

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

***DISEÑO DE UN MOLDE DE INYECCIÓN
PARA LA CUVIERTA DEL RETROVISOR
DE UN COCHE***

DOCUMENTO 5- PELIGRO DE CONDICIONES

Alumno: Zabala Agirre, Egoitz

Director: Lobato González, Roberto

Curso: 2019-2020

Fecha: Bilbao, 12 de febrero de 2020

ÍNDICE

5	DOCUMENTO: PLIEGO DE CONDICIONES	4
5.1	CONDICIONES GENERALES	4
5.1.1	OBJETIVO	4
5.1.2	NORMATIVA	4
5.1.2.1	NORMATIVA GENERAL	4
5.1.2.2	NORMATIVA DE SEGURIDAD	4
5.1.2.3	NORMATIVA DE PLANOS	5
5.1.2.4	NORMATIVA DE ELEMENTOS	5
5.1.3	DOCUMENTACIÓN	5
5.1.4	FECHA DE PUBLICACIÓN	5
5.2	CONDICIONES TÉCNICAS	6
5.2.1	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS ELEMENTOS	6
5.2.1.1	DIMENSIONADO	6
5.2.1.2	MATERIALES	9
5.2.1.2.1	CAVIDAD Y NÚCLEO	9
5.2.1.2.2	PORTA-CAVIDAD Y PORTA-NUCLEO	9
5.2.1.2.3	ZÓCALOS, PLACA GUÍA EXPULSORAS Y REGLES	10
5.2.1.2.4	PLACAS EXPULSORAS	11
5.2.1.2.5	ELEMENTOS GUÍA	11
5.2.1.2.6	UNIDAD DE CENTRADO	12
5.2.1.2.7	ELEMENTOS DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	13
5.2.1.2.8	EXPULSORAS Y DESPLAZABLES	14
5.2.1.2.9	BEBEDERO	15
5.2.1.2.10	TORNILLERÍA	15
5.2.1.3	ACABADOS SUPERFICIALES	16
5.2.1.4	TRATAMIENTOS	16
5.2.1.4.1	NITRURACIÓN	16
5.2.1.4.2	CEMENTACIÓN	16
5.2.1.4.3	CROMADO DURO	16
5.2.1.4.4	NIQUELADO DURO	16
5.2.1.4.5	RECUBRIMIENTOS CON METAL DURO	17
5.2.2	FABRICACIÓN	17
5.2.3	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE COMPRA DE ELEMENTOS COMERCIALES	17
5.2.4	ELEMENTOS DE SEGURIDAD	17
5.2.4.1	RETROCESOS	17
5.2.4.2	CIERRE DEL MOLDE	17
5.2.4.3	ROSCAS DE GAS	17
5.2.4.4	MANGUERAS	17
5.2.5	COLOCACIÓN DEL MOLDE	18
5.2.5.1	CÁNCAMOS	18
5.2.5.2	ACOPLAMIENTO	19
5.2.6	ALINEACIÓN	19

5.2.7	MONTAJE	19
5.2.8	AJUSTE DEL MOLDE	19
5.2.9	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROCESO DE INYECCIÓN	20
5.2.9.1	MATERIA PRIMA	20
5.2.9.2	MÁQUINA DE INYECCIÓN	20
5.2.9.3	CONDICIONES DE INYECCIÓN	21
5.2.9.4	SISTEMA DE CIERRE	21
5.2.9.5	SISTEMA DE BOMBEO	21
5.2.9.6	SISTEMA DE EXPULSIÓN	21
5.2.10	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MARCAJE DEL MOLDE	22
5.2.10.1	MARCAJE DE LOS ELEMENTOS	22
5.2.10.2	IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS	22
5.3	CONDICIONES DE CALIDAD	22
5.3.1	ELEMENTOS DEL MOLDE	22
5.3.1.1	DIMENSIONADO	22
5.3.1.2	ACABADOS SUPERFICIALES	22
5.3.1.3	TRATAMIENTOS	23
5.3.2	PIEZA FABRICADA	23
5.3.2.1	DIMENSIONADO	23
5.3.2.2	ACABADOS SUPERFICIALES	23
5.3.2.3	ENSAYOS MECÁNICOS	23

LISTA DE ILUSTRACIONES

1.	<i>Figura. Sistema de refrigeración con sistema de colores.</i>	18
2.	<i>Figura. Aplicación de pintura en la superficie del molde.</i>	20

LISTA DE TABLAS

1.	<i>Tabla. Elementos a fabricar.</i>	6
2.	<i>Tabla. Elementos comerciales.</i>	8
3.	<i>Tabla. Composición química 1.2738.</i>	9
4.	<i>Tabla. Características mecánicas 1.2738.</i>	9
5.	<i>Tabla. Composición química 1.2312.</i>	9
6.	<i>Tabla. Características mecánicas 1.2312.</i>	10
7.	<i>Tabla. Composición química 1.2842.</i>	10
8.	<i>Tabla. Características mecánicas 1.2842.</i>	10
9.	<i>Tabla. Composición química 1.1730.</i>	11
10.	<i>Tabla. Características mecánicas 1.1730.</i>	11
11.	<i>Tabla. Composición química 1.7131</i>	11
12.	<i>Tabla. Características mecánicas 1.7131</i>	12
13.	<i>Tabla. Composición química 1.2344.</i>	12
14.	<i>Tabla. Propiedades físicas 1.2344.</i>	12
15.	<i>Tabla. Composición química 1.2379.</i>	12
16.	<i>Tabla. Características mecánicas 1.2379.</i>	12
17.	<i>Tabla. Composición química 1.4305.</i>	13
18.	<i>Tabla. Características mecánicas 1.4305.</i>	13
19.	<i>Tabla. Composición química 2.0401.</i>	13
20.	<i>Tabla. Características mecánicas 2.0401.</i>	13
21.	<i>Tabla. Característica térmicas PVC.</i>	13
22.	<i>Tabla. Composición química 1.2510.</i>	14
23.	<i>Tabla. Características mecánicas 1.2510.</i>	14
24.	<i>Tabla. Composición química 1.2210</i>	14
25.	<i>Tabla. Características mecánicas 1.2210</i>	14
26.	<i>Tabla. Composición química 1.6565.</i>	14
27.	<i>Tabla. Características mecánicas 1.6565</i>	15
28.	<i>Tabla. Composición química. 1.2826</i>	15
29.	<i>Tabla. Características mecánicas. 1.2826</i>	15
30.	<i>Tabla. Composición química 1.1203.</i>	15
31.	<i>Tabla. Características mecánicas 1.1203.</i>	15

