

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

MOLDE DE INYECCIÓN PARA BANDEJA DE PINTURA

DOCUMENTO 3- PLIEGO DE CONDICIONES

Alumno: Fernández Canseco, Iker
Director: Lobato González, Roberto

Curso: 2018-2019

Fecha: 19/06/2019

3. PLIEGO DE CONDICIONES

3.1.	Objeto del pliego	5
3.2.	Polipropileno	6
3.2.1.	Descripción	6
3.2.2.	Propiedades.....	6
3.3.	Acero.....	8
3.3.1.	Tratamientos superficiales	9
3.3.1.1.	Nitruración	9
3.3.1.2.	Cromo duro	9
3.3.1.3.	Níquel teflón	9
3.3.1.4.	Coldfire.....	9
3.3.1.5.	PVD.....	10
3.3.2.	Acabados superficiales	10
3.4.	Manipulación del molde.....	11
3.4.1.	Alzado.....	11
3.4.1.1.	Anillas de elevación de alta resistencia	11
3.4.1.2.	Cáncamos.....	11
3.4.2.	Montaje	14
3.4.2.1.	Alineación con el eje de la máquina	14
3.4.2.2.	Alineación interna.....	14
3.4.2.3.	Amarre del molde a la máquina	16
3.4.2.4.	Chaflanes.....	16
3.4.3.	Transporte	16
3.4.3.1.	Bridaje de seguridad.....	17
3.5.	Inyección.....	18
3.5.1.	Boquillas	18
3.5.2.	Canales de distribución	18
3.5.2.1.	Forma	19
3.5.2.2.	Tamaño	19
3.5.2.3.	Disposición	20
3.5.2.4.	Retenciones.....	20
3.5.2.5.	Entradas o ataques	20

3.6.	Refrigeración	24
3.6.1.	Normas generales	24
3.6.2.	Elementos de refrigeración	24
3.6.2.1.	Tubos de refrigeración	24
3.6.2.2.	Conectores	25
3.6.2.3.	Tapones	25
3.6.2.4.	Diversificadores	26
3.6.2.5.	Acelerador de turbulencias	26
3.6.2.6.	Mangueras	27
3.6.2.7.	Juntas tóricas	27
3.7.	Expulsión de las piezas	28
3.7.1.	Accionamiento de expulsión	28
3.7.1.1.	Accionamiento mecánico	28
3.7.1.2.	Accionamiento hidráulico	28
3.7.2.	Sistemas de expulsión	29
3.7.2.1.	Expulsión mediante placas expulsoras	29
3.7.2.2.	Expulsión mediante placas expulsoras dobles	29
3.7.2.3.	Expulsión por placa	29
3.7.2.4.	Expulsión mediante placa inclinada	29
3.7.3.	Componentes	30
3.7.3.1.	Expulsores	30
3.7.3.2.	Tubulares	30
3.7.3.3.	Carros	31

3.1. Objeto del pliego

Como se indica en la memoria, en este proyecto se va a diseñar un molde de inyección de plástico para la fabricación de una bandeja de pintura. Para concretar ciertos aspectos se va a hacer este pliego.

El principal objetivo de este pliego de condiciones es definir varias de las condiciones para la realización del proyecto. En estas condiciones se tratarán tanto aspectos generales como aspectos técnicos.

Se van a tratar aspectos relacionados con la pieza (como el material termoplástico utilizado), aunque la mayor parte de las condiciones descritas serán relacionadas con el molde. Estos aspectos van desde el material del que se va a fabricar el molde hasta el uso adecuado por parte del empleado, pasando por la definición de varias piezas que formarán parte del molde.

3.2. Polipropileno

3.2.1. Descripción

El polipropileno es un polímero termoplástico de desarrollo relativamente reciente que ha logrado superar las deficiencias que presentaba este material en sus inicios, como eran su sensibilidad a la acción de la luz y al frío. Se le conoce con las siglas PP, es un plástico muy duro y resistente, opaco y con gran resistencia al calor pues se ablanda a una temperatura más elevada de los 150 °C. Es muy resistente a los golpes, aunque tiene poca densidad y se puede doblar muy fácilmente. También resiste muy bien los productos corrosivos.

El polipropileno se obtiene de la polimerización del propileno, materia prima que se obtiene a partir de la refinación del petróleo o gas natural. El propileno es la materia prima más barata en la producción de polímeros, se parte de ellos para crear toda una variedad de monómeros combinados para producir una extensa serie de productos.

Es un polímero formado de enlaces simples carbono-carbono y carbono-hidrógeno, pertenece a la familia de las poliolefinas. Su estructura molecular consiste de un grupo metilo unido a un grupo vinilo, a continuación se puede observar la estructura de una molécula de polipropileno.

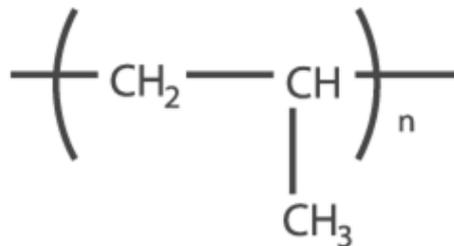


Imagen 1. Molécula de polipropileno.

3.2.2. Propiedades

Las características principales del polipropileno se pueden resumir en las siguientes:

- Bajo coste.
- Fácil moldeo.
- Baja densidad.
- Alta resistencia a fractura por flexión o fatiga.
- Muy buenas propiedades químicas y eléctricas.
- Buena resistencia al impacto.

Una vez indicadas las características principales de este material, en las tablas que se muestran a continuación se pueden ver en profundidad las diferentes propiedades físicas, mecánicas, térmicas eléctricas y la resistencia química.

Propiedades Físicas		
	Valores	Unidades
Densidad	0.91	g/cm ³
Índice de refracción	1.5	-
Inflamabilidad	Combustible	-
Resistencia a los Ultra-violetas	Aceptable	-

Tabla 1. Propiedades físicas del polipropileno.

Propiedades Mecánicas		
	Valores	Unidades
Resistencia a la tracción	35	Mpa
Elongación a la rotura	650	%
Resistencia al impacto	No rompe	-
Coefficiente de fricción	0.3	-

Tabla 2. Propiedades mecánicas del polipropileno.

Propiedades Térmicas		
	Valores	Unidades
Temperatura de fusión	165	°C
Calor específico	0.48	Kcal/Kg·°C
Conductividad térmica	0.22	W/(K·m)
Temperatura máxima de utilización	100	°C
Temperatura mínima de utilización	-10	°C

Tabla 3. Propiedades térmicas del polipropileno.

Propiedades Eléctricas		
	Valores	Unidades
Coefficiente dieléctrico	2.25	-
Resistencia superficial	10 a la 13	Ohm
Resistencia volumétrica	10 a la 16	Ohm·cm

Tabla 4. Propiedades eléctricas del polipropileno.

