



**Escuela Superior de Tecnología y Ciencias
Experimentales Grado en Ingeniería Mecánica**

TRABAJO FINAL DE GRADO

**DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN
MOLDE/PORTAMOLDE MODULAR
PARA CAMBIO RÁPIDO DE
PRODUCTO EN INYECCIÓN DE
PLÁSTICOS**

Autor: Adrián Llopis Calvo

Tutor: José Vicente Abellán Nebot

Castellón, Octubre de 2022

ÍNDICE GENERAL

MEMORIA	3
ANEXOS	139
PLIEGO DE CONDICIONES	155
PRESUPUESTO	160
PLANOS	167

MEMORIA

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. OBJETIVO	6
2. ALCANCE DEL PROYECTO	6
3. ANTECEDENTES	7
4. INTRODUCCIÓN	8
4.1. EL PROCESO DE INYECCIÓN DE PLÁSTICOS	8
4.2. PARTES DE UNA MÁQUINA INYECTORA DE PLASTICO	10
4.2.1. Elementos de la máquina inyectora	11
4.3. TIPOS DE MOLDE DE INYECCIÓN	17
5. REQUISITOS DE DISEÑO DEL PORTAMOLDES	23
5.1. REQUISITOS DEFINIDOS POR LA INYECTORA A EMPLEAR	23
5.2. REQUISITOS DEFINIDOS POR EL ÁREA DE INGENIERÍA DE PROCESOS	25
6. PROPUESTA Y ANÁLISIS DE SOLUCIONES	26
6.1. PROPUESTAS DE MOLDES	26
6.2. COMPATIBILIDAD ENTRE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS	51
7. SOLUCIÓN FINAL	60
7.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PORTAMOLDE	60
7.1.1. Parte fija del montaje general del portamolde	61
7.1.2. Parte móvil del montaje general del portamolde	71
7.1.3. Montaje de la parte general del portamolde	82
7.1.4. Vistas explosionadas de la parte general del portamolde	83
7.2. CONFIGURACIÓN 1	85
7.2.1. Montaje de la configuración 1 del portamolde	99
7.2.2. Vista explosionada de la configuración 1 del portamolde	100

7.3. CONFIGURACIÓN 2	101
7.3.1. Montaje de la configuración 2 del portamolde	112
7.3.2. Vista explosionada de la configuración 2 del portamolde	113
7.4. CONFIGURACIÓN 3	114
7.4.1. Montaje de la configuración 3 del portamolde	119
7.4.2. Vista explosionada de la configuración 3 del portamolde	120
7.5. CONFIGURACIÓN 4	121
7.5.1. Montaje de la configuración 4 del portamolde	127
7.5.2. Vista explosionada de la configuración 4 del portamolde	128
8. PLANIFICACIÓN DE LA FABRICACIÓN	130
8.1. ELEMENTOS COMERCIALES Y A FABRICAR	130
8.2. FABRICACIÓN DE LOS EXPULSORES	131
9. CASO DE ESTUDIO	132
10. VIABILIDAD ECONÓMICA	135
11. CONCLUSIONES	137
12. BIBLIOGRAFÍA	138

1. OBJETIVO

En este Trabajo Final de Grado se tiene como objetivo el diseño y fabricación de un portamolde de cambio rápido para la inyectora de plásticos situada en el laboratorio del área de ingeniería de procesos de fabricación de la Universitat Jaume I.

Este portamolde permitirá a los alumnos de grado y máster materializar sus propios diseños de piezas de inyección de plásticos al facilitar el montaje de moldes de manera rápida en la inyectora. Actualmente el uso de la inyectora está limitado a la inyección sobre un único molde, y la adopción del nuevo sistema portamolde permitirá ampliar su uso a diferentes tipos de piezas a nivel de prototipo.

2. ALCANCE DEL PROYECTO

Este proyecto contendrá el diseño y fabricación de un portamolde de cambio rápido. Para hacer el diseño del portamolde se plantearán diferentes configuraciones, las cuales se analizarán todas para ver las configuraciones que pueden ser compatibles entre sí y seleccionar varias de estas para poder diseñar el portamoldes más adecuado.

Los aspectos que se cubrirán en este proyecto serán los siguientes:

- ❖ Análisis de todas las alternativas de portamoldes.
- ❖ Análisis de las alternativas de portamolde que son compatibles.
- ❖ Diseño de un portamoldes.
- ❖ Cálculo de las presiones y deformaciones a las que se ve sometido el portamolde.
- ❖ Planificación de las piezas que se fabricarán en el laboratorio.
- ❖ Caso de estudio del uso del portamolde para una pieza concreta.
- ❖ Elaboración de un presupuesto tanto del material comprado como de los costes de fabricación de las piezas realizadas en el laboratorio.
- ❖ Elaboración de los planos de las piezas.

3. ANTECEDENTES

La Universitat Jaume I posee una inyectora de plásticos en el laboratorio del área de ingeniería de procesos de fabricación, la cual, contiene un molde instalado para la fabricación de palas de hockey. El proceso del cambio del molde para instalar otro molde, en este caso para probetas de plástico, es complejo y requiere de varios operarios y una pluma industrial debido a que el peso del molde es alto. En la siguiente imagen se puede observar como se retira un molde de la inyectora.



Imagen 1 M. Proceso de retirar un molde de la inyectora

En el área de ingeniería de los procesos de fabricación se ha decidido realizar un portamoldes para poder efectuar de una manera rápida y eficiente los cambios de molde. Este portamoldes deberá permitir diferentes configuraciones de molde, desde moldes de geometrías muy sencillas hasta moldes más complejos que requerirán de un sistema de expulsores y un sistema de refrigeración, para que así los alumnos de grado y máster puedan diseñar, fabricar y montar sus propios moldes sin el inconveniente de tener que cambiar todo el portamoldes de la inyectora.

Aunque existen en el mercado soluciones de portamoldes con cambio rápido de molde, debido al coste económico de estos, se desea diseñar un portamoldes específico que sea parcialmente fabricado dentro del laboratorio de fabricación con algunos componentes comerciales a adquirir.

4. INTRODUCCIÓN

4.1. EL PROCESO DE INYECCIÓN DE PLÁSTICOS

En el proceso de inyección se fabrican piezas de plástico a partir de la inyección de material fundido en las cavidades de un molde, posteriormente cuando solidifique el material, se extraerá la pieza manualmente o con expulsores.

Las etapas que componen el ciclo de obtención de una pieza de plástico a través de una inyectora son las siguientes:

- 1) En primer lugar se cierra el molde. Para realizar un cierre correcto del molde, este proceso se hará en tres fases diferentes. Primero se cerrará el molde a alta velocidad y a baja presión, posteriormente se continuará cerrando pero a baja velocidad y baja presión, hasta que las dos partes del molde contacten, y por último se aumentará significativamente la presión para así asegurar la compactación del molde.

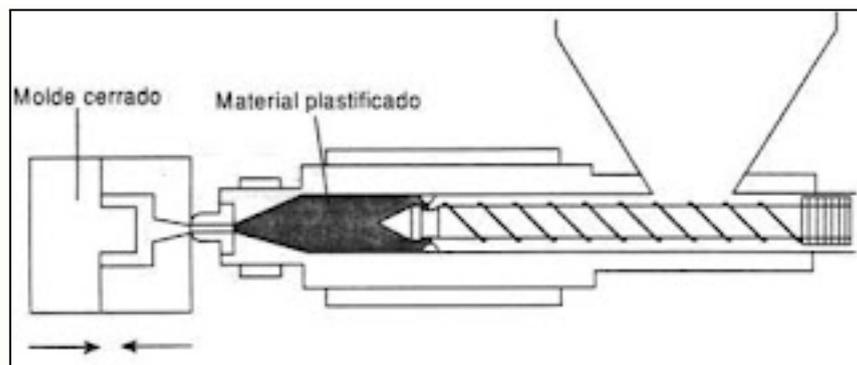


Imagen 2 M. Cierre del molde [1]

- 2) El tornillo o husillo dejará de girar y empujará con la fuerza necesaria al material fundido hacia la boquilla por la cual entrará el material a la cavidad del molde. En esta etapa el tornillo actuará como si fuera un pistón.

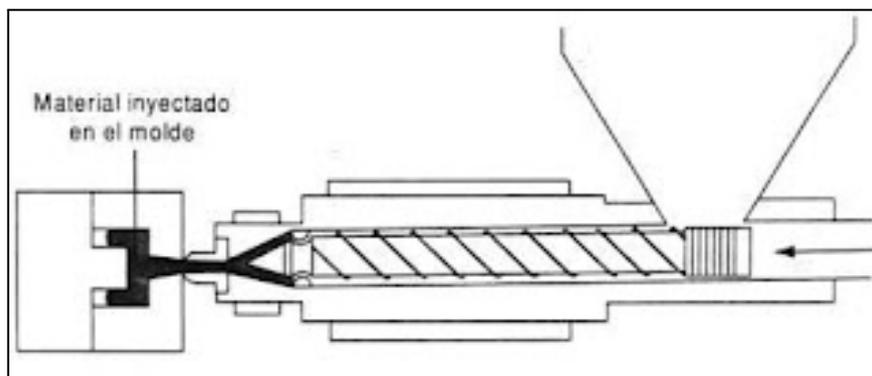


Imagen 3 M. Inyección del material al molde [1]

- 3) Después de que la cavidad del molde esté completamente llena, el tornillo mantendrá su posición para así poder aplicar una presión que será menor que la presión de inyección pero suficiente para que en la pieza no ocurra ningún defecto como la contracción. Esta presión se retirará cuando la pieza empiece a solidificar.

