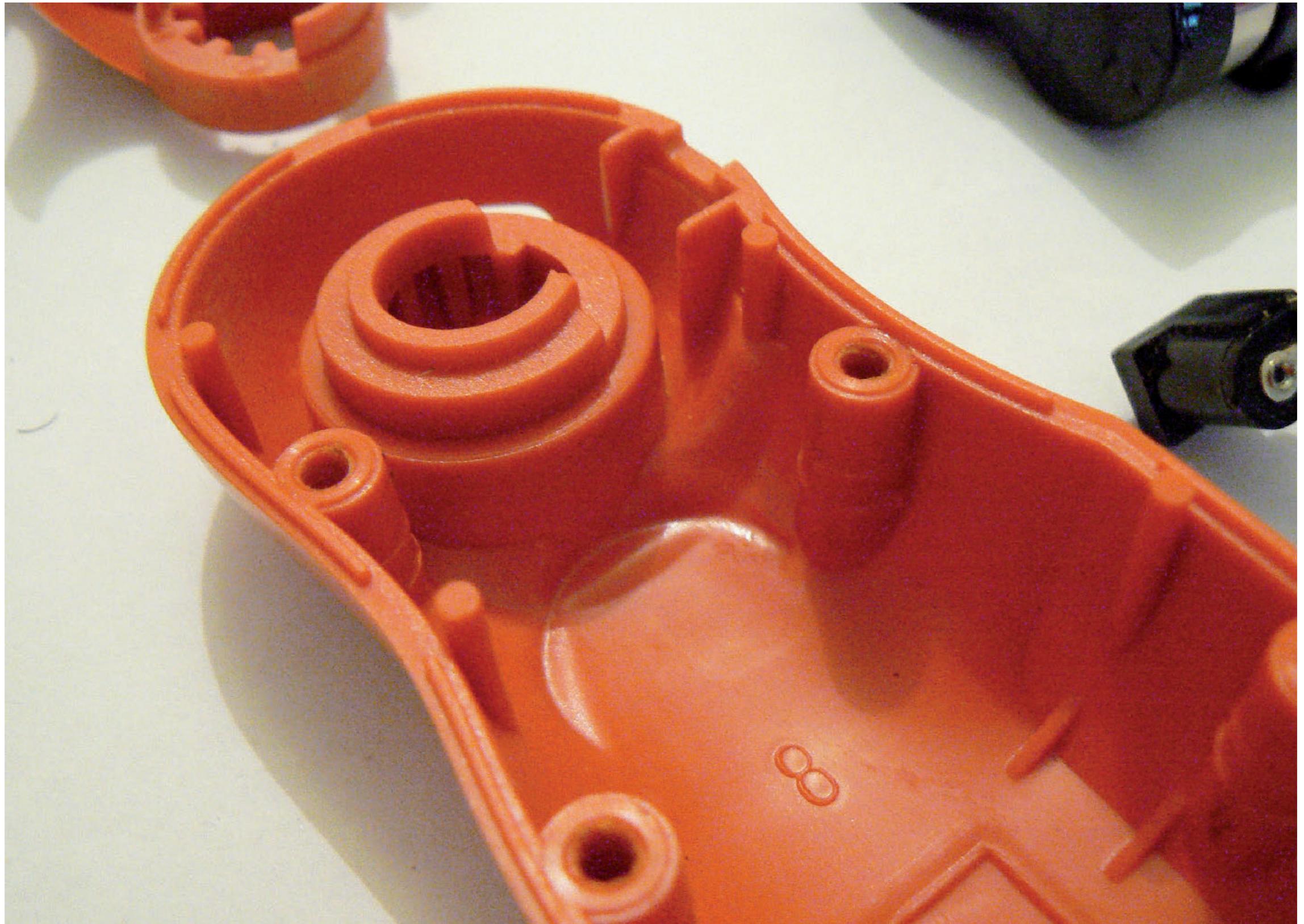
unión a paredes exteriores con costillas