Resistencia Química	
Ácidos	Buena
Bases	Buena
Alcoholes	Buena
Cetonas	Buena
Grasas y Aceites	Aceptable
Halógenos	Mala
Hidrocarburos Aromáticos	Aceptable

Tabla 5. Resistencia química del polipropileno.

3.3. Acero

Para la fabricación del molde no se utilizará un único tipo de acero. Estos varían en función de las propiedades y acabados superficiales requeridos por lo diferentes elementos. La elección de acero para la fabricación depende de las condiciones impuestas por el cliente y por los esfuerzos que deben aguantar las diferentes partes durante el proceso.

Para los elementos que estén en contacto con el plástico durante el proceso de inyección, se utilizarán aceros de mayor dureza y mejor calidad superficial, mientras que para el resto de elementos se utilizará un acero de peor calidad ya que su principal objetivo es dotar de rigidez al conjunto.

En resumen, las propiedades necesarias en un acero para la fabricación de un molde de inyección son:

- Aptitud para el pulido
- Resistencia a la abrasión, temperatura y corrosión
- Mecanibilidad y templabilidad.
- Facilidad para el tratamiento térmico
- Conductividad térmica adecuada
- Resistencia a la compresión y tracción
- Tenacidad

Para conseguir ciertas propiedades en los aceros, muchas veces, es necesario someterlos a tratamientos superficiales. A continuación se van a explicar varios de los tratamientos a los que se pueden someter los aceros.

3.3.1. Tratamientos superficiales

3.3.1.1. Nitruración

La nitruración es un proceso de terminación de piezas que se basa en la formación de una solución sólida de nitrógeno y nitruros en la capa superficial de la pieza de acero. Los nitruros son extremadamente duros, por lo que confieren mucha dureza a la capa superficial de la pieza. Además, aumenta la resistencia a la corrosión y a la fatiga.

3.3.1.2. Cromo duro

El cromo duro es un tratamiento electrolítico mediante el cual se recubren las piezas con una película de cromo, de un espesor variable. Gracias a este recubrimiento se consigue aumentar la dureza de las piezas tratadas y una buena resistencia a la abrasión y a la corrosión.

3.3.1.3. Níquel teflón

Níquel teflón es un recubrimiento derivado del recubrimiento de níquel-fósforo, donde conjuntamente con esta capa se deposita una capa de teflón.

El recubrimiento de níquel teflón proporciona una gran resistencia a la corrosión, así como también, una buena protección a la abrasión, una alta resistencia al desgaste y un coeficiente de fricción bajo.

3.3.1.4. Coldfire

Los materiales se someten a ciclos de temperatura que pueden aproximarse a las de ebullición del nitrógeno, siguiendo unas curvas de enfriamiento y calentamiento predefinidas que varían según el material y el componente a tratar. Todo el proceso sucede en una atmósfera inerte y con un preciso control de las temperaturas.

AL realizar este tratamiento se obtiene un aumento de la tenacidad, una mejora en la conductividad térmica y eléctrica y estabilidad dimensional.

3.3.1.5. PVD

El recubrimiento por PVD es un proceso de recubrimiento que consiste en la deposición física de capas sólidas delgadas de un material sobre una superficie o parte de ella con el fin de aumentar la durabilidad. Dicho tratamiento aporta mayor resistencia al desgaste, corrosión y abrasión, así como una reducción de los coeficientes de fricción. Además, tiene propiedades antiadhesivas.

3.3.2. Acabados superficiales

El acabado superficial de los elementos del molde es una característica importante ya que influye en la calidad de la pieza final. Además, es interesante obtener una calidad superficial buena con el fin de facilitar la extracción de la pieza y mejorar el flujo del material plástico durante la inyección del mismo.

Ra ISO (μm)	Clase de rugosidad	Ra ISO (μm)	Clase de rugosidad
50	N 12	0.8	N6
25	N11	0.4	N5
12.5	N10	0.2	N4
6.3	N9	0.1	N3
3.2	N8	0.05	N2
1.6	N7	0.025	N1

Tabla 6. Acabados superficiales.

En el diseño de este molde se ha optado por utilizar las clases de rugosidad N9, N7 y N6. La calidad superficial se utilizará para las superficies que vayan a estar en contacto con el material plástico, la N7 en zonas que haya desplazamiento entre dos superficies en contacto, como por ejemplo, los agujeros donde se ubican las columnas guía. Por último, la calidad superficial N9 se utilizará en el resto de superficies del molde.

3.4. Manipulación del molde

A la hora de manipular el molde son necesarias ciertas indicaciones y hay que ayudarse de algunos elementos. Estas indicaciones y elementos se han dividido en tres diferentes secciones: alzado, montaje y transporte.

3.4.1. Alzado

Para mover de un lugar a otro el molde se deben utilizar unos elementos que garanticen el traslado con seguridad y sin poner en riesgo a las personas que puedan manipularlo. Por ello, a continuación se describen los elementos más importantes.

3.4.1.1. Anillas de elevación de alta resistencia

Las anillas de elevación son elementos de seguridad para la manutención del molde y forman parte de los mismos.

Gracias a las anillas se procederá tanto al alzado como al giro y guiado del molde con seguridad, con el fin de garantizar que a la hora de realizar estos movimientos el operario lo consiga sin contratiempos.

3.4.1.2. Cáncamos

Todas las placas que superen los 20 kilogramos de peso deberán llevar alojamiento para unos cáncamos, aunque no deberán utilizarse para levantar la totalidad del molde.

Los cáncamos son aros metálicos utilizados para transportar el molde con la ayuda de una grúa o pluma. Son elementos que irán roscados al cuerpo del molde y servirán para proceder a su alzado y manejo.

- Situación de los cáncamos

Los cáncamos deben estar colocados en el molde de tal forma que al ser izado este quede paralelo al suelo. En caso de no ser posible, siempre deberá quedar la entrada de inyección a mayor altura que su centro de gravedad.

Por otra parte, se tiene que facilitar la manipulación, montaje, girado... del molde, por lo que es imprescindible que no hay ningún elemento alrededor de los cáncamos, de lo contrario, se podría dificultar el trabajo del operario.

Además de lo mencionado previamente, hay que considerar las siguientes cuestiones:

- Los cáncamos no deben tener que desmontarse para que el molde pueda funcionar correctamente.
- Los cáncamos no deben de unir las partes de núcleo y cavidad.
- Hay que asegurar que el cáncamo no pueda quedarse atrapado al cerrarse el molde.
- No utilizar puentes para el traslado o movimiento del molde, se utilizarán dos cáncamos o más si fuera necesario.

Para instalar los cáncamos en el molde, este deberá tener las roscas correspondientes, de esta forma los cáncamos se colocarán correctamente y se podrá proceder al montaje del molde con ayuda de ellos.