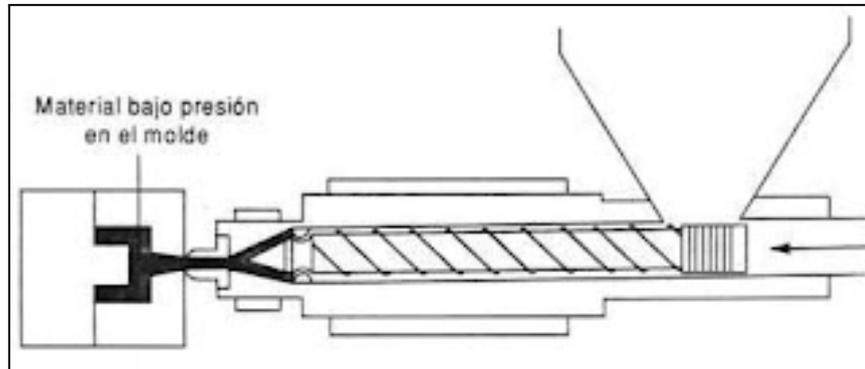


Imagen 4 M. Aplicación de presión hasta solidificación [1]

- 4) Mientras la pieza solidifica por completo, los granos del material entrarán a la inyectora en estado sólido a través de la tolva y se transportarán a la zona donde se inyectará el material fundido al molde para inyectar una nueva pieza. Durante este transporte el material en estado sólido se fundirá.

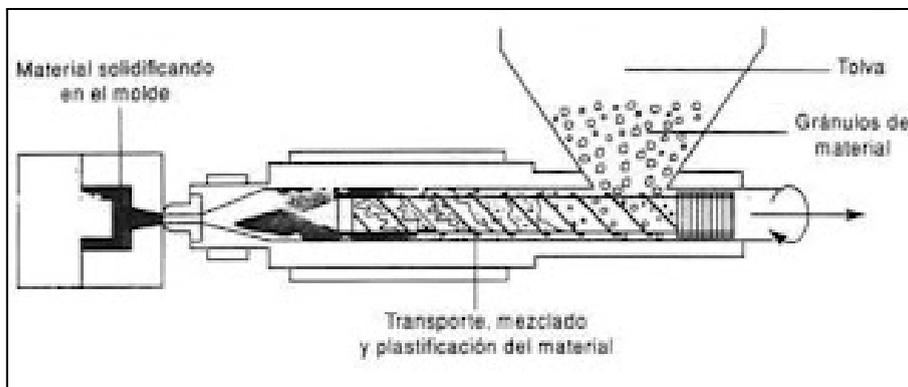


Imagen 5 M. Carga y fusión del material [1]

- 5) El calor que genera la pieza al enfriarse se disipará con la ayuda del sistema de refrigeración que tiene el molde. Cuando la pieza se enfríe por completo, la parte móvil de la inyectora se abrirá y se extraerá la pieza con la ayuda de los expulsores o con la ayuda de un operario que retire la pieza.

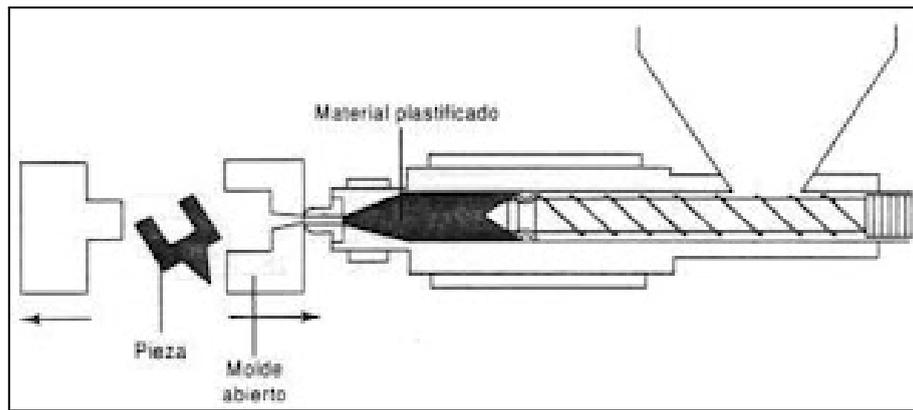


Imagen 6 M. Extracción de la pieza [1]

6) Se vuelve a cerrar el molde y el ciclo vuelve a empezar desde el primer paso.

4.2. PARTES DE UNA MÁQUINA INYECTORA DE PLÁSTICO

En la inyectora se pueden diferenciar cinco partes, aunque la unidad de inyección y la unidad de cierre son las más importantes.

- Unidad de inyección: Las principales funciones de la unidad de inyección son plastificar el material e inyectar el material fundido en la cavidad del molde.
Esta parte está compuesta principalmente por una tolva, que es por donde se añade el material a la inyectora y por un tornillo o husillo que transportará el material dentro de la inyectora gracias a su rotación y que cuando deje de rotar actuará como un pistón para inyectar el material fundido en el molde aplicando la fuerza y presión necesaria.
- Unidad de molde: La unidad de molde contiene el molde en el cual se producirá la pieza deseada, este molde contendrá una cavidad cuyas dimensiones serán idénticas a las de la pieza a producir.
- Unidad de cierre: Es la parte encargada de abrir, cerrar y soportar el molde para poder realizar las piezas, mantener cerrado el molde durante la inyección, solidificación y enfriamiento del material y también contiene el sistema de expulsión para facilitar la extracción de la pieza cuando esté terminada.
La unidad de cierre puede ser accionada por un sistema hidráulico, por una rodillera, eléctricamente o hidromecánicamente.
- Unidad de potencia: Incluye todos los contactores necesarios para poder activar todos los motores que componen la inyectora.
- Unidad de control: Es la parte donde se fijan y controlan los diferentes parámetros del ciclo de inyección como temperaturas, presiones, tiempos, velocidades o recorridos.

4.2.1. Elementos de la máquina inyectora

- **Husillo:**

El husillo o tornillo es una parte importante de la inyectora ya que es el elemento encargado de transportar el material desde la tolva hasta la zona donde se inyectará el material, durante este transporte el husillo también fundirá el material.

El transporte del material se puede realizar gracias a que el husillo tiene una geometría helicoidal y está girando continuamente.

Además en el momento en el que se produce la inyección del material fundido a la cavidad del molde, el husillo es el encargado de empujar el material hacia el molde haciendo la presión necesaria para ello, en este caso el husillo actúa como un pistón. En este caso el husillo no girará sino que aplicará la presión necesaria sobre el material fundido para que el material se inyecte en el molde.

En el husillo se diferencian tres partes:

- ❖ Zona de alimentación: Es la zona más cercana a la tolva, por la cual entrará el material en forma de granos sólidos.
- ❖ Zona de compresión: En esta parte el diámetro del husillo aumenta para lograr una compresión del material que ocasione la fusión del material debido a la fricción que se genera. En esta zona también es necesario que entre el husillo y el material fundido no haya rozamiento.
- ❖ Zona de dosificación: En esta zona se produce la mezcla de los materiales que se insertaron previamente en la tolva.

Las dimensiones de estas partes dependen del tipo de material utilizado.

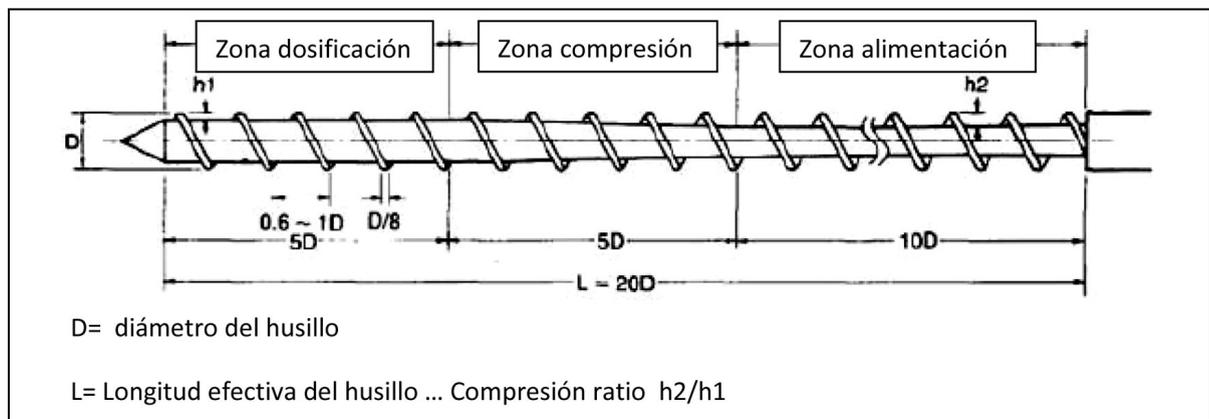


Imagen 7 M. Partes del husillo [3]

- **Tolva:**

La tolva es un depósito con una geometría que suele ser rectangular al inicio y cónica en la parte final donde se introduce y distribuye la materia prima con la que se realizan las piezas. Todo el material que se introduzca en la tolva será en forma de gránulos.