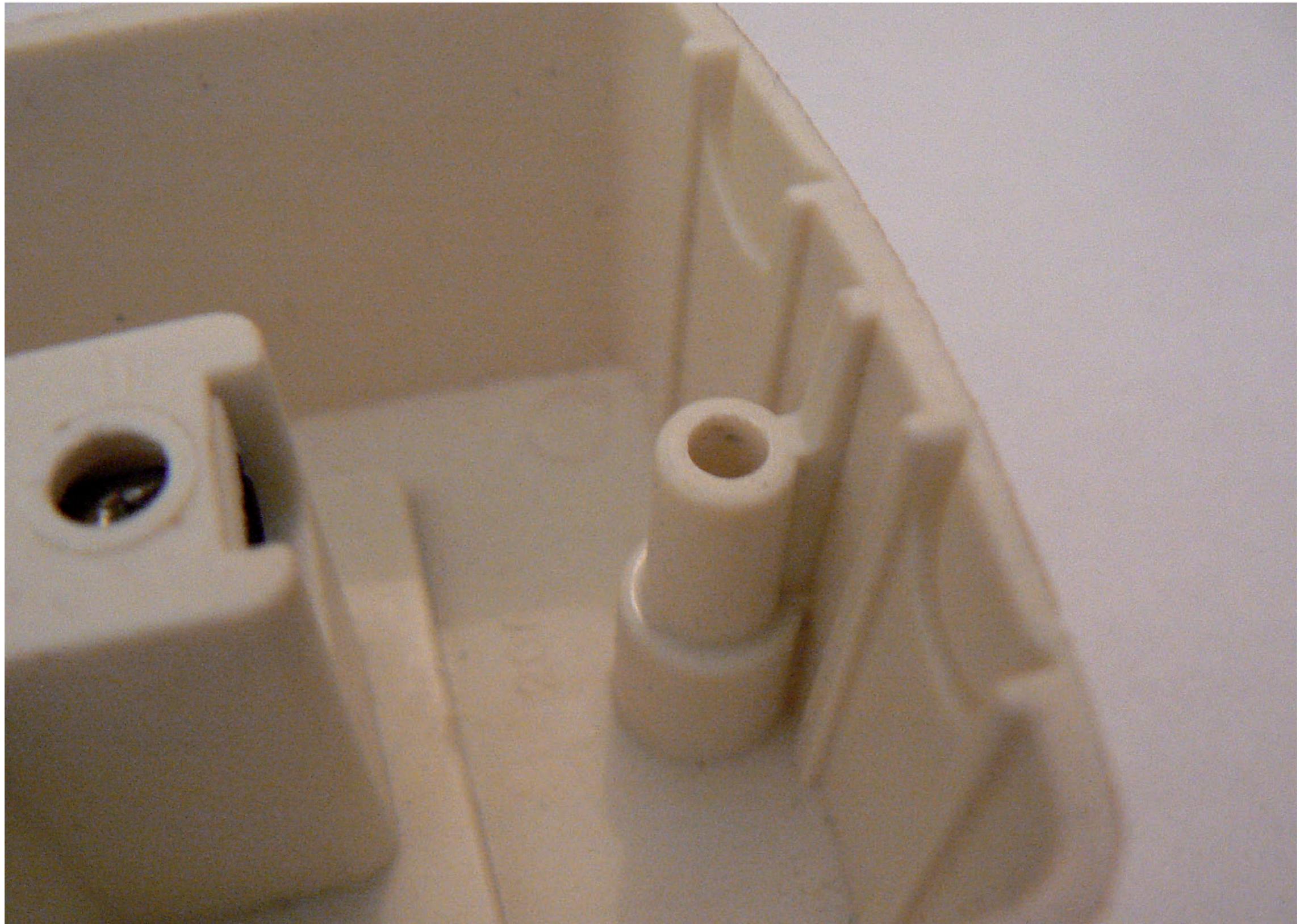


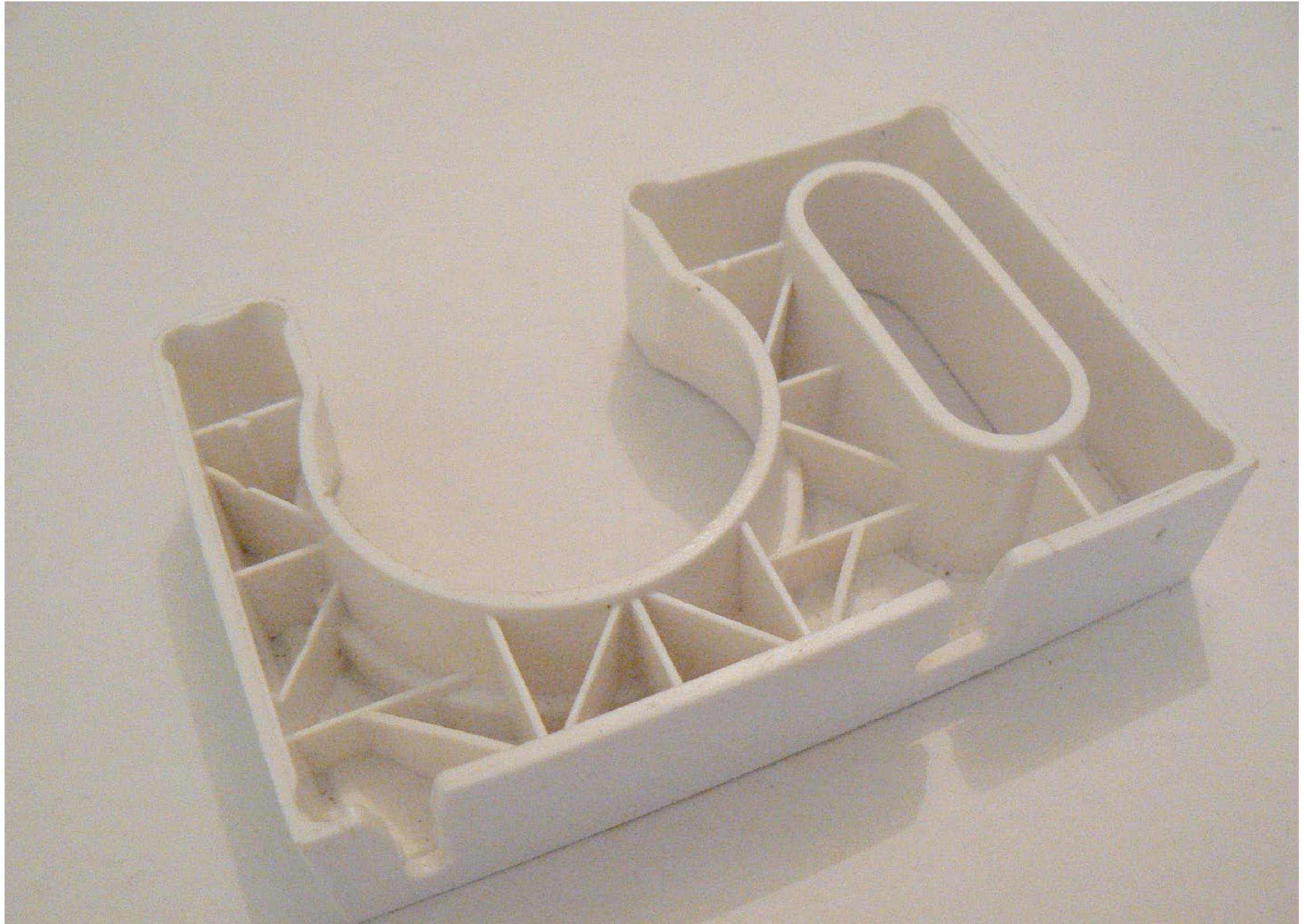
refuerzos cuando requieren la resistencia a la carga