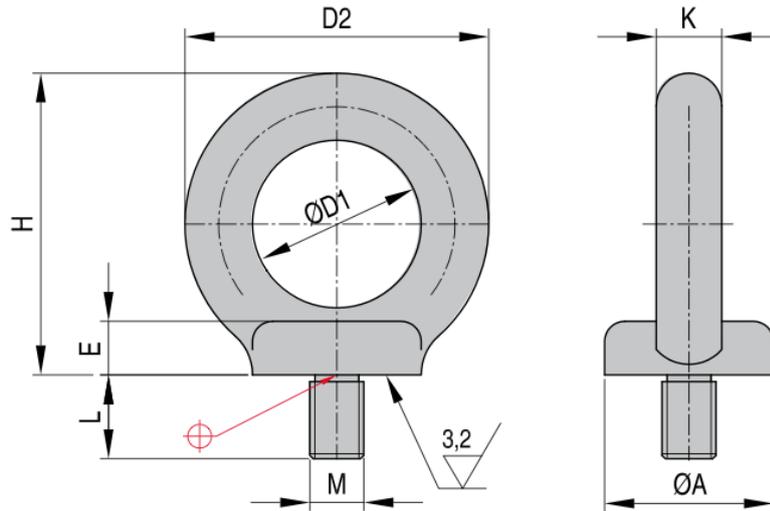
Por norma general, se tendrá que disponer de al menos un cáncamo en la cavidad del molde y dos de ellos dispuestos en forma diagonal, gracias a los cuales se evitarán giros indeseados en la operación de montaje del molde. De esta manera, no se pondrá en peligro tanto partes del molde como los operarios que puedan estar manipulándolo.

Para poder manipular el molde de una sola vez, se deberá disponer de un cáncamo adicional a fin de proceder a la extracción del molde.

▪ Tamaño de los cáncamos

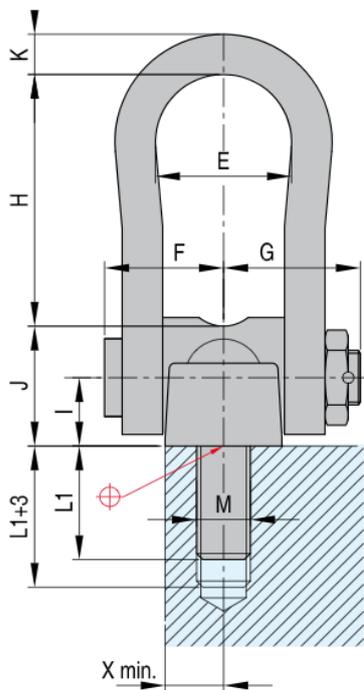
Los cáncamos que deben acoplarse a los moldes varían según el peso que deben soportar. El fabricante indica la capacidad de carga que puede soportar cada cáncamo de diferente tamaño.

En las siguientes tablas se pueden ver dos tipos de cáncamos del catálogo de DME:



REF	A	D1	D2	L	H	(N)	K	M
RM 20	40	40	72	30,0	71	12000	16	M20 x 2,50
RM 22	45	45	92	34,0	90	15000	18	M22 x 2,50
RM 24	50	50	90	36,0	90	18000	20	M24 x 3,00
RM 27	50	50	90	36,0	90	18000	20	M27 x 3,00
RM 30	65	60	108	45,0	109	36000	24	M30 x 3,50
RM 36	75	70	126	54,0	128	51000	28	M36 x 4,00

Imagen 2. Cáncamo DME.



Head mm	Ø mm	Height mm	* mm	WLL Max. daN	N.m.
M 36	54	36	54	9600	600
M 30	45	30	45	6600	420
M 24	36	24	36	4100	200
M 20	30	20	30	2800	150

Imagen 3. Grillete de seguridad DME.

3.4.2. Montaje

Hay que asegurarse que las dos mitades del molde estén alineadas correctamente, para garantizar que la pieza final cumpla las condiciones de diseño impuestas. Hay que comprobar que haya una alineación con la máquina y entre las dos mitades del molde.

A la hora de montar el molde se procederá a realizar las siguientes comprobaciones, con el fin de asegurar la calidad de la pieza final.

3.4.2.1. Alineación con el eje de la máquina

Una precisa alineación es necesaria. De otra forma, no existirá un sellado en el molde y el material se podría escapar. La alineación se conseguirá por medio de un anillo guía que se instalará en el molde. Estos dispositivos se encuentran disponibles en catálogos de distribuidores y son maquinados en aceros tratados térmicamente.

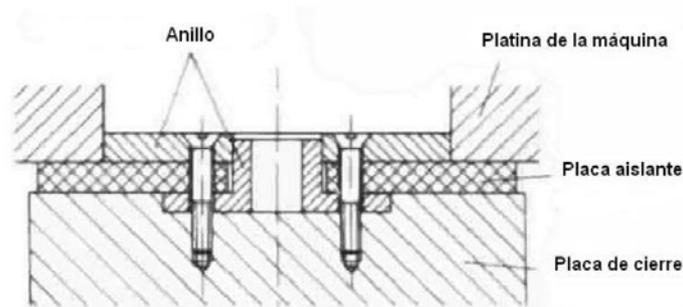


Imagen 4. Alineación de placas.

3.4.2.2. Alineación interna

Las mitades del molde deben alinearse internamente para obtener una buena precisión en molde, esto se logra con columnas guía. Estas serán sujetas a una mitad del molde y cuando este se cierra se deslizan por unas camisas insertadas en la otra mitad del molde.

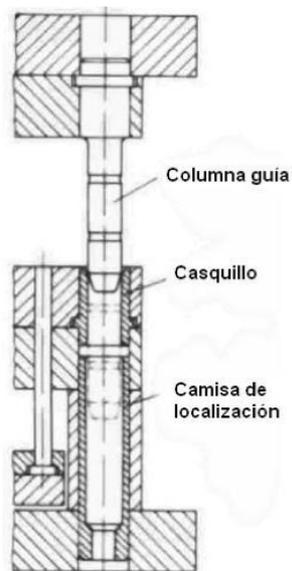


Imagen 5. Columna guía.

Se necesitan cuatro juegos de columnas y camisas para lograr una alineación apropiada. Para asegurar que las dos mitades correspondan, se instalará una columna más gruesa que el resto. Para un ensamblaje más fácil, dos columnas, diagonalmente opuestas, se instalarán más largas que las otras dos. Su instalación se realizará lo más cerca posible de las esquinas del molde. Esto proporcionará una mayor superficie libre que facilite la instalación o maquinado de canales de enfriamiento.

La efectividad de la alineación depende de las tolerancias usadas entre las columnas y sus respectivas camisas guía. Las tolerancias deberán ser cerradas. Esto crea desgaste y por esto se emplean materiales tratados térmicamente. Los juegos y camisas están disponibles en catálogos de distribuidores especializados.

Es importante mencionar que no debe aplicarse ningún esfuerzo cortante a los pernos, por eso hay que tener cuidado al diseñar otros dispositivos en el molde. Si la aplicación de fuerzas laterales es ineludible se debe calcular correctamente el área de la sección transversal de la columna guía.

Se emplearán casquillos centradores y camisas guía que faciliten el alineamiento. Se dispondrán de tornillos de métrica mayor a 8. En ningún caso se podrán soldar entre ellas ninguna de las placas que componen el molde.

En el caso en el que la longitud de las placas exceda los 500 mm se deberá proceder a la instalación de columnas guía adicionales en el caso de disponer de espacio suficiente con el objetivo de conseguir un mejor reparto de esfuerzos a lo largo del molde. Estas columnas deberán estar posicionadas cada 300 mm deberán ser empotradas en el núcleo. En los casos de utilización de dobles placas también es recomendable este sistema para que las guías se apoyen en el otro extremo, repartiendo así el esfuerzo provocado por el peso extra de las placas.

3.4.2.3. Amarre del molde a la máquina

Los moldes precisan para su amarre en máquina de unas solapas de amarre. Cuando al colgar el molde las solapas queden en posición horizontal, se practicarán cajeras en los cuatro costados del molde para facilitar su amarre.

Para el amarre del molde a la máquina de inyección se utilizan tanto bulones de amarre como bridas de anclaje.

Los bulones de amarre se montan en cada mitad del molde. El amarre se consigue por medio de un cilindro hidráulico que introduce la cuña de amarre en el bulón. El ángulo de la cuña es tal que el sistema sea autoblocante.

En máquinas de moldeo por inyección pequeñas solo son necesarios dos cilindros de amarre.

En máquinas mayores, se precisan 4 puntos de amarre por plato, en máquinas muy grandes se usan ocho puntos de amarre para asegurar los moldes. La posición de los puntos de amarre y de los bulones está estandarizada.

Los moldes que deben ir en las máquinas que disponen de amarre magnético no podrán llevar la placa aislante en la zona de amarre, sino intercalada entre las placas del molde y con una placa metálica de espesor mínimo de 15 mm.

3.4.2.4. Chaflanes

Con el objeto de propiciar una buena manipulación por parte del operario, todas las placas del molde deberán tener sus aristas laterales achaflanadas. Además, de esta forma, se evita la aparición de concentraciones de tensiones que se tendrían en el caso de no realizar estos chaflanes.

Las dimensiones de los mismos deberán ser 2x2 en el caso de que el peso global no exceda la tonelada de peso y de 5x5 en el caso de excederlo.

3.4.3. Transporte

En función del peso del molde las operaciones de transporte variarán, a continuación se muestran estos procedimientos a seguir.

- Moldes de hasta 2 toneladas:

Los moldes que no excedan de 2 toneladas, deberán ir tumbados horizontalmente sobre su cara más plana y apoyado sobre un pallet de madera que variará según su tamaño. Para que el molde no se mueva durante el viaje se le deberá colocar cuatro cantoneras

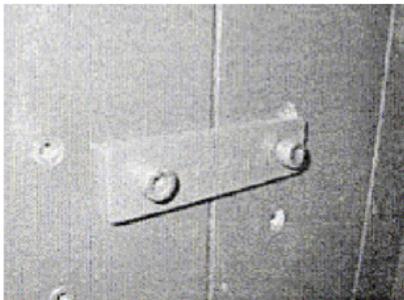
de madera clavadas, sobre sus cuatro costados. El transporte ideal, pasará por introducir el molde en un encajonado de madera garantizando la estabilidad del mismo.

- Moldes que superan las 2 toneladas:

Los moldes que excedan de 2 toneladas, deberán de ir tumbados horizontalmente sobre su cara más plana, en la base del camión se deberá de colocar una alfombra de goma o un separador de cartón con el fin de que el molde sea completamente estable y además se procederá al amarre del mismo mediante cinchas garantizando una completa inmovilización del mismo. También será preferente el uso de un encajonado de madera.

3.4.3.1. Bridaje de seguridad

Para poder proceder a un correcto transporte del molde, que pueda permitir el amarre de la cavidad con el núcleo de manera que exista una distancia mínima de seguridad que permita que el molde no sea dañado durante su transporte. Dependiendo del tamaño y peso del molde tendrán las siguientes medidas.



MOLDES	PLETINA TORNILLOS	
0>1000 KG	10 mm	M10
1001<5000 KG	15 mm	M12
5001<10000 KG	25 mm	M12<M16

Imagen 6. Bridaje de seguridad.

3.5. Inyección

3.5.1. Boquillas

La boquilla de inyección de la máquina hace la función, por lo general, de mazarota. A través de ella fluye el plástico hasta la cavidad o cavidades, y una vez llenado el molde, proporciona el material necesario para evitar la aparición de rechupes en las piezas fabricadas. Su longitud no debe ser excesiva para no desperdiciar material.



Imagen 7. Boquillas de inyección.

En el caso de utilizar entradas directas, es necesario enfriar la zona de la mazarota para evitar marcas de rechupes a la vez que se acortará el tiempo de ciclo. Para refrigerar los puntos de inyección se pueden encontrar en el mercado diferentes elementos.

Para las piezas con geometría que no facilita o imposibilita la inyección desde una posición centrada, es necesario utilizar las boquillas inclinadas. En caso de utilizar este tipo de boquillas, hay que evitar ángulos de inclinación superiores a 25° para facilitar el desmoldeo tanto de la pieza como del bebedero.

3.5.2. Canales de distribución

Los canales de distribución son la unión entre el bebedero y las entradas a las piezas a fabricar. La geometría de los canales debe ser de tal forma que permita el avance del flujo del material plástico sin dificultades, para ello es interesante evitar los cambios bruscos de dirección.

3.5.2.1. Forma

Las mejores formas para el diseño de los canales de distribución son la circular y la parabólica.

- Circular

La principal ventaja de utilizar un canal de sección circular es que el centro de la sección es el último en enfriarse. Por otra parte, este tipo de sección tiene buena relación área-perímetro, lo cual es la principal medida de eficiencia de los canales de distribución. Por último, otra ventaja importante es que presenta un bajo rozamiento comparado con otras secciones.

El único inconveniente que hay al utilizar este tipo de canales de distribución es que hay que mecanizar ambas partes del molde: núcleo y cavidad.

- Parabólica

En este caso, la principal ventaja es que solo es necesario mecanizar una parte del molde, por lo general, la móvil. En cambio, tiene unos inconvenientes como las pérdidas de calor que presentan o una peor presión de mantenimiento que la sección circular.

3.5.2.2. Tamaño

Para seleccionar correctamente el tamaño de los canales de distribución hay que tener en cuenta dos características de la pieza que se va a fabricar, el volumen y el espesor de las paredes.

Hay que intentar no sobredimensionar los canales, de lo contrario las pérdidas de calor generadas en la parte del molde que se sitúe en contacto con el canal pueden ser excesivas, y además, puede empeorar la calidad de llenado. Por otra parte, mientras mayor sea la sección, el tiempo necesario para que la pieza se enfríe será mayor.

3.5.2.3. Disposición

La disposición de los canales es un factor importante en el diseño de los moldes múltiples, para diseñarlos correctamente hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- El flujo de material plástico debe de llegar al mismo tiempo a todas las cavidades del molde.
- Hay que tener en cuenta como se realizará la posterior operación de mecanizado para separar los canales de las piezas.

3.5.2.4. Retenciones

Por lo general el canal de distribución y la pieza se quedan en la parte móvil del molde en el momento de la apertura. Para ello, en ciertas ocasiones, se recurre a dar forma a la cabeza de los expulsores para retener la pieza en la parte que nos interesa.

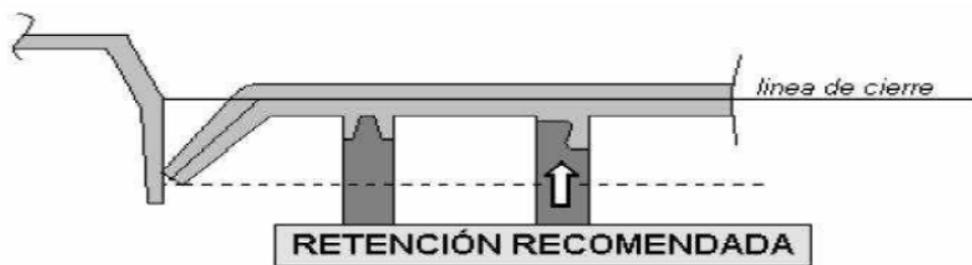


Imagen 8. Retenciones.

3.5.2.5. Entradas o ataques

Los ataques son, los estrechamientos que hay al final de los canales, las partes en las que se unen a las piezas del molde. En esta parte se genera un aumento de velocidad del flujo del material plástico, ya que se reduce la sección notablemente.

Es necesario que las entradas garanticen un correcto llenado del molde, así como que conduzcan los excesos de aire hacia las ranuras de aireación. Además, tienen que mantener elevada la temperatura del material plástico y permitir que sea fácil la separación de la pieza fabricada.

Por último, hay que tener cuidado de no diseñar los ataques con una sección excesivamente pequeña, de lo contrario la calidad de la pieza en el punto de inyección puede ser mala.

Los tipos de entradas más comunes son los siguientes:

- Ataque directo

Se emplea en piezas de gran sección o para piezas de plásticos muy viscosos. Su principal inconveniente es que será necesario un posterior mecanizado en pieza ya que dejará marcas visibles en ésta.

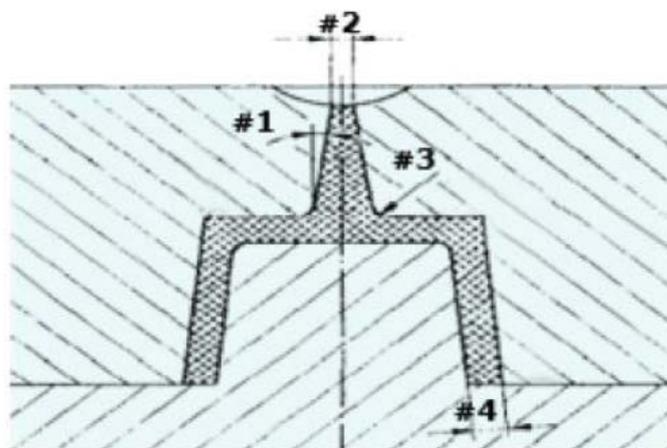


Imagen 9. Ataque directo.

- Entrada capilar

En la entrada capilar solo entra en contacto con la pieza una pequeña sección. Gracias a esto, la separación de la pieza se completa de forma más sencilla. Se pueden emplear boquillas neumáticas para llevar a cabo la expulsión de manera automática.

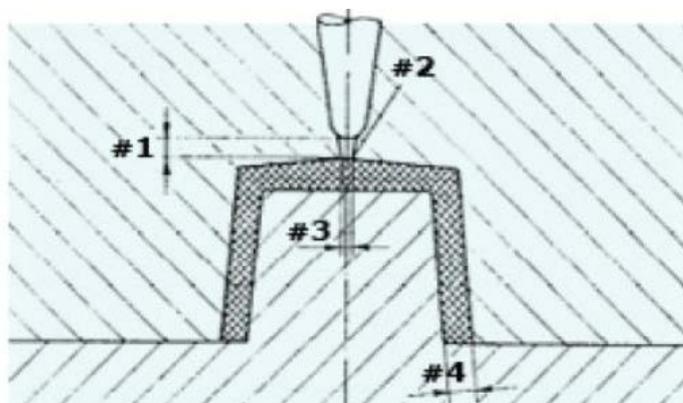


Imagen 10. Entrada capilar.

- Entrada en paraguas

Este tipo únicamente se utilizan para la fabricación de piezas de revolución. Tras la inyección la pieza suele ser mecanizada.

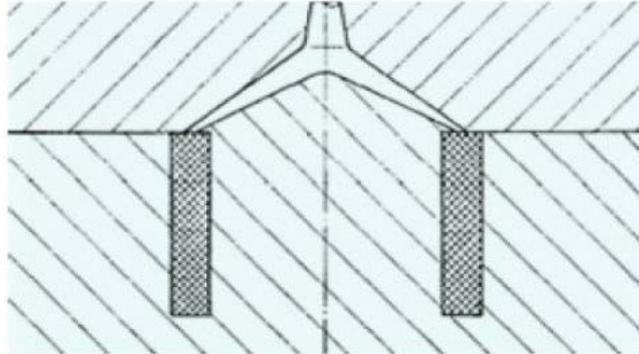


Imagen 11. Entrada en paraguas.

- Entrada de cinta

Altamente recomendable en el caso de piezas largas. Al tener la entrada del mismo ancho que el espesor de la pieza, se compensan las contracciones y las tensiones ya que el frente de flujo se vuelve homogéneo.

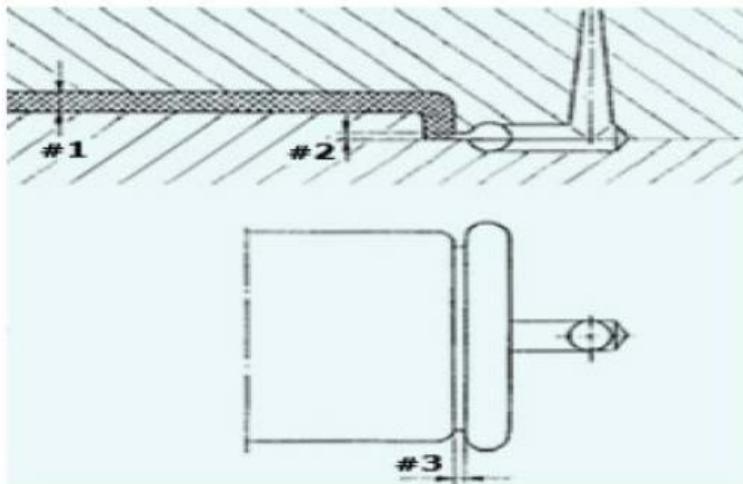


Imagen 12. Entrada de cinta.

- Entrada laminar

Se utiliza en piezas de grandes superficies. Pese a obtener una gran calidad en las entradas, es necesario un posterior mecanizado tras el enfriamiento.

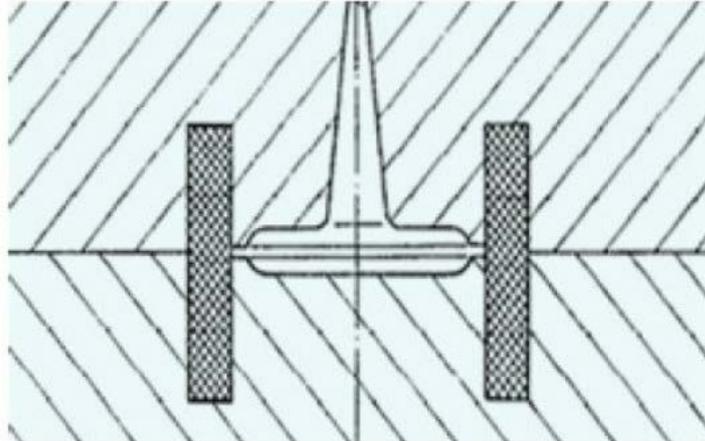


Imagen 13. Entrada laminar.

- Entrada submarina

Este tipo de entrada solo es recomendable en moldes múltiples y de piezas pequeñas, ya que se genera una pérdida de presión. Su principal ventaja es que la entrada se separa automáticamente de la pieza en el momento de la apertura del molde.

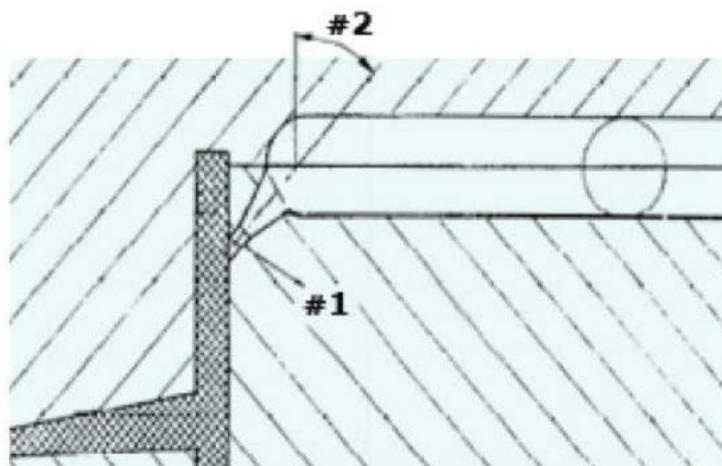


Imagen 14. Entrada submarina.

3.6. Refrigeración

El sistema de refrigeración se diseña para un molde en concreto, y no es aplicable para otro molde. No hay unas reglas o indicaciones concretas a seguir a la hora de diseñar la refrigeración, para cada molde el propio diseñador del mismo es el que decidirá la distribución, distancia de la línea de partición y tamaño de los canales. Lo que se tiene que procurar es que la absorción de calor sea uniforme a lo largo de todo el molde.

3.6.1. Normas generales

- La variación de la temperatura del refrigerante entre la entrada y la salida tiene que ser inferior a 5°C. También se recomienda que supere los 1.5°C.
- La distancia entre los canales debe ser superior a 1.5 veces a su diámetro; aunque se aconseja un mínimo de 40 milímetros entre ejes.
- Hay que intentar colocar el mayor número de canales independientes posibles.

3.6.2. Elementos de refrigeración

3.6.2.1. Tubos de refrigeración

Este tipo de tubos suele llevar en su interior un hexágono mecanizado para facilitar su acoplamiento. El material suele ser acero al zincado para evitar la corrosión y su longitud varía según el molde.

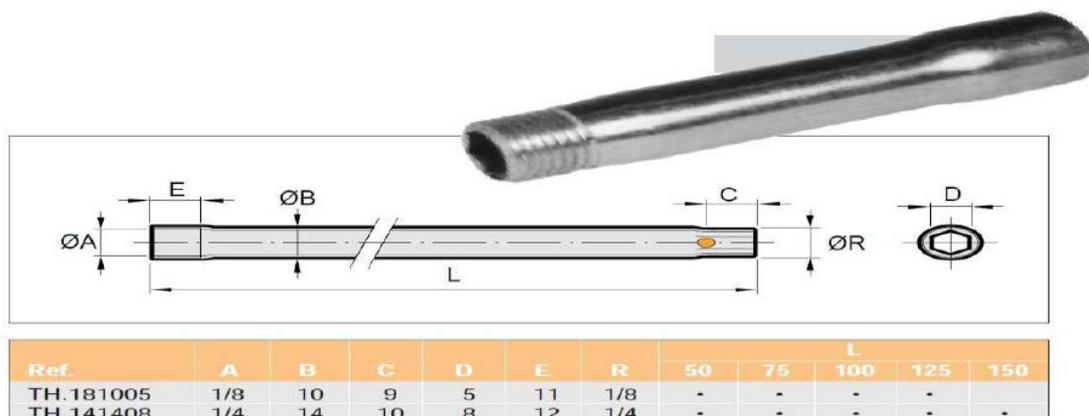
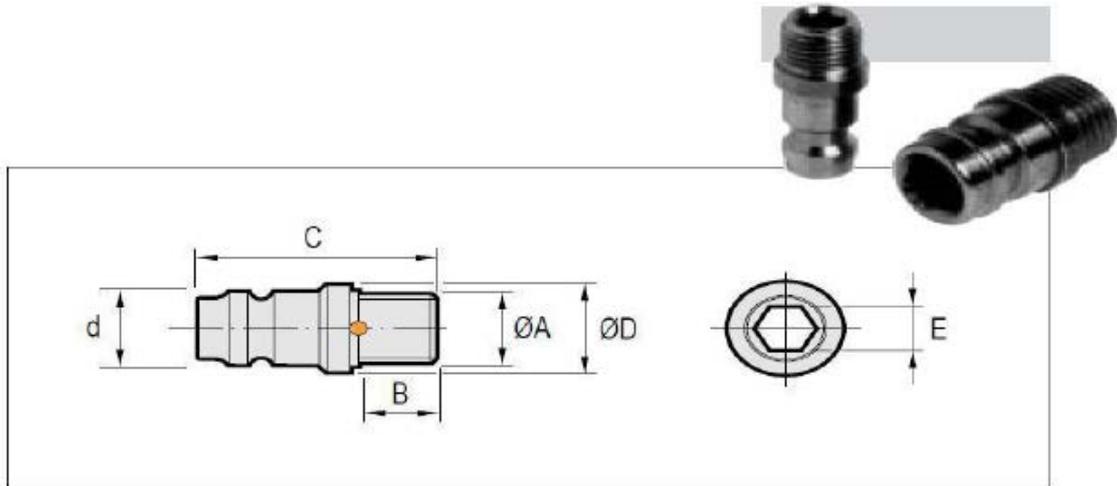


Imagen 15. Tubos de refrigeración.

3.6.2.2. Conectores

A los conectores también se les suele hacer un mecanizado interior con el fin de simplificar el mantenimiento y su instalación en el sistema de refrigeración. Para conectarlos a los tubos se suele hacer mediante roscas.

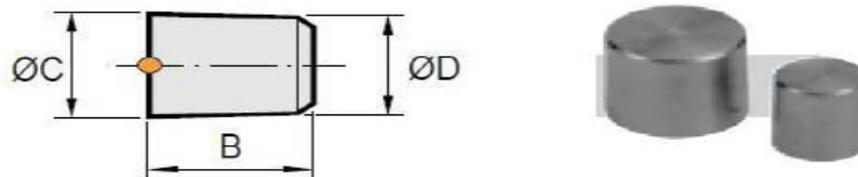


Ref.	A	B	C	d	D	E
BR.10EOC5	M.10	7	24	9	11	5
BR.18EOC5	1/8"	7	24	9	11	5
BR.14EOC5	1/4"	9	26	9	15	5
BR.14EOC8	1/4"	9	26	13.5	15	8
BR.38EOC8	3/8"	9	26	13.5	18	8

Imagen 16. Conectores.

3.6.2.3. Tapones

Los tapones utilizados para cerrar los orificios de refrigeración no pueden ser de cobre o acero introducidos a presión. Es necesario utilizar tapones que vayan roscados.



Ref.	A	B	C	D
TO.061063	6	10	6.3	5.9
TO.081284	8	12	8.4	7.9
TO.101410	10	14	10.5	9.9
TO.151615	15	16	15.5	14.9

Imagen 17. Tapones.

3.6.2.4. Diversificadores

Estos elementos se utilizan para dirigir el refrigerante a través de los tubos en la dirección que se desea. Para ello se insertan a presión dentro del propio tubo de refrigeración y suelen ser de poliamida.

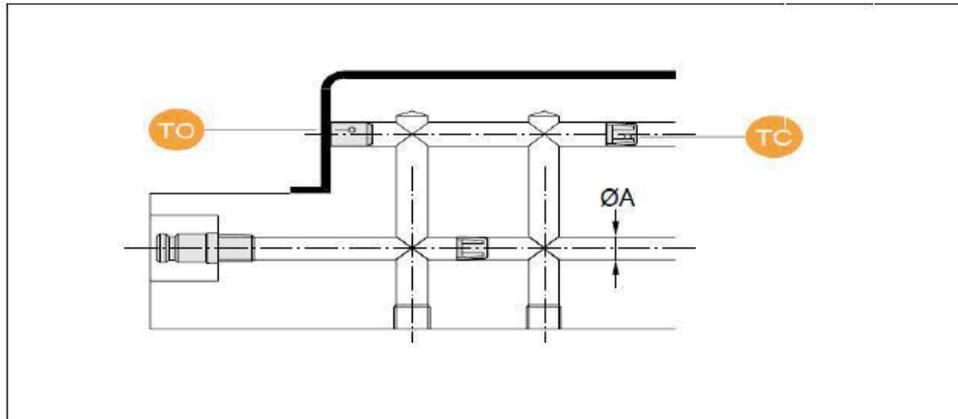
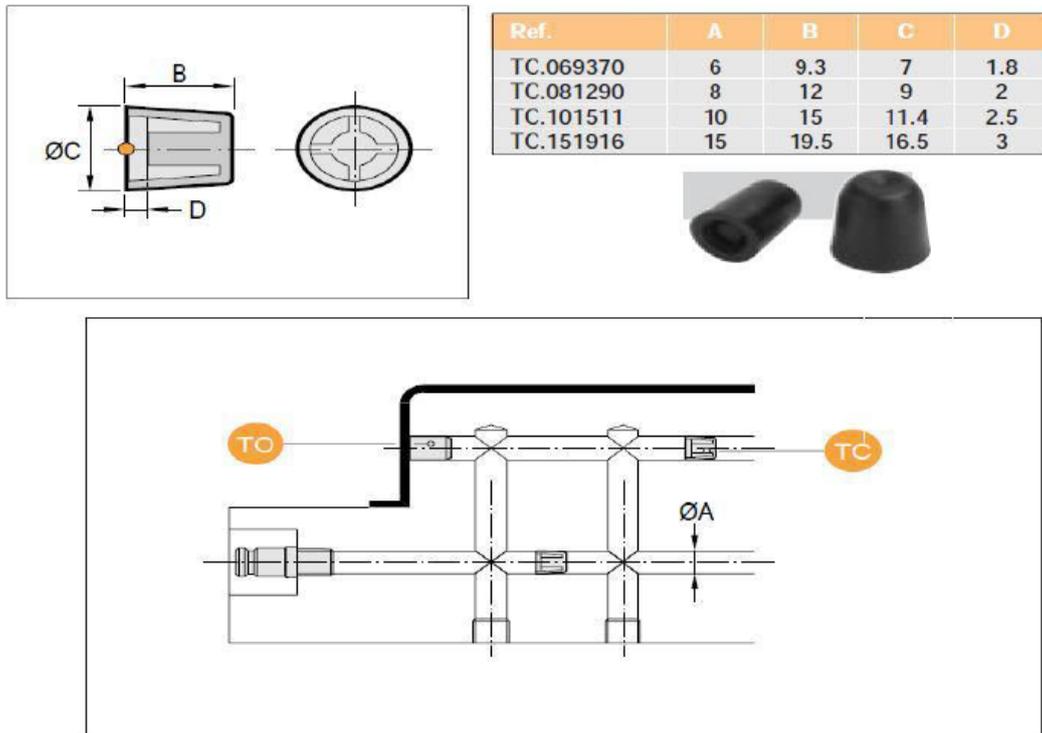


Imagen 18. Diversificadores.

3.6.2.5. Acelerador de turbulencias

Se trata de un tubo con una espiral que incrementa el salto térmico en los moldes. Reduce el caudal de agua, aumentando la distribución frigorífica en toda la superficie de contacto.



Ref.	A	B	C	D	F	K	R	T	JT
AT.120621	12	6	4	13	22	1.6	21	5	16x2
AT.161027	16	10	8	17	25	2.4	27	5	20x3
AT.241234	24	12	10	25	28	2.4	34	6	27x3
AT.321942	32	19	17	33	35	2.4	42	7	35x3

Imagen 19. Acelerador de turbulencias.

3.6.2.6. Mangueras

Las mangueras empleadas para el sistema de refrigeración deben cumplir una serie de requisitos:

- Deben servir para una temperatura de trabajo entre 10°C y 90°C.
- Que no se obstruyan al ser dobladas.
- Tienen que ser flexibles y no perder flexibilidad al usarlas.
- Hay que identificar las mangueras con diferentes colores para diferenciar la entrada de la salida.
 - Entrada → Azul
 - Salida → Rojo

3.6.2.7. Juntas tóricas

En el caso de que algún canal atravesase más de una placa son necesarias. Gracias a estas juntas se asegura la estanqueidad de la unión entre las dos placas, y por lo tanto, que no haya fugas de refrigerante.



Imagen 20. Juntas tóricas.

3.7. Expulsión de las piezas

3.7.1. Accionamiento de expulsión

En función de la máquina que se utilice el accionamiento puede ser mecánico o hidráulico.

3.7.1.1. Accionamiento mecánico

El accionamiento mecánico se utiliza en moldes que utilicen máquinas de menos de 200 toneladas. Se realiza gracias al cierre de la máquina, mediante un bulón central que está atornillado a la máquina y a la placa expulsora, de manera que accione la expulsión del molde.

El sistema de amarre que se utiliza normalmente para sujetar las placas expulsoras al cilindro hidráulico de la máquina será la siguiente: para máquinas inferiores a 200Tn en las que el plato móvil sea giratorio no se podrá amarrar el bulón de retroceso normal (roscado) por lo que se deberá utilizar un bulón.

3.7.1.2. Accionamiento hidráulico

En caso de que la máquina sea de más de 200 toneladas la expulsión ha de realizarse mediante cilindros hidráulicos. Cuando se utilice este tipo de accionamiento para la expulsión hay que tener en cuenta varias cosas:

- Es necesario utilizar dos cilindros por placa como mínimo, con el fin de lograr mayor equilibrio en las placas.
- Los cilindros serán del tipo VPM, se aconseja usar los que tienen su conexión hidráulica directamente con la placa, evitando así tuberías exteriores.
- Los cilindros deberán amarrar a la placa expulsora con una pieza en forma de cruz y el bulón del cilindro quedará sujeto al zócalo de la parte del núcleo.
- El sistema de expulsión por cilindros debe llegar completamente montado con todos los elementos del circuito hidráulico y eléctrico.
- Para hacer contacto con los interruptores en los finales de carrera, la placa expulsora tendrá unas pestañas a los lados.

3.7.2. Sistemas de expulsión

3.7.2.1. Expulsión mediante placas expulsoras

Es el sistema más utilizado debido a su bajo coste. Además, es un sistema muy sencillo fácil de montar y manipular. El hecho de que haya placas estandarizadas en el mercado ayuda a su diseño.

3.7.2.2. Expulsión mediante placas expulsoras dobles

Este sistema se utiliza cuando las características de la pieza exigen una expulsión doble en el molde. Consta de dos parejas de placas expulsoras totalmente independientes la una de la otra. Cada pareja de placas tiene tanto carrera de expulsión como sistema de accionamiento distinto y realiza el movimiento en distintos momentos.

No se hará uso de este sistema de expulsión a no ser que no haya más remedio, ya que aumenta el volumen, el peso y el coste del molde considerablemente, además de aumentar el tiempo de ciclo de producción de la pieza en cuestión al tener dos recorridos independientes.

3.7.2.3. Expulsión por placa

Se utiliza cuando debido a la falta de espacio en el molde que ocupa el circuito de refrigeración no se pueden colocar los expulsores tradicionales, o en casos en que las marcas que dejan los expulsores en la pieza se consideran motivo de rechazo. Para accionarla, se puede utilizar el sistema convencional con la pareja de placas expulsoras o amarrar la placa a la cavidad mediante tirantes la empujen durante la apertura del molde.

3.7.2.4. Expulsión mediante placa inclinada

Sistema de expulsión utilizado cuando la pieza requiere de una dirección de desmoldeo para las superficies en la parte cavidad y otra distinta para las superficies en la parte núcleo. La parte cavidad desmoldeará en la dirección de apertura del molde, como de costumbre. El núcleo en cambio, en vez de tener la pareja de placas expulsoras y sus correspondientes elementos orientados en la dirección de apertura, estarán inclinados para realizar la expulsión en la dirección que sea necesaria.

3.7.3. Componentes

3.7.3.1. Expulsores

Todos los expulsos tienen que ser del mayor diámetro posible, de forma que se disminuye la presión en la pieza al ser menor la superficie de contacto, y las marcas son menos evidentes. Su base que va ajustada en la pareja de placas, ha de tener una sección circular con un corte en los expulsos con forma en la punta, para que se evite su rotación y, por tanto, que se dañe la cavidad chocándose ambos al cerrarse el molde.

Su longitud de ajuste en el semimolde, debe ser de al menos tres veces su diámetro. Aquellos expulsos que vayan posicionados en los canales de inyección, han de encajarse mediante tubulares, para que el ajuste sea más preciso y no se salga material por cualquier rendija que pudiese quedar entre expulsor y semimolde.



Imagen 21. Expulsos.

3.7.3.2. Tubulares

Son casquillos que cubren los expulsos, con mejor acabado superficial que estos últimos. Se utilizarán medidas estándar siempre y cuando sea posible, y deben tener siempre una base anti giro que evite dañar las superficies de la huella en cavidad. Deben tener una longitud de ajuste en el semimolde o postizo de al menos tres veces su diámetro.

3.7.3.3. Carros

Son elementos que sirven para liberar las contrasalidas de la pieza durante su expulsión. Deberán contar al menos, con los siguientes elementos auxiliares:

- Una base y regletas en cada uno de sus lados para que se pueda deslizar en la dirección adecuada. Han de ir amarradas al semimolde mediante pernos de rosca convencional, para un fácil montaje y desmontaje cuando sea necesaria la reparación del mismo.
- Una guía inclinada o muelle, que empuje el carro durante la apertura del molde, para
- dar salida a la pieza.
- Un tope o pinza como sistema de sujeción que evite que el carro sea empujado durante demasiado recorrido y que se caiga del molde.
- Una pletina para ajustar el contacto entre el semimolde con el carro cuando el molde cierra, de forma que distribuya correctamente la presión que ejerce la cavidad en el carro, para que el carro realice bien el cierre en la huella del molde.