



**UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA E INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA**

TRABAJO DE DIPLOMA

**TÍTULO: DISEÑO DE MOLDE DE COMPRESIÓN PARA LA JUNTA DEL
VASO DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE DEL HELICÓPTERO
MI-17**

Autor: César Alejandro Bravo Abreu

**Tutores: Dr.C. Ing. Ricardo Alfonso Blanco
M. Sc. Ing. Blanca Rosa Cruz Cal**

**Santa Clara
2016**



Hago constar que el presente trabajo de diploma fue realizado en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas como parte de la culminación de estudios de la especialidad de Ingeniería en Mecánica, autorizando a que el mismo sea utilizado por la Institución, para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos, ni publicados sin autorización de la Universidad.

Firma del Autor

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido realizado según acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura referido a la temática señalada.

Firma del Tutor

Firma del Jefe de Departamento
donde se defiende el trabajo

PENSAMIENTO

(...) Hagámonos el propósito de redoblar nuestros esfuerzos y juremos ante nosotros mismos que si un día, nuestro trabajo nos pareciera bueno, debemos luchar por hacerlo mejor, y si fuera mejor, debemos luchar por hacerlo perfecto; conociendo de ante mano que para un comunista nada será nunca suficiente bueno y ninguna obra humana, será jamás suficientemente perfecta (...)

Fidel Castro Ruz

DEDICATORIA

> A mi madre; Lina Abreu Rodríguez, que con tanto amor y sacrificio ha dado de sí para que pudiera ver terminado mi mayor anhelo; graduarme de Ingeniero Mecánico en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

>A mi familia, amigos y demás personas que de una forma u otra se sintieron comprometidas con mi formación profesional; las que están a mi lado día a día, y a otros que no se encuentran ya entre nosotros; gracias a los que me ayudaron, los que me apoyaron y en especial a los que confiaron en mí, sin ustedes no hubiese podido construir este gran sueño.

>Llegue esta a mi centro de estudio “Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial”, donde existe un claustro de profesores capaces de educar y enseñar a las nuevas generaciones, a todos ellos, muchas gracias.

AGRADECIMIENTOS

>A mi familia, que me ha brindado su apoyo en todo momento.

>A mi madre, por su sacrificio a lo largo de la carrera.

>A mi tutor, Ricardo Alfonso Blanco, por su apoyo a lo largo de la carrera y en el desarrollo de este trabajo.

>A los trabajadores de la Industria Productora de Utensilios Domésticos (INPUD), por su atención en el trabajo realizado.

>A los profesores, por su capacidad de comprensión y por permitirme adquirir los conocimientos necesarios para el futuro.

>A mis amigos, por apoyarme en los momentos más difíciles y por los ratos de alegría vividos en el tránsito de estos cinco años.

>A los que de una forma u otra han colaborado en el desarrollo de este trabajo.

Muchas Gracias.

RESUMEN

El presente trabajo se realiza con el objetivo de solucionar el problema existente en el Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias, por la carencia de las juntas del vaso de combustible del helicóptero MI-17. La investigación se divide en tres etapas básicas, en la primera se realiza una revisión de la literatura disponible sobre el diseño de moldes de compresión para piezas de goma, y se analizan varias metodologías de diferentes autores para el diseño de estos tipos de moldes. En la segunda etapa partiendo del estudio anterior, se propone una metodología en la que se presentan los aspectos tecnológicos esenciales a tener en cuenta para el diseño de moldes de compresión de goma, lo cual difiere de las metodologías analizadas. En la tercera etapa se implementa la metodología propuesta y se diseña el molde de compresión para la fabricación de la junta. El análisis económico del molde diseñado demuestra el comportamiento favorable del índice de rentabilidad del proyecto.

ABSTRACT

The work is aimed at the implementation of a methodology to determine the design of compression mold a sealing pressure to the vessel's fuel Mi-17 helicopter, part of the study was developed in the maintenance shop and machining company; National Industry Production of Household "May 1", INPUD. A review of the available literature on the subject, where a group of questions that serve as a base for the further development of the methodology addresses, tell yourself is performed: current process of compression molding, existing variants and its fundamental characteristics, as well as their technical characteristics, the main defects that can be generated in the process of obtaining parts and their possible causes and solutions, and methodologies proposed by different authors for the design of compression molds. In methodology, which describes a series of technological aspects to consider in the design of a compression mold rubber it is proposed. In and mold design rubber compression gasket fuel filter bowl helicopter Mi-17. Finally, an economic assessment showing the favorable performance of the index of profitability of the project is carried out is obtained.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras	Título	Pág.
Figura 2.1	Placa porta cavidades rectangulares.....	24
Figura 2.2	Placa porta cavidades circulares.....	25
Figura 2.3	Inserto inferior.....	26
Figura 2.4	Columna para moldes	28
Figura 2.5	Placa inferior	29
Figura 2.6	Inserto inferior.....	30
Figura 2.7	Bujes Guías.....	31
Figura 2.8	Placa superior.....	32
Figura 2.9	Dimensiones de la cavidad para el obrante de goma	33
Figura 2.10	Dimensiones de asa.....	34
Figura 2.11	Ubicación del asa en el molde.....	35
Figura 2.12	Bisagra inferior.....	37
Figura 2.13	Bisagra superior.....	38
Figura 3.1	Filtro de combustible.....	42
Figura 3.2	Geometría de la pieza.....	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tablas	Título	Pág.
Tabla 1.1	Inserto inferior.....	14
Tabla 1.2	Inserto superior.....	15
Tabla 1.3	Placas rectangulares.....	15
Tabla 1.4	Bujes guías	15
Tabla 1.5	Bisagras inferior.....	15
Tabla 1.6	Bisagras superior.....	16
Tabla 1.7	Columnas.....	16
Tabla 1.8	Espesor de la paredes de las cavidades	17
Tabla 2.1	Coefficiente en función de las características de la pieza.....	22
Tabla 2.2	Dimensiones de las placas porta cavidades rectangulares.....	24
Tabla 2.3	Diámetros normalizados de las placas.....	25
Tabla 2.4	Dimensiones del inserto inferior.....	26
Tabla 2.5	Dimensiones de las columnas.....	28
Tabla 2.6	Dimensiones del inserto superior.....	30
Tabla 2.7	Dimensiones de los bujes.....	31
Tabla 2.8	Dimensiones del sobrante de goma	32
Tabla 2.9	Dimensiones de los parámetros del asa.....	33
Tabla 2.10	Parámetros normalizados del asa.....	34
Tabla 2.11	Parámetros normalizados de la altura mínima del asa	35
Tabla 2.12	Parámetros normalizados del asa.....	37
Tabla 2.13	Dimensiones de las bisagras inferior.....	38
Tabla 2.14	Dimensiones de las bisagras superior.....	39
Tabla 2.15	Alturas normalizadas.....	44
Tabla 3.1	Propiedades del material	46
Tabla 3.2	Especificación placa armada superior.....	46
Tabla 3.3	Fragmento de la tabla porta cavidades.....	47
Tabla 3. 4	Valores normalizados de los insertos inferiores.....	48
Tabla 3.5	Especificación placa armada superior.....	49
Tabla 3.6	Especificación placa armada inferior.....	50
Tabla 3.7	Valores normalizados de los insertos superiores.....	51
Tabla 3.8	Fragmento de la tabla parámetros normalizados del asa.....	51
Tabla 3.9	Dimensiones del sobrante de goma.....	52
Tabla 3.10	Resumen de los valores obtenidos.....	54

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

(BMC)	Moldeo de compuestos a granel
(SMC)	Moldeo de lámina compuesta
(MES)	Ministerio de educación
(MINFAR)	Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias
(NBR)	Nitrilo

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Unidades	Denominación
D	mm	Diámetro
t	mint	Tiempo
P	Kgf	Presión
T	C ⁰	Temperatura
P	pis	Presión

ÍNDICE

PENSAMIENTO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: Marco teórico sobre el diseño de moldes de compresión para goma	
1.1	Características generales del moldeo de compresión..... 7
1.2	Ventajas del moldeo de compresión..... 8
1.3	Desventajas del moldeo de compresión..... 9
1.4	Características del proceso de moldeo de compresión 9
1.5	Consejos para el diseño de moldes de compresión..... 9
1.6	Prensa hidráulica..... 10
1.7	Características generales de los moldes de compresión..... 10
1.8	Tipos de moldes de compresión..... 11
1.9	Aplicaciones de los moldes de compresión..... 13
1.10	El moldeo de compresión ya en funciones de producción..... 14
1.11	Análisis de metodologías de diseño de moldes de compresión para goma..... 15
1.11.1	Normas sobre prototipos y partes de diseño de moldes para los moldeo por compresión..... 15
1.11.2	Metodología de diseño, libro “Diseño de moldes para piezas de goma y plástico” 18
1.12	Conclusiones parciales..... 22
CAPÍTULO II: Metodología para el diseño de moldes de compresión para piezas de goma	
2.1	Análisis de la pieza..... 25
2.2	Selección del material..... 25
2.3	Diseño de molde de compresión 25
2.3.1	Cálculo del número de cavidad del molde..... 25
2.3.2	Dimensionamiento del conjunto inferior..... 28
2.3.2.1	Dimensionamiento de la placa inferior o porta cavidades..... 28
2.3.2.2	Insertos inferior para moldes..... 30
2.3.2.3	Selección de los elementos que sirven de guía..... 31
2.3.2.4	Conjunto inferior..... 32
2.3.3	Dimensionamiento del conjunto superior..... 33
2.3.3.1	Dimensionamiento de la placa superior o porta insertos..... 33
2.3.3.2	Inserto superior para moldes..... 34
2.3.3.3	Selección de los elementos que sirven de guía..... 35
2.3.3.4	Conjunto superior..... 36
2.3.4	Selección de la cavidad para el sobrante de goma..... 36
2.3.5	Selección y cálculo de las dimensiones del asa..... 37
2.3.6	Selección de bisagras..... 40
2.3.7	Determinación de la altura total del molde..... 43
2.4	Tratamiento posterior de la pieza..... 43

2.5	Conclusiones parciales.....	44
CAPÍTULO III: Diseño del molde de compresión para la fabricación de la junta de goma del filtro de combustible de helicóptero MI-17.		
3.1	Análisis de la pieza.....	46
3.2	Selección del material	47
3.3	Diseño de moldes.....	48
3.3.1	Cálculo del número de cavidad del molde.....	48
3.3.2	Dimensionamiento del conjunto inferior.....	50
3.3.2.1	Dimensionamiento de la placa inferior o porta cavidades.....	50
3.3.2.2	Dimensionamiento del inserto inferior	51
3.3.3	Dimensionamiento del conjunto superior.....	52
3.3.3.1	Dimensionamiento de la placa superior o porta insertos.....	52
3.3.3.2	Dimensionamiento del inserto superior.....	52
3.3.4	Diseño del asa	53
3.3.5	Selección del pasador.....	54
3.3.6	Selección de la cavidad para el sobrante de goma.....	55
3.3.7	Determinación de la altura total del molde.....	55
3.4	Tratamiento posterior de la pieza.....	56
3.5	Análisis económico del molde de compresión.....	56
3.6	Conclusiones parciales.....	58
	CONCLUSIONES GENERALES.....	60
	RECOMENDACIONES.....	62
	BIBLIOGRAFÍA.....	63
	ANEXOS.....	65

INTRODUCCIÓN

El moldeo por compresión es el método de transformación de plásticos y gomas más antiguo que existe. Aparece descrito por primera vez en la bibliografía de principio del siglo XIX, aunque no comenzó a desarrollarse a escala industrial hasta 1908, cuando Leo Baeckeland desarrollo las resinas fenol-formaldehido, que siguen empleándose aún hoy en día.

El moldeo por compresión se utiliza casi exclusivamente para moldear materiales termoestables, y ocasionalmente para procesar termoplásticos, donde los materiales termoestables son altamente entrecruzados. Para procesarlos se parte de precursores (termoendurecidos), que además incluyen una serie de aditivos, como cargas, lubricantes, pigmentos, catalizadores, etc. Estos materiales se encuentran inicialmente en formas de polvos o granzas, a veces incluso líquidos. Cuando los materiales termoendurecibles se someten a calor y presión, en primer lugar disminuye su velocidad, hasta alcanzar el estado líquido y luego sufren una reacción química irreversible (polimerización o curado). Los principales materiales termoestables empleados son resinas epoxi, fenólicas, poliésteres y siliconas. Poseen una buena estabilidad dimensional, estabilidad térmica y resistencia química[1].

En algunas ocasiones el moldeo por compresión se escoge debido a la baja inversión por su fácil y económico diseño y construcción, lo que resulta interesante en producciones cortas. En el caso de la compresión de gomas el material debe enfriarse en el interior del molde antes de ser desmoldeado, lo que implica ciclos muy largos. El molde debe ser diseñado de la forma más simple y económica, para que los insertos puedan ser colocados con facilidad y para que la pieza pueda ser extraída sin sufrir deformaciones.

Varios autores han abordado el tema sobre el diseño de compresión para goma como es el caso de [Beltrán y Marcilla 2004], [Pérez 1988], [Gómez 1979], [Plastic Engineering Company 2008], [Vázquez 2012], [Fuentes 2011], [Buelvas 2013], entre otros. Estas investigaciones son el resultado de la secuencia de pasos y consejos para el diseño de

estas herramientas, se presentan tablas y parámetros normalizados que sirven de gran ayuda a la hora de realizar estos diseños.

Atendiendo a los antecedentes históricos y al desarrollo acelerado de la industrialización a escala mundial, constituye una razón práctica exponer los conocimientos teóricos adquiridos durante la formación profesional, para dar continuidad al deber que corresponde en la sociedad, elevar su desarrollo y consolidar la economía nacional. Para ello el Estado cubano le presta especial atención a la recuperación de piezas y fabricación de repuestos elaborados con nuestros propios medios, con el fin de sustituir importaciones de alto costo para el país con el objetivo de disminuir los gastos presupuestarios que estas generan. Sensibilizados con este tema, el Ministerio de Educación Superior (MES), atendiendo a necesidades del Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias (MINFAR), acomete la tarea de fabricar una junta de presión para el vaso del filtro de combustible del helicóptero MI-17, pues esta es una pieza deficitaria, producto a que se dificulta su adquisición en el mercado internacional. La junta debe ser cambiada cada 25 horas de vuelo, o cada vez que se realice un mantenimiento del helicóptero, o sea, a cada 50, 100, 150, y 200 horas respectivamente, o por la ejecución inadecuada del técnico en el momento de realizar el apriete del vaso en el filtro. De ahí la importancia de ser fabricada esta pieza en el país.

El análisis de la situación planteada y la problemática del diseño de moldes de compresión, permite formular el **problema científico** siguiente: ¿Cómo diseñar un molde de compresión para obtener la junta de presión del vaso del filtro de combustible del helicóptero MI-17?

Se presenta como **hipótesis** de este trabajo de diploma: A partir de una metodología que contenga todos los parámetros tecnológicos para el diseño de moldes de compresión para goma, será posible realizar el diseño de un molde para la obtención de la junta de presión para el vaso del filtro de combustible del helicóptero MI-17.

Se plantea como **objetivo general** de esta investigación: Diseñar un molde de compresión para obtener la junta del vaso del filtro de combustible del helicóptero MI-17.

Consecuentemente, se han considerado los **objetivos específicos** siguientes:

1. Realizar una búsqueda bibliográfica sobre el diseño de molde de compresión para goma.
2. Proponer una metodología con los principales parámetros tecnológicos para el diseño de moldes de compresión para la fabricación de pieza de goma, a partir del análisis de diferentes metodologías de varios autores.
3. Diseñar un molde de compresión para la junta del vaso del filtro de combustible del helicóptero MI-17.
4. Realizar un análisis económico del molde de compresión diseñado.

Las preguntas científicas que condujeron la presente investigación son las siguientes:

1. ¿Qué fundamentos teóricos sustentan el diseño de moldes de compresión para goma?
2. ¿Cuáles son los aspectos tecnológicos que permiten diseñar moldes de compresión para la fabricación de piezas de goma?
3. ¿Cómo realizar el diseño del molde de compresión para la junta del vaso del filtro de combustible del helicóptero MI-17?
4. ¿Qué resultados se obtienen a partir del análisis económico del molde diseñado?

Aportes esperados de la investigación.

Como resultado de este trabajo de diploma se obtendrá el diseño de un molde de compresión para la obtención de la junta del vaso del filtro de combustible del helicóptero MI-17 con las exigencias técnicas necesarias para su uso, contribuyendo al desarrollo científico-técnico del país y su industria mecánica.

Justificación.

Este trabajo de investigación servirá de base para el diseño de moldes de compresión para piezas de goma, contribuyendo de forma positiva a la implementación en la industria de todo el proceder tecnológico, a la sustitución de importaciones y al mejoramiento económico del país.