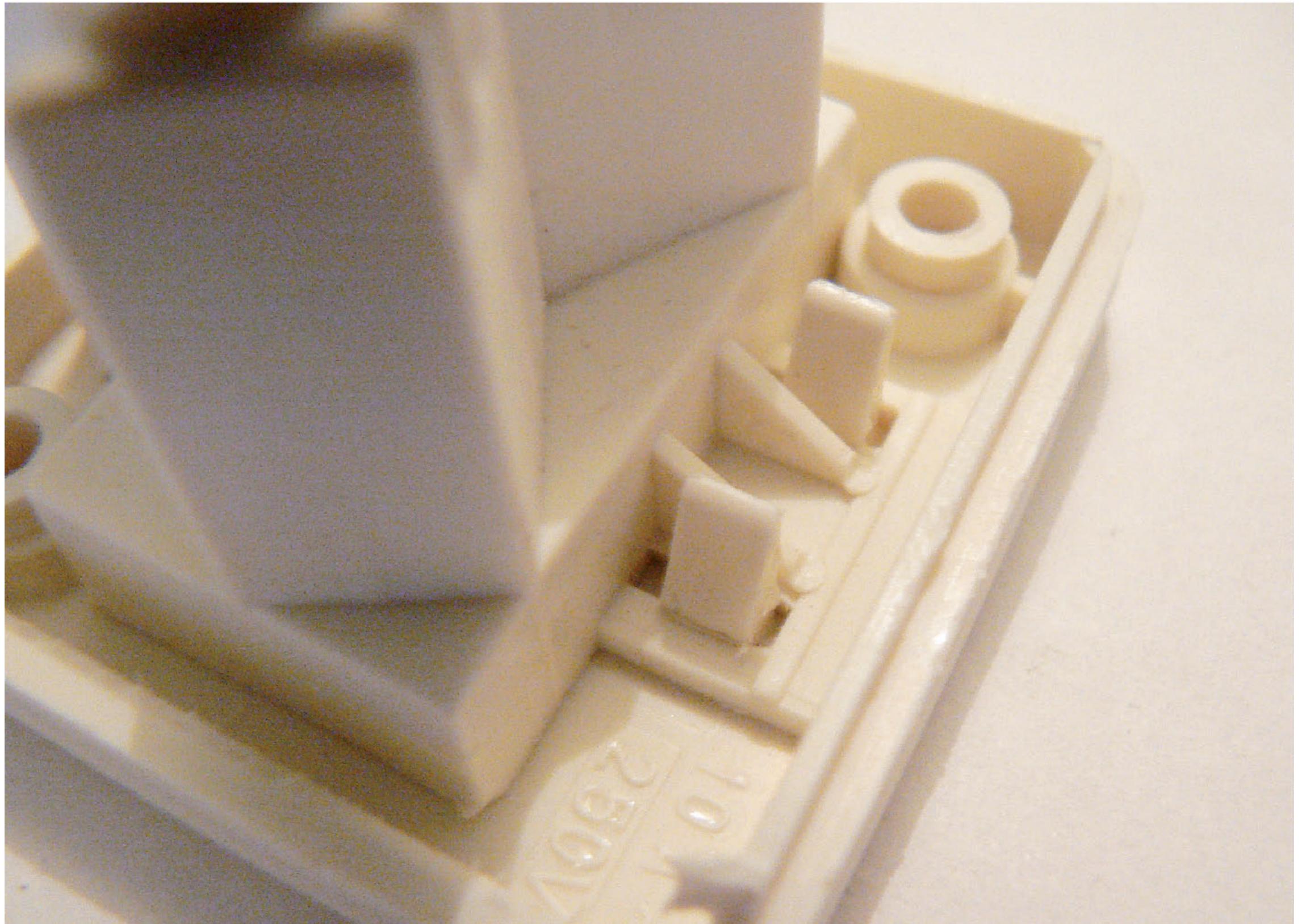


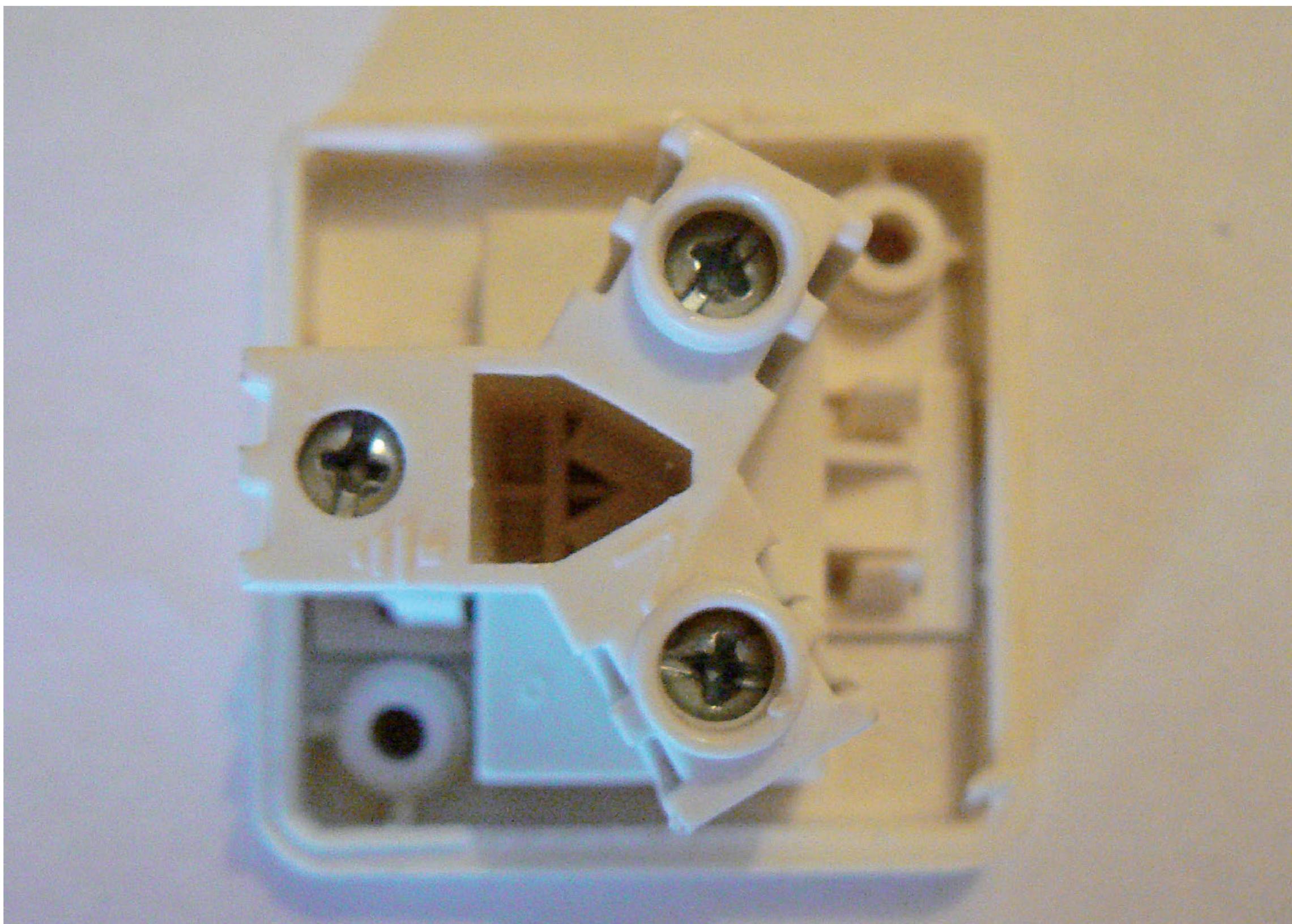








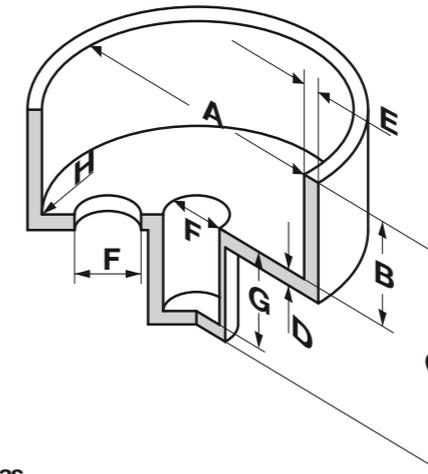




MICRON	SPI#	SIMBOLO	MÉTODO	APLICACIÓN
0-3	A-1	0,025 ▽	LAPEADO, #8000 polvo de daimante	super translucido probetas
5		0,05 ▽	pulido:#900 piedra, #8000 polvo de daimante	translucido brillante
8		0,08 ▽	pulido:#900 piedra, #8000 polvo de daimante	translucido opaco
10	A-2	0,1 ▽	pulido:#600 piedra, #8000 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	

carta de tolerancia estándar para LDPE

cota en dibujo	dimeiones (mm)	tolerancia en milésimas de (mm)	
		0,127	0,254
	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 0,127	AJST 0,0762
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

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

tolerancia recomendadas

PLÁSTICO	ESPESOR (MM)		
	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

**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

OPTIMIZACION DEL DISEÑO

DISEÑO DE MOLDE

**DETALLES/
PLANOS
TECNICOS**

seleccion
de partes

**ANALISIS DE FLUJO
DEL MATERIAL**

**ANALISIS
TERMICO**

estandar

a pedido

**ANALISIS DE
CONTRACCION**

**TIEMPO
DEL CICLO**

factores de seguridad
establecidos para
determinar las funciones
del producto

material

proceso y
equipamiento

funcionamiento
del servicio de producción

capacidad de planta
y personal

optimizacion y documentacion

**entrenamiento de personal
de planta de modernización**

**documentación a la dirección
para asegurar que el proyecto
se encuentra dentro del calendario
y la rentabilidad**

**documento procedimiento
de práctica bueno de la fabricación**

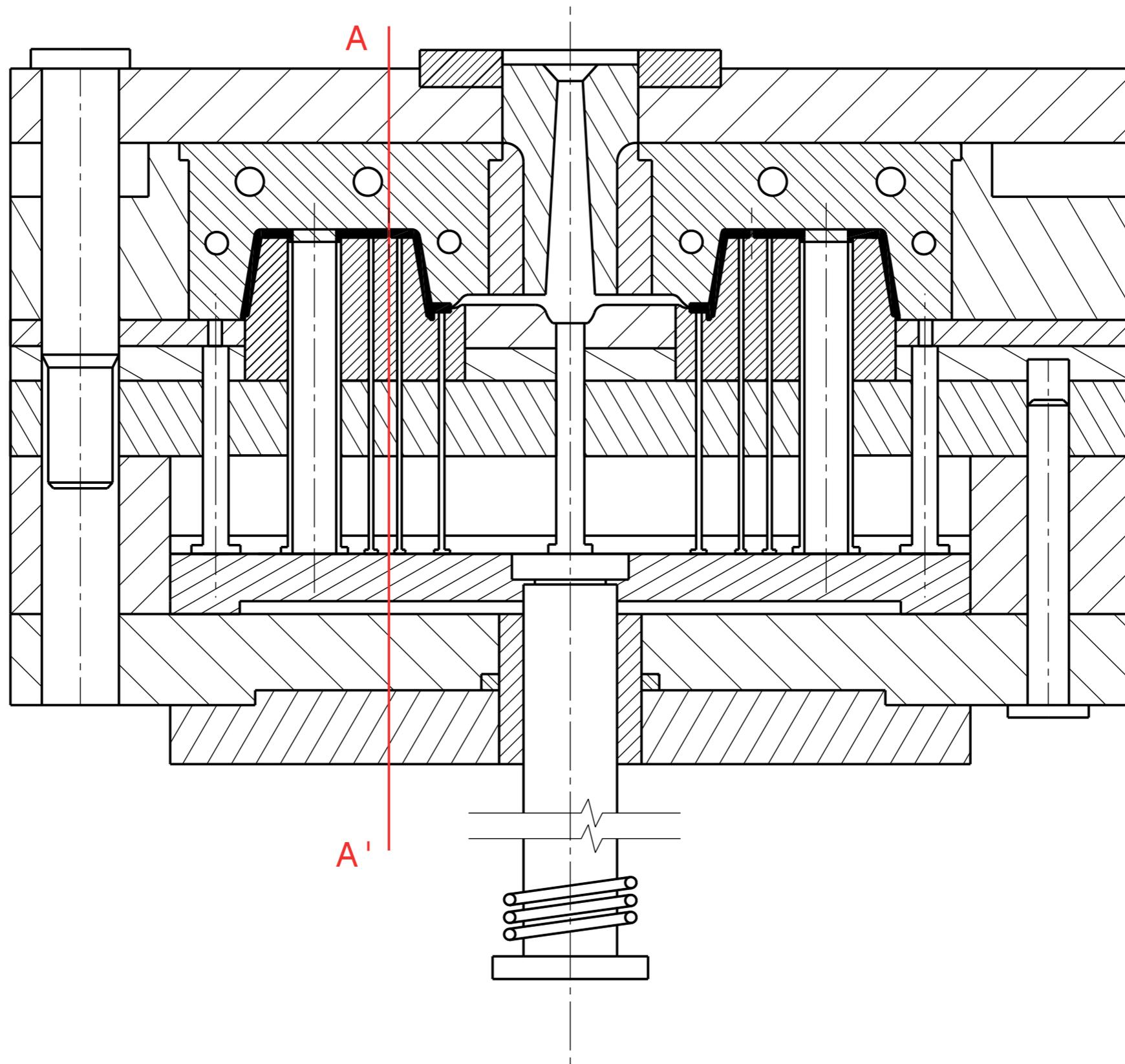
**desarrollo del modelo
de costos de producción**