El proceso del vertido del material a la tolva puede ser manual cuando el vertido del material lo realiza un operario o automatizado si se cuenta con los equipos necesarios para distribuir el material de forma automática.



Imagen 8 M. Tolva [7]

- **Válvula antirretorno:**

La válvula antirretorno es un elemento situado en la punta del husillo que se encargará de permitir el paso del material del husillo a la boquilla de inyección. También permitirá que el material no fluya hacia atrás cuando se realice el proceso de inyección.

Es uno de los elementos que necesita un mantenimiento correcto, ya que si la válvula sufre algún tipo de defecto y no deja pasar la cantidad necesaria de material para llenar el molde, la pieza obtenida tendrá defectos.



Imagen 9 M. Válvula antirretorno [8]

- **Barril de inyección:**

El barril de inyección es un elemento de geometría cilíndrica y hueca que contiene al husillo en su interior, por tanto este elemento soporta altas presiones y altas temperaturas ya que el material fundido circula por dentro de este elemento.

Además, en el exterior del barril de inyección se colocarán unas bandas calefactadas cuya función será conservar el material fundido en todo momento manteniendo su temperatura.

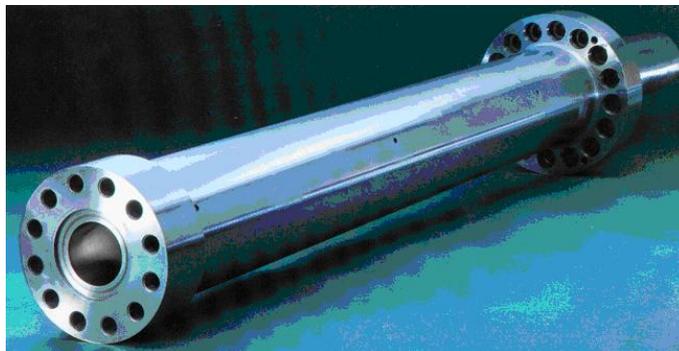


Imagen 10 M. Barril de inyección [1]

- **Boquilla:**

La boquilla es un elemento situado al final del barril de inyección por el cual se inyecta el material fundido a la cavidad del molde.

Se diferencian tres tipos de boquilla:

- ❖ **Boquilla de canales abiertos:** Es el tipo de boquilla más utilizado ya que es más corta y el paso del material es más eficaz. El corto tamaño de este tipo de boquilla es debido a que no requiere de ningún elemento que administre la inyección del material fundido al molde.

- ❖ Boquillas con interrupción interna: En este tipo de boquilla el paso del material no es continuo ya que dentro de la boquilla habrá un resorte que controla el flujo del material.
- ❖ Boquillas con interrupción externa: Es un tipo de boquilla muy similar al anterior pero en este caso se controlará el flujo del material con elementos externos como pistones hidráulicos.

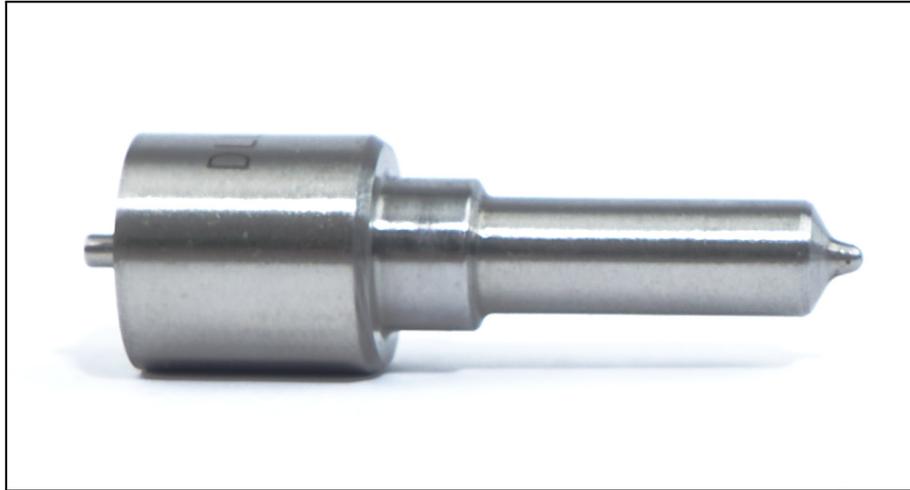


Imagen 11 M. Boquilla [9]

- **Unidad de cierre:**

La unidad de cierre es el sistema encargado de abrir y cerrar el molde para realizar las piezas. Cuando el molde está cerrado este sistema deberá mantener la presión necesaria para asegurar que no exista ningún tipo de fuga del material que se encuentra en la cavidad del molde.

Además, este sistema también contendrá el sistema de expulsión cuya función será facilitar la extracción de la pieza del molde cuando esté finalizada.

El funcionamiento del sistema de expulsión consistirá en que a través del cilindro de sujeción del molde se transmitirá la fuerza necesaria para cuando el molde esté abierto las varillas expulsen la pieza, a continuación cuando se cierre el molde y las varillas contacten con la platina fija, las varillas retrocederán hasta su posición inicial.

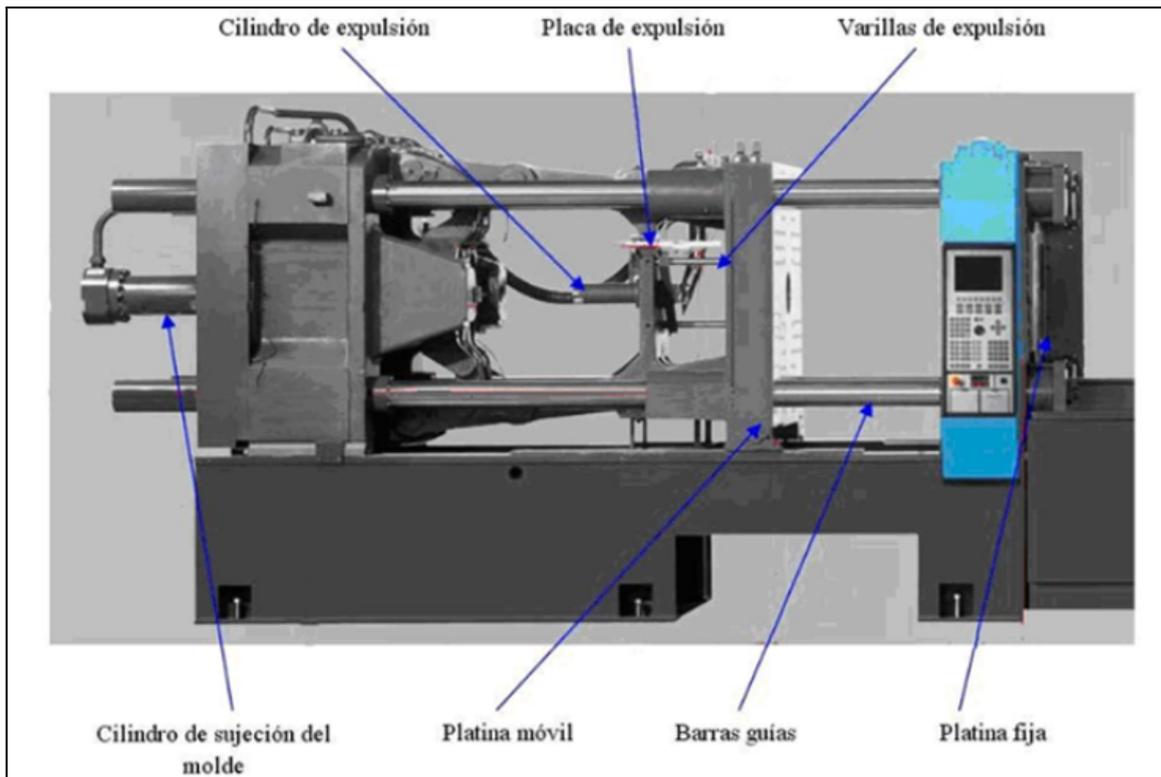


Imagen 12 M. Unidad de cierre [1]

En este sistema está compuesto por los siguientes elementos:

- ❖ **Platina fija:** Es el elemento encargado de sujetar la parte fija del molde y a través del cual se inyectará el material a la cavidad del molde.
- ❖ **Platina móvil:** Es el elemento encargado de sujetar la parte móvil del molde y se realizar movimientos axiales que abrirán y cerrarán el molde.
- ❖ **Barras guías:** Son los elementos que facilitarán que la platina fija y la platina móvil estén alineadas. Además la platina móvil se desplazará a través de las barras guía.
- ❖ **Varillas de expulsión:** Cuando la pieza esté finalizada, las varillas de expulsión serán las encargadas de extraer la pieza del molde.
- ❖ **Placa de expulsión:** Es el elemento que contiene las varillas de expulsión.
- ❖ **Cilindro de expulsión:** Es el elemento que transmite la fuerza necesaria a la placa de expulsión para que las varillas de expulsión separen la pieza del molde para extraerla.
- ❖ **Cilindro de sujeción del molde:** Es el elemento encargado de aplicar y transmitir la fuerza necesaria para abrir y cerrar el molde.

- **Punto de control:**

El punto de control es el elemento donde se ejecutarán todas las tareas que debe de realizar la inyectora. Además, también se podrán introducir y controlar los parámetros de la inyectora como temperaturas, tiempos o presiones.



Imagen 13 M. Punto de control [10]

- **Bancada:**

La bancada es el elemento encargado de sujetar todas las partes de la inyectora.

4.3. TIPOS DE MOLDES DE INYECCIÓN

- **Molde de 2 placas**

Es el tipo de molde más sencillo, donde la pieza obtenida después del proceso tendrá las mismas dimensiones que la cavidad del interior del molde. El molde estará dividido en dos partes principales: La placa fija y la placa móvil. Cuando finalice el proceso de inyección estas dos placas se abrirán y gracias a los expulsores se retira la pieza.

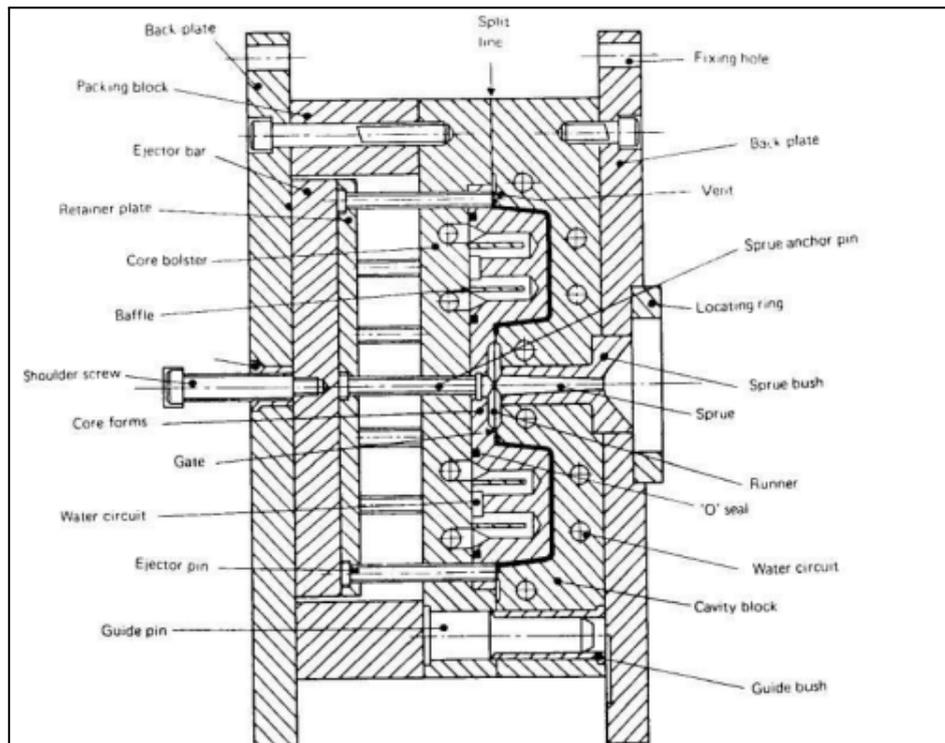


Imagen 14 M. Molde de dos placas [4]

- **Molde de mordazas**

La principal característica de este tipo de moldes es que la separación entre la placa fija y la placa móvil se hace a través de unos elementos desplazables, estos estarán unidos a la placa móvil y la placa fija poseerá los agujeros necesarios para que las dos placas se puedan unir y separar con facilidad.

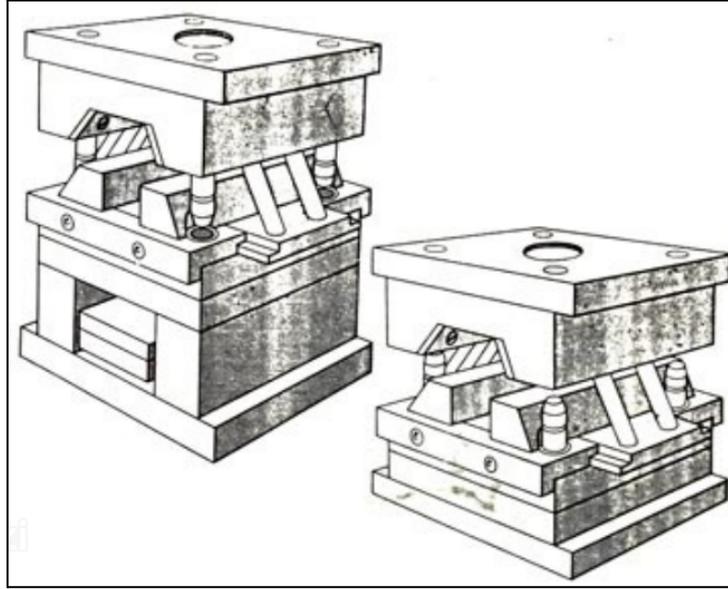


Imagen 15 M. Molde de mordazas [4]

- **Molde de 3 placas**

Este tipo de molde está compuesto por tres placas principales, la placa fija que contiene el bebedero y una parte sistema de alimentación del molde, la placa intermedia que contiene la parte restante del sistema de alimentación y la placa móvil que contiene la pieza.

La principal ventaja de este molde es que el sistema de alimentación y la pieza se separarán automáticamente cuando se expulsa la pieza del molde.

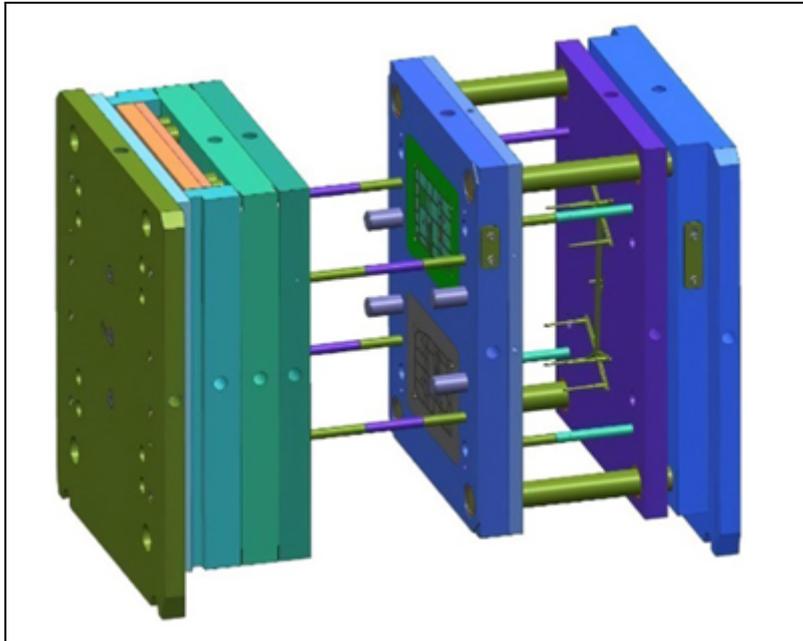


Imagen 16 M. Molde de 3 placas [12]

- **Molde de extracción por segmentos**

En este tipo de moldes una vez la pieza está acabada, el proceso de la separación de la pieza del molde se realizará por segmentos.

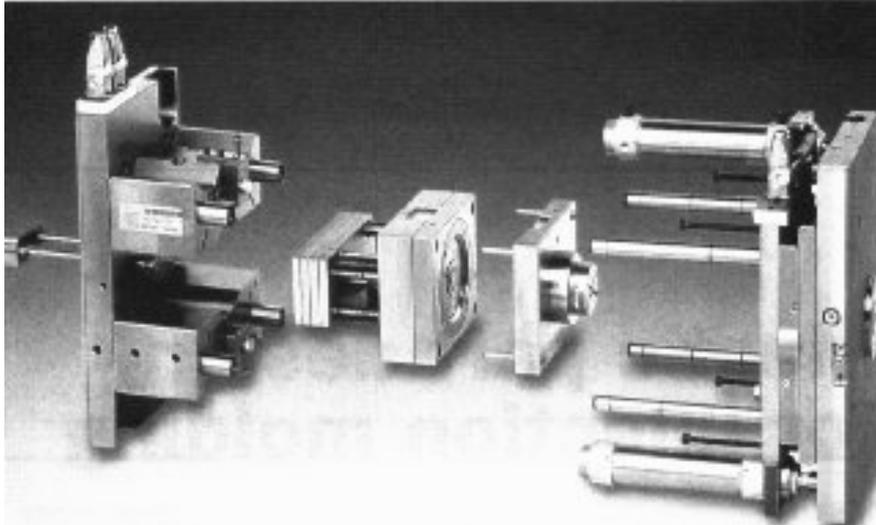


Imagen 17 M. Molde de extracción por segmentos [11]

- **Molde de pisos o sandwich**

Este molde estará compuesto por varias placas que contendrán las cavidades de las piezas a realizar, estas placas estarán superpuestas entre ellas para que así poder aprovechar de una manera más eficiente cada inyección de material que realiza la máquina.

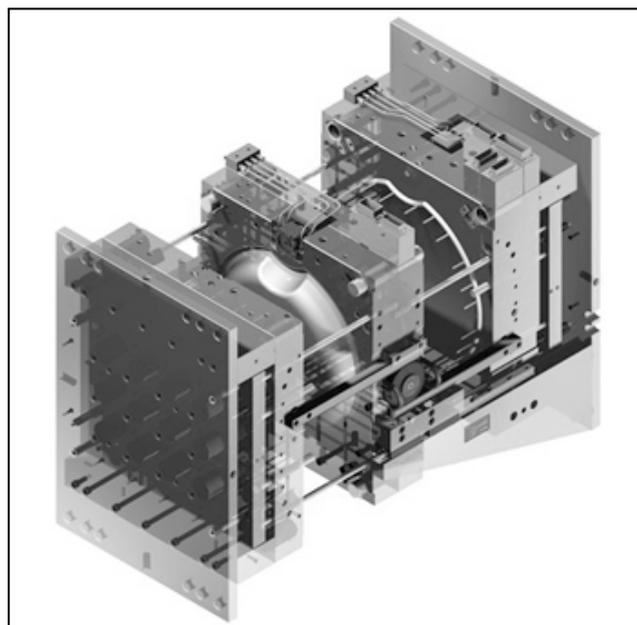


Imagen 18 M. Molde de pisos [13]

- **Molde de canal caliente**

La principal diferencia de este tipo de molde respecto a otros es que los canales de alimentación de este molde estarán a una temperatura superior a la de la cavidad del molde, esto repercutirá en que cuando la pieza haya sido extraída del molde no será necesario separar el canal de alimentación de la pieza como pasa en otros tipos de molde, en este caso el material que esté en los canales de alimentación no se enfriará ya que la temperatura de los canales de alimentación será más elevada que la temperatura de la cavidad, por tanto, la pieza y el canal de alimentación no se unirán.

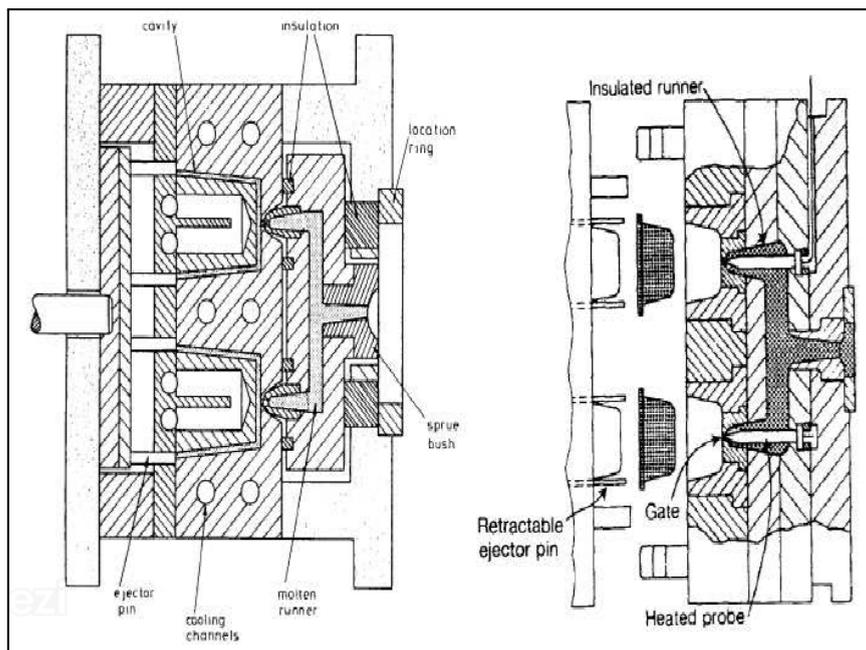


Imagen 19 M. Molde de canal caliente [4]

- **Molde de cambio rápido**

Con este tipo de molde se buscará la máxima productividad ya que permitirá que se le unan diferentes tipos de inserto con diferentes tipos de piezas. Con esto se conseguirá que cuando se desee fabricar piezas diferentes el proceso de cambio de molde será muy rápido y sencillo.

En la siguiente imagen se muestra una posible opción de molde de cambio rápido.

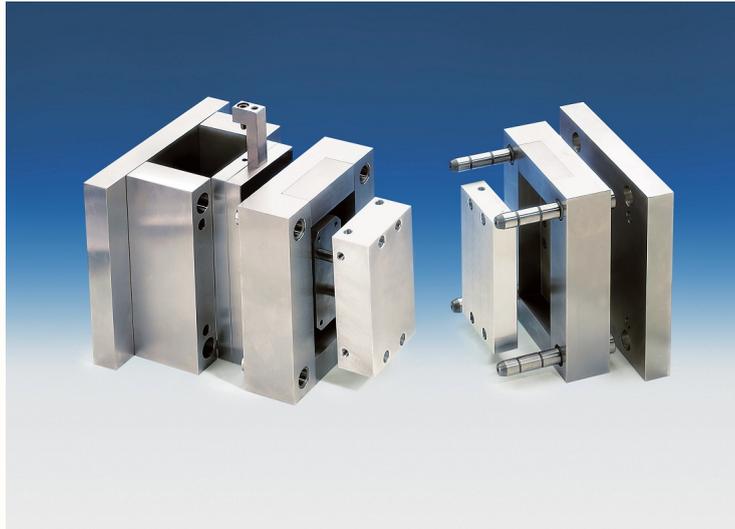


Imagen 20 M. Molde de cambio rápido [16]

Las piezas blancas de la imagen anterior corresponden a los insertos, que serán las piezas que contienen las cavidades de la pieza a fabricar. Cambiar los insertos será una tarea rápida y sencilla ya que tan solo habrá que desenroscar los tornillos, retirar los insertos, colocar otros insertos diferentes para fabricar una pieza diferente y por último enroscar los tornillos del inserto nuevo.

Otra posibilidad de este tipo de moldes puede ser utilizando una pieza como la que se muestra en la siguiente imagen. Una de las caras de esta pieza contendrá las cavidades de la pieza a fabricar.



Imagen 21 M. Alternativa de molde de cambio rápido [17]

Los laterales de la pieza anterior se tendrán que diseñar para que encajen en el molde, esto permitirá que estirando de la parte de color negro de la pieza anterior se pueda retirar y colocar en los huecos señalados con una flecha en la siguiente imagen.

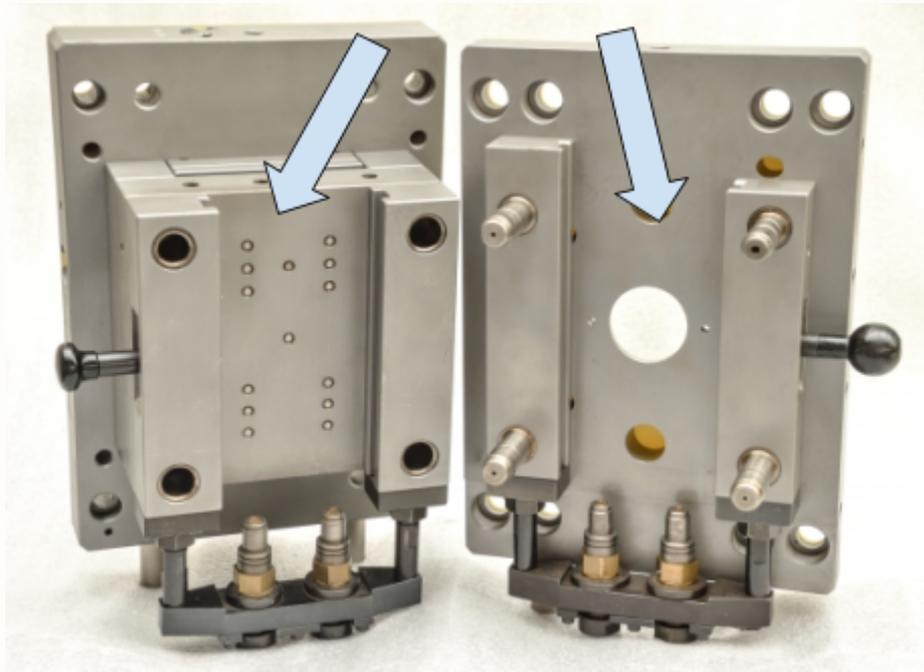


Imagen 22 M. Molde de cambio rápido [17]

Como en el primer caso explicado anteriormente, cada pieza contendrá una cavidad diferente por lo que se podrán fabricar muchos tipos de piezas sin alterar el ritmo de producción.

Por último, cabe destacar que para adquirir este tipo de moldes será necesaria una elevada inversión inicial. Sin embargo, esta inversión se amortizará fácilmente debido a que cuando sea necesario fabricar una pieza diferente tan solo habrá que comprar o mecanizar una pieza, y no un molde completo.

5. REQUISITOS DE DISEÑO DEL PORTAMOLDES

5.1. REQUISITOS DEFINIDOS POR LA INYECTORA A EMPLEAR

La inyectora de plástico que se utilizará para realizar este proyecto será el modelo Meteor 300/100 H de Mateu & Solé. Esta inyectora es la que se muestra en la siguiente imagen:



Imagen 23 M. Inyectora de plástico

Para realizar el diseño del portamolde hay que tener en cuenta las especificaciones de la inyectora. Las especificaciones más relevantes de la inyectora modelo Meteor 300/100 H son:

❖ Los parámetros de inyección de la inyectora son los siguientes:

- Diámetro del husillo (mm): 26-30
- Relación L/D del husillo: 23-20
- Presión máxima de inyección (Bar): 1995-1500
- Volumen teórico de inyección (cm³): 63-81
- Peso máximo de inyección (g): 55-73
- Caudal de inyección (cm³/s): 63-84
- Capacidad de plastificación (g/s) 18-30
- Velocidad regulable del husillo (min⁻¹): 360
- Par de giro del husillo (N x m): 334
- Número de zonas de calefacción: 3+1

- Potencia de calefacción (kW): 4,58
- Fuerza máxima del apoyo de la boquilla (kN): 41
- Carrera máxima de la boquilla (mm): 200

❖ Los parámetros de cierre de la inyectora son los siguientes:

- Fuerza de cierre (kN): 300
- Carrera máxima de apertura (mm): 300
- Espesor del molde ajustable (mm): De 70 a 140
- Dimensiones de los platos (mm): 420 x 420
- Paso entre columnas (mm): 280 x 280
- Distancia máxima entre platos (mm): 470
- Diámetro de las columnas (mm): 45
- Fuerza máxima de expulsión (kN): 26
- Carrera máxima de expulsión (mm): 100

Por otro lado, las dimensiones de los platos de la inyectora definirán los puntos donde el portamolde se puede unir con el plato de la inyectora. Del manual de la inyectora, se tienen las dimensiones de los platos de la inyectora mostrados en la *Imagen 24 M*:

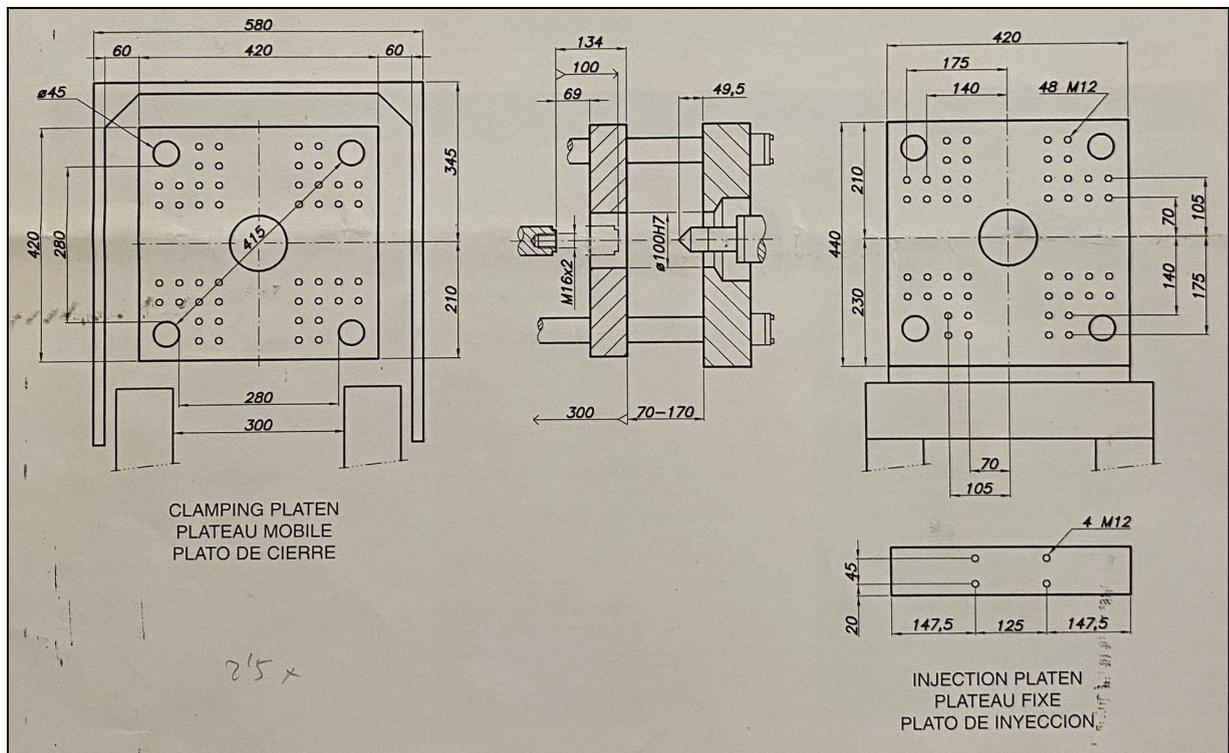


Imagen 24 M. Dimensiones de los platos de la inyectora

A modo resumen, las especificaciones de la inyectora que condicionan el diseño del portamolde son los siguientes:

- Presión de inyección
- Fuerza de cierre
- Recorrido de apertura del plato móvil
- Dimensiones de los platos de la inyectora y posición de los agujeros para el anclaje del portamolde.
- Posición del eje de expulsión y sistema de unión del eje con placa expulsora
- Boquilla

5.2. REQUISITOS DEFINIDOS POR EL ÁREA DE INGENIERÍA DE PROCESOS

Por otro lado, ya que el portamolde se va a emplear para facilitar la realización de prototipos de piezas de inyección en asignaturas de grado y máster, es necesario conocer el tipo de piezas que se desean fabricar con la inyectora y que condicionarán el diseño del portamolde. Como punto de partida, el portamolde deberá ser capaz de montar moldes con las siguientes características:

- Molde para fabricar piezas planas sencillas.
- Molde con expulsores para piezas planas.
- Molde con sistema de refrigeración.
- Molde para fabricar piezas de una geometría más compleja.
- Molde con expulsores que se adapten a la geometría de la pieza.

6. PROPUESTA Y ANÁLISIS DE SOLUCIONES

En base a los requisitos de diseño, se plantean diferentes propuestas analizando las ventajas e inconvenientes de cada una de ellas. Tras estudiar las propuestas, se propone el diseño de un molde modular capaz de adaptarse fácilmente a diferentes configuraciones en máquina y que facilite la fabricación de prototipos por inyección de plásticos.

6.1. PROPUESTAS DE MOLDES

- **Opción 1**

Se trata de un molde sencillo que no tiene ni expulsores ni sistema de refrigeración ya que a las placas portamoldes se les añadirá un molde para realizar piezas planas.

El montaje de esta configuración será sencillo ya que tan solo habrá que unir mediante tornillos los dos moldes que tendrán unas dimensiones idénticas. Este tipo de moldes permitirá que se puedan realizar piezas diferentes ya que son fáciles de cambiar, pero para diseñarlos se deberá seguir un patrón determinado ya que los huecos donde se situarán los tornillos para unirlos con la placa portamoldes deberán ser siempre los mismos.

El tamaño de las piezas que se fabricarán en estos moldes será flexible, ya que el espesor de cada parte del molde podrá estar comprendido entre 10 y 30 milímetros.

Una vez hecho el montaje, para hacer un uso correcto del molde y que no exista ninguna fuga de material, las guías de la placa portamolde de la parte fija de la inyectora tendrán que acoplar con el hueco de la placa portamolde de la parte móvil de la inyectora para que las dos placas portamolde estén bien alineadas. Pero además, también habrá que alinear los dos moldes para que no existan fugas de material o desalineaciones que puedan afectar de una manera negativa al resultado final de la pieza.

La alineación de los dos moldes se podrá realizar de dos maneras diferentes, para moldes pequeños, concretamente de menos de 20 milímetros cada placa, se mecanizan cuatro agujeros pequeños en cada placa que estarán situados siempre en el mismo lugar. En los agujeros del molde de una de las dos partes se insertarán varillas, que serán unas piezas de geometría cilíndrica que encajarán en los agujeros. Estas varillas harán que los dos moldes estén correctamente alineados.

Por otra parte para moldes donde cada placa supere los 20 milímetros, se utilizará un sistema similar, pero en los agujeros mecanizados en los dos moldes se insertarán alineadores comerciales en lugar de las varillas cilíndricas mencionadas anteriormente.

Los alineadores comerciales tienen una geometría macho-hembra que permitirá alinear los dos moldes con facilidad.

El croquis de esta configuración de molde quedará tal como se muestra en la siguiente imagen.

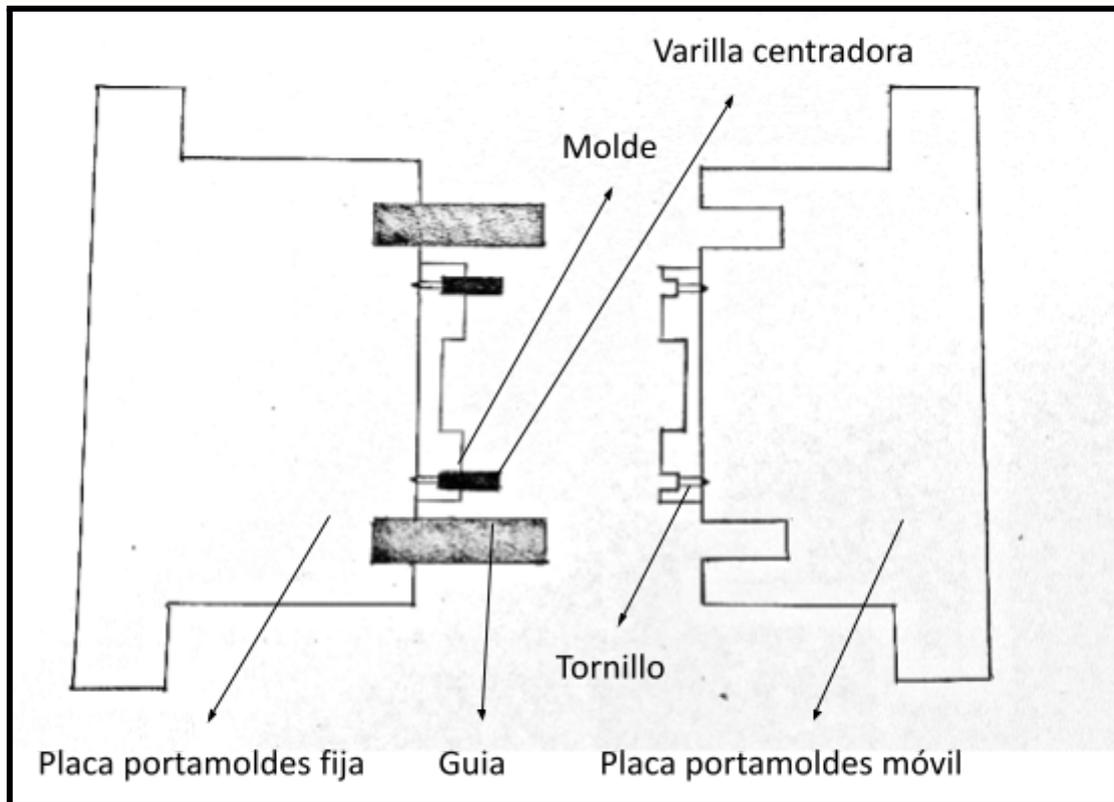


Imagen 25 M. Croquis de la propuesta de portamolde 1

❖ Ventajas:

- El montaje será sencillo, tan solo bastará con unir los dos moldes a la placa portamoldes mediante tornillos y asegurarse de que estén bien alineados.
- El tamaño de la pieza puede ser grande o pequeño ya que el espesor de cada parte del molde puede estar comprendido entre 10 y 30 milímetros.
- Los alineadores comerciales para moldes más grandes o las varillas para moldes más pequeños que se encargan de alinear las dos partes del molde, siempre serán los mismos para cada pieza ya que los moldes se diseñarán a partir de un patrón.

❖ Inconvenientes:

- El molde tiene que ser metálico para que no se rompa.
- No se puede emplear expulsores.
- No hay sistema de refrigeración.
- Limitado a geometrías planas

- **Opción 2**

En esta configuración de molde, las placas portamoldes contarán con unas cavidades donde se colocarán insertos que serán fabricados por fabricación aditiva. El diseño de estos insertos se debe hacer siempre a partir de un modelo, ya que los tornillos que unen el propio inserto con la placa portamoldes se situarán siempre en la misma posición.

Para asegurarse del buen funcionamiento del molde se colocarán varillas en los huecos del inserto donde se colocan los tornillos para así poder asegurarse de que los insertos están bien alineados.

En cuanto al montaje de esta configuración de molde, costará un poco más de tiempo en comparación con la opción 1 pero no tendrá una gran dificultad ya que tan solo habrá que unir los insertos con las cavidades de la placa portamoldes y finalmente poner las varillas.

En la siguiente imagen se pueden observar los diferentes elementos que se encuentran en esta configuración de molde. Las piezas de color verde representan el inserto y las piezas amarillas representan las varillas. Como se ha mencionado anteriormente, las varillas encajarán en las dos partes de los insertos para asegurarse que estén perfectamente alineados.

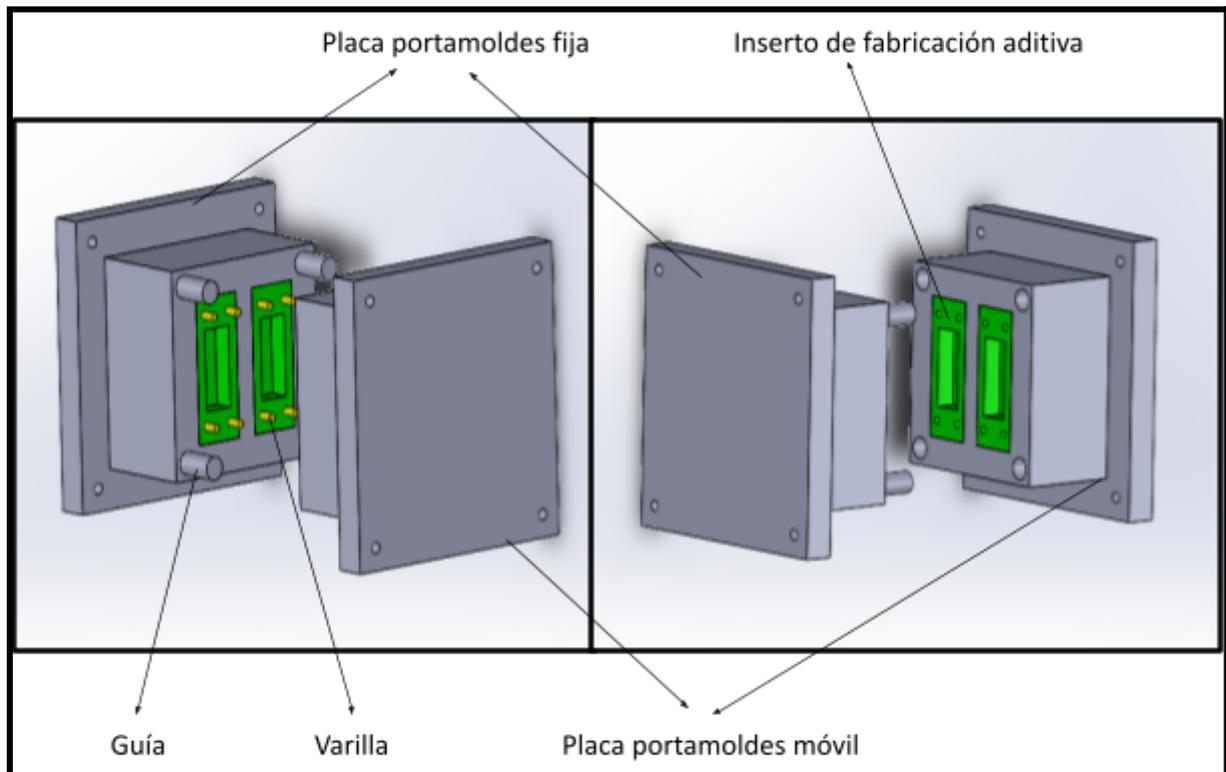


Imagen 26 M. Opción 2 del molde desde dos perspectivas diferentes

Para apreciar mejor el acople entre los dos insertos, se ha realizado un plano de corte como se puede observar en la siguiente imagen, donde también se observan los tornillos que unen a los insertos con la placa portamoldes, los tornillos corresponden a las piezas de color rojo.

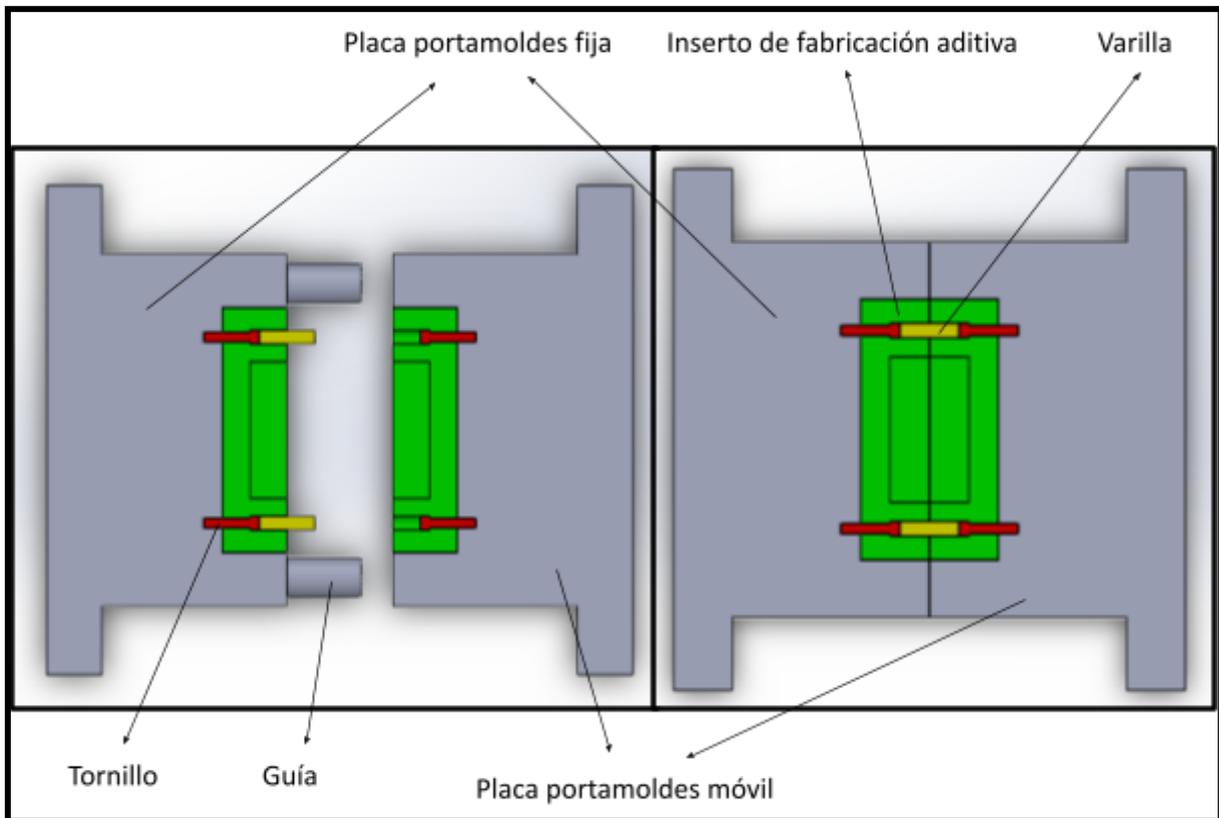


Imagen 27 M. Acople entre los insertos

La alineación de las dos placas portamoldes se realizará de la misma manera que en la opción anterior, mediante guías.

El croquis de esta configuración de molde quedará tal como se muestra en la siguiente imagen.

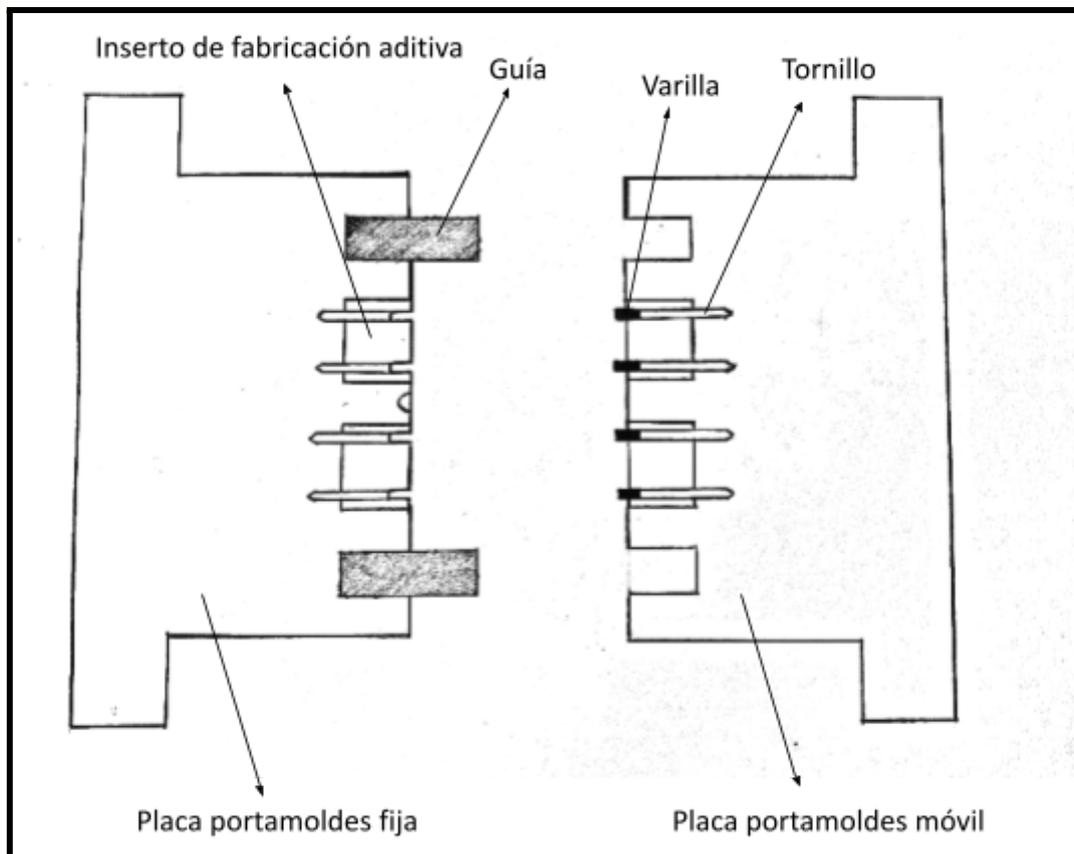


Imagen 28 M. Croquis de la propuesta de portamolde 2

❖ Ventajas:

- Permite usar insertos de fabricación aditiva, los cuales permitirán fabricar fácilmente modelos de piezas diferentes ya que estos insertos son mucho más fáciles de fabricar debido a que no hay que elaborar ningún programa para mecanizar el molde.
- El montaje es sencillo pero más costoso que el montaje que la opción 1, ya que se montan más piezas a la placa portamoldes.

❖ Inconvenientes:

- Si las cavidades se hacen por fabricación aditiva hay que controlar que encajen exactamente con las cavidades de la placa del molde. Por tanto, en las cavidades hechas por fabricación aditiva se deberá ponerle un sobreespesor de algunos milímetros para luego mecanizarlo y que el inserto encaje a la perfección con la cavidad del molde.
- No se pueden emplear expulsores.
- No hay refrigeración.

- La compatibilidad con otras configuraciones de molde será improbable ya que habría que tapar las cavidades de la placa portamolde.

- **Opción 3**

La principal ventaja de esta configuración de molde respecto a las anteriores es que tendrá sistema de refrigeración, debido a que el espesor de la placa del molde, que se fabricará por fabricación aditiva, será más grande en comparación con las otras opciones. Además a cada diseño de pieza que se realice se le podrá adaptar un sistema de refrigeración diferente.

El tamaño del molde será flexible, ya que en esta configuración el montaje entre el molde y la placa portamolde se realizará con dos placas en forma de L. Estas placas permiten que la placa del molde tenga varios tamaños ya que se podrán unir al portamolde en diferentes posiciones.

El montaje de este molde tendrá más dificultad que los anteriores, ya que primero se han de unir las placas en L a la placa portamolde mediante tornillos y posteriormente se unirá el molde al hueco que forman las placas en L. Posteriormente hay que unir las placas en L con el molde también mediante tornillos. Por último se montará el sistema de refrigeración.

En este caso se necesitará una varilla para que el bebedero del molde esté bien alineado con la boquilla de inyección y así asegurarse de que no hay ninguna fuga de material en el proceso de llenado de la cavidad del molde. La varilla corresponde a la pieza de color azul de la siguiente imagen.

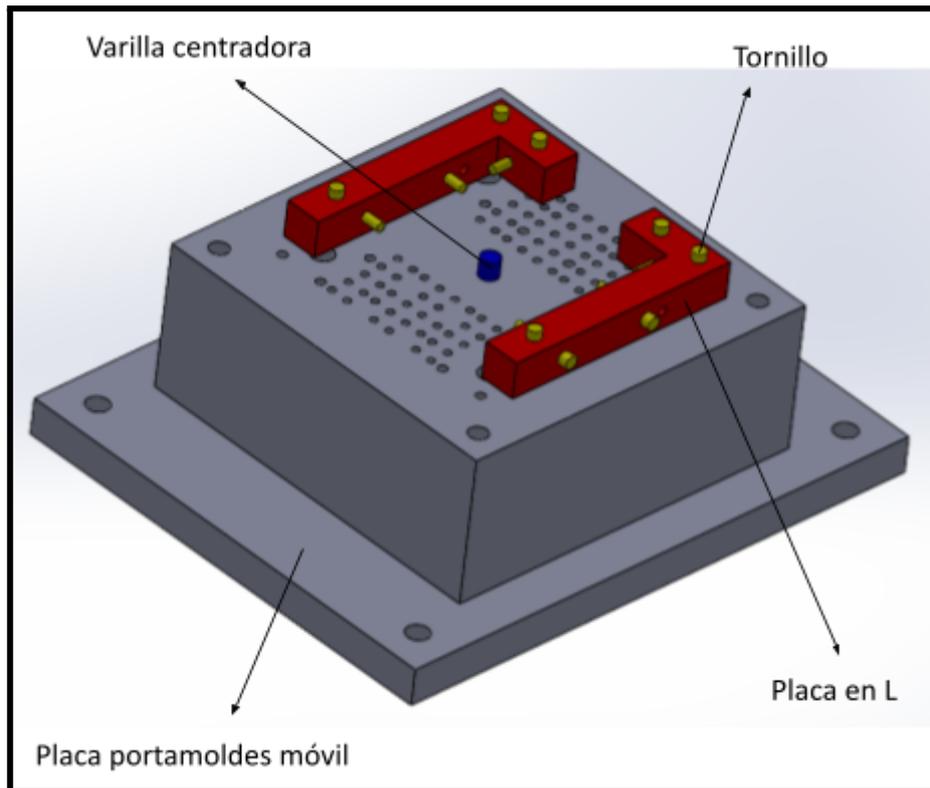


Imagen 29 M. Portamolde con varilla centradora

Para poder observar mejor la función de la varilla centradora se ha realizado un plano de corte de la anterior imagen pero incluyendo el molde que corresponde a la pieza de color verde.