Viabilidad de la investigación.

La investigación es viable debido a que se cuenta con la información necesaria, la formación profesional, y toda la documentación tecnológica y computacional para poder desarrollar la misma.

Estructura del trabajo.

El trabajo de diploma presenta un resumen, introducción, tres capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

Capítulo I: Se presenta una fundamentación teórica sobre el proceso de moldeo por compresión, así como lo relacionado con el diseño de moldes de compresión para piezas de goma.

Capítulo 2: Se propone una metodología para el diseño de moldes de compresión para la fabricación de piezas de goma.

Capítulo 3: Se realiza el diseño de un molde de compresión para obtener la junta del vaso del filtro de combustible del helicóptero MI-17, así como un análisis económico del mismo.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO SOBRE EL DISEÑO DE MOLDES DE COMPRESIÓN PARA GOMA.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO SOBRE EL DISEÑO DE MOLDES DE COMPRESIÓN PARA GOMA.

1.1 Características generales del moldeo por compresión.

Según criterios expresados por los autores de trabajos relacionados con el proceso de obtención de piezas en moldes de compresión [2], plantean que el material o preforma es colocado en la cavidad del molde abierto y al cerrarse, se aplica calor y presión para forzar el material a entrar en contacto con todas las superficies del molde, mientras que el calor y la presión se mantienen hasta que el material de moldeo se ha curado. En el proceso se emplean resinas termoestables en un estado parcialmente curado, ya sea en forma de pellets, masilla, o preformas. El moldeo por compresión es un método de alta presión, adecuado para moldear piezas sencillas y complejas. Además, es uno de los métodos de más bajo costo en comparación con el moldeo por otros métodos tales como: moldeo por transferencia y moldeo por inyección, por otra parte se desperdicia poco material, dándole una ventaja cuando se trabaja con compuestos caros. Sin embargo, el moldeo por compresión a menudo proporciona productos de pobre consistencia y dificultad en el acabado, y no es adecuado para algunos tipos de piezas.

El moldeo por compresión tiene un alto desarrollo en la fabricación de piezas de materiales compuestos para aplicaciones de reemplazo de metales. Este método de moldeo es muy utilizado en la fabricación de piezas de automóviles, tales como cubiertas, defensas, cucharones, spoilers, así como pequeñas piezas más complejas. El material a moldear se coloca en la cavidad del molde y los platos calientes son cerrados por un pistón hidráulico. El moldeo de compuestos a granel (BMC) y el moldeo de lámina compuesta (SMC) utilizan este método de moldeo, estos compuestos son conformados a la forma del molde por la presión aplicada y se calienta hasta que se produce la reacción de curado. El material para el SMC por lo general se corta para ajustarse a la superficie

del molde. El molde se enfría y se retira la pieza. Los materiales pueden ser cargados en el molde, ya sea en forma de pellets o lámina, o el molde se puede cargar desde una extrusora de plastificación. Los materiales se calientan por encima de su punto de fusión, se forman y se enfrían.

Analizando el artículo de la compañía[3]. Se aprecian una serie de ventajas y desventajas que permiten valorar la importancia y facilidades del moldeo por compresión.

1.2 Ventajas de moldeo de compresión.

- Típicamente, los encogimientos son menores en moldeo por compresión. Se usan los materiales con flujo más rígido y que no encogen tanto como los materiales con flujo más suave. Como resultado de los encogimientos menores, se reduce la deformación y la exactitud dimensional.
- Los costos de la fabricación y del mantenimiento de los moldes tienden a ser menores porque son más sencillos.
- Las tareas de menos volumen se ajustan mejor al moldeo por compresión porque el arranque usualmente es más rápido, más fácil y genera menos chatarra.
- Las duraciones del ciclo para las piezas moldeadas por compresión, usando preformas precalentadas pueden ser menores que para las piezas de moldeo por inyección.
- Buen acabado superficial.

1.3 Desventajas de moldeo de compresión.

- Las piezas moldeadas por compresión usualmente son de trabajo más intensivo.
- Pueden ser más difícil de controlar a través de las dimensiones de la línea de separación.
- El molde debe mantenerse a temperatura no excesiva, para que las paredes no curen más rápido que el interior. Por tanto, los tiempos de curado son más largos.

1.4 Características del proceso de moldeo de compresión.

El uso de compuestos de goma y plásticos termoestable caracteriza a este proceso de moldeo de muchos otros procesos. A diferencia de otros procesos nos encontramos con que los materiales suelen ser precalentado y se cuantifican antes del moldeo, esto ayuda a reducir el exceso de rebarbas. Se evitan retenciones en la forma del molde, que generan que la eyección sea especialmente difícil. Se ha vuelto una práctica común precalentar la carga antes de colocarla en el molde; esto suaviza el polímero y acorta la duración del ciclo de producción. Los métodos de precalentamiento incluyen calentadores infrarrojos, calentamiento por convección en estufa y el uso de tornillos giratorios dentro de un cilindro calentado[1].

1.5 Consejos para el diseño de moldes de compresión.

- Al diseñar un molde para una pieza es importante mantener en la mente que la meta es producir la pieza de calidad en un ciclo tan corto como sea posible con un mínimo de chatarra. Para lograr esto necesitará un molde que tenga una temperatura uniforme y que esté ventilado adecuadamente.
- Deberá considerar en el diseño el mezclado y precalentado previo del material (parcialmente reticulado).
- Al escoger el material para la elaboración de moldes tener presente que sea generalmente de acero templado capaz de soportar una elevada presión y la acción abrasiva del compuesto a utilizar[3].

1.6 Prensa hidráulica

Las prensas de moldeo por compresión están orientadas verticalmente y contienen dos placas a las cuales se sujetan las mitades del molde. El proceso involucra dos tipos de actuación:

- 1) Carrera ascendente de la placa del fondo.

2) Carrera descendente de la placa superior, pero esta última es la configuración más común.

Un cilindro hidráulico acciona generalmente las placas, el cual puede diseñarse para suministrar fuerzas de sujeción de hasta varios cientos de toneladas. Las prensas de compresión del molde se fabrican en una amplia variedad de tamaños. La mayoría de las prensas utilizan un cilindro hidráulico con el fin de producir la suficiente fuerza durante la operación de moldeo. Las prensas pueden generar presiones que van desde 300 a 4.000 toneladas. La resina es aditiva, da con la preforma, (en el caso de SMC y BMC ya contienen todos los componentes, incluida la fibra, resina, cargas, catalizador etc.). El calor y la presión se aplican, con rangos de temperatura de 225°F a 325°F (107°C a 163°C) y 150 a 1.000 psi de presión, necesarios para curar las piezas. Los ciclos pueden variar desde menos de uno minuto a cinco minutos. La maquinaria consta de un molde “émbolo” macho y un molde hembra y espigas guías que aseguran el encastre perfecto entre ambos[4].

1.7 Características generales de los moldes de compresión.

Los moldes para este proceso son generalmente más simples que los de su contraparte, el moldeo por inyección. No hay vertederos o sistemas de alimentación en un molde de compresión y se procesan partes de formas más simples debido a que los materiales termofijos poseen una capacidad de flujo más baja. Sin embargo, se necesitan accesorios para calentar el molde que puede hacerse mediante resistencia eléctrica, vapor o circulación de aceite caliente. Los moldes de compresión pueden clasificarse en moldes manuales usados para corridas de ensayo; semiautomáticos, en los cuales a la etapa de prensado le sigue un ciclo programado, pero el operador carga y descarga manualmente la prensa; y automático el cual opera bajo ciclos de prensado completamente automático (incluyendo la carga y la descarga automática) [4].

1.8 Tipos de moldes de compresión.

- Molde de rebaba.

El molde de rebaba es el tipo de molde más simple y todavía se usa para piezas con una geometría simple tales como los ceniceros. Este tipo de molde se construye con unos platos donde se alojan los postizos y otros donde se aplica la fuerza de cierre del molde, así mismo se colocan unas guías que aseguran el perfecto alineamiento cuando el molde abre y cierra. El acero que se debe utilizar para construir las cavidades debe ser un acero de trabajo en caliente endurecido para poder soportar las altas presiones de compresión así mismo el acabado superficial de las superficies de las cavidades debe ser muy bueno, siendo lo normal que esté muy bien pulido y cromado.

- Molde positivo.

La fuerza de la parte superior del molde se transmite en la cavidad, situada en la parte inferior del molde, dejando un espacio entre las dos mitades, lo cual permite que la presión se aplique directamente sobre el compuesto situado en la cavidad del molde.

Los moldes positivos actúan de manera similar a un pistón dentro de un cilindro, y necesitan tener correctamente calculado el espacio entre las dos mitades del molde. Si estos huecos son demasiado grandes, el compuesto se escapa a través de ellos y las piezas no se llenan completamente. Cuando el hueco que queda entre las dos mitades es demasiado pequeño, el aire no se escapa y se producen atrapamientos de aire en la pieza.

Utilización de un tablero de carga en un molde positivo multicavidad, lo que le permite ser semiautomático.

Como en todos los moldes de compresión, estos se deben de cargar en exceso de material. Al exceso de material se le debe permitir el escape en sentido vertical mediante la construcción de unos huecos situados en la parte del pistón.

Una ventaja de este tipo de moldes es que las rebabas siempre salen en sentido vertical y, por tanto, son muy fáciles de eliminar. Este tipo de moldes muy a menudo son multicavidad y suelen ser semiautomáticos mediante la utilización de preformas que se

colocan en cada cavidad de manera manual o bien mediante la utilización de un tablero de carga.

Las preformas se colocan en los agujeros del plato “A” que se encuentra en línea con las cavidades del molde. Esta carga se realiza previamente al ciclo de moldeo. Con el molde abierto y listo para recibir la siguiente carga de preformas, el plato de carga se coloca adecuadamente sobre las cavidades y el plato “B” se mueve para colocar sus agujeros justo debajo de los agujeros del plato “A”, permitiendo a las preformas caer en las cavidades. Existen platos de carga que incorporan calentadores eléctricos, por lo que, cuando las preformas caen en las cavidades, tienen ya la temperatura adecuada.

- Molde semipositivo.

Los moldes semipositivos se asemejan a los moldes positivos, excepto en que la parte que realiza la fuerza, besa de plano la parte de la cavidad.

El efecto que produce el besar de plano las dos mitades del molde es que se ejerce un mejor control del espesor de la rebaba y de las dimensiones, que se determinan a partir de la línea de partición. Al igual que en los moldes positivos, se colocan placas endurecidas para soportar la presión de la parte móvil de molde y no dañar la parte de las cavidades ni la zona de la parte macho que besa de plano con la mitad de las cavidades. Tanto en los moldes positivos como en los semipositivos la colocación de la fuerza en el interior de las cavidades produce una buena alineación de las dos mitades del molde y produce piezas con densidad superior a la del resto de tipos de moldes[5].

1.9 Aplicaciones de los moldes de compresión.

- Materiales termoplásticos y elastómeros, para piezas de pequeñas dimensiones.
- Compuestos reforzados con fibras de vidrio (a partir de resinas epoxi, de poliéster, etc.
- Estampado de chapas y preformas de termoplásticos reforzados con fibras textiles o de vidrio.
- Ya no utilizada para termoplásticos o utilizado en menor medida (ejemplo: era el método para la producción de discos LP).

Materiales termostables para la fabricación de la pieza.

- > Siliconas
- > Fonolitas
- > Poliéster
- > Resinas
- > Poliuretanos
- > Epoxi

1.10 El moldeo por compresión ya en funciones de producción.

- Apertura del molde.
- Extracción de las piezas moldeadas en el ciclo anterior.
- Preparación del molde, lo que incluye limpieza del molde y lubricación para facilitar la extracción de la pieza siguiente y colocación de las inserciones metálicas, si las hubiera, y del compuesto de moldeo, bien líquido, en forma de polvo o de pastilla.
- Cierre del molde caliente y aplicación de presión.
- Apertura del molde para dejarlo "respirar" y permitir la salida de humedad y materias volátiles.
- Aplicación de toda la presión al molde caliente y mantenimiento durante el tiempo necesario hasta que el material haya curado totalmente.
- Extracción de la pieza.

La temperatura del molde y la presión aplicada son los factores más importantes del proceso. Además de estas variables, otros factores que influyen en la calidad de las piezas moldeadas por compresión son: el diseño de la pieza que debe moldearse, la velocidad de cierre de la prensa, la plasticidad del material y las condiciones en que se encuentra la superficie de la cavidad de moldeo. Es importante poner en la cavidad de moldeo la cantidad exacta de material que se necesita, pues una cantidad en defecto puede dar lugar a piezas porosas con baja densidad y con malas propiedades mecánicas, mientras que una cantidad en exceso puede dar lugar a excesivas rebabas[6].

1.11 Análisis de metodologías de diseño de moldes de compresión para goma.

A continuación se realiza un análisis de metodologías existentes por diferentes autores para el diseño de moldes por compresión para piezas de goma. Estas metodologías son: *Normas sobre prototipos y partes de diseño de moldes para moldeo por compresión* del Ministerio de la industria Básica [8], y *Diseño de moldes para plásticos y goma* de Enrique Gómez [7], con el objetivo de conocer qué aspectos tecnológicos se tienen en cuenta para el diseño de estas herramientas.

1.11.1 Las Normas sobre Prototipos y Partes de Diseño de Moldes para Moldeo por Compresión, del Ministerio de la industria Básica [8].

Inicialmente se informa en esta norma la existencia de varios tipos de moldes por compresión como:

- Moldes para anillos, arandelas, zapatillas de freno y juntas hidráulicas.
- Moldes para juntas de presión.
- Moldes para diafragma.
- Moldes para retenedores.
- Moldes de tres placas con expulsión mecánica.
- Moldes para coupling.
- Moldes de expulsión mecánica.

También se presentan tablas con las dimensiones para la selección de diferentes elementos normalizados como insertos, placas, bujes, columnas y bisagras.

>Insertos.

- Inserto inferior.

D	dr6	H
30	15	15-25
50	19	15-25

100	40	15-25-35
150	60	15-25-35
200	80	15-25-35

Tabla 1.1-Dimensiones en mm.

- Inserto superior.

D	dr6
30	15
50	19
100	40
150	60
200	80

Tabla 1.2- Dimensiones en mm.

>Placas rectangulares.

A	150	230	230	390	400	580	900
B	100	100	180	240	250	500	800
E	20	20	20	20	20	20	22

Tabla 1.3 Dimensiones normalizadas.

>Bujes guía.

Dr6	21	35	41	46
Dh-7	15	19	25	30
Di	25	40	46	51
H	4,5	4.5-19.5-26.5-29.5-39.5	19.5-26.5-29.5-39.5	39.5
L	20	20-39-46-49-59	39-46-49-59	59

Tabla 1.4 Dimensiones en mm.

>Bisagras

H	19	20	20	21	21	16	19	20	16
L	38	39	40	40	42	55	55	55	65

Tabla 1.5 Dimensiones en mm.

L	h	L
20	5	38
21	5	39
21	5	40
22	5	40
22	5	42
27	6	60
30	6	62
32	6	64

Tabla 1.6 Dimensiones en mm.

>Columnas.

Df7	25	30
dr6	25	30
d1	29	34
L1	40,60	40,60,80

Tabla 1.7 Dimensiones en mm.

1.11.2 Diseño de moldes para plásticos y goma de Enrique Gómez [7].

En el capítulo 7 de este libro se presenta aspectos sobre los moldes de compresión, como las partes constructivas de estas herramientas, tipos de moldes, información teórica sobre bujes y columnas, el cálculo del número de cavidades, así como recomendaciones sobre los espesores de las paredes de las cavidades y de las placas componentes de los moldes.

>Cálculo del número de cavidad del molde.

Esto es uno de los elementos importantes, ya que define la cantidad de piezas que se pueden realizar en un ciclo de trabajo del molde.

$$N_{\min} = \frac{T.S.Z.K}{C} \quad (1.1)$$

T- tiempo de exposición de la pieza en la prensa por cada milímetro de espesor de la pieza a moldear en minutos.

S- Espesor máximo de la pieza a moldear, en mm.

Z- Necesidad de artículos en producción mensual.

K- Coeficiente que depende de la construcción del molde y el grado de complejidad de la pieza.

C- fondo de tiempo mensual, en minutos.

>Cálculo del número de cavidad que es posible moldear en la prensa.

$$N = \frac{F_c}{A_p P_m k}$$

Dónde:

N- Número de cavidad que es posible moldear en la prensa.

F_c- Fuerza de cierre de la prensa en kg.

A_p- Área proyectada de la cavidad de moldeo, más el área de la zona de cierre en cm².

P_m-Presión de moldeo del material utilizado en kgf/cm².

K-Coeficiente que tiene en cuenta las pérdidas de presión por la fricción de los distintos elementos del molde (k=1.2).