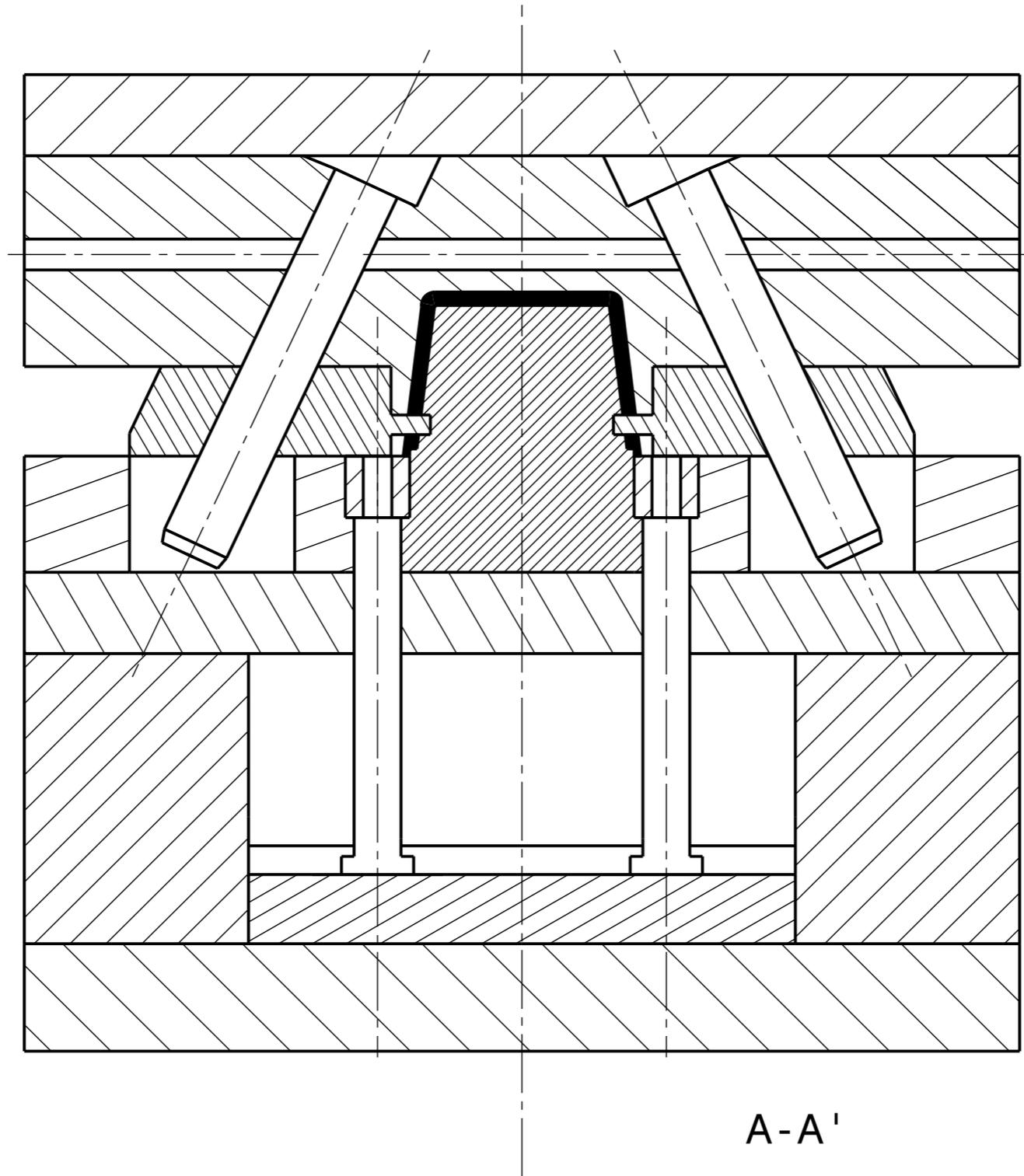
certifique la calidad de producto

finalizacion y testeo CC

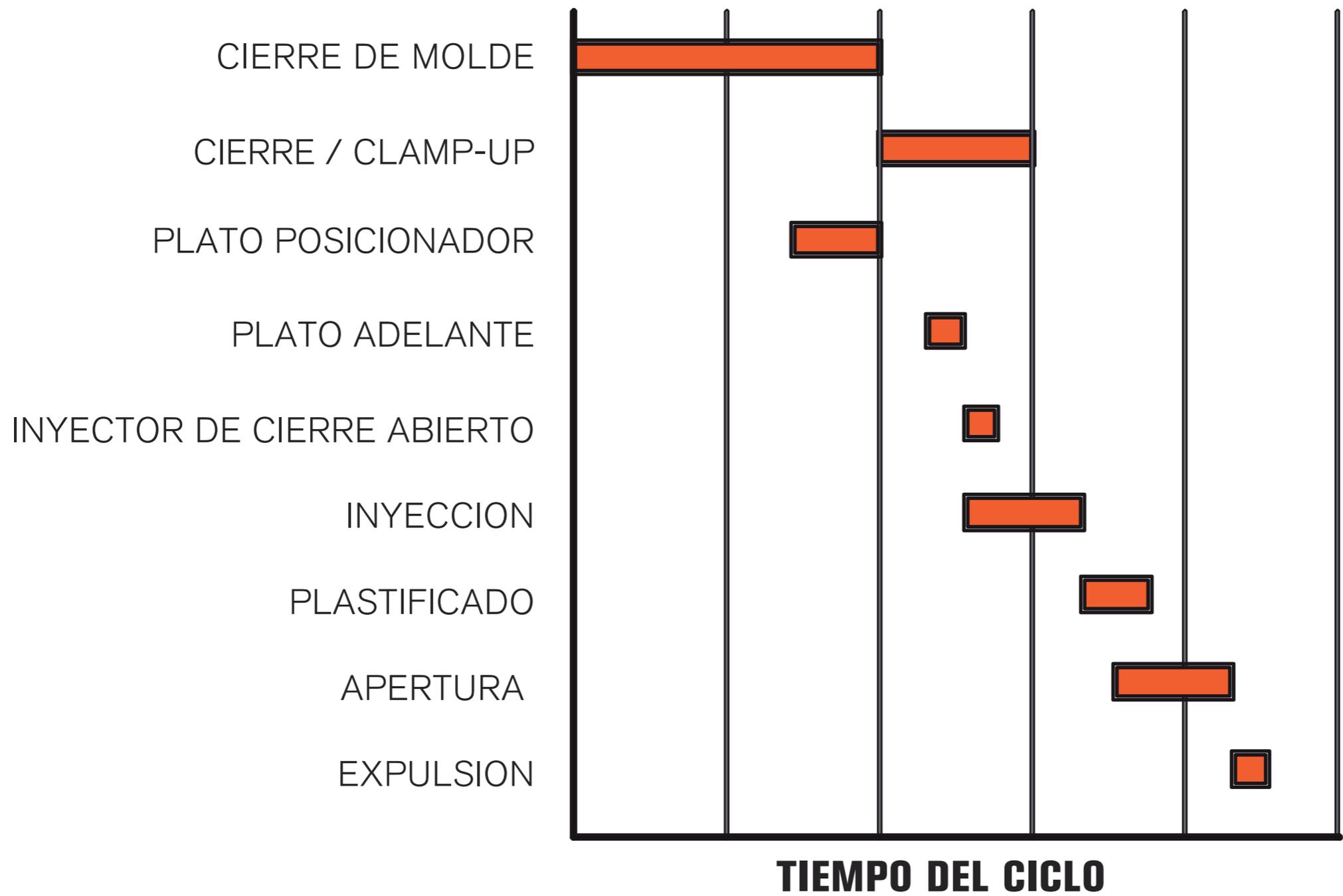
calendario de

**salida del producto
contabilidad
inventario
ventas**

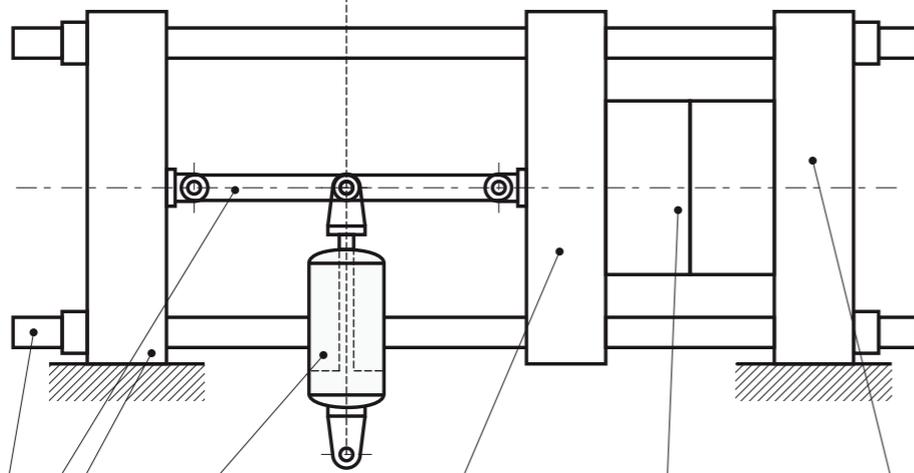
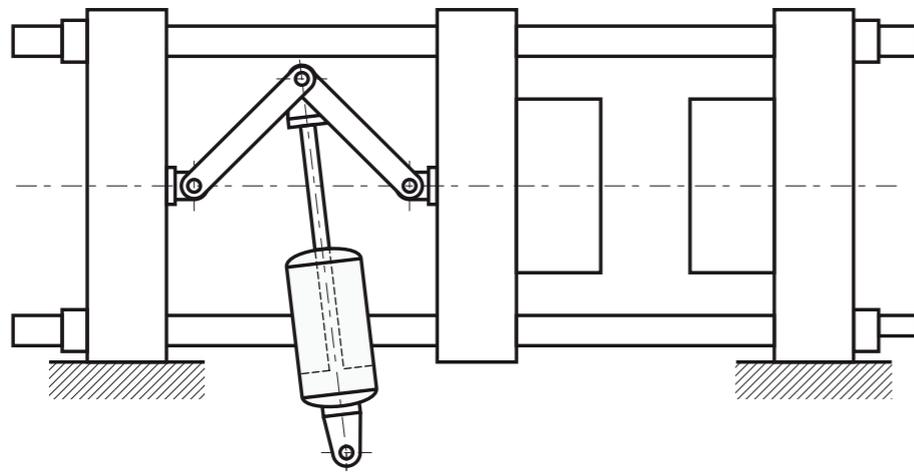