5 DOCUMENTO: PLIEGO DE CONDICIONES

5.1 CONDICIONES GENERALES

5.1.1 OBJETIVO

El presente documento abarcará los aspectos que se deben cumplir en el diseño, fabricación, compra, montaje y uso del molde de inyección. El no cumplimiento de cualquiera de los apartados afectará directamente en el correcto funcionamiento del molde, teniendo la responsabilidad el cliente

5.1.2 NORMATIVA

La normativa cumplida al realizar el proyecto queda recogida en los siguientes sub-apartados.

5.1.2.1 NORMATIVA GENERAL

- UNE 157001: 2014 (Criterios generales para la elaboración de un proyecto).
- DIN 16750: 1991 (Moldes de inyección para materiales plásticos).
- UNE-EN 10020: 2001 (Definición y clasificación de aceros).

5.1.2.2 NORMATIVA DE SEGURIDAD

- UNE-EN 201:2010 Maquinaria de plásticos y caucho. Máquinas de moldeo por inyección. Requisitos de seguridad.
- Ley de industria 21/1992- Seguridad y calidad industrial.
- Real decreto 1435/1992- Maquinas, componentes de seguridad. Mercado CE
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre: Prevención de riesgos laborales.
- Real decreto 39/1997 de 17 de enero: Reglamento de los servicios de prevención.
- Real decreto 485/1997 de 14 de abril: señalización de seguridad en el trabajo.
- Real decreto 486/1997 de 14 de abril: seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real decreto 773/1997 de 30 de mayo: Utilización de equipos de protección individual.
- Real decreto 1215/1997 de 18 de julio: Utilización de equipos de trabajo.
- Real decreto 1644/2008- Normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Norma de UNE-EN ISO 12100:2012: Seguridad de máquinas. Bases para la evaluación de riesgos.

5.1.2.3 NORMATIVA DE PLANOS

- UNE-EN 1027: 2017 (Plegado de planos).
- UNE 1035: 1995 (Cuadro de rotulación).
- UNE 1039: 1994 (Acotación).
- UNE 1135: 1989 (Lista de elementos).
- UNE-EN ISO 5455: 1996 (Escalas).
- UNE-EN ISO 5457: 2000 (Formatos y presentación).
- ISO 2768-1: 1989 (Tolerancias generales).
- UNE-EN ISO 286-1:2011 (Base de tolerancias, desviaciones y ajustes).
- UNE-EN ISO 6433: 2012 (Referencia de los elementos).

5.1.2.4 NORMATIVA DE ELEMENTOS

- DIN 906 (Tapones de sellado).
- DIN 1530 (Expulsores).
- DIN 16756 (Casquillos expulsos).
- DIN ISO 10069 (Elastómeros).
- DIN 6325 (pasadores).
- DIN 912 (Tornillo de cabeza Allen).
- DIN 7991 (Tornillo de cabeza avellanada Allen).

5.1.3 DOCUMENTACIÓN

Basándose en la norma 157001: 2014 el proyecto constará de siete documentos los cuales serán suficientes para definirlo por completo. Los siete documentos mencionados son los siguientes:

- DOCUMENTO 1: ÍNDICE
- DOCUMENTO 2: MEMORIA
- DOCUMENTO 3: ANEXO
- DOCUMENTO 4: PLANOS
- DOCUMENTO 5: PLIEGO DE CONDICIONES
- DOCUMENTO 6: PRESUPESTO
- DOCUMENTO 7: ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

5.1.4 FECHA DE PUBLICACIÓN

El proyecto ha sido publicado el 09 de marzo de 2020 en Bilbao.

5.2 CONDICIONES TÉCNICAS

5.2.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS ELEMENTOS

5.2.1.1 DIMENSIONADO

A continuación, se hará referencia a la procedencia de cada elemento del molde de inyección. Mediante este apartado se quiere establecer el criterio de elección para los elementos.

Por un lado, se clasificarán los elementos a fabricar, estableciendo todas las especificaciones de estos en los planos.

Nº	Denominación	Unidades	Plano/norma	Material	Peso unitario kg	Peso total kg
1	Zócalo fijo	1	MI-PF-PI01	1.2842	212,65	212,65
2	Zócalo móvil	1	MI-PM-PI01	1.2842	212,32	212,32
3	Porta-cavidad	1	MI-PF-PI02	1.2312	343,1	343,1
4	Porta-núcleo	1	MI-PM-PI02	1.2312	135,93	135,93
5	Cavidad	1	MI-PF-PI03	1.2738	100,8	100,8
6	Núcleo	1	MI-PM-PI03	1.2738	111,3	111,3
7	Placa guía expulsores	1	MI-PM-PI04	1.2842	276,76	276,76
8	Placa expulsora superior	1	MI-PM-PI05	1.1730	72,35	72,35
9	Placa expulsora inferior	1	MI-PM-PI06	1.1730	101,73	101,73
10	Regle	2	MI-PM-PI07	1.1730	74,54	149,08

1. *Tabla. Elementos a fabricar.*

Será necesario respetar todas las especificaciones establecidas para cada elemento. La fabricación de los elementos se realizará partiendo de materias primas.

A continuación se clasificará los elementos comerciales. Alguno de estos elemento se rigen bajo norma, otros en cambio son elemento de catálogos, por lo cual, serán necesarios la compra de los proveedores descritos.

Nº	Denominación	Unidades	Plano/norma	Material	Peso unitario kg	Peso total kg
11	Anilla de centrado fija	1	E 1362/110/ 100/44x13	1.2379	1,06	1,06
12	Anilla de centrado móvil	1	E 1372/110 x14	1.2379	1,12	1,12
13	Columna guía Molde	4	E 1000/ 40- 168/ 193	1.7131	8,53	34,12
14	Columna guía S. Expulsión	4	E 1040/30 x 200	1.7131	2,48	9,92
15	Casquillo guía Molde	4	E 11202/40- 12/87	1.2344	2,4	9,6
16	Casquillo guía Molde	4	E 1160/40x 200	1.2344	5,32	21,28
17	Casquillo guía S. Expulsión	4	E 11202/30- 15/44	1.2344	0,75	3
18	Unidad de centrado	4	E 1308/30	1.2162	0,23	0,92
19	Unidad de cierre	1	HASCO Z73_16x25x63-01	1.2312	0,14	0,14
20	Racor	8	E 2000/ 9/ 10	2.0401	0,04	0,32
21	Racor angular 90º	13	E 2004/ 9/ 10	2.0401	0,04	0,52
22	Deflector 90mm	8	E 21019/1/8/90	1.4301	0,008	0,064
23	Deflector 78mm	2	E 21019/1/8/78	1.4301	0,008	0,016
24	Tapón de sellado R1/8"	10	DIN 906	1.4305	0,0033	0,033
25	Expulsor macizo Ø8,2x290	4	DIN 1530	1.2510	0,34	1,36
26	Expulsor macizo Ø9,7x290	2	DIN 1530	1.2510	0,45	0,9
27	Expulsor macizo Ø12x290	2	DIN 1530	1.2510	0,7	1,4
28	Expulsor macizo Ø14x290	2	DIN 1530	1.2510	1,01	2,02
29	Expulsor macizo Sistema de Alimentación Ø19x265	1	DIN 1530 FH	1.2510	0,27	0,27
30	Expulsor laminar	6	DIN 1530 F	1.2210	0,08	0,48
31	Desplazables	8	E 3200/16/12,5/200	1.6565	0,21	1,68

32	Muelle	4	DIN 17223-1	1.1200	2,3	9,2
33	Sufridera	4	DME FW29 - 50 X 126	1.1730	1,9	7,6
34	Tope	4	E 1505/20	1.7131	0,02	0,08
35	Bebedero	1	E 1610/24x 156/2,5	1.2826	1,23	1,23
36	Tornillo de cabeza Allen M10x40	4	DIN 912	1.1203	0,05	0,2
37	Tornillo de cabeza Allen M16x30	4	DIN 912	1.1203	0,21	0,84
38	Tornillo de cabeza Allen M16x35	4	DIN 912	1.1203	0,23	0,92
39	Tornillo de cabeza Allen M20x60	4	DIN 912	1.1203	0,32	1,28
40	Tornillo de cabeza Allen M20x350	4	DIN 912	1.1203	0,92	3,68
41	Tubo Sistema de Refrigeración	1	E 7450/10x6,7/50/S	PVC	8,67	8,67

Se comprará un tubo de refrigeración de 10m y se cortará a las medidas necesarias*

2. Tabla. Elementos comerciales.

5.2.1.2 MATERIALES

La elección del material de cada elemento dependerá de la función desempeñada por el elemento y su entorno.

5.2.1.2.1 CAVIDAD Y NÚCLEO

La cavidad y el núcleo estarán posicionados en la línea de partición del molde y estarán en continuo contacto con el material inyectado. Estas tienen grabadas la geometría de la pieza y su función principal será de dar forma al material fundido.

Teniendo en cuenta los siguientes factores debe ser un material de gran dureza, resistencia térmica y resistencia al desgaste. También es importante que sea un material de fácil mecanizado.

El material utilizado para su fabricación es: 1.2738.

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni
0,35 - 0,45	0,2 - 0,4	1,3 - 1,6	0 - 0,03	0 - 0,03	1,8 - 2,1	0,15 - 0,25	0,9 - 1,2

3. Tabla. Composición química 1.2738.

Dureza / Estado de suministro	máx. 325 HB, bonificado						
Resistencia a la tracción R_m	aprox. 1100 N/mm ²						
Dureza de trabajo	máx. 50 HRC						
Coeficiente de expansión térmica $10^{-6}m/(m \cdot K)$	20 - 100°C	20 - 200°C	20 - 300°C	20 - 400°C	20 - 500°C	20 - 600°C	20 - 700°C
	11,1	12,9	13,4	13,8	14,2	14,6	14,9
Conductibilidad térmica $W/(m \cdot K)$	20°C	350°C	700°C				
	34,5	33,5	32,0				

4. Tabla. Características mecánicas 1.2738.

5.2.1.2.2 PORTA-CAVIDAD Y PORTA-NUCLEO

Estos elementos estarán colocados en la línea de partición, aunque no estarán en contacto con el material fundido. Su función principal es albergar la cavidad y núcleo, además, ayudan a la correcta alineación del molde. Además, también alojarán agujeros y cajeras de los elementos del molde.

Por lo cual, se seleccionará un material de gran dureza y fácil de mecanizar.

El material utilizado para su fabricación es: 1.2312.

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
0,35 - 0,45	0,3 - 0,5	1,4 - 1,6	0 - 0,03	0,05 - 0,1	1,8 - 2,0	0,15 - 0,25

5. Tabla. Composición química 1.2312.

Dureza / Estado de suministro	máx. 325 HB, bonificado				
Resistencia a la tracción R_m	aprox. 1100 N/mm ²				
Dureza de trabajo	máx. 50 HRC				
Coeficiente de expansión térmica $10^{-4}m/(m \cdot K)$	20 - 100°C	20 - 200°C	20 - 300°C		
	12,5	13,4	13,9		
Recocido	12,3	13,0	13,7		
Conductibilidad térmica $W/(m \cdot K)$	100°C	150°C	200°C	250°C	300°C
	40,2	40,9	40,3	40,0	39,0
Bonificado	39,8	40,4	40,4	39,9	39,0

6. Tabla. Características mecánicas 1.2312.

Otro elemento del molde que necesita una gran resistencia y que sea fácil de mecanizar es la unidad de cierre y se utilizará el mismo material.

5.2.1.2.3 ZÓCALOS, PLACA GUÍA EXPULSORES Y REGLES

Los zócalos (fijo y móvil), son las placas externas del molde que se amarran a la máquina de inyección.

La placa guía expulsores estará colocada debajo de la porta-núcleo y su función principal será facilitar la correcta alineación de los expulsores en el molde.

Los reglas son placas rectangulares posicionados entre el zócalo fijo y la placa guía expulsores en el molde.

Dada la posición se estos elementos en el molde se selecciona un material de buena resistencia mecánica y al desgaste.

El material utilizado para su fabricación es: 1.2842

C	Si	Mn	P	S	Cr	V
0,85 - 0,95	0,1 - 0,4	1,8 - 2,2	0 - 0,03	0 - 0,03	0,2 - 0,5	0,05 - 0,2

7. Tabla. Composición química 1.2842.

Dureza / Estado de suministro	máx. 229 HB, recocido blando						
Resistencia a la tracción R_m	aprox. 770 N/mm ²						
Dureza de trabajo	máx. 62 HRC						
Coeficiente de expansión térmica $10^{-4}m/(m \cdot K)$	20 - 100°C	20 - 200°C	20 - 300°C	20 - 400°C	20 - 500°C	20 - 600°C	20 - 700°C
	12,2	13,2	13,8	14,3	14,7	15,0	15,3
Conductibilidad térmica $W/(m \cdot K)$	20°C	350°C	700°C				
	33,0	32,0	31,3				

8. Tabla. Características mecánicas 1.2842.

5.2.1.2.4 PLACAS EXPULSORAS

Las placas expulsoras serán los encargados de guiar y mantener los expulsores en su posición. Estas placas se posicionan encima del zócalo móvil, por lo cual, no estarán en contacto con el material fundido.

Teniendo esto en cuenta se selecciona un material de buena resistencia mecánica y buen resistencia al desgaste.

Material: 1.1730

C	Si	Mn	P	S
0,42 - 0,5	0,15 - 0,4	0,6 - 0,8	0 - 0,03	0 - 0,03

9. Tabla. Composición química 1.1730.

Dureza / Estado de suministro	máx. 190 HB			
Resistencia a la tracción R_m	aprox. 650 N/mm ²			
Dureza de trabajo	máx. 54 HRC (capa superficial)			
Coeficiente de expansión térmica $10^{-6}m/(m \cdot K)$	20 - 100°C	20 - 200°C	20 - 300°C	20 - 400°C
	12,5	13,0	13,6	14,1
Conductibilidad térmica $W/(m \cdot K)$	20°C	350°C		
	44,9	41,6		

10. Tabla. Características mecánicas 1.1730.

Además de las placas expulsoras, sufrideras, topes y cáncamos también estarán formados por el material 1.1730.

5.2.1.2.5 ELEMENTOS GUÍA

Los elementos guía constarán de columnas guía y sus correspondientes casquillos, tanto del molde como del sistema de expulsión.

Las columnas serán uno de los elementos más importantes del sistema. Se colocarán en los extremos del molde y su función será el correcto posicionamiento y guiado de las placas, por lo cual estarán en fricción continuamente.

Para evitar el desgaste excesivo de las columnas se colocan casquillos entre las columnas y las placas, desgastando antes los casquillos.

Teniendo esto en cuenta, se utilizará un material de buenas condiciones termo-resistentes y grandes resistencias al desgaste.

Material columnas: 1.7131

C	Si	Mn	P	S	Cr
0,14 - 0,19	0 - 0,4	1,0 - 1,3	0 - 0,025	0 - 0,035	0,8 - 1,1

11. Tabla. Composición química 1.7131

Dureza / Estado de suministro	máx. 217 HB, recocido blando			
Resistencia a la tracción R_m	aprox. 720 N/mm ²			
Dureza de trabajo	máx. 60 HRC (capa superficial)			
Coeficiente de expansión térmica $10^{-6}m/(m \cdot K)$	20 - 100°C	20 - 200°C	20 - 300°C	20 - 400°C
	11,5	12,5	13,3	13,9
Conductibilidad térmica $W/(m \cdot K)$	20°C			
	44,0			

12. Tabla. Características mecánicas 1.7131

Material casquillos: 1.2344

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
0,35 - 0,42	0,8 - 1,2	0,25 - 0,5	0 - 0,03	0 - 0,02	4,8 - 5,5	1,2 - 1,5	0,85 - 1,15

13. Tabla. Composición química 1.2344.

Dureza / Estado de suministro	máx. 229 HB, recocido blando						
Resistencia a la tracción R_m	aprox. 770 N/mm ²						
Dureza de trabajo	máx. 56 HRC						
Coeficiente de expansión térmica $10^{-6}m/(m \cdot K)$	20 - 100°C	20 - 200°C	20 - 300°C	20 - 400°C	20 - 500°C	20 - 600°C	20 - 700°C
	10,9	11,9	12,3	12,7	13,0	13,3	13,5
Conductibilidad térmica $W/(m \cdot K)$	20°C		350°C	700°C			
	Recocido		27,2	30,5	33,4		
	Bonificado		25,5	27,6	30,3		

14. Tabla. Propiedades físicas 1.2344.

5.2.1.2.6 UNIDAD DE CENTRADO

La función de la unidad de centrado será la correcta colocación del molde en las mesa de inyección, siendo necesarios elementos de precisión.

Teniendo esto en cuenta se selecciona un material de gran resistencia al desgaste, buena tenacidad y una gran precisión.

Material: 1.2379

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
1,45 - 1,6	0,1 - 0,6	0,2 - 0,6	0 - 0,03	0 - 0,03	11,0 - 13,0	0,7 - 1,0	0,7 - 1,0

15. Tabla. Composición química 1.2379.

Dureza / Estado de suministro	máx. 255 HB, recocido blando (bloques de erosión: recocido o templado)			
Resistencia a la tracción R_m	aprox. 860 N/mm ²			
Dureza de trabajo	máx. 62 HRC			
Coeficiente de expansión térmica $10^{-6}m/(m \cdot K)$	20 - 100°C	20 - 200°C	20 - 300°C	20 - 400°C
	10,5	11,5	11,9	12,2
Conductibilidad térmica $W/(m \cdot K)$	20°C		350°C	700°C
	16,7		20,5	24,2

16. Tabla. Características mecánicas 1.2379.

5.2.1.2.7 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Se denominan como elementos del sistema de refrigeración a los deflectores, tubos de refrigeración, racores y tapones de sellado.

Estos elementos estarán colocados en diferentes puntos del molde y el refrigerante utilizado será agua, el cual facilita a la corrosión.

Teniendo esto en cuenta, se selecciona un material de gran resistencia a la corrosión.

El material utilizado para la fabricación de deflectores y tapones de sellado: 1.4305

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	N
0 - 0,1	0 - 1,0	0 - 2,0	0 - 0,045	0,15 - 0,35	17,0 - 19,0	8,0 - 10,0	0 - 1,0	0 - 0,11

17. Tabla. Composición química 1.4305.

Dureza / Estado de suministro	máx. 250 HB, recocido blando				
Resistencia a la tracción R_m (estado de suministro)	aprox. 800 N/mm ²				
Dureza de trabajo	máx. 20 HRC				
Coeficiente de expansión térmica $10^{-6}/(m \cdot K)$	20 - 100°C	20 - 200°C	20 - 300°C	20 - 400°C	20 - 500°C
	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0
Conductibilidad térmica $W/(m \cdot K)$	20°C				
	15,0				

18. Tabla. Características mecánicas 1.4305.

El material utilizado para la fabricación de racores: 2.0401

Fe	Cu	Pb	Zn	Las impurezas
≤0,35	55 — 59	2,5–3,5	El resto	≤0.1

19. Tabla. Composición química 2.0401.

La dureza de la	Dureza brinell	65
La resistencia a la tracción	KSI	60 min
La resistencia a la tracción*	KSI (0,5% de carga)	20 min
el alargamiento de la	% de 2 pulg.	30 min

20. Tabla. Características mecánicas 2.0401.

El material utilizado para la fabricación de tubos de refrigeración: PVC

<i>Propiedades Térmicas</i>	
Calor Específico ($J K^{-1} kg^{-1}$)	1000-1500
Coeficiente de Expansión Térmica ($\times 10^{-6} K^{-1}$)	75-100
Conductividad Térmica a 23C ($W m^{-1} K^{-1}$)	0,12-0,25
Temperatura Máxima de Utilización (C)	50-75
Temperatura Mínima de Utilización (C)	-30
Temperatura de Deflación en Caliente - 0.45MPa (C)	70
Temperatura de Deflación en Caliente - 1.8MPa (C)	67

21. Tabla. Característica térmicas PVC.

5.2.1.2.8 EXPULSORES Y DESPLAZABLES

Los expulsos serán los encargados de expulsar la pieza una vez que se haya solidificado suficiente, por lo cual, sus extremo estará en contacto con temperaturas más altas.

Los desplazables estarán en continuo contacto con el material fundido, ya que mediante estos elementos se generan los agujeros de las contrasalidas.

Teniendo esto en cuenta se decide utilizar un material de gran tenacidad, buenas características mecánicas, buena resistencia al desgaste y a fatiga.

En este proyecto se hará uso de dos tipos de expulsos principales; expulsos circulares y expulsos laminares.

El material utilizado para la fabricación de expulsos macizos: 1.2510

C	Si	Mn	P	S	Cr	V
0,85 - 0,95	0,1 - 0,4	1,8 - 2,2	0 - 0,03	0 - 0,03	0,2 - 0,5	0,05 - 0,2

22. Tabla. Composición química 1.2510.

Dureza / Estado de suministro	máx. 229 HB, recocido blando						
Resistencia a la tracción R_m	aprox. 770 N/mm ²						
Dureza de trabajo	máx. 62 HRC						
Coeficiente de expansión térmica $10^{-6}m/(m \cdot K)$	20 - 100°C	20 - 200°C	20 - 300°C	20 - 400°C	20 - 500°C	20 - 600°C	20 - 700°C
	12,2	13,2	13,8	14,3	14,7	15,0	15,3
Conductibilidad térmica $W/(m \cdot K)$	20°C	350°C	700°C				
	33,0	32,0	31,3				

23. Tabla. Características mecánicas 1.2510.

El material utilizado para la fabricación de expulsos laminares: 1.2210

C	Si	Mn	P	S	Cr	V
1,1 - 1,25	0,15 - 0,3	0,2 - 0,4	0 - 0,03	0 - 0,03	0,5 - 0,8	0,07 - 0,12

24. Tabla. Composición química 1.2210

Dureza / Estado de suministro	máx. 220 HB, recocido blando						
Resistencia a la tracción R_m	aprox. 750 N/mm ²						
Dureza de trabajo	máx. 62 HRC						
Coeficiente de expansión térmica $10^{-6}m/(m \cdot K)$	20 - 100°C	20 - 200°C	20 - 300°C	20 - 400°C	20 - 500°C	20 - 600°C	20 - 700°C
	10,0	12,7	13,7	14,2	14,9	15,8	16,8
Conductibilidad térmica $W/(m \cdot K)$	20°C	350°C	700°C				
	34,2	32,6	31,0				

25. Tabla. Características mecánicas 1.2210

El material utilizado para la fabricación de desplazables: 16565

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	S	P
0,38 - 0,43	0,15 - 0,3	0,6 - 0,8	0,7 - 0,9	1,65 - 2	0,2 - 0,3	≤ 0,04	≤ 0,035

26. Tabla. Composición química 1.6565.

Ø mm.	Resistencia a la tracción MPa	Límite elástico MPa	% elongación	Tenacidad Kv a 20° C (J)
d ≤ 16	1200 - 1400	≥ 1000	≥ 9	≥ 35
16 < d ≤ 40	1100 - 1300	≥ 900	≥ 10	≥ 45

27. Tabla. Características mecánicas 1.6565

5.2.1.2.9 BEBEDERO

El bebedero es el elemento que transmite el material fundido desde la máquina de inyección hasta el canal principal.

Este elemento estará en continuo contacto con el material fundido. Por lo cual, para la fabricación del bebedero se selecciona un material de gran dureza, resistencia térmica y resistencia al desgaste.

El material utilizado para su fabricación es: 1.2826.

C	Si	Mn	P	S	Cr
0,58 - 0,65	0,8 - 1,0	0,8 - 1,2	0 - 0,03	0 - 0,03	0,2 - 0,4

28. Tabla. Composición química. 1.2826

Dureza / Estado de suministro	máx. 220 HB, recocido blando			
Resistencia a la tracción R _m	aprox. 750 N/mm ²			
Dureza de trabajo	máx. 60 HRC			
Coeficiente de expansión térmica 10 ⁻⁶ m/(m • K)	20 - 100°C	20 - 200°C	20 - 300°C	20 - 400°C
	12,1	12,8	13,3	13,5
Conductibilidad térmica W/(m • K)	20°C	350°C	700°C	
	34,2	32,6	31,0	

29. Tabla. Características mecánicas. 1.2826

5.2.1.2.10 TORNILLERÍA

La tornillería utilizada estará en diversos puntos del molde.

Por lo cual, se ha decidido utilizar un material genérico que ofrece buenas características mecánicas.

Material: 1.1203

C(%)	Si(%)	Mn(%)	P(%)	S(%)	Cr(%)	Ni(%)	Mo(%)
0.52-0.60	0.4	0.60-0.90	0.035	0.035	0, 40	0.40	0.10

30. Tabla. Composición química 1.1203.

Yield R _{p0.2} (MPa)	Tensile R _m (MPa)	Impact KV/Ku (J)	Elongation A (%)	Reduction in cross section on fracture Z (%)	As-Heat-Treated Condition	Brinell hardness (HBW)
973 (≥)	687 (≥)	42	13	33	Solution and Aging, Annealing, Ausaging, Q+T,etc	412

31. Tabla. Características mecánicas 1.1203.

5.2.1.3 ACABADOS SUPERFICIALES

La pieza recibirá un recubrimiento en parte de la superficie visible para mejorar la adherencia. Por lo tanto, será necesario ofrecer una buena calidad superficial en la zona de la cavidad ya que, por un lado, será la parte visual, y por otro, se aplicará un recubrimiento.

La cavidad recibirá un pulido con un valor de rugosidad media cercano a $0,08 \mu m$. Por otro lado, en el núcleo se aplicará un pulido que ofrezca un valor de rugosidad media de $0,15 \mu m$.

El resto del molde recibirá los acabados superficiales mínimos para un funcionamiento correcto.

5.2.1.4 TRATAMIENTOS

Dependiendo la función desempeñada por cada elemento se les aplicará su correspondiente tratamiento.

5.2.1.4.1 NITRURACIÓN

Se aplica tratamiento de nutrición para aumentar la dureza superficial de la pieza teniendo mejor respuesta al desgaste y fatiga.

A causa de altas temperaturas que se dan en el proceso de nutrición, se dará una reducción de las propiedades mecánicas en el núcleo. También será más probable que se dé la corrosión en las piezas.

Este proceso será aplicable para todo tipo de aceros comunes. En caso de este proyecto se le aplicará a los expulsores y a los casquillos., con la intención de aumentar la vida útil de la pieza.

5.2.1.4.2 CEMENTACIÓN

Se aplica el tratamiento de cementación para aumentar la dureza superficial, mejorar la resistencia al desgaste y a la penetración y obtener el núcleo central muy tenaz, para poder soportar los choques a que están sometidas las piezas.

El tratamiento de cementación se aplica en aceros con bajo contenido en carbono ($C < 0,3\%$).

5.2.1.4.3 CROMADO DURO

Se aplicará el cromo duro para elevar la dureza, la resistencia a la abrasión y la resistencia a la corrosión de la pieza.

Este tratamiento será aplicable para todos los aceros al carbono, sean templados o no. A pesar de esto, el efecto del tratamiento se reduce si de antemano se ha aplicado algún otro tratamiento como el niquelado.

5.2.1.4.4 NIQUELADO DURO

Se aplicará este tratamiento para aumentar la resistencia a la corrosión y la dureza, y la resistencia al desgaste de la pieza.

Normalmente se aplican recubrimientos de 40 μm de espesor.

5.2.1.4.5 RECUBRIMIENTOS CON METAL DURO

Se aplicará este tratamiento para amentar la resistencia al desgaste y a la corrosión.

Este tratamiento es muy utilizado para herramientas de corte.

5.2.2 FABRICACIÓN

La fabricación de los elementos del proyecto deberá seguir las especificaciones impuestas, teniendo que ceñirse a las dimensiones y tolerancias dadas como las fechas de entrega establecidos.

En el caso que algún elemento no cumpla las especificaciones, se procederá a abrir una no conformidad, teniendo que reparar o reponer dichos elementos. Todos los costes generados serán a cargo del fabricante.

En caso haber retrasos, se le aplicará un cargo al fabricante dependiendo su duración.

5.2.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE COMPRA DE ELEMENTOS COMERCIALES

La compra de elementos comercializados estará impuesta por la norma y las dimensiones del elemento. En el caso de elementos no comercializados, estas estarán definidas por la referencia del catálogo.

5.2.4 ELEMENTOS DE SEGURIDAD

5.2.4.1 RETROCESOS

Los retrocesos serán los encargados de retroceder el sistema de expulsión a su posición de reposo evitando que ningún expulsor impacte con las placas.

5.2.4.2 CIERRE DEL MOLDE

Los movimientos del molde se realizarán con el molde completamente cerrado. Para ello se hará unos de un sistema de cierre compuesto por una pletina y dos tornillos. Este sistema se colocará en uno de los laterales del molde, concretamente en la línea de partición.

5.2.4.3 ROSCAS DE GAS

Las conexiones entre circuitos externos (hidráulicos y neumáticos) y circuitos del molde se realizarán mediante las roscas de gas, para garantizar un flujo continuo.

5.2.4.4 MANGUERAS

Las mangueras de los circuitos hidráulicos se conectarán con un ángulo de 0º o un codo de 90º para asegurarse de un caudal constante.

Estos elementos deberán ser flexibles pero lo suficientemente rígidos para bloquear la entrada de refrigerante en caso de doblarse.

Se diferenciarán las mangueras de entrada y salida con un sistema de colores.



1. *Figura. Sistema de refrigeración con sistema de colores.*

5.2.5 COLOCACIÓN DEL MOLDE

La colocación del molde en el sistema de inyección se realizará mediante el puente grúa. Este elemento se añadirá al molde mediante cáncamos, los cuales estarán posicionadas en los laterales del molde. Los cáncamos han de tener un coeficiente de seguridad 4:1 en todas las direcciones de trabajo.

Será necesaria una correcta colocación del molde para su correcto funcionamiento.

5.2.5.1 CÁNCAMOS

Los cáncamos son elementos comercializados que se roscan en las caras laterales de las placas.

Existen dos tipos de cáncamos según su fabricación, cáncamos mecanizados y cáncamos soldados. Al utilizar los cáncamos para la elevación del molde se usarán cáncamos roscados ya que tienen mejores características mecánicas.

Como se ha comentado anteriormente los elementos deberán de tener un factor de seguridad 4:1 en todas las direcciones de trabajo. Además, será necesario que el cáncamo este totalmente roscado para su correcto funcionamiento y que la superficie de unión entre cáncamo y placa sea totalmente plana.

La elevación se realizará con dos cáncamos por lo menos, uno en cada extremo para realizarlo correctamente. Por último, la colocación de los cáncamos y su rosca estarán limitadas por el diseño del molde. Se deberá verificar que estos elementos no estorben en la manipulación del molde durante su funcionamiento y su rosca deberá respetar las limitaciones por la existencia de otros elementos.

5.2.5.2 ACOPLAMIENTO

La colocación del molde en el sistema de inyección es de suma importancia para su correcto funcionamiento. Por ejemplo, el sistema de expulsión constará de un pistón que le aplicarán la fuerza de cierre, esta fuerza estará repartida equitativamente, teniendo su centro en el centro del sistema. Por lo cual, la colocación del molde en el centro del sistema será necesario para que las fuerzas se repartan equitativamente.

El acoplamiento se realizará con las anillas de centrado, las cuales estarán ubicadas en ambos zócalos.

5.2.6 ALINEACIÓN

Para la correcta alineación del molde tanto a la hora de montar como en su funcionamiento se realizada mediante las columnas guías. Para aumentar la vida útil de estos elementos entre las placas y las columnas se colocarán casquillos guías, aplicandoun ajuste deslizante entre las columnas y los casquillos, mientras que los casquillos a las placan irán con un ajuste prieto.

Por último, para la correcta alineación del sistema de inyección, alineación entre boquilla y bebedero, se realiza mediante un anillo de centraje.

5.2.7 MONTAJE

El montaje del molde se realizará por subconjunto, para ello se hará uso de los planos.

En montaje se dividirá en dos grandes partes; por un lado está el lado fijo, el cual estará compuesto por el zócalo fijo, porta-cavidad y cavidad, y por el otro lado está el lado móvil, compuesto por el zócalo móvil, conjunto de placas expulsoras, placa guía expulsores, porta-núcleo y núcleo.

Además, para placas superiores a los 25 kg se les añadirán unos cáncamos en los laterales de la pieza para su elevación mediante la grúa-puente. Los cáncamos deben de tener un coeficiente de seguridad 4:1 en todas las direcciones de trabajo. La correcta elevación de las placas mediante los cáncamos se realiza de acuerdo con el *apartado 5.2.5.1 Cáncamos*.

Se realizarán inspecciones durante y al final del montaje para verificar su correcta unión.

5.2.8 AJUSTE DEL MOLDE

En el caso de un molde de inyección, será necesario que la superficie de las placas que entren en contacto en el proceso sea la más exacta posible, esto es, un contacto equilibrado para su correcto funcionamiento. Para ello se realizará una

verificación visual una vez las placas se hayan fabricado, ya que es muy probable que haya diferencias entre las placas independientes debido al proceso de fabricación.

La verificación visual se realizará mediante una pintura de color. Se pintará una de las partes de unión y después se procederá al cierre del molde. Al volver a abrir el molde quedarán grabados los relieves de la superficie teniendo que ser rectificadas.



2. *Figura. Aplicación de pintura en la superficie del molde.*

5.2.9 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROCESO DE INYECCIÓN

5.2.9.1 MATERIA PRIMA

El almacenamiento de la materia se realiza según las especificaciones del proveedor para evitar contaminación del material.

El fabricante será responsable de analizar una muestra realizando los ensayos necesarios para verificar las composiciones químicas y mecánicas del material.

5.2.9.2 MÁQUINA DE INYECCIÓN

El sistema de inyección será el encargado de alimentar el molde con material.

Según los cálculos realizados en el *documento 3-ANEXO* la máquina de inyección deberá tener las siguientes características:

La nueva máquina de inyección deberá asegurar:

- Una capacidad de cierre mínima de 5000 toneladas.
- Una capacidad de inyección mínima de 550cm³.
- Capacidad de fundir materia prima a 400°C.
- Un sistema de accionamiento para el sistema de expulsión del molde.
- Una capacidad de sujeción del molde de 1300 toneladas.
- Una boquilla de inyección con radio 1/2".
- Una presión de inyección mínima de 180MPa.
- Distancias de recorrido para la apertura y cierre del molde de 0,5m.
- Conformidad europea CE.

5.2.9.3 CONDICIONES DE INYECCIÓN

Para un óptimo proceso se deben respetar los parámetros establecidos en el proyecto. No respetar estos parámetros conllevará un mal funcionamiento del molde y mayores tiempos de inactividad.

Los parámetros establecidos son los siguientes:

- Fuerza de cierre: 4946,5 toneladas
- Material: UMG ABS GSM
- Presión máxima de inyección de la máquina: 180MPa
- Temperatura del molde: 50°C
- Temperatura de masa fundida: 230°C
- Refrigerante: Agua
- Temperatura del refrigerante: 25°C
- Caudal del refrigerante: 4,21 L/min
- Tiempo de inyección: 5,95s
- Tiempo de compactación y refrigeración: 10s
- Tiempo de molde abierto: 5s

5.2.9.4 SISTEMA DE CIERRE

En este proyecto la fuerza de cierre se aplicará mediante un sistema hidráulico independiente a la máquina de inyección. A la hora de realizar los cálculos se suele mayorar la fuerza de cierre por seguridad y por miles de variables que no se pueden tener en cuenta. Por lo cual, para calcular la óptima fuerza de cierre se suele trabajar a prueba-error disminuyendo la fuerza hasta conseguir la adecuada aumentando la vida útil del sistema.

5.2.9.5 SISTEMA DE BOMBEO

El sistema de bombeo será el encargado de garantizar un flujo constante del sistema de atemperamiento.

Para una refrigeración óptima se utilizará un flujo turbulento, el cual requiere un número de Reynolds mínimo de 4.500, aunque para asegurarse un flujo completamente turbulento siendo necesario que esta sea superior a los 10.000. Según los cálculos realizados en el *documento 3-ANEXO* el sistema de bombeo deberá alimentar el sistema de atemperamiento con un caudal de $Q=4,21$ m/s.

5.2.9.6 SISTEMA DE EXPULSIÓN

El sistema de expulsión será el encargado de extraer la pieza del molde una vez que se halla enfriado lo suficiente para extraerlo sin deformarse.

Al ser un sistema de bajo tonelaje medio el sistema de expulsión se realizara mediante un pistón.

5.2.10 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MARCAJE DEL MOLDE

5.2.10.1 MARCAJE DE LOS ELEMENTOS

A cada molde se le asignara un código para identificarlo. Los elementos principales del molde, placas por ejemplo, llevarán grabadas el código del molde al que pertenecen mas un número de identificación para saber su posición en el conjunto.

5.2.10.2 IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS

Los circuitos externos que se acoplan al molde tendrán identificadas las conexiones de entrada y salida mediante una codificación de colores. Además, se recomienda adjuntar un esquema del circuito.

5.3 CONDICIONES DE CALIDAD

Se realizarán inspecciones de calidad durante todo el proyecto y se seguirán realizando a lo largo de la vida útil del molde. Para ello se hará uso de las normas y requisitos establecidos en la legislación vigente.

5.3.1 ELEMENTOS DEL MOLDE

Las inspecciones de calidad que se realizarán será:

- Dimensionado
- Acabado superficial
- Tratamientos

5.3.1.1 DIMENSIONADO

En este apartado se procederá a la medición de los elementos, creando informes de metrología. Estos informes recogerán las diferentes mediciones tomadas teniendo que contrastar los resultados con las dimensiones de los planos. En caso de que el elemento sea comercial solamente se tendría que asegurar la norma de ella para verificar si es la adecuada.

En caso de que algún elemento no cumpla con las tolerancias designadas se procederá a abrir una no conformidad, teniendo que el proveedor reparar o reponer el elemento.

5.3.1.2 ACABADOS SUPERFICIALES

En este apartado se procederá a la medición de la rugosidad de los elementos, creando informes de seguimiento como en el dimensionado. Estos informes recogerán las diferentes mediciones tomadas teniendo que contrastar los resultados con las dimensiones de los planos.

En caso de que algún elemento no cumpla con las tolerancias designadas se procederá a abrir una no conformidad, teniendo que el proveedor reparar o reponer el elemento.

5.3.1.3 TRATAMIENTOS

En este apartado se procederá a la verificación de los tratamientos aplicados a los elementos. Estas inspecciones constarán de una inspección ocular (color de la pieza en caso de tratamientos superficiales, galvanizado por ejemplo) y químico. En este último se realizara un análisis químico para verificar la composición química del elemento. Estos resultados se contrastarán con el albarán recibido por el fabricante.

Es importante que el albarán sea enviado con los elementos o de antemano via correo electrónico, sino, no se procederá a la recogida de las piezas.

5.3.2 PIEZA FABRICADA

En el caso de la pieza fabricada las inspecciones de calidad serán las siguientes:

- Dimensionado
- Acabado superficial
- Ensayos mecánicos

5.3.2.1 DIMENSIONADO

En este apartado se procederá a la medición de los elementos, creando informes de metrología. Estos informes recogerán las diferentes mediciones tomadas teniendo que contrastar los resultados con las dimensiones de los planos.

En caso de que algún elemento no cumpla con las tolerancias designadas se procederá a revisar los parámetros del proceso de inyección se han dado correctamente. En el caso de serlo, se intuirá un fallo de mantenimiento siendo necesario encontrar el error.

5.3.2.2 ACABADOS SUPERFICIALES

En este apartado se procederá a la medición de la rugosidad de los elementos, creando informes de seguimiento como en el dimensionado. Estos informes recogerán las diferentes mediciones tomadas teniendo que contrastar los resultados con las dimensiones de los planos.

En caso de que algún elemento no cumpla con las tolerancias designadas se procederá a revisar los parámetros del proceso de inyección se han dado correctamente. En el caso de serlo, se intuirá un fallo de mantenimiento siendo necesario encontrar el error.

5.3.2.3 ENSAYOS MECÁNICOS

Este será el último paso que ha de darse antes de poder vender la pieza. En este apartado se simulará el estado de trabajo de la pieza para verificar su funcionalidad. Se creará un informe explicando las colocaciones de la pieza y a las cargas sometidas. A su vez, en caso de realizar algún gráfico este será añadido.