>Espesor recomendado de las paredes de las cavidades y de las placas.

	Espesor de las paredes
--	------------------------

Diámetro interior y del lado grande de la cavidad en mm	Cavidad cilíndrica S_1 en mm	Placas porta cavidades S_2 en mm	Cavidad rectangular S_1 en mm	Placa porta cavidades S_2 en mm
Hasta 40	7	13	9	15
Más de 40 hasta 50	8	15	10	18
Más de 50 hasta 60	9	17	11	21
Más de 60 hasta 70	10	20	12	24
Más de 70 hasta 80	11	22	13	27
Más de 80 hasta 90	12	24	14	30
Más de 90 hasta 100	13	26	15	32
Más de 100 hasta 120	15	29	17	35
Más de 120 hasta 140	17	32	19	38
Más de 140 hasta 160	19	35	21	42
Más de 160 hasta 180	21	38	23	45
Más de 180 hasta 200	23	40	25	48

Tabla 1.8 Dimensiones en mm

1.12 Conclusiones parciales.

1- Se presentan aspectos relacionados con las características generales de los moldes de compresión para goma.

2-Se hace un análisis de metodologías de diferentes autores sobre el diseño de moldes de compresión para piezas de goma, con el siguiente resultado:

- En las Normas sobre Prototipos y Partes de Diseño de Moldes para Moldeo por Compresión, del Ministerio de la industria Básica se presentan solo las medidas normalizadas de insertos, placas, columnas, bujes y bisagras con tablas y figuras representativas, sin hacer referencia a aspectos necesarios para el cálculo y diseño de estas herramientas.

-El autor Enrique Gómez en su libro *Diseño de moldes para plásticos y goma*, plasma su visión general del diseño de moldes basándose principalmente en el cálculo detallado del número de cavidades del molde, y recomendaciones sobre los espesores de las paredes de las cavidades y de las placas componentes de los moldes sin que se haga referencia a la selección de los elementos componentes del molde.

En ninguna de las anteriores metodologías se tiene en cuenta el análisis de la pieza, características y selección de la prensa, el cálculo y diseño de las asas, cavidad para el sobrante de goma y el cálculo de la altura total del molde.

3- Se propone una metodológica de diseño de moldes de compresión para piezas de goma con el fin de recoger los parámetros fundamentales y que la misma sea lo más abarcadora posible en aras de lograr calidad en el diseño de estas herramientas.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE MOLDES DE COMPRESIÓN PARA PIEZAS DE GOMA.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE MOLDES DE COMPRESIÓN PARA PIEZAS DE GOMA.

En este capítulo se presenta una metodología para el diseño de moldes de compresión para piezas de gomas, teniendo en cuenta el análisis realizado en el capítulo anterior.

2.1 Análisis de la pieza.

Esto incluye un análisis funcional y dimensional de la pieza.

2.2 Selección del material.

La selección del material se realiza teniendo en cuenta el medio en que se encuentra la pieza y bajo las cargas a que está sometida para que cumpla con las exigencias técnicas para la cual fue concebida.

2.3 Diseño del molde de compresión.

2.3.1 Cálculo del número de cavidades del molde.

Esto es uno de los elementos importantes, ya que define la cantidad de piezas que se pueden realizar en un ciclo de trabajo del molde y guarda una estrecha relación con la necesidad anual de las mismas [7].

Para calcular el número de cavidades, se debe tener decidido previamente la prensa a utilizar y todo lo referente a la pieza.

Otro aspecto importante es que para cumplimentar el pedido, se debe diseñar y construir un molde con un número mínimo de cavidades que cumpla con este requisito.

Para determinar el número mínimo de cavidades y que cumpla con lo planteado anteriormente se emplea la fórmula siguiente:

$$N_{\min} = \frac{T.S.Z.K}{C}$$

T- tiempo de exposición de la pieza en la prensa por cada milímetro de espesor de la pieza a moldear en minutos.

En artículos planos se puede calcular el tiempo de vulcanización de la forma siguiente.

- Hasta 6 mm de espesor: 6 minutos de vulcanización

- Por cada 6 mm adicionales: 5 minutos adicionales.

Por cada 5 °C de incremento de la temperatura de vulcanización el tiempo de vulcanización se divide por 2 y viceversa. Esta regla solo se aplica en el rango de 120 °C a 170 °C.

Por ejemplo: si se está utilizando 150 °C y el tiempo es de 10 minutos, cuando se utilicen 160 °C el tiempo disminuye a 5 minutos. Si por el contrario, al utilizar 140 °C el tiempo será de 20 minutos.

Para piezas voluminosas es imprescindible bajar la temperatura de moldeo y aumentar el tiempo según la regla planteada anteriormente.

Cuando el tiempo de vulcanización o la temperatura son excesivos, la goma natural se ablanda y el artículo sale pegajoso. Cuando la goma es sintética, se endurece y debilita.

S- Espesor máximo de la pieza a moldear, en mm.

Z- Necesidad de artículos en producción mensual.

K- Coeficiente que depende de la construcción del molde y el grado de complejidad de la pieza. Este coeficiente se selecciona en la tabla siguiente:

Construcción del molde	Sin inserto	Con insertos	
		Hasta 3 unidades	Más de 3 unidades
	Coeficiente		
Manual, semiautomático	1.3	1.8	2.5
Automático	1.1	1.2	1.5

Tabla 2.1 Coeficiente en función de las características de las piezas a moldear

C- Fondo de tiempo mensual, en minutos.

Dónde:

Para una jornada de trabajo al día, el fondo de tiempo mensual será de:

$$C_1 = 10080 \text{ min/mes}$$

Para dos jornadas de trabajo al día, el fondo de tiempo mensual será de:

$$C_2 = 20160 \text{ min/mes}$$

Para tres jornadas de trabajo al día, el fondo de tiempo mensual será de:

$$C_2 = 30240 \text{ min/mes}$$

El cálculo del número mínimo de cavidades no se basa en las posibilidades tecnológicas de la prensa, sino, en las necesidades de producción.

Después de calcular el número mínimo de cavidades, se debe determinar el número de cavidades a construir que determinan las dimensiones de la placa portacavidades, para así saber si esta cabe o no en la platina de la prensa. Para ello se utiliza la fórmula siguiente:

- Cálculo del número de cavidad que es posible moldear en la prensa.

$$N = \frac{F_c}{A_p P_m k}$$

Dónde:

N- Número de cavidad que es posible moldear en la prensa.

F_c- Fuerza de cierre de la prensa en kg.

A_p- Área proyectada de la cavidad de moldeo, más el área de la zona de cierre en cm².

P_m-Presión de moldeo del material utilizado en kgf/cm².

K-Coeficiente que tiene en cuenta las pérdidas de presión por la fricción de los distintos elementos del molde (k=1.2).

2.3.2 Dimensionamiento del conjunto inferior.

2.3.2.1 Dimensionamiento de la placa inferior o porta cavidades.

- Placa porta cavidades rectangulares.

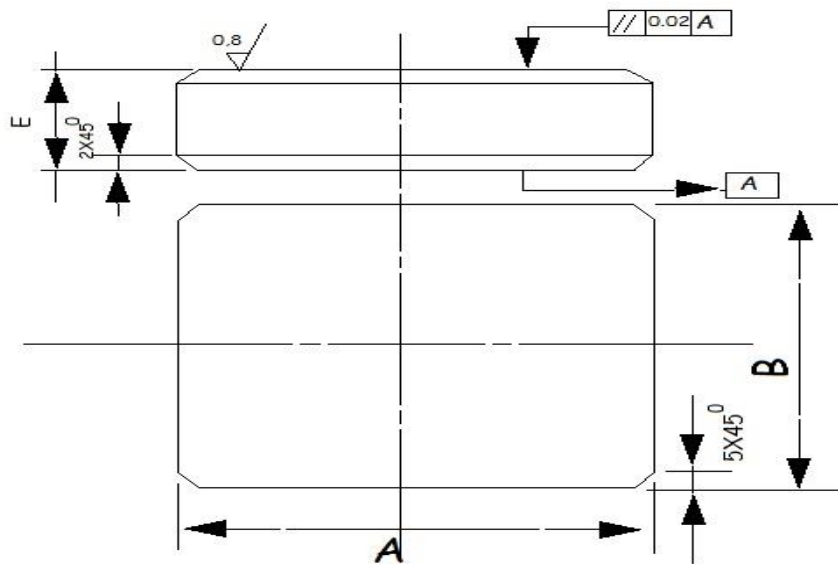


Fig-2.1 Placa porta cavidades rectangulares.

A- Largo en mm

B- Ancho en mm

E- Espesor en mm

A continuación se muestran las dimensiones normalizadas de estas placas.

A	150	230	230	390	400	580	900
B	100	100	180	240	250	500	800
E	20	20	20	20	20	20	22

Tabla 2.2 Dimensiones de las placas porta cavidades rectangulares (en mm).

Material

Por sus propiedades mecánicas se recomienda un acero 20 según la norma GOST, o similar acero1020 según la norma AISI.

- Placa porta cavidades circulares.

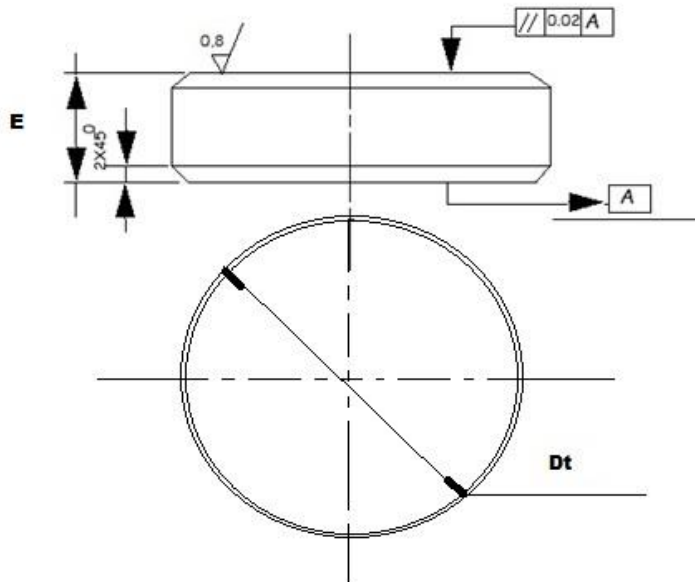


Fig.- 2.2 Placa porta cavidades circulares.

Para realizar la misma es necesario tener presente que tipo de molde se va a diseñar, circular, cuadrado o rectangular, las dimensiones y forma del artículo, cantidad de cavidades, la distancia del borde exterior de los agujeros para las columnas y las dimensiones de la platina de la prensa. Según [9] se establecen los siguientes diámetros exteriores normalizados de las placas.

60; 64; 70; 74; 78; 80; 88; 90; 94; 98; 100; 106; 110; 120; 126; 130; 136; 140; 146; 150; 155; 160; 166; 170; 176; 180; 186; 190; 196; 200; 210; 220; 230; 240; 250; 260; 270; 280; 290; 300; 310; 320; 330; 340; 350; 360; 370; 380; 390; 400.

Tabla 2.3 Diámetros normalizados de las placas.

Se recomienda un espesor de 20 mm para las placas circulares con diámetros de hasta 400 mm.

Material

Por sus propiedades mecánicas se recomienda un acero 20 según la norma GOST o similar acero 1022 según norma AISI.

2.3.2.2 Dimensionamiento del inserto inferior.

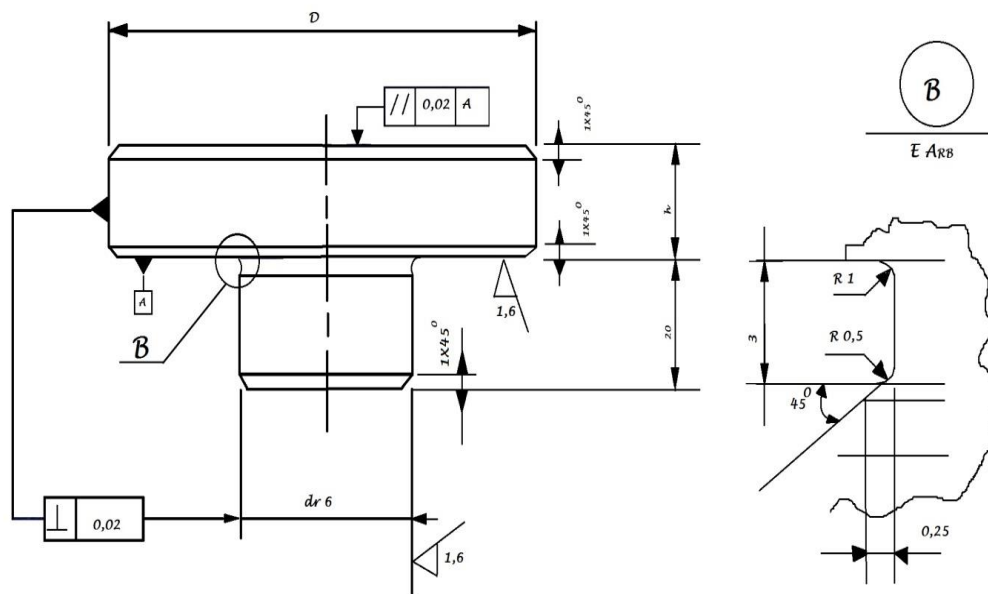


Fig-2.3 Inserto inferior (se identifican por su diámetro y su altura).

Dimensiones normalizadas en mm.

D	dr6	H
30	15	15-25
50	19	15-25
100	40	15-25-35
150	60	15-25-35
200	80	15-25-35

Tabla 2.4 Dimensiones del inserto inferior.

Material

Por sus propiedades mecánicas se recomienda un acero 45 según la norma GOST o similar acero1045 según norma AISI [8].

En la superficie de trabajo del inserto inferior o cara frontal es donde se elabora la cavidad donde será moldeada la pieza. Esta superficie se determina en considerando la contracción del material. Para la goma se utiliza como coeficiente de contracción 1.018, o sea, que la dimensión de la pieza será multiplicada por el valor de este coeficiente. Obteniéndose así las medidas que deben poseer las cavidades del molde para la preforma.

2.3.2.3 Selección de los elementos que sirven de guía.

Si es necesario producir grandes cantidades de piezas con elevada precisión y una duradera alineación entre el conjunto inferior y el superior es que se seleccionan las columnas y bujes. De no ser así, no es necesario el uso de estos elementos guía en el molde.

- Columnas.

La disposición de las columnas es casi siempre para garantizar el acoplamiento en una posición; las dimensiones de las columnas deben ser proporcionales al tamaño de la pieza y a su disposición en el molde. Si el recorrido de la placa superior o placa porta inserto es muy grande la longitud de las columnas deben ser tal que penetren primero que el macho en la hembra lo que evitará daños en el molde. Generalmente las columnas se hacen de tal forma que el ajuste se logra solo en el 20% del final de su longitud total y el resto de forma cónica o con radio que sirven para guiar la entrada de las dos mitades del molde.

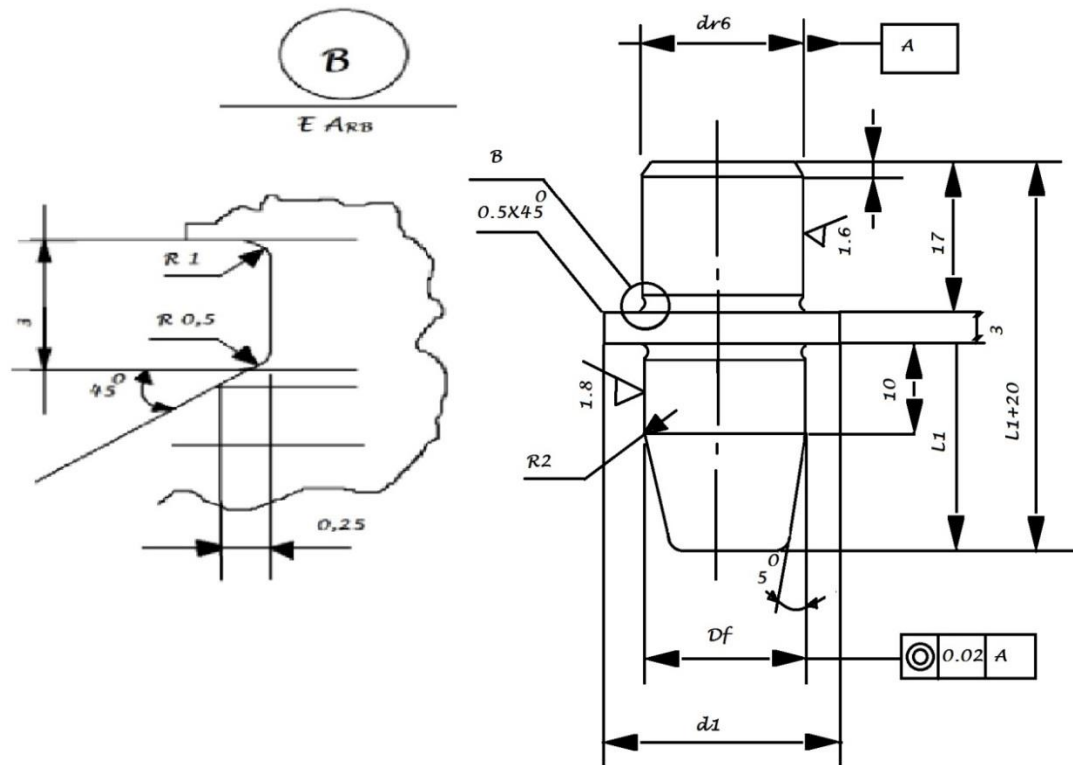


Fig-2.4 Columnas para moldes.

Dimensiones normalizadas de las columnas (en mm).

Df7	25	30
dr6	25	30
d1	29	34
L1	40,60	40,60,80

Tabla 2.5 Dimensiones de las columnas.

Material

Por sus propiedades mecánicas se recomienda un acero 20 según la norma GOST o similar acero 1020 según norma AISI [8].

2.3.2.4 Conjunto inferior.

El conjunto inferior está conformado por la placa portacavidades y los insertos inferiores como se observa en la siguiente figura.

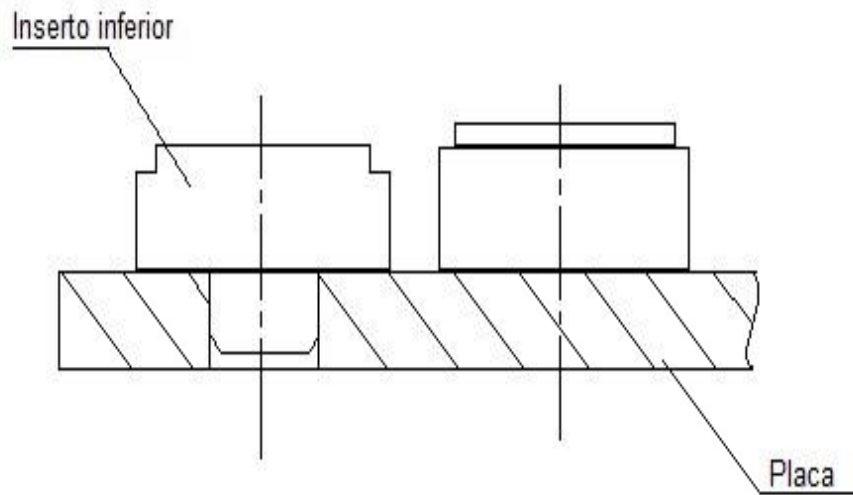


Fig-2.5 Placa inferior.

Las dimensiones de la placa inferior fueron presentadas en el epígrafe 2.3.2 pero es importante conocer que las distancias entre inserto, cavidades y el borde exterior de la placa deben estar entre 15 y 40 mm.

2.3.3 Dimensionamiento del conjunto superior.

2.3.3.1 Dimensionamiento de la placa superior o porta insertos.

El espesor (h) de estas placas se calcula como:

$$h \geq 6 \% \text{ de } D_t.$$

h- Espesor.

D_t -Diámetro total de la placa porta insertos.

Esta condición es por ser un molde circular. Para valores de $h > 25$ mm los valores se incrementan en intervalos de 10 mm.

La altura de la placa porta macho se hace menor que el inserto para disminuir el peso en la manipulación [7].

Material.

Por sus propiedades mecánicas se recomienda un acero 20 según la norma GOST o similar acero 1020 según norma AISI.

2.3.3.2 Inserto superior para moldes.

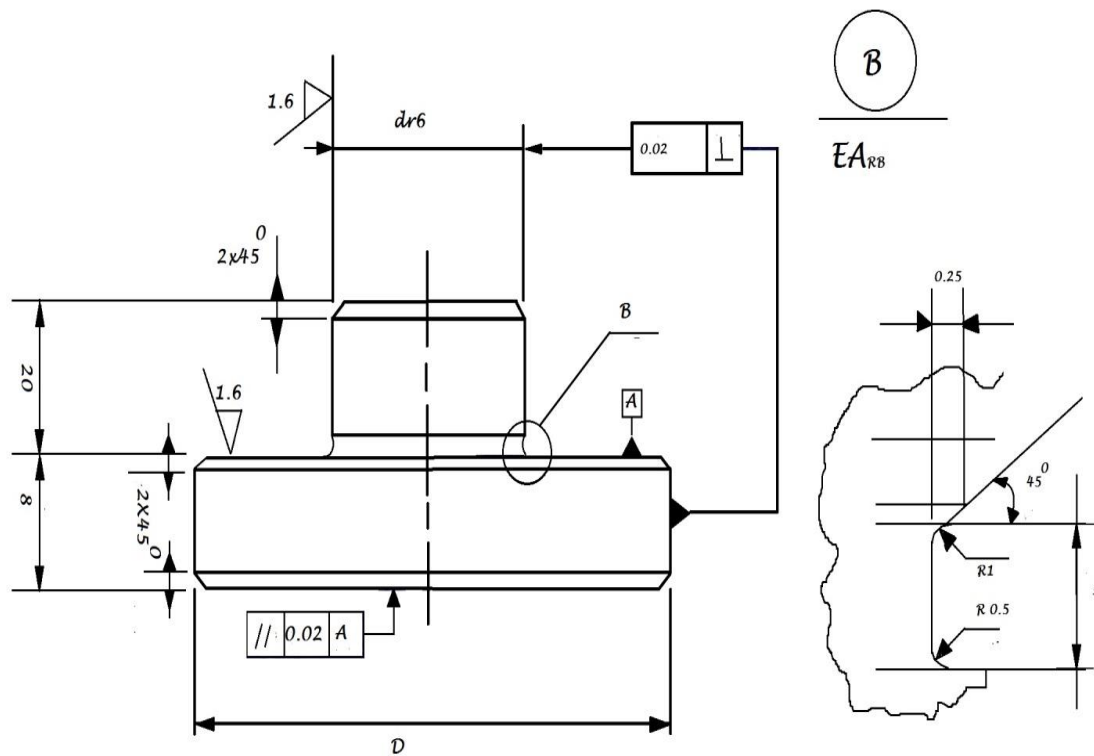


Fig-2.6 Inserto superior.

Dimensiones normalizada del inserto superior en mm.

D	dr6
30	15
50	19
100	40
150	60
200	80

Tabla 2.6 Dimensiones del inserto superior.

Material.

Por sus propiedades mecánicas se recomienda un acero 45 según la norma GOST o similar acero1045 según norma AISI [8].

2.3.3.3 Selección de los elementos que sirven de guía.

-Bujes.

Los bujes se fijan en la placa superior o porta insertos con un ajuste prensado. Por la superficie interior del buje se desliza la columna con un ajuste móvil para lograr el desplazamiento del conjunto superior y de esta manera alinear el molde.

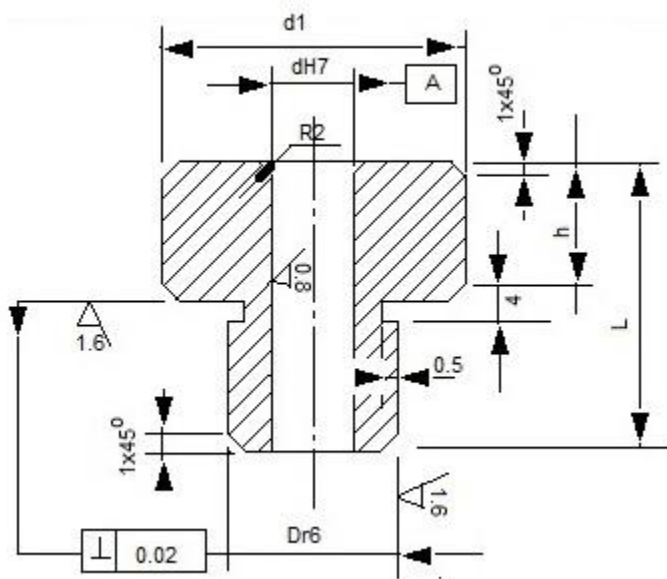


Fig-2.7 Bujes guías para moldes.

A continuación se presentan las dimensiones de los bujes.

Dr6	21	35	41	46
Dh-7	15	19	25	30
di	25	40	46	51
H	4,5	4.5-19.5-26.5-29.5-39.5	19.5-26.5-29.5-39.5	39.5
L	20	20-39-46-49-59	39-46-49-59	59

Tabla 2.7 Dimensiones de los bujes en mm.

Material.

Por sus propiedades mecánicas se recomienda un acero 20 según la norma GOST o similar acero 1020 según norma AISI [8].

2.3.3.4 Conjunto superior.

El conjunto superior está conformado por la placa porta inserto y lo insertos superiores como se observa en la siguiente figura.

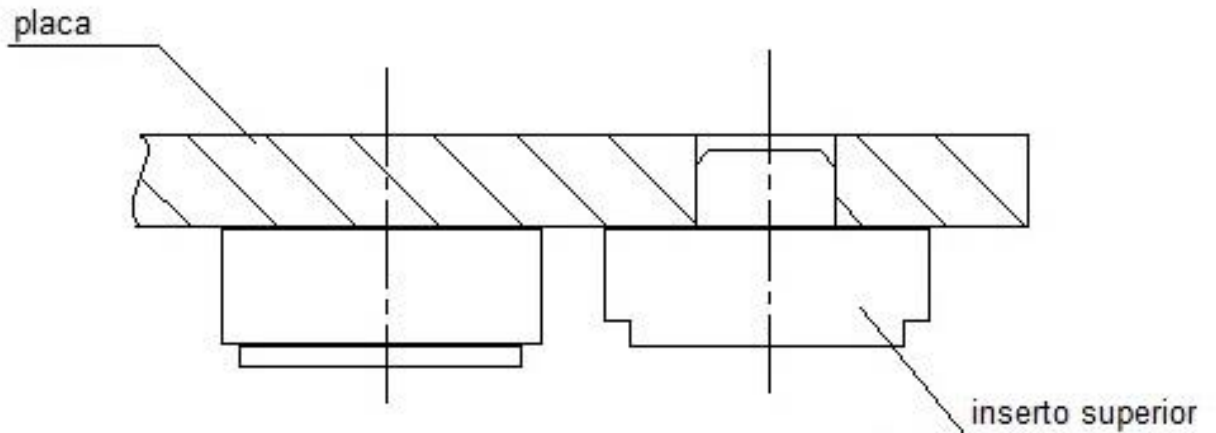


Fig-2.8 Placa superior.

Las dimensiones de la placa superior fueron presentadas en el epígrafe 2.3.3 pero es importante conocer que las distancias entre inserto, cavidades y el borde exterior de la placa deben estar entre 15 y 20 mm.

2.3.4 Selección de la cavidad para el sobrante de goma.

Según [7] el papel de la cavidad es evacuar el material que sobra en el momento de la vulcanización del compuesto y que se forme el flash.

Las dimensiones de esta cavidad quedan establecidas de la siguiente forma:

C(mm)	E(mm)	H _i (mm)	a(mm)
0.2-0.5	10-20	5-10	≥ 2
0.5-1	8-15	4-7	
1-5	4-10	2-5	

Tabla 2.8 Dimensiones normalizadas de la cavidad para el sobrante de goma.

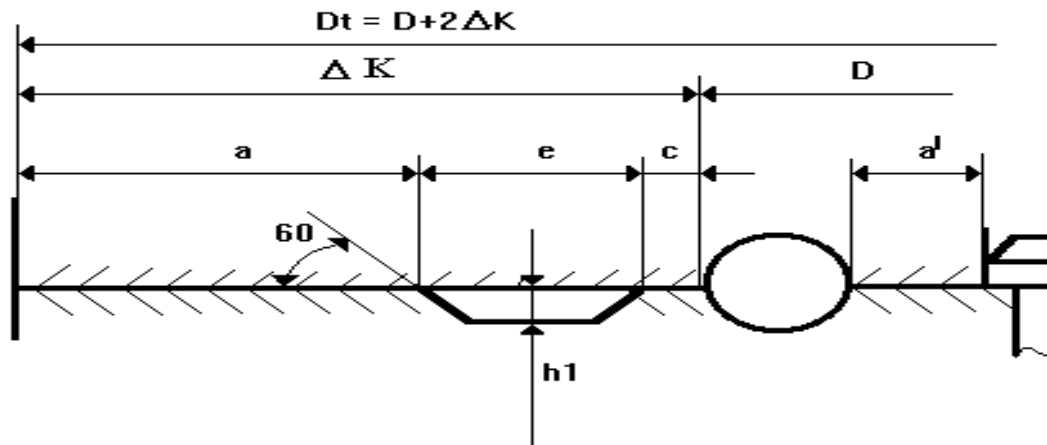


Fig-2.9 Dimensiones de la cavidad para el sobrante de material.

2.3.5 Selección y cálculo de las dimensiones del asa.

- Para molde circular:

El asa se selecciona teniendo en cuenta las dimensiones del elemento a levantar y el espacio donde sea ubicada [7].

Los valores de los parámetros del asa se toman a partir del diámetro de la barra que se ha seleccionado para la construcción del mismo.

D	3	5	6	8	10 – 12
L	30 – 40	40 – 80	60 – 100	80 – 100	80 – 140
B	40 – 60	60 – 100	60 – 120	100 – 160	100 – 200
R	2 – 10				

Tabla 2.9 Dimensiones normalizadas de los parámetros del asa mm.

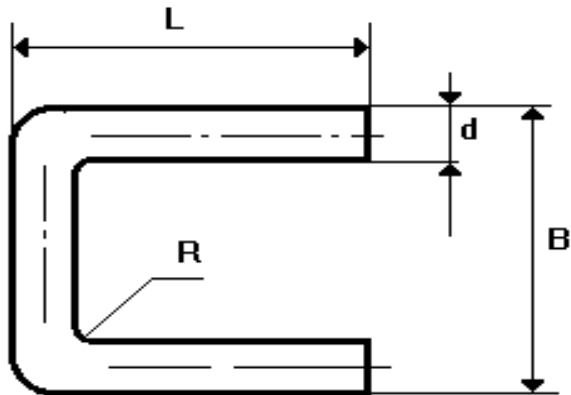


Fig-2.10 Dimensiones del asa del molde.

Los valores con rango serán múltiplo de cinco hasta 80 mm y múltiplo de diez mayores de 80.

b) Selección del ángulo de fijación y cálculo de la disminución del área de ubicación del asa en el molde.

α	B	ΔL	α	B	ΔL
30°	$0,5.D_t$	$0,07.D_t$	45°	$0,7.D_t$	$0,15.D_t$
36°	$0,6.D_t$	$0,10.D_t$	60°	$0,86.D_t$	$0,25.D_t$

Tabla 2.10 Parámetros normalizados del asa.

α - ángulo del punto de fijación del asa en el molde.

Se recomienda en la mayoría de los casos tomar $\alpha = 45^\circ$.

B- ancho del asa en mm.

$$B = D \cdot \sin \alpha$$

ΔL - variación que afecta la holgura mínima en correspondencia con el valor de α .

La longitud del asa se determinará como:

$$L = H_{\min} + L + d \text{ (en mm)}$$

$\Delta\alpha$ - Variación del ángulo.

$\Delta\alpha = \pm 15$ valor recomendado.

c) Distancia mínima recomendada entre el borde inferior del asa y el diámetro exterior de las placas del molde.

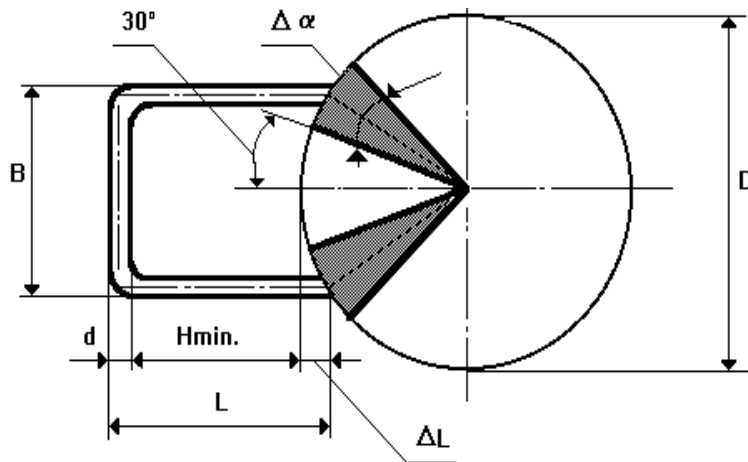


Fig.2.11 Ubicación del asa en el molde.