A-A'



CIERRE



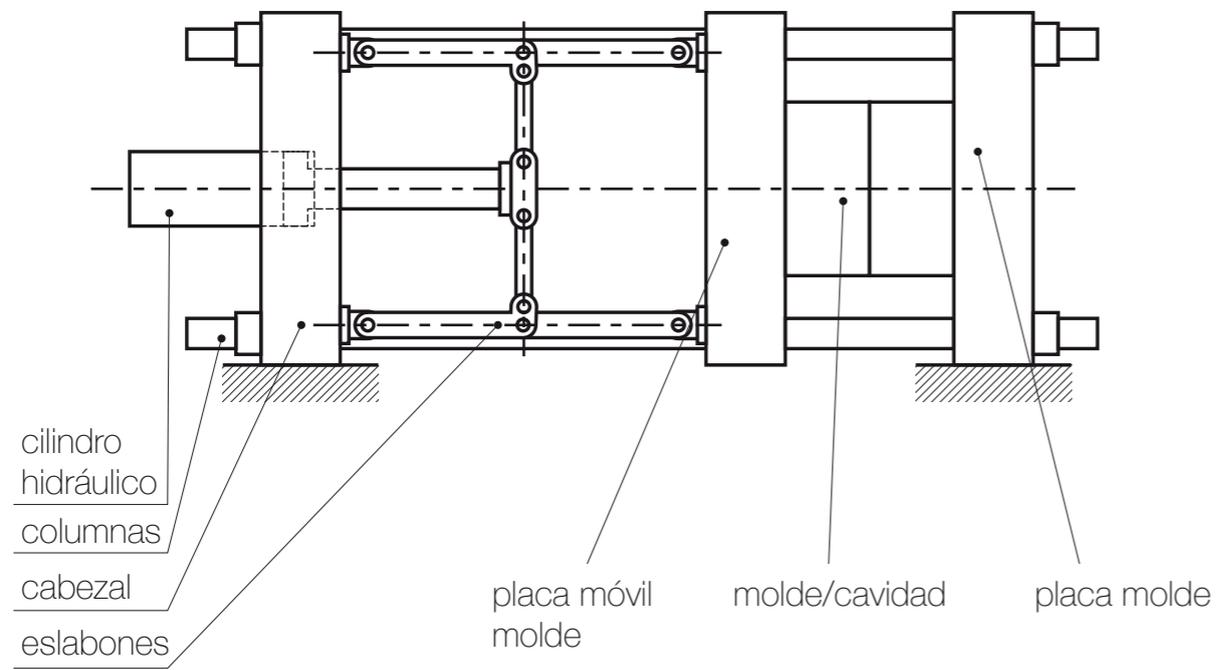
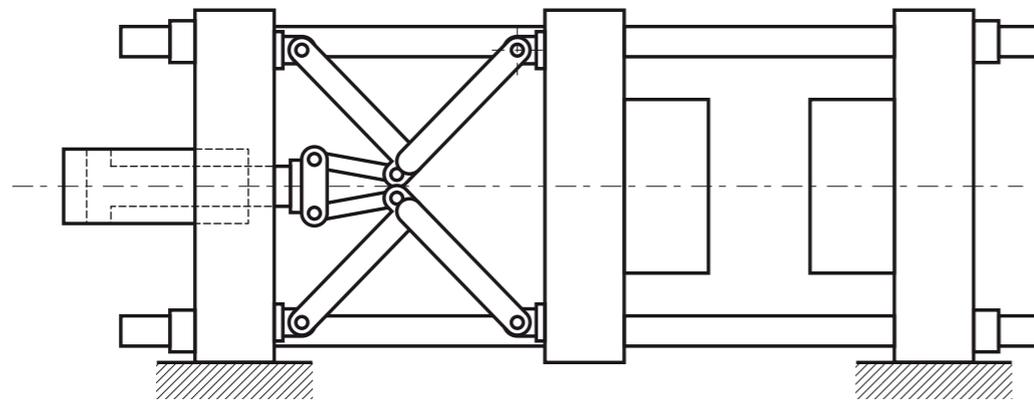
columnas
eslabones
cabezal
cilindro
hidráulico

placa móvil
molde

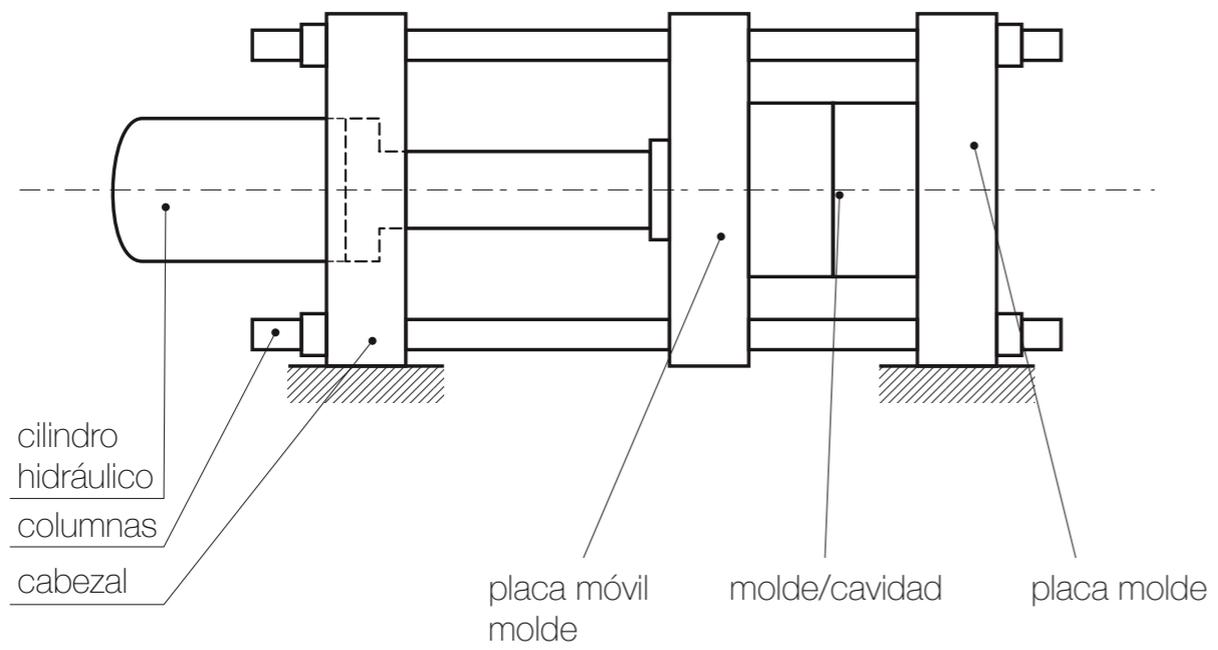
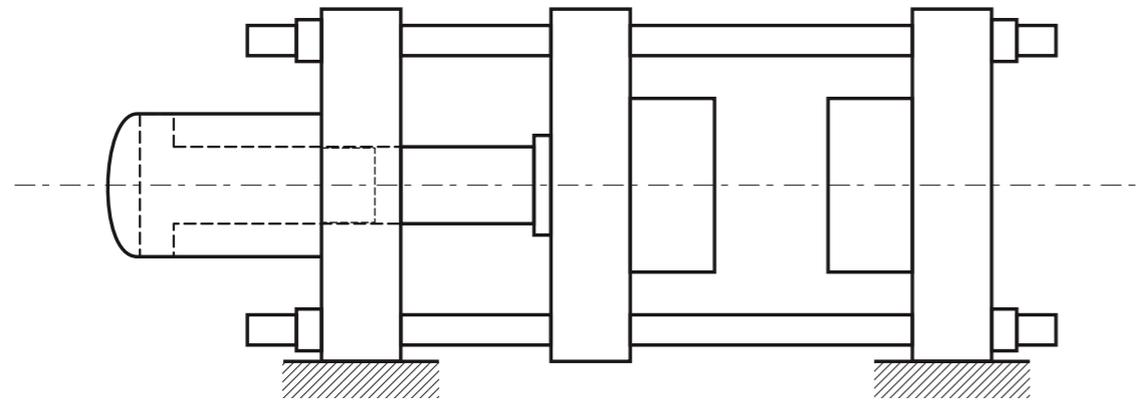
molde/cavidad

placa molde

CIERRE



CIERRE



SISTEMAS



etapa soplado

tapa demolde inferior

molde

cuello del molde anillo

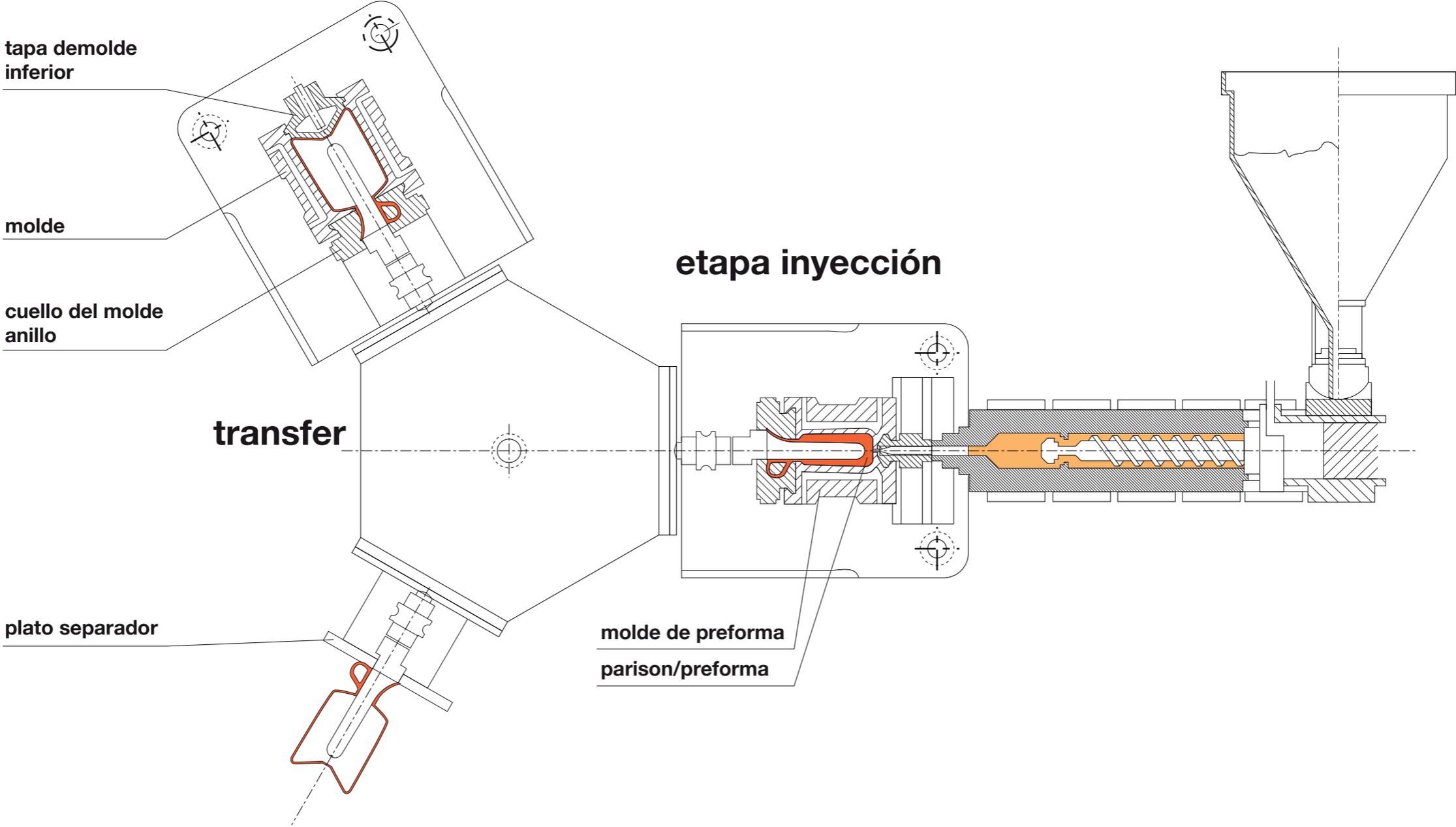
transfer

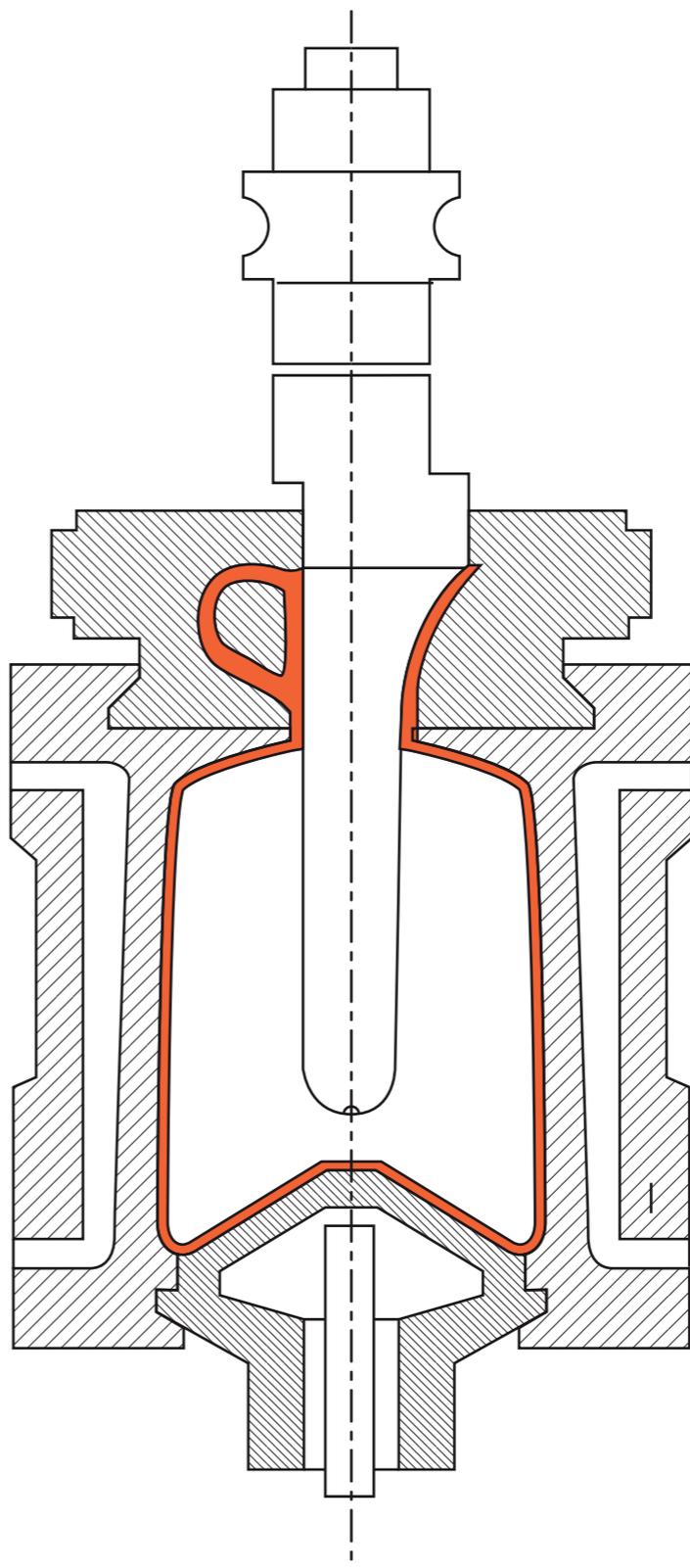
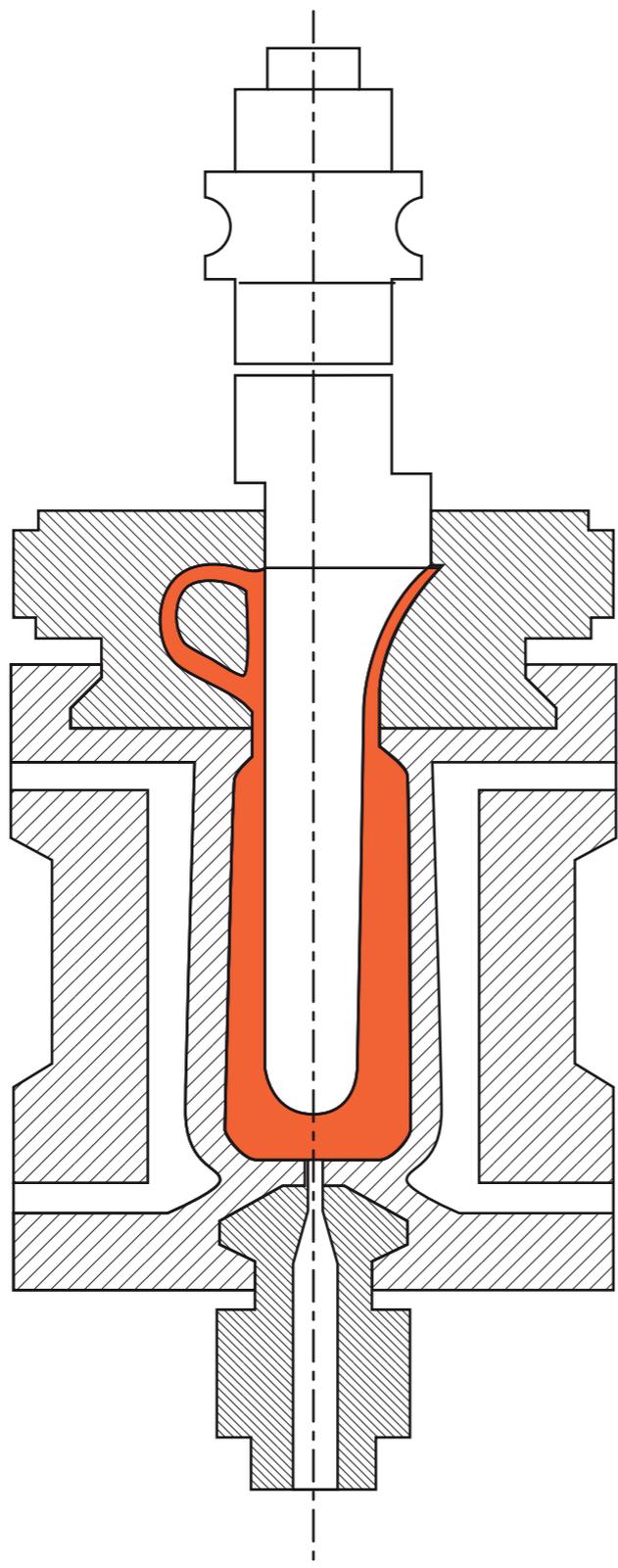
plato separador

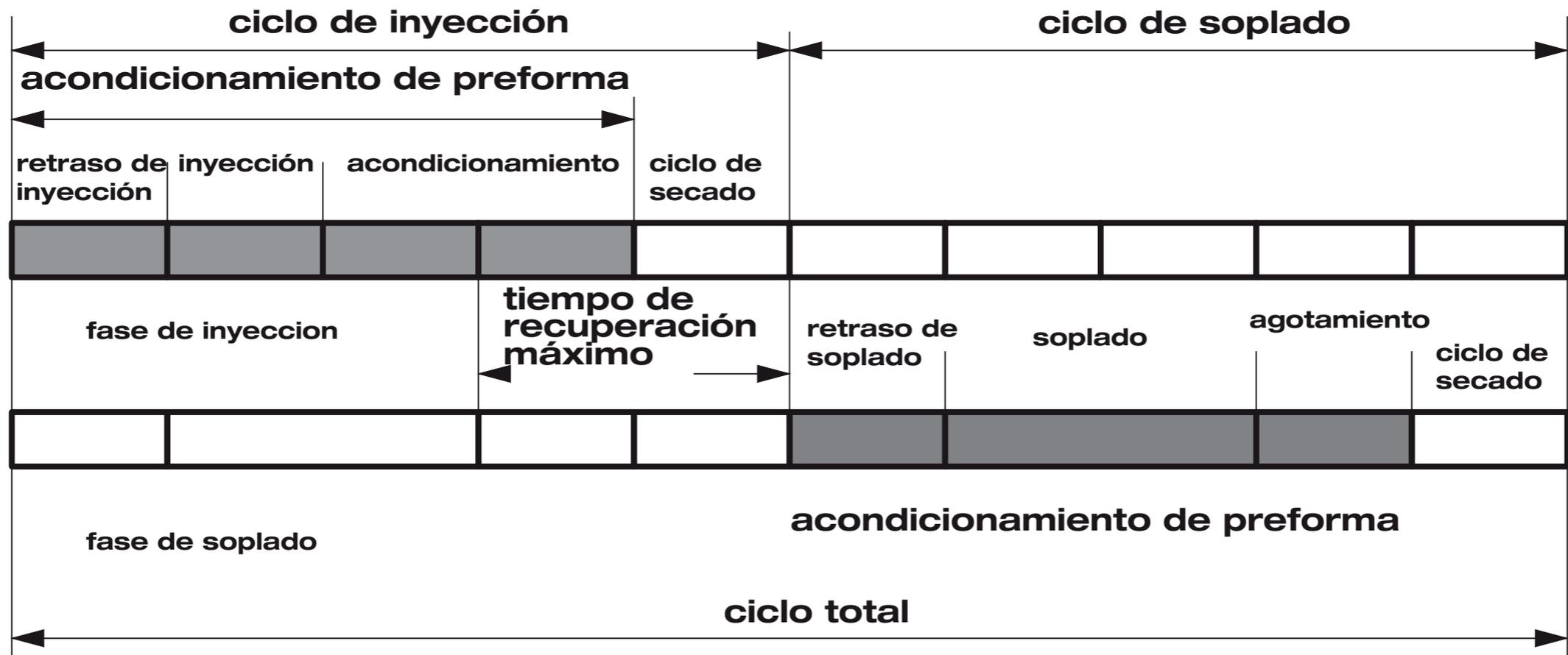
etapa solidificación

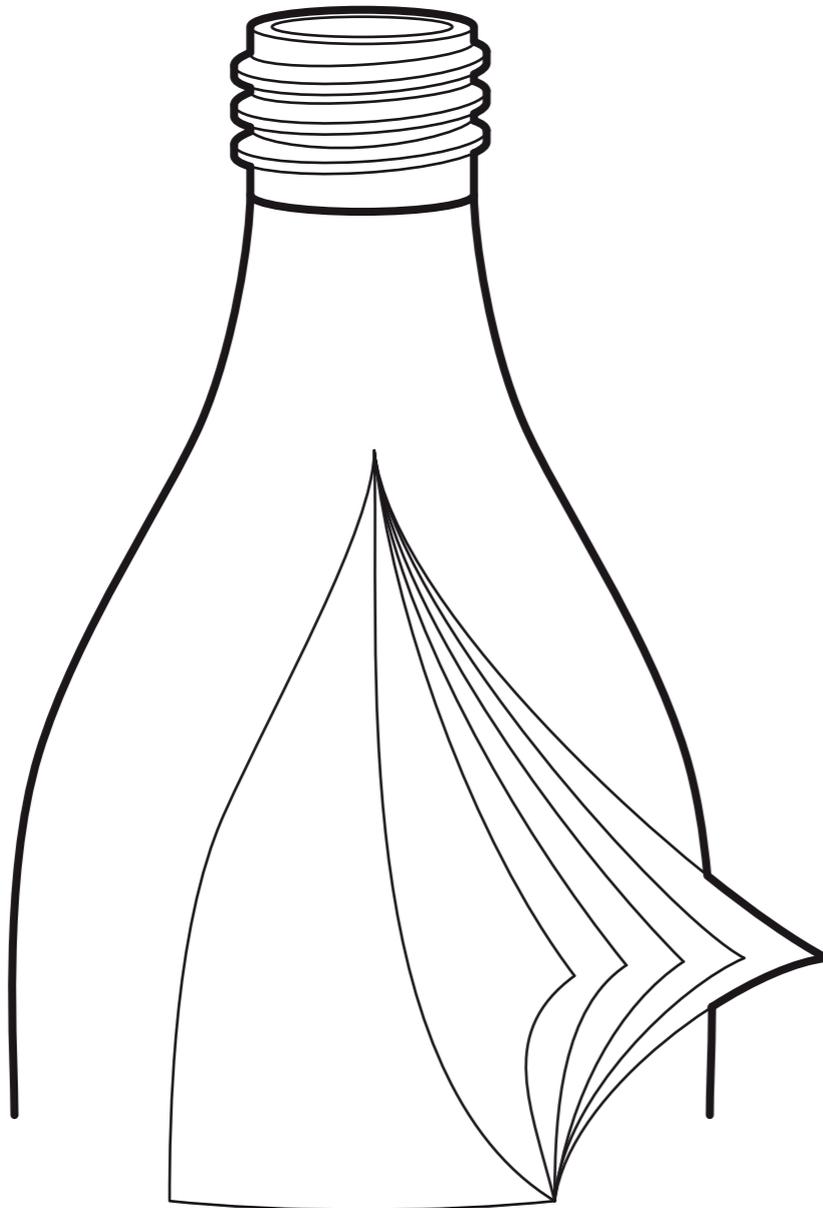
etapa inyección

molde de preforma
parison/preforma





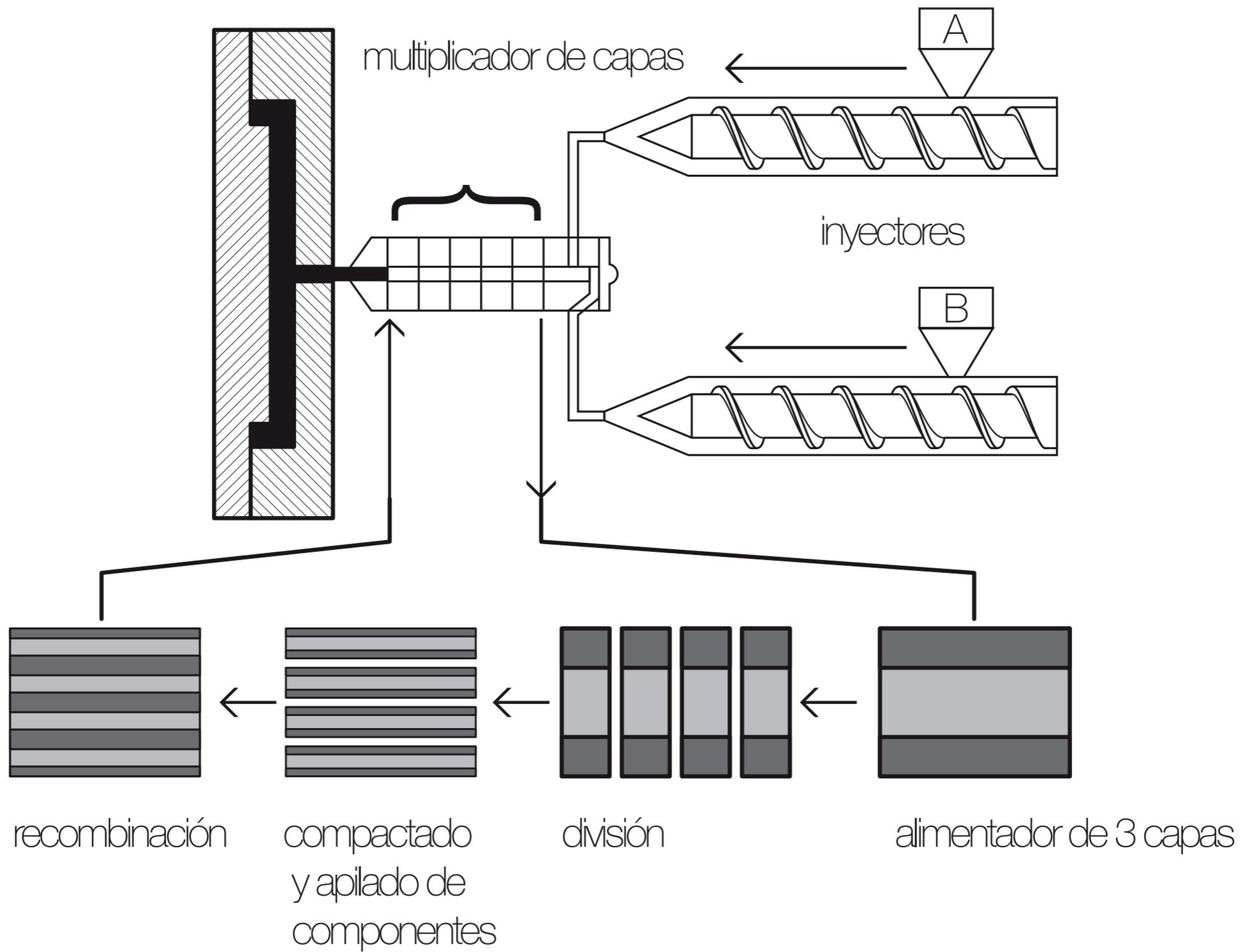




capa de cuerpo
vinculación de agente
capa de barrera
vinculación de agente
capa de cuerpo
capa reciclado

ENVASES MULTICAPA

Kortec Inc., de Estados Unidos, anunció en la última conferencia PETnology Europe, el empleo con exclusividad fuera de este país de la tecnología Gamma Clear, de la empresa Ball Corporation, de Estados Unidos, para la fabricación de botellas multicapa de polipropileno orientado. Estas botellas están dirigidas al mercado de los productos retortables o de llenados en caliente, con temperaturas entre 95°C y 121°C. Las botellas, que pueden contener en sus capas la resina EVOH para proporcionar barrera al oxígeno y a la humedad, se caracterizan también por ser 40% más livianas y por tener una transparencia similar a la del PET, a un precio mucho menor. En este desarrollo Kortec trabajó con Milliken Chemical para optimizar la transparencia de las botellas. Kortec puede suministrar sistemas de producción desde 4 a 144 cavidades para esta aplicación.

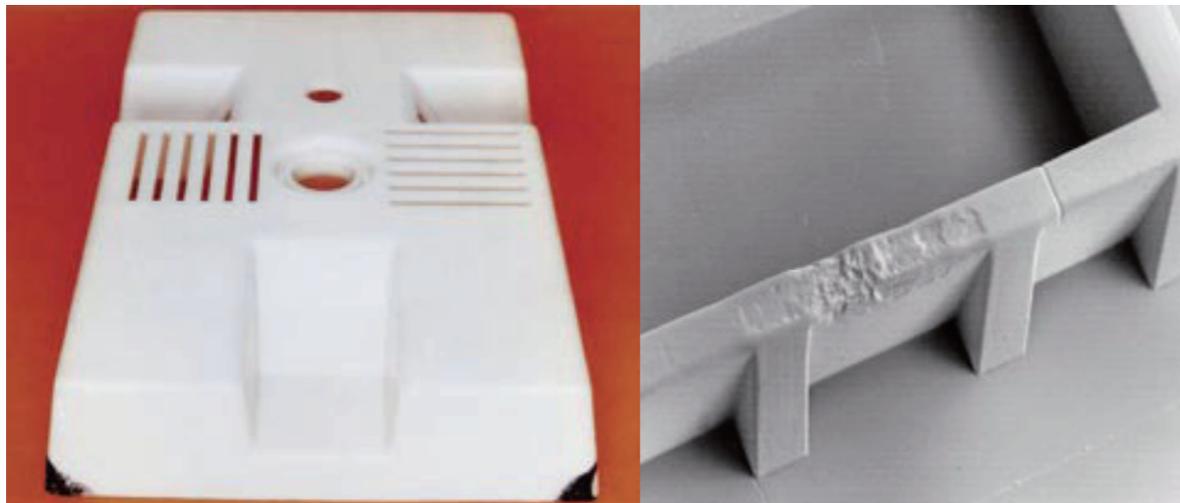






DEFECTOS EN EL MOLDEO DE INYECCIÓN PLÁSTICA

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 máquina mas grande.



DEFECTOS EN EL MOLDEO DE INYECCIÓN PLÁSTICA

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.



DEFECTOS EN EL MOLDEO DE INYECCIÓN PLÁSTICA

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 más delgadas.



DEFECTOS EN EL MOLDEO DE INYECCIÓN PLÁSTICA

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 límites 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.

RAYAS DE HUMEDAD:



CANTIDADES PARA UNA PRODUCCIÓN ECONÓMICA: cada parte moldeada requiere un molde único y el molde para cualquiera de estos procesos puede ser costoso, particularmente para moldeo por inyección. Las cantidades de producción mínima para el moldeo por inyección son usualmente alrededor de 10.000 piezas.

COMPLEJIDAD DE LA PIEZA: aunque las formas más complejas de las piezas signifiquen moldes más costosos, de cualquier manera puede ser más económico diseñar un molde complejo si la alternativa implica ensamblar muchos menos componentes individuales. Una ventaja del moldeo de plástico es que permite combinar múltiples características funcionales en una parte.

ESPESOR DE LAS PAREDES: el espesor excesivo de la sección transversal es generalmente indeseable, representa desperdicio de material: probabilidad de causar arrugas debido a la contracción y más tiempo para endurecer. Se pueden usar costillas de refuerzo para lograr incrementar la rigidez sin excesivos espesores de pared. Las costillas deben ser más delgadas que las paredes que refuerzan para minimizar las marcas hundidas en el exterior de la pared.

RADIOS DE BORDES Y ESQUINAS: las esquinas agudas, tanto internas como externas, son problemáticas en las piezas moldeadas: interrumpen el flujo laminar de la fusión, tienden a crear defectos superficiales y causan concentraciones de esfuerzos en las partes acabadas.

agujeros: los agujeros son posibles en los moldes plásticos, pero complican el diseño del molde y la remoción de la parte. También causan interrupciones en el flujo de la fusión.

ANGULO DE SALIDA: La parte moldeada debe diseñarse con un ángulo de salida en sus lados para facilitar la extracción del molde. Esto es especialmente importante en las paredes interiores de una forma de copa, porque el plástico moldeado se contrae contra el molde positivo. El ángulo recomendado para termorigidos está entre 0,5 a 1, y para termoplásticos varía usualmente entre 1/8 a 1/2. Los proveedores de compuestos para el moldeado de plásticos proporcionan los valores recomendados de los ángulos para sus productos.

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 moldeado, 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.

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 del barril, 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 con respecto al barril, y el otro 50% lo aportan las resistencias eléctricas.