La distancia mínima (H_{min}) será:

D (mm)	$H_{min}.$ (mm)
3	25
5,6	35
8;10;12;16	60

Tabla 2.11 Valores normalizados de la altura mínima del asa.

- Para moldes rectangulares:

Valores normalizado tomados atendiendo a las tablas [10].

D	3	5	6	8	10 – 12
L	30 – 40	40 – 80	60 – 100	80 – 100	80 – 140
B	40 – 60	60 – 100	60 – 120	100 – 160	100 – 200
R	2 – 10				

Tabla 2.12 Parámetros normalizados del asa.

Los valores del ancho del asa se determinan:

$$B=(A/2 \dots 4XA/5)$$

$$H_{\min}=L-d$$

Dónde:

A=Lado más estrecho del molde (en mm).

L=Longitud del lado doblado del asa (en mm).

d= diámetro de la barra para el asa (en mm).

B=Ancho del asa (en mm).

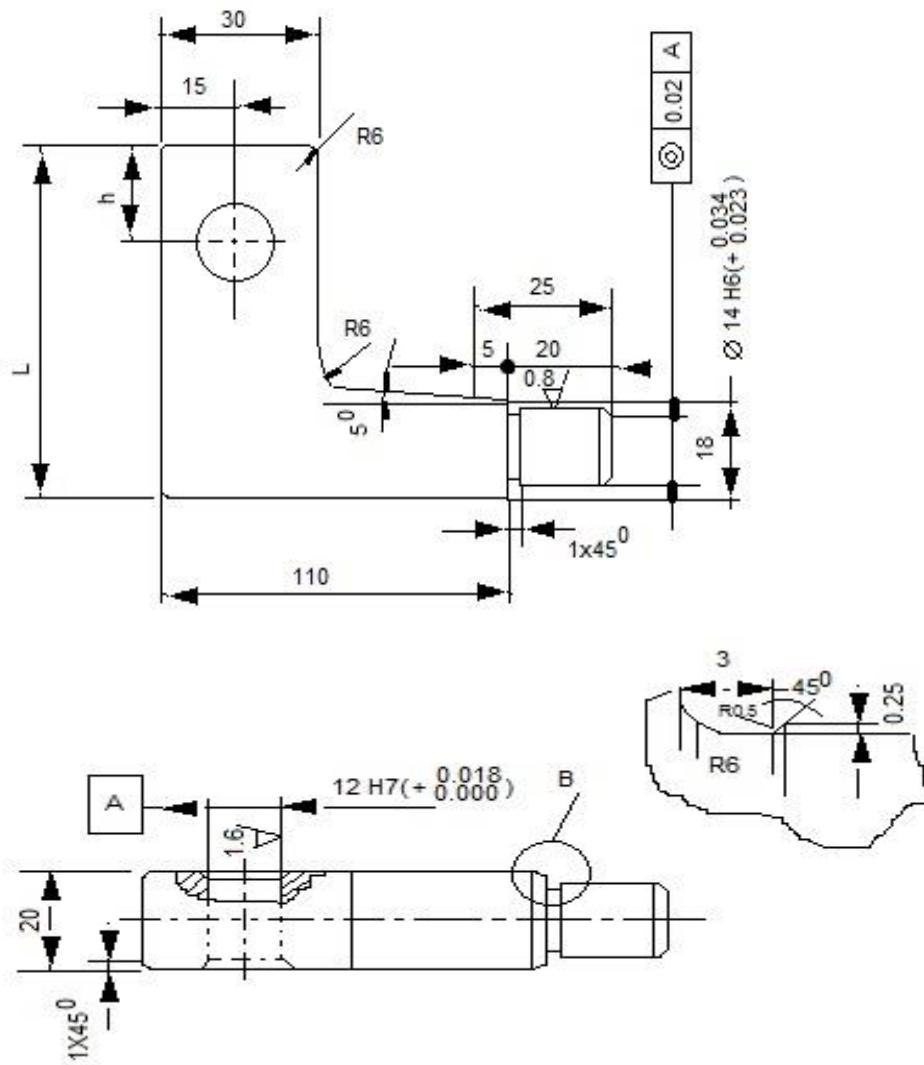
H_{min}= Longitud mínima del borde del molde al borde del asa (en mm).

Por sus propiedades mecánicas se recomienda un acero 10 según la norma GOST o similar acero C 1010 según norma AISI

2.3.6 Selección de bisagras.

Las bisagras se emplean para abrir y cerrar el molde durante el proceso de vulcanizado, aunque no siempre es obligatorio su uso, por lo que es una decisión del diseñador utilizarlas o no.

En las figuras 2.12 y 2.13 se muestran las bisagras ampliamente utilizadas en este tipo de molde y en las tablas 2.12 y 2.13 las dimensiones correspondientes. La bisagra inferior se coloca en la placa inferior o porta cavidades y sirve para alojar el eje, por el que se desplaza la bisagra superior colocada en la placa superior o porta insertos. Ambas tienen la función de permitir la más fácil apertura y cierre del molde.

-Bisagra inferior.**Fig-2.12 Bisagra inferior.**

A continuación se presentan las dimensiones de la bisagra inferior.

H	19	20	20	21	21	16	19	20	16
L	38	39	40	40	42	55	55	55	65

Tabla 2.13 Dimensiones de bisagras inferiores en mm.

- Bisagra superior.

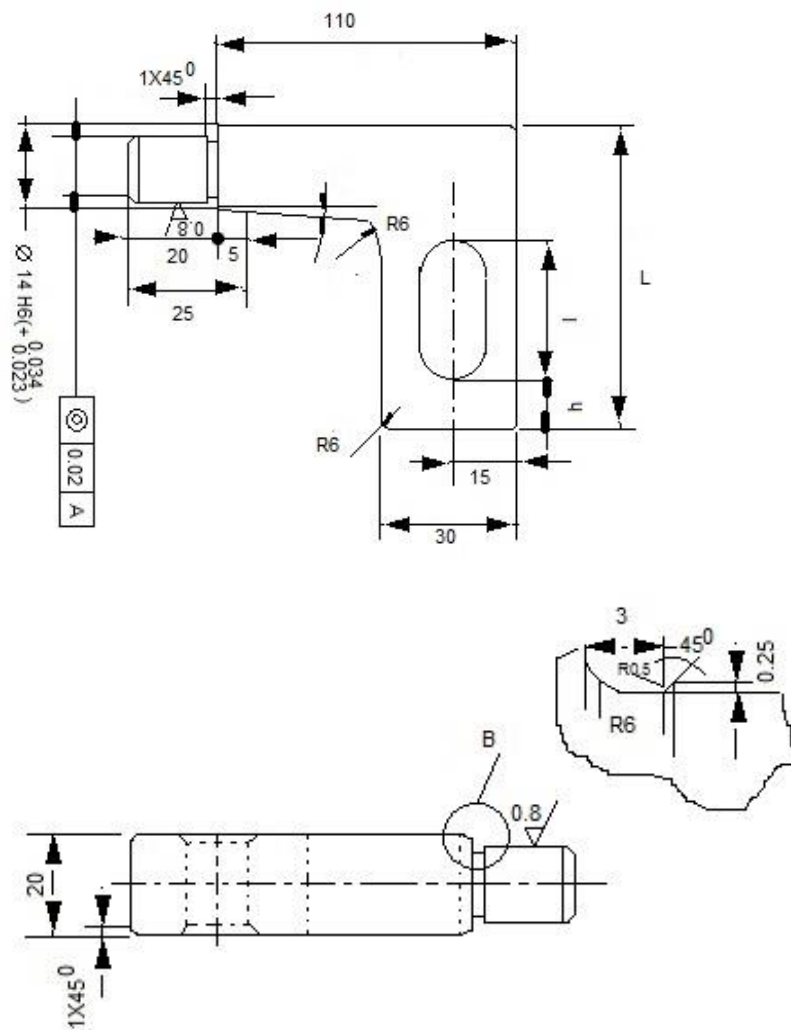


Fig-2.13 Bisagra superior.

A continuación se presentan las dimensiones de la bisagra superior.

L	h	L
20	5	38
21	5	39
21	5	40
22	5	40
22	5	42

27	6	60
30	6	62
32	6	64

Tabla 2.14 Dimensiones de bisagras superiores en mm.

2.3.7 Determinación de la altura total del molde.

Las normas en [7] establecen para estos tipos de moldes las siguientes alturas:

20; 25; 30; 40; 42; 45; 50; 54; 55; 60; 70; 80; 90; 100.

Tabla 2.15 Alturas normalizadas en mm.

Alturas del molde $H_t = 42; 54$ se establecen solo para moldes cónicos con líneas de unión a 45° .

Para alturas mayores de 100 mm H_t se debe incrementar en intervalos de 10 mm, además se permite una altura total por criterios de diseño.

La altura total del molde debe cumplir la condición siguiente:

$$H_{\text{máx.}} - 5 > H_t > H_{\text{mín.}} + 10$$

$H_{\text{máx.}}$ - altura máxima abierta de la prensa.

$H_{\text{mín.}}$ - altura mínima cerrada de la prensa.

2.4 Tratamiento posterior de la pieza.

Debido al proceso de moldeo por compresión en que la preforma se coloca dentro de las cavidades con el molde abierto, esto hace que la goma al fluir tienda a irse por la línea de partición ya que es la zona que no ofrece resistencia, por consecuencia esta goma que se escapa y que está entre un 5 y 15% del volumen de la cavidad se le denomina Flash (sobrante). Esto se le debe quitar a la pieza para garantizar las dimensiones de las mismas. Este proceso puede ser manual, mecánico o químico [11].

2.5 Conclusiones parciales.

1- Se presenta una metodología para el diseño de moldes de compresión para piezas de goma, que incluye: el análisis de la pieza, selección del material, y la selección y diseño de los elementos que componen el molde.

2- Se hace referencia a aspectos importantes sobre el tratamiento posterior de la pieza de goma para garantizar las dimensiones y calidad de la misma.

CAPÍTULO III

**DISEÑO DEL MOLDE DE COMPRESIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE LA
JUNTA DE GOMA DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE DEL HELICÓPTERO
MI-17.**

CAPÍTULO III: DISEÑO DEL MOLDE DE COMPRESIÓN PARA LA FABRICACIÓN DE LA JUNTA DE GOMA DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE DEL HELICÓPTERO MI-17.

Se determina el molde de compresión para la junta de goma de la bomba de combustible de helicóptero con el fin de sustituir importaciones y de mejorar la economía del país, todo esto utilizando la metodología de diseño plasmada anteriormente.

3.1 Análisis de la pieza.

La pieza es la junta o anillo de empaquetadura del filtro de combustible del helicóptero MI-17, que se encuentra en la parte superior del vaso con el objetivo de evitar el derrame de combustible. Esta pieza sufre deformaciones y grietas producto a la deficiente manipulación del mecánico a la hora de realizar el apriete manual del vaso, o por la cantidad de horas de vuelo. Según información brindada por el personal de mantenimiento de la Unidad Técnica de la Base Aérea de Santa Clara, la junta debe ser reemplazada a cada el chequeo reglamentario que se realiza a cada 25, 100, y 200 hora de vuelo según el régimen de trabajo.

A continuación se presenta la figura 3.1 que muestra las partes del filtro de combustible y la ubicación de la junta (3) en el vaso (2).

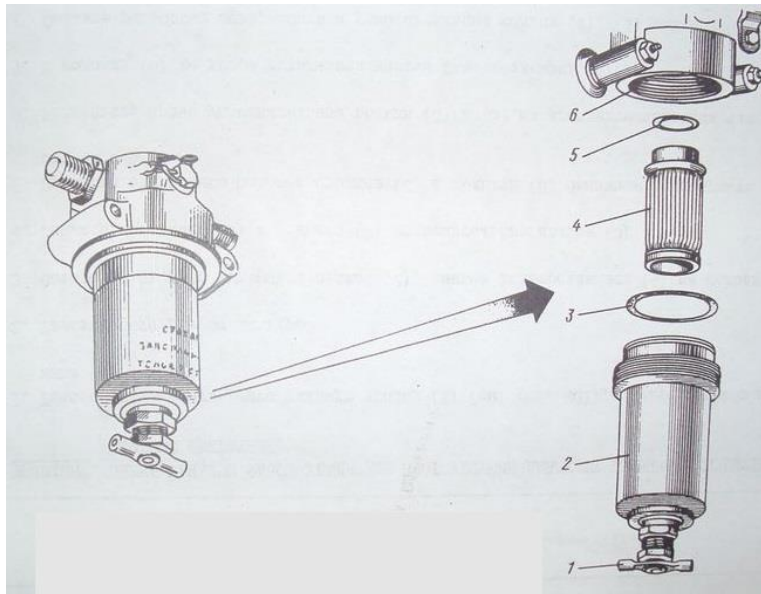


Fig.3.1 Filtro de combustible.

Dónde:

1-Tapón de vaciado

2-Vaso

3-Juanta o anillo de empaquetadura

4-Elemento filtrante

5- Junta menor o anillo de empaquetadura

6-Cabeza

- Características dimensionales de la junta.

Diámetro exterior $D_e = 50,00 \text{ mm}$

Diámetro interior $D_i = 47,50 \text{ mm}$

Espesor $S = 2,50 \text{ mm}$

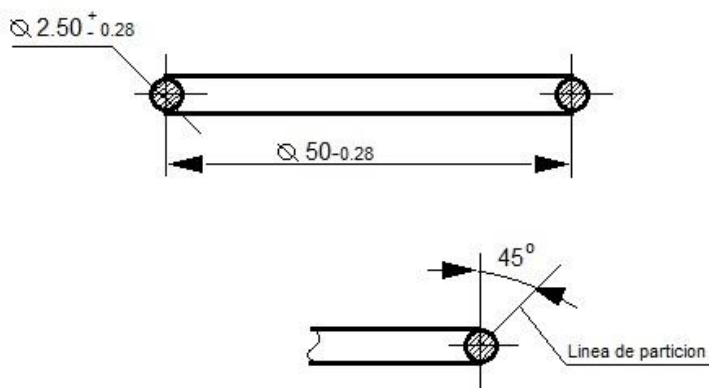


Fig.3.2 Geometría de la pieza

3.2 Selección del material.

Como la junta siempre está en contacto con el keroseno Jet-A1 de producción nacional y sometida fundamentalmente a compresión producido por el apriete del vaso del filtro de combustible, es que se selecciona según [12] el material NBR (Nitrilo) el número X-624 que es un tipo de caucho sintético con alta resistencia a los aceites, grasas, lubricantes, fluidos hidráulicos, compuestos químicos moderados y combustibles. Este material presenta una buena resistencia a la tracción y a la abrasión, además tiene buenas

propiedades mecánicas como la compresión, flexión, e impermeabilización a los gases. Presenta además una buena adhesividad al acero y al plástico, y también un moderado envejecimiento.

Este material no se recomienda para hidrocarburos, clarinados, acetonas y otros agentes oxidantes.

Propiedades	Valores desde	Valores hasta
Dureza (Shore A)	60	80
Tolerancias	ISO 3302-1996 (E) extrusión	ISO 3302-1996 (E) moldeo
Aplicación	Automoción en tubos de conducción de gasolina.	Fabricación de juntas y retenes que estén en contacto con combustible y aceite
Temp. trabajo (°C)	-40	80

Tabla 3.1 Propiedades del material.

3.3 Diseño de moldes.

3.3.1 Cálculo del número de cavidad del molde.

$$N_{\min} = \frac{T.S.Z.K}{C} \quad (1.5)$$

T- tiempo de exposición de la pieza en la prensa por cada milímetro de espesor de la pieza a moldear en minutos, mint.

T=6 mint

S- Espesor máximo de la pieza a moldear, mm.

S=2.50 mm

Z- Necesidad de artículos en producción mensual.

Z=200 piezas

K- Coeficiente que depende de la construcción del molde y el grado de complejidad de la pieza[13].

K=2.5 según tabla 2.7.

C- fondo de tiempo mensual, mint.

C=24días x 8h laborales x10 meses x 60mint

C=24días x 8h laborales x10 meses x 60mint

C=11520 mint/mes

Utilizando la ecuación

$$N_{\min} = \frac{T * S * Z * K}{C}$$

$$N_{\min} = \frac{6 \text{ mint} * 2.50\text{mm} * 200 * 2.50}{11520\text{mint/mes}}$$

$$N_{\min} = \frac{7500\text{mint} * \text{mm}}{11520\text{mint/mes}} = 0.65 \text{ cavidades}$$

Entonces el número mínimo de cavidades será:

$$N_{\min} = 1$$

- Cálculo del número de cavidad que es posible moldear en la prensa.

$$N = \frac{F_c}{A_p P_m k}$$

Dónde:

N- Número de cavidad que es posible moldear en la prensa.

F_c- Fuerza de cierre de la prensa en kg.

F_c= 35t=35000 kgf

A_p- Área proyectada de la cavidad de moldeo, más el área de la zona de cierre en cm².

A_p= 98.75 cm²

P_m-Presión de moldeo del material utilizado en kgf/cm².

$$P_m = \frac{150 * F_c}{S}$$

$$P_m = \frac{150 * 35000}{100000} = 52.5 \text{ kgf/cm}^2$$

K-Coeficiente que tiene en cuenta las pérdidas de presión por la fricción de los distintos elementos del molde (k=1.2).

Sustituyendo en la ecuación

$$N = \frac{F_c}{A_p * P_m * k}$$

$$N = \frac{35000}{98.75 * 52.5 * 1.2} = 5.62$$

Finalmente se decide tomar:

N = 6 cavidades.

3.3.2 Dimensionamiento del conjunto inferior.

Dentro de esta placa se encuentran

Posición	Pieza	Cantidad
1	Placa porta cavidades	1
2	Inserto inferior	6

Tabla 3.2 Especificación placa armada inferior

3.3.2.1 Dimensionamiento de la placa inferior o porta cavidades.

El diseño parte de la placa rectangular y depende de las dimensiones de la platina; 400 mm x 250 mm por lo que se toma de la tabla normalizada los siguientes valores.

A	400 mm
B	250 mm
E	20 mm

Tabla 3.3 Fragmento de la tabla de placa porta cavidades rectangulares.

A-Largo

B-Ancho

E-Espesor

El diseño de las cavidades viene dado por el diámetro de los insertos al igual que la colocación del asa mediante su espesor.

Material

Por sus propiedades mecánicas se recomienda un acero 20 según la norma GOST o similar acero 1028 según norma AISI.

3.3.2.2 Dimensionamiento del inserto inferior.

Atendiendo a las medidas normalizadas y las dimensiones de la platina el número final de cavidades del molde =6 se decide por criterio de diseño:

Valores normalizados

D	dr6	H
30	15	15-25
50	19	15-25
120	40	15-25-35
150	60	15-25-35
200	80	15-25-35

Tabla 3.4 Valores normalizados der insertos inferiores

Por lo que se decide tomar:

Diámetro=120mm

dr6=40mm

H=33 mm

Cuando se va a maquinar los insertos las preformas están diseñadas con un ángulo de 90^0 porque la junta a fabricar producto a las condiciones de trabajo debe tener la línea de partición desplazada a 45^0 con respecto los ejes de simetría y esta razón justifica que el molde no se haya diseñado provisto de columnas[11].

Material.

Por sus propiedades mecánicas se recomienda un acero 45 según la norma GOST o similar acero 1045 según norma AISI.

3.3.3 Dimensionamiento del conjunto superior.

Dentro de esta placa se encuentran.

Posición	Pieza	Cantidad
1	Placa porta insertos	1
2	Inserto superior	6

Tabla 3.5 Especificación placa armada superior.

3.3.3.1 Dimensionamiento de la placa superior o porta insertos.

El diseño parte de la placa rectangular y depende de las dimensiones de la platina; 400 mm x 250 mm por lo que se toma de la tabla normalizada los siguientes valores.

A	400 mm
B	250 mm
E	20 mm

Tabla 3.6 Fragmento de la tabla de placa porta cavidades rectangulares.

A-Largo

B-Ancho

E-Espesor

El diseño de las cavidades viene dado por el diámetro de los insertos al igual que la colocación del asa mediante su espesor.

Material.

Por sus propiedades mecánicas se recomienda un acero 20 según la norma GOST o similar acero 1028 según norma AISI.

3.3.3.2 Dimensionamiento del inserto superior.

Atendiendo a las medidas normalizadas y las dimensiones de la platina el número final de cavidades del molde =6 se decide por criterio de diseño: Valores normalizados.

D	dr6	H
30	15	15-25
50	19	15-25
120	40	15-25-35
150	60	15-25-35
200	80	15-25-35

Tabla 3.7 Valores normalizados der insertos inferiores.

Por lo que se decide tomar:

Diámetro=120mm

dr6=40mm

H=33 mm

Cuando se va a maquinar los insertos las preformas están diseñadas con un ángulo de 90^0 porque la junta a fabricar producto a las condiciones de trabajo debe tener la línea de partición desplazada a 45^0 con respecto los ejes de simetría y esta razón justifica que el molde no se haya diseñado provisto de columnas [11].

Material.

Por sus propiedades mecánicas se recomienda un acero 45 según la norma GOST o similar acero 1045 según norma AISI.

3.3.4 Diseño del asa.

Para un molde de platina rectangular los valores del ancho del asa se determinan:

$$B=(A/2 \dots 4XA/5)$$

$$H_{\min}=L-d$$

Dónde:

A=Lado más estrecho del molde.

L=Longitud del lado doblado del asa.

$d = \emptyset$ de la barra del asa.

B = Ancho del asa.

$H_{\min}$ = Longitud mínima del borde del molde al borde del asa.

Sustituyendo en

$$B = (250/2 \dots 4 \times 250/5)$$

$$B = (125 \dots 200)$$

$B = 130$ mm por criterio de diseño

Valores normalizados.

d	10-12
L	80-140
B	100-200
R	2-10

Tabla 3.8 Fragmento de la tabla, parámetros normalizados del asa.

Por criterio de diseño se toma:

$$d = 10 \text{ mm}$$

$$L = 90 \text{ mm}$$

$$B = 134 \text{ mm}$$

$$R = 5 \text{ mm}$$

Sustituyendo en

$$H_{\min} = 90 - 10$$

$$H_{\min} = 80 \text{ mm}$$

Material.

Por sus propiedades mecánicas se recomienda un acero 10 según la norma GOST o similar acero C 1010 según norma AISI.

3.3.5 Selección del pasador.

Este compuesto del molde se encuentra normalizado con respecto al espesor de la placa es decir.

La placa tiene un espesor de $S=20$ mm

Le corresponde un pasador cilíndrico de:

Longitud =18 mm

Diámetro = 4 mm $\pm$ 0.016

Biselado= 0.25x45°

Todo según el manual[10].

Material.

Por sus propiedades mecánicas se recomienda un acero 6 según la norma GOST o similar acero 301 según norma AISI.

3.3.6 Selección de la cavidad para el sobrante de goma.

El papel de la cavidad es evacuar el material que sobra en el momento de la vulcanización del compuesto y que se forme el flash.

Las dimensiones de esta cavidad queda establecida según las normas de la siguiente forma:

C(mm)	E(mm)	H _i (mm)	a(mm)
0.2-0.5	10-20	5-10	≥ 2
0.5-1	8-15	4-7	
1-5	4-10	2-5	

Tabla 3.9 Dimensiones normalizadas de la cavidad para el sobrante de goma.

Por criterio de diseño se toma:

C= 0.5 mm

E= 10 mm

H₁= 5 mm

a= 5 mm

3.3.7 Determinación de la altura total del molde.

La altura total del molde debe cumplir la condición siguiente:

$$H_{\text{máx.}} - 5 > H_t > H_{\text{mín}} + 10 \quad (1.11)$$

Dónde:

$H_{\text{máx}}$ - altura máxima abierta de la prensa.

$H_{\text{mín}}$ - altura mínima cerrada de la prensa.

Sustituyendo en (1.11)

$$300 - 5 > H_t > 30 + 10$$

$$295 > H_t > 40$$

La altura total del molde será la suma de la placa inferior más la placa superior.

Entonces

$$H_{\text{placa inferior}} + H_{\text{placa superior}} = H_t$$

$$53 \text{ mm} + 53 \text{ mm} = H_t$$

$$H_t = 106 \text{ mm}$$

H_t –Cumple con la condición planteada anteriormente.

3.4 Terminado del proceso.

En este paso es necesario eliminar el sobrante de material a la pieza para garantizar u dimensiones finales y calidad.

3.5 Análisis económico del molde de compresión.

En la tabla que se muestra en el anexo 1 corresponde a la ficha de costo del molde, en la cual se encuentran los gastos de producción de esta herramienta en moneda total y en pesos convertibles CUC. La materia prima y materiales empleados en la fabricación representan un costo total de \$ 468.3454 y de ellos \$ 233.8123 en CUC, los gastos de elaboración ascienden a un total de \$ 383.0197 y de ellos \$ 66.6320 en CUC con unos gastos directos de \$3.0519 en CUC. La fuerza de trabajo representa un gasto total de

\$100.1789 y de ellos \$ 3.0729 en CUC, los gastos indirectos de producción son \$183.6629 de ellos \$130.30443 en CUC. Se puede apreciar que los gastos generales de administración ascienden a un total de \$ 82.6483 de ellos \$11.9381 en CUC donde los gastos de distribución de ventas representan un costo total de \$ 16.5297 de ellos \$8.2648 en CUC.

Por lo que se tiene como costo total de producción del molde de \$ 851.37 y de ellos \$ 300.44 en CUC y finalmente en caso de comercializar esta herramienta, saldría al mercado con un precio total de \$ 951.51 y de ellos \$ 330.49 en CUC.

En esta investigación se utilizará el Índice de Rentabilidad o Costo/Beneficio (B/C), como también suele denominarse. El análisis B/C es una técnica importante dentro del ámbito de la teoría de la decisión. Pretende determinar la conveniencia de un proyecto mediante la enumeración y valoración posterior en términos monetarios de todos los costes y beneficios derivados directa e indirectamente de dicho proyecto, prestando atención a la importancia y cuantificación de sus consecuencias sociales y/o económicas.

La razón B/C o índice neto de rentabilidad es un cociente que se obtiene al dividir el Valor Actual de los Ingresos totales netos o beneficios netos (VAI) entre el Valor Actual de los Costos de inversión o costos totales (VAC) de un proyecto. Se considera que:

$$B/C = VAI / VAC$$

Según el análisis costo-beneficio, un proyecto o negocio será rentable cuando la relación costo-beneficio es mayor que la unidad. Por lo que si $B/C > 1$, el proyecto es rentable.

Para la evaluación del proyecto propuesto se tuvo en cuenta varias premisas como son:

- la evaluación se realizó en moneda total.
- se aplicó el 12.5 % estipulado por el Ministerio de Finanzas y Precios (MFP) como contribución a la seguridad social.
- la inversión se analiza para cinco años de vida útil.
- se aplicó el 10% como impuesto sobre el salario establecido en la Ley 73 del Sistema Tributario.

- la tasa de actualización utilizada para el estudio es del 12 %.
- como margen comercial se estableció el 10% por encima del costo en CUC.
- para calcular el factor de actualización se ha utilizado la fórmula $\sum IT / (1 + k)^n$, donde k es la tasa de actualización y n el número de años que se evalúa la inversión.

Según los resultados obtenidos anteriormente y que se presentan en la siguiente tabla, es que se obtiene el índice de rentabilidad.

Conceptos	Valores(MT)
Ingresos anuales	\$ 950.51
Costos anuales	\$ 851.37
Ingresos totales actualizados	\$ 2697.247
Costos totales actualizados	\$ 2415.919

Tabla 3.10 Resumen de valores obtenidos.

$$B/C = \$ 26997.247 / \$ 2415.919$$

$$B/C = 1.17$$

Como se puede observar, el índice de rentabilidad es mayor que 1, por lo que la propuesta de diseño del molde para la fabricación de la junta de goma es viable ya que los ingresos que se generan superan los costos incurridos.

3.6 Conclusiones parciales.

1. Se realizó el diseño del molde de compresión de la junta del vaso del helicóptero MI-17 teniendo en cuenta la metodología planteada.
2. El costo total del molde de compresión es de \$ 851.37, y de ellos 300.44 en CUC.
3. Al realizar el análisis de costo/beneficio, se obtuvo un índice de rentabilidad mayor que 1, por lo que es factible la fabricación del molde.

CONCLUSIONES GENERALES

1. En la búsqueda bibliográfica realizada se pudo indagar sobre aspectos relacionados al proceso de moldeo por compresión, en específico con las principales características del proceso, tipos de moldes y sus aplicaciones.

2. Se realizó un análisis de metodologías de diseño de moldes de compresión para piezas de goma, con el siguiente resultado:

- En las Normas sobre Prototipos y Partes de Diseño de Moldes para Moldeo por Compresión, del Ministerio de la industria Básica solo se presentan las medidas normalizadas de insertos, placas, columnas, bujes y bisagras, con tablas y figuras representativas.

- La metodología desarrollada por Enrique Gómez se enfoca solamente al cálculo detallado del número de cavidades del molde, y recomendaciones sobre los espesores de las paredes de las cavidades y de las placas componentes de los moldes.

Por lo que en ninguna de estas metodologías se realiza el análisis de la pieza, el cálculo y diseño de las asas, diseño de la cavidad para el sobrante de goma, la selección de la prensa y sus características técnicas, y el cálculo de la altura total del molde.

3. Se elaboró una metodología para el diseño de moldes de compresión para la fabricación de piezas de goma que incluye: el análisis de la pieza, selección del material, y la selección y diseño de los elementos que componen el molde.

4. Se realizó el diseño del molde de compresión de la junta del vaso del helicóptero MI-17 según la metodología elaborada.

5. Se realizó el análisis del costo de fabricación del molde obteniéndose un valor de \$ 851.37 y de ellos 300.44 en CUC, demostrándose que a partir del análisis de costo/beneficio, es factible la fabricación del molde ya que el índice de rentabilidad es mayor que 1.

RECOMENDACIONES

1- Proponer a la dirección del taller de moldes y troqueles de la INPUD, realizar una valoración de la metodología propuesta para el diseño de moldes de compresión para la fabricación de piezas de goma para su posterior utilización en el proceso de producción.

BIBLIGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

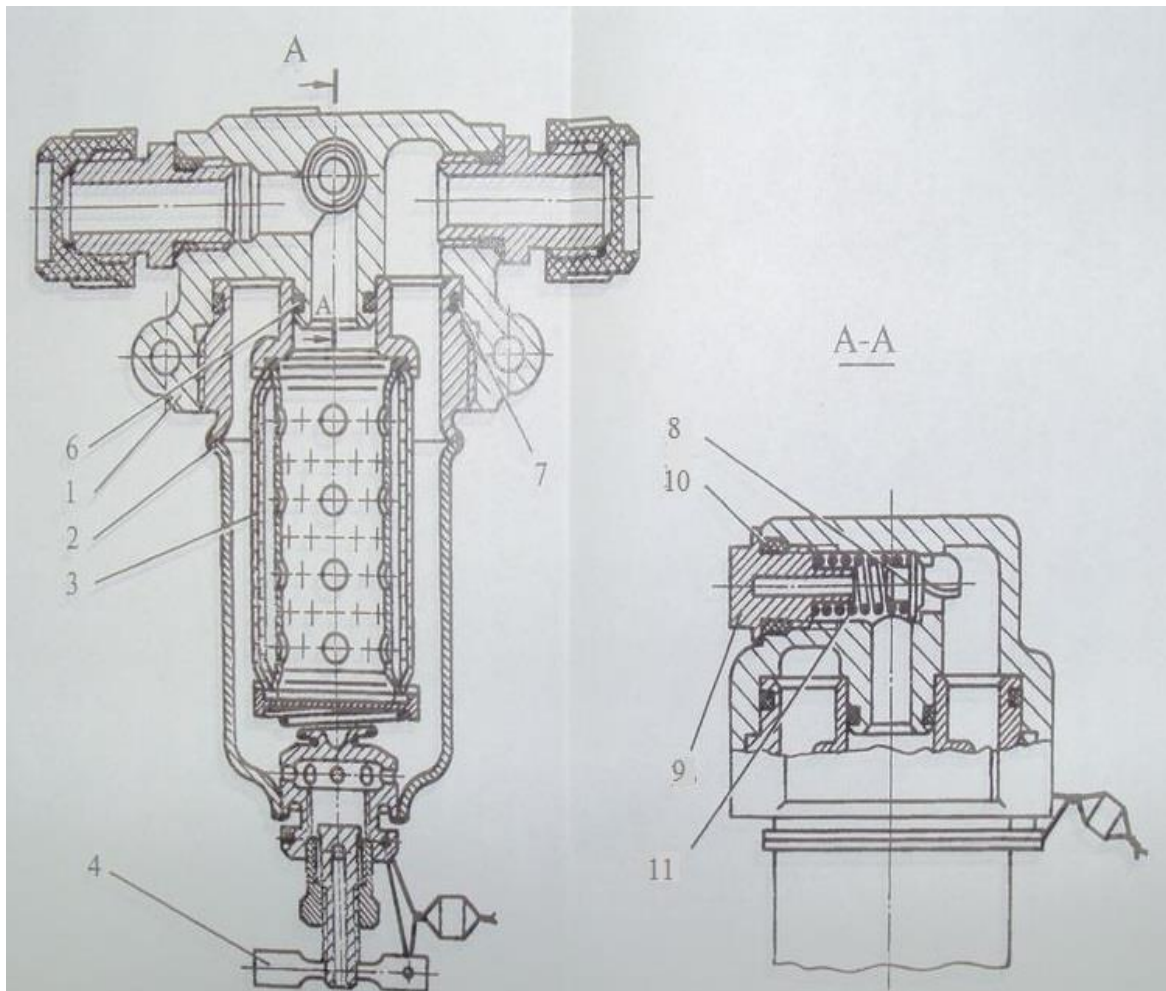
1. Marcilla, M.B.y. A., *Tecnología de polímeros* Tema 6. 1990.
2. "PLENCO", *Moldeo por Compresión*, in *PLASTICS ENGINEERING COMPANY* 2008-2009: S H E B O Y G A N , W I S C O N S I N 5 3 0 8 2 - 0 7 5 8 U . S . A p. 20.
3. "PLENCO", *Consejos para el Diseño de Moldes de Compresión Termoendurecida*, in *PLASTICS ENGINEERING COMPANY*. 2008-2009: S H E B O Y G A N , W I S C O N S I N 5 3 0 8 2 - 0 7 5 8 U . S . A p. 20.
4. Vazquez, R., *Moldeo por compresión y transferencia* 2012.
5. Lokensgard, R., *Industria del Plástico*. 1999.
6. Fuentes, M., *Moldeo por compresión*, in *Tecnología de los plásticos*. 2011.
7. Gómez, E., *Diseño de Moldes para plásticos y goma*. 1979.
8. Básica, M.d.l.i., *Moldeo por compresión y transferencia* 1980.
9. Hernandez, J.M., *Selección de elementos normalizados* 1980.
10. Hernandez, J.M., *Manual de Normas y tablas técnicas* 1980.
11. León, J.P. *Tecnología utilizada en la fabricación de piezas moldeadas de goma* 1988.
12. Garcia, J.V.G.y.C.M., *Catálogo de productos JC (ecatec)*. 2014.
13. *The Neuroscience of Learning*. 2010.
14. *Essential Training*. 2013.
15. Arroyo, M.A.R., *Los polímeros*.
16. ASM, M.H. *ASM NTERNATIONAL*. 1989.
17. Buelvas, F.J.V. *Moldeo por compresión*. 2013.
18. Calderón, A.C., *Moldeo por compresión*.
19. Cristinagf 93, *Los plásticos*
20. Groover, M.P. *FUNDAMENTOS DE MANUFACTURA MODERNA*. 2000.
21. Guest627dd1, *Los plásticos*.
22. Mirgot, T.G. *Ciencias y tecnologías*. 1988.
23. Perez, P., *Moldeado*.
24. Perez, S.B.P.y.S.L., *Diseño de moldes para plásticos y gomas* 1988-1989.
25. Pérez, V., *Moldeo por compresión y soplado*

26. Rafael Juan (Responsable de moldes de Plásticos Mondragón, S.A., *Moldes para compresión de termoestables*. 1995. p. 10.
27. Ruso, E., *Motor de turbina Provista del eje TB3-117,Bk-2500*. manual de empleo tecnico 078.00.5700 pe1.
28. Técnico, D., *Normas de dibujos técnicos*
29. Técnico, D., *Normas básicas de intercambiabilidad; Ajustes y Tolerancias*
30. Valencia., D.d.I.M.U.d. *Procesos de Manufactura*. 2010.
31. Wikiversidad. *Diseño, Cálculo y Fabricación de Piezas y Productos Plásticos*. 2015.

ANEXOS

MINISTERIO DE FINANZAS Y PRECIOS MINISTERIO DE ECONOMIA Y PLANIFICACION FICHA PARA PRECIOS Y SU COMPONENTE EN PESOS CONVERTIBLES.			
EMPRESA: INPUD	Descripción del Producto: Modulo Olla		
Código: 103.0.1125	Arrocera # 1		
Organismo: SIME			
Plan de Producción:	Código:		
Producción período anterior:	UM: Uno		
Capacidad instalada:	% de capacidad utilizada:		
Concepto de gastos	Fila	Moneda total	De ello: CUC
1	2	3	4
Materia Prima y Materiales	1	468,3454	233,8123
Materias primas y materiales fundamentales	1,1	450,1405	233,8123
Combustibles y lubricantes	1,2	0,0000	0,0000
Energía eléctrica	1,3	18,2050	0,0000
Agua	1,4	0,0000	0,0000
Sub total (Gastos de elaboración)	2	383,0197	66,6320
Otros Gastos directos	3	0,0000	3,0519
Depreciación	3,1	0,0000	
Arrendamiento de equipos	3,2		
Ropa y calzado (Traba. Directos)	3,3		3,0519
Gastos de fuerza de trabajo	4	100,1789	13,0729
Salarios	4,1	91,8314	
Vacaciones	4,2	8,3475	
Estimulación en Divisas	4,5		13,0729
Gastos indirectos de producción	5	183,6629	30,3044
Depreciación	5,1	9,1831	
Mantenimiento y reparación	5,2	33,0593	16,8052
Gastos generales y de administración	6	82,6483	11,9381
Combustibles y lubricantes	6,1	1,2856	1,2856
Energía eléctrica	6,2	0,0918	0,0918
Depreciación	6,3	3,8569	
Ropa y Calzado	6,4		0,0010
Alimentos	6,5		0,2939
Otros	6,6	77,4139	10,2657
Gastos de Distribución y Ventas	7	16,5297	8,2648
Combustibles y lubricantes	7,1	0,8265	0,8265
Energía eléctrica	7,2		
Depreciación	7,3	10,1933	
Ropa y Calzado	7,4		0,1526
Otros	7,5	5,5099	7,2858
Gastos Bancarios	8		
Gastos Totales o Costo de Producción	9	851,37	300,44
Margen utilidad s/ base autorizada	10	76,6039	
Contribución a la Seguridad Social (12.5%)		12,5224	
Impuesto sobre el Salario (10,0%)		10,0179	
PRECIO	11	950,51	
% Sobre el gasto en divisas (10%)	12		30,0444
COMPONENTE EN PESOS CONVERTIBLES	13		330,49
Aprobado por: Marisel Montero Lago	Firma:	Cargo: Directora	Fecha:

Anexo 1 Ficha para precios y su componente en pesos convertibles.



Anexo 2 Esquema del filtro.

Dónde:

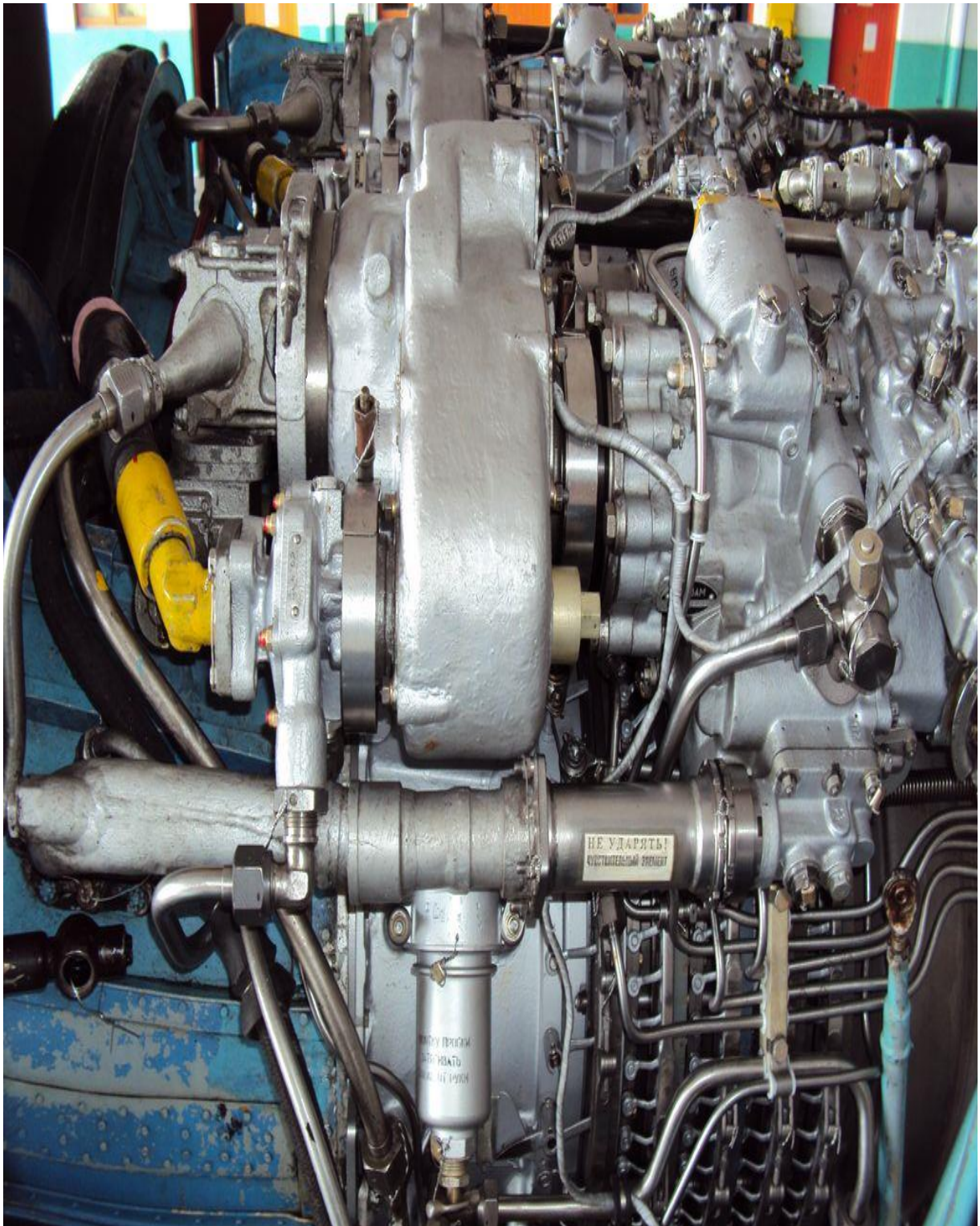
- 1-Tapa
- 2-Vaso
- 3-Elemento filtrante
- 4-Valvula de vaciado
- 5-Camisa protectora
- 6-Anillo de empaquetadura
- 7- Anillo de empaquetadura
- 8-Valvula de derivación
- 9-Tapon
- 10- Anillo de empaquetadura
- 11-Muelle



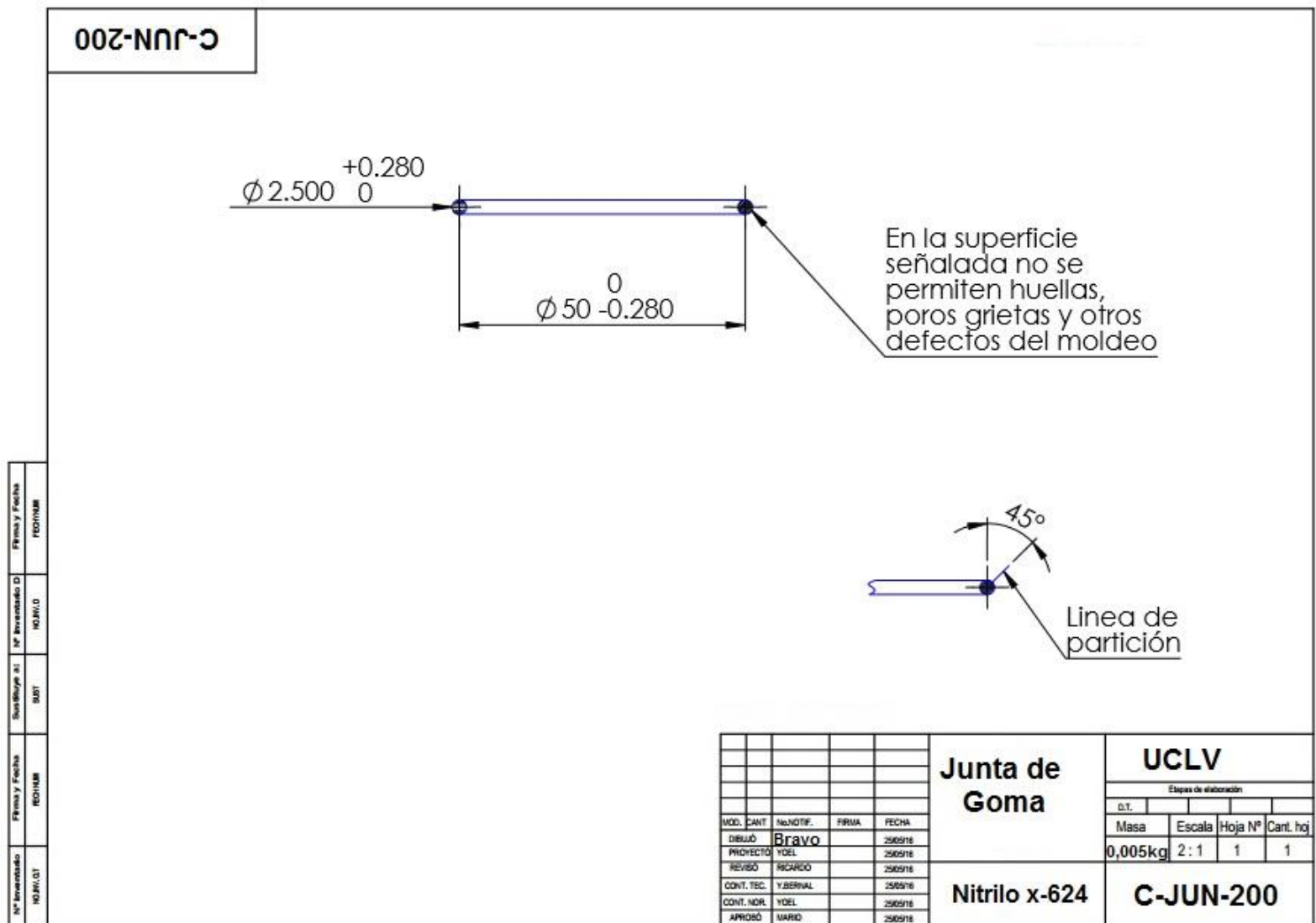
Anexo 3. Vaso, junta y elemento filtrante.



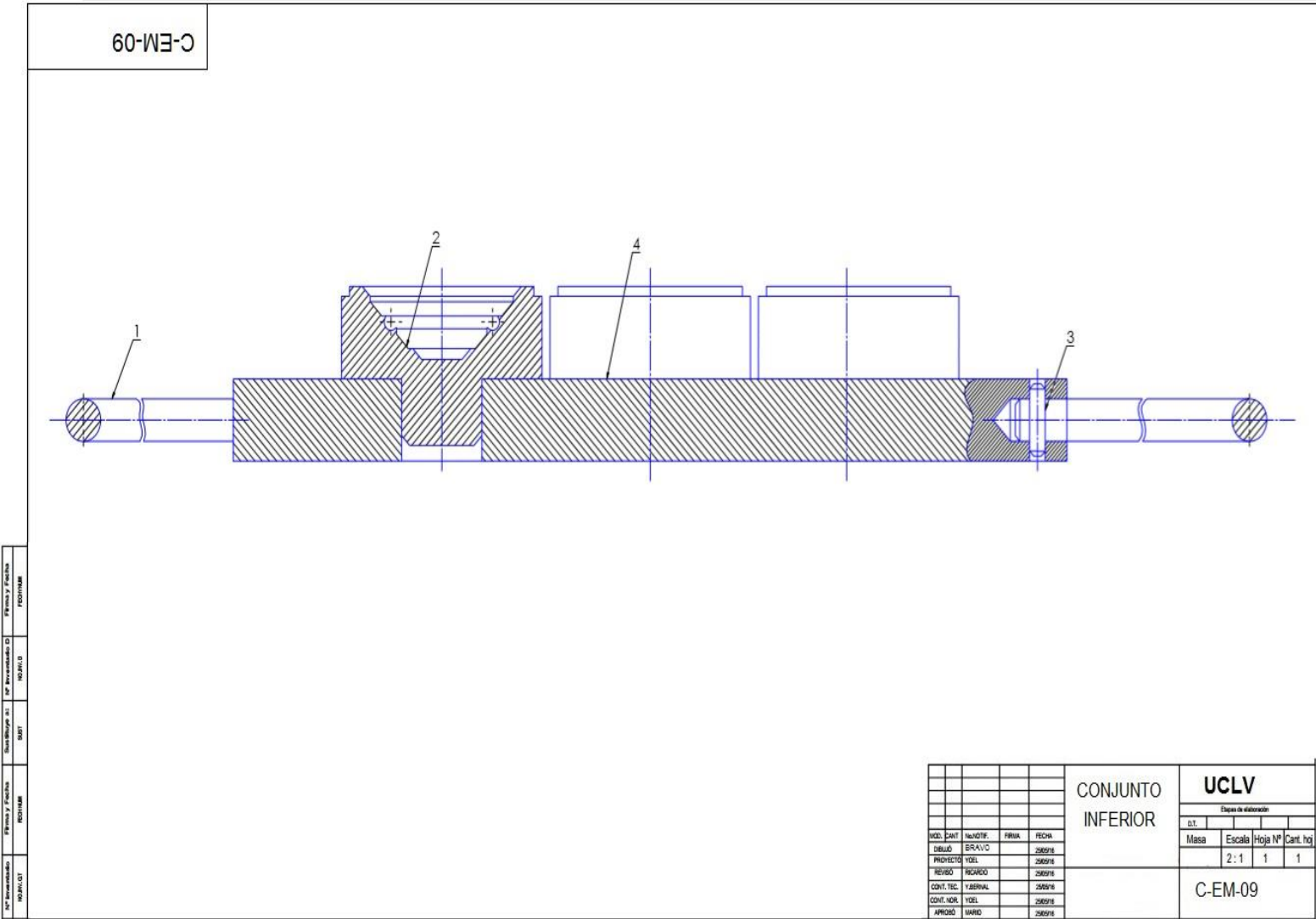
Anexo 4. Filtro ensamblado en el motor.



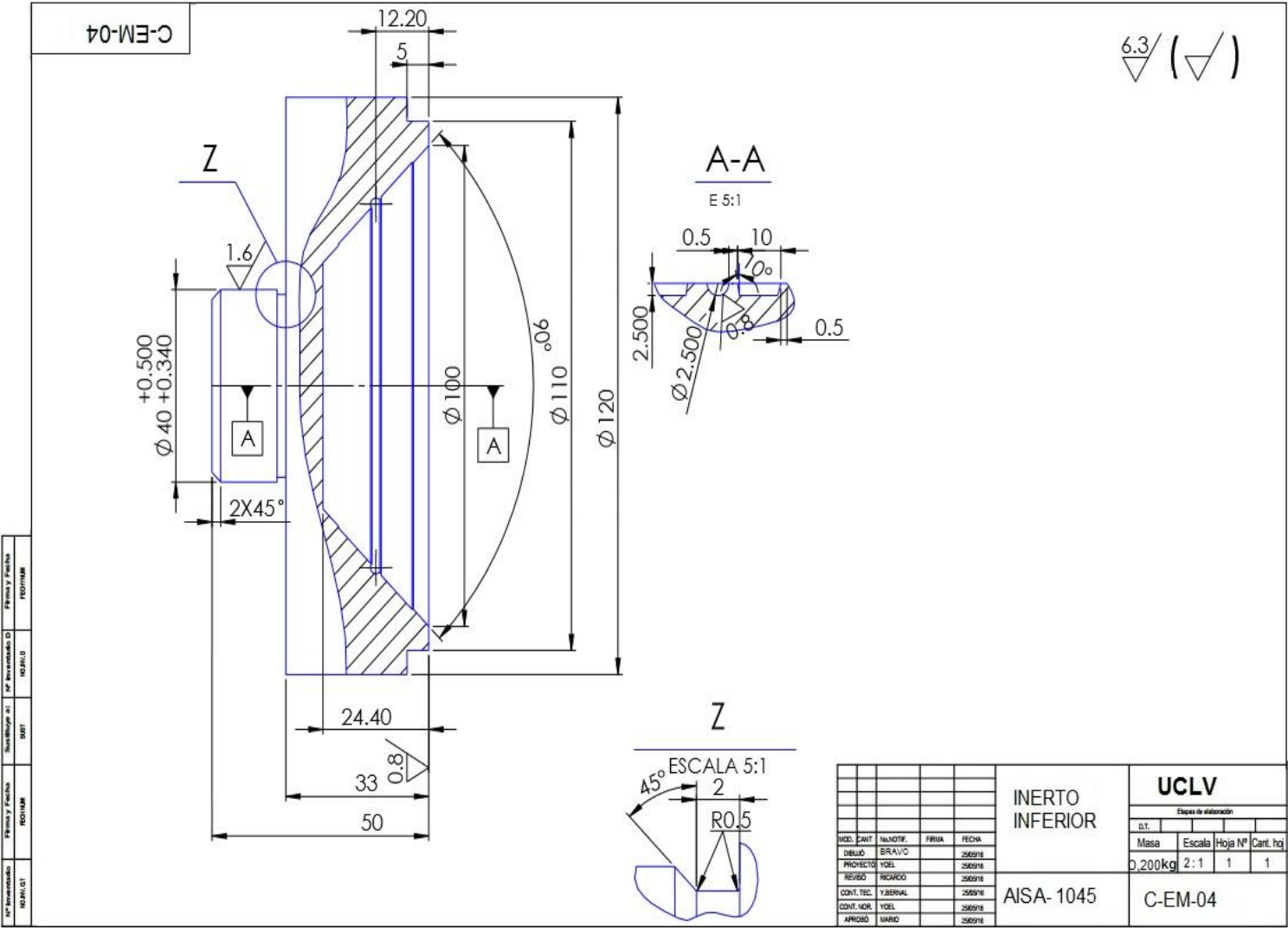
Anexo 5. Filtro de combustible en el motor.



Anexo 6. Diseño de la pieza.

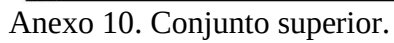


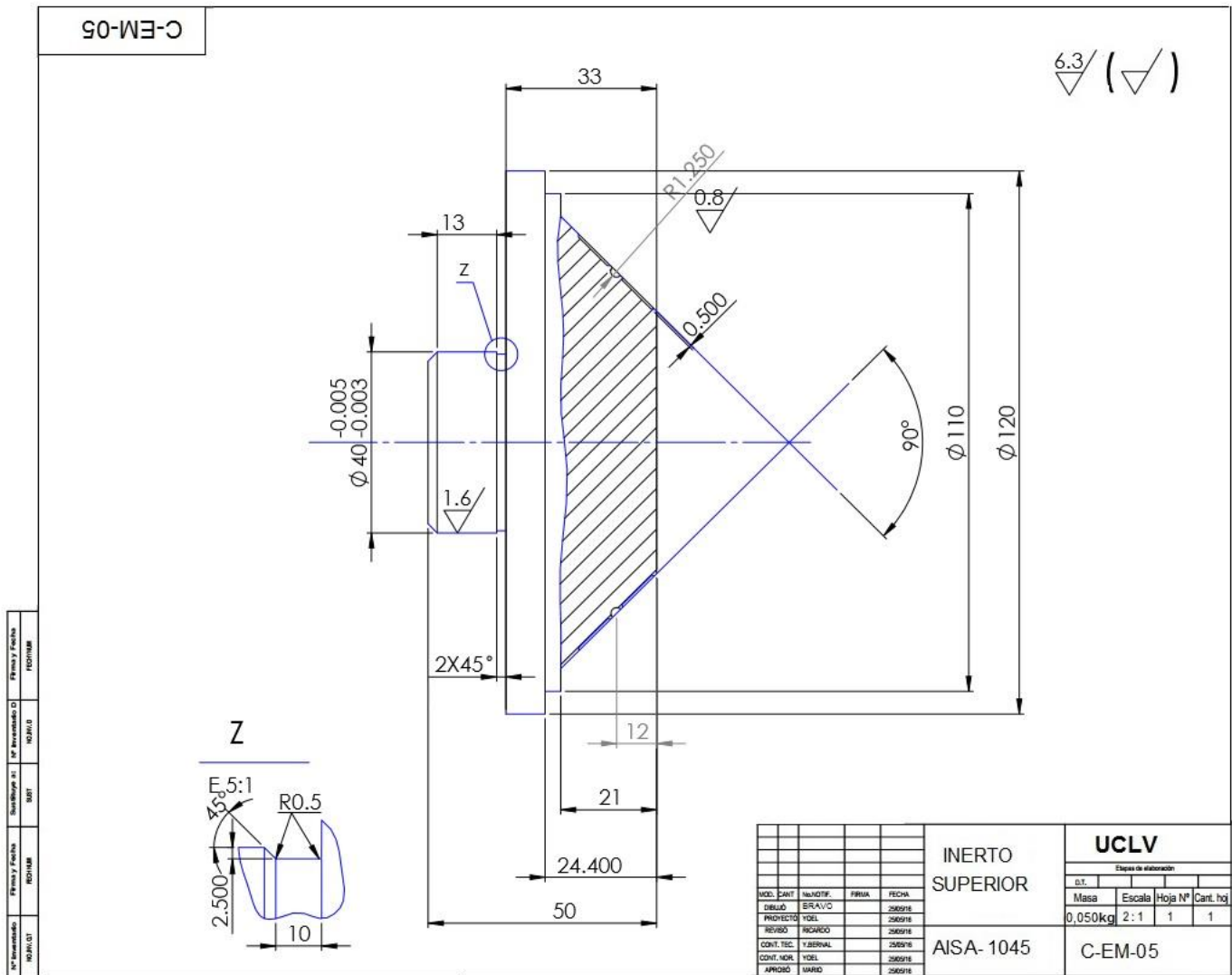
Anexo 7. Conjunto inferior.



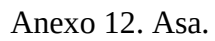
Anexo 8. Inserto inferior.



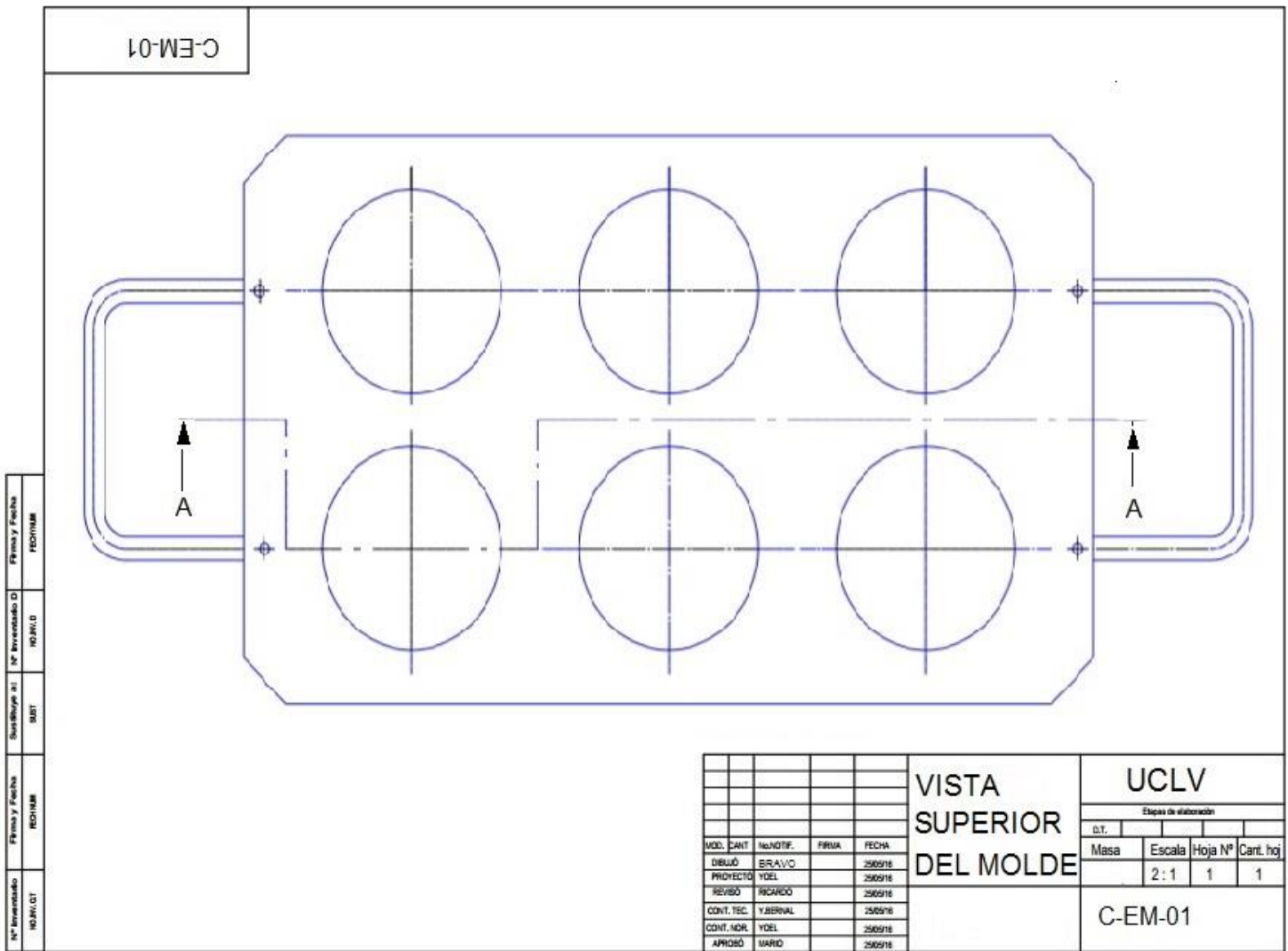




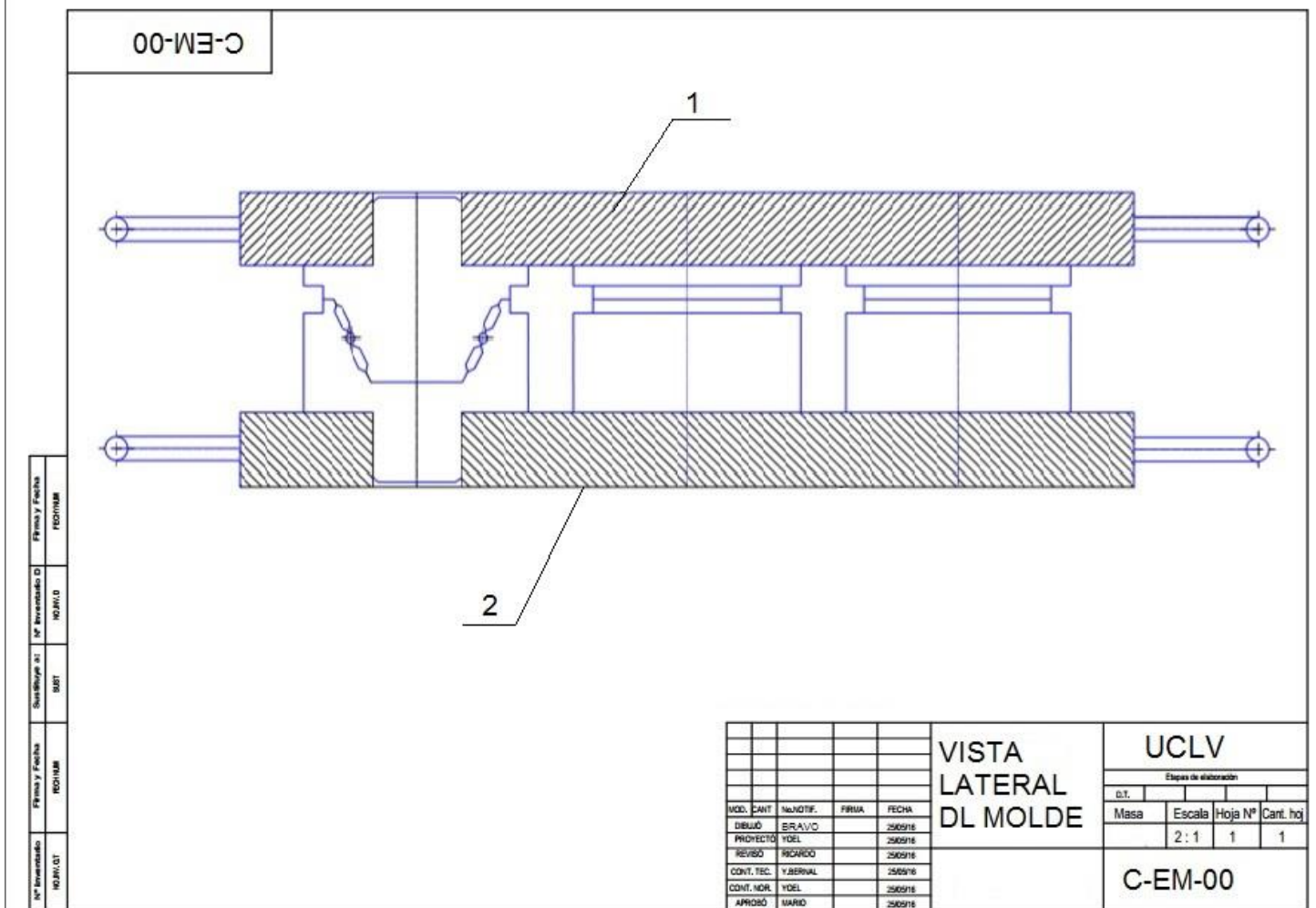
Anexo 11. Inserto superior.



Anexo 13. Pasador.



Anexo 14. Vista superior del ensamble del molde.



Anexo 14 Vista lateral del ensamble del molde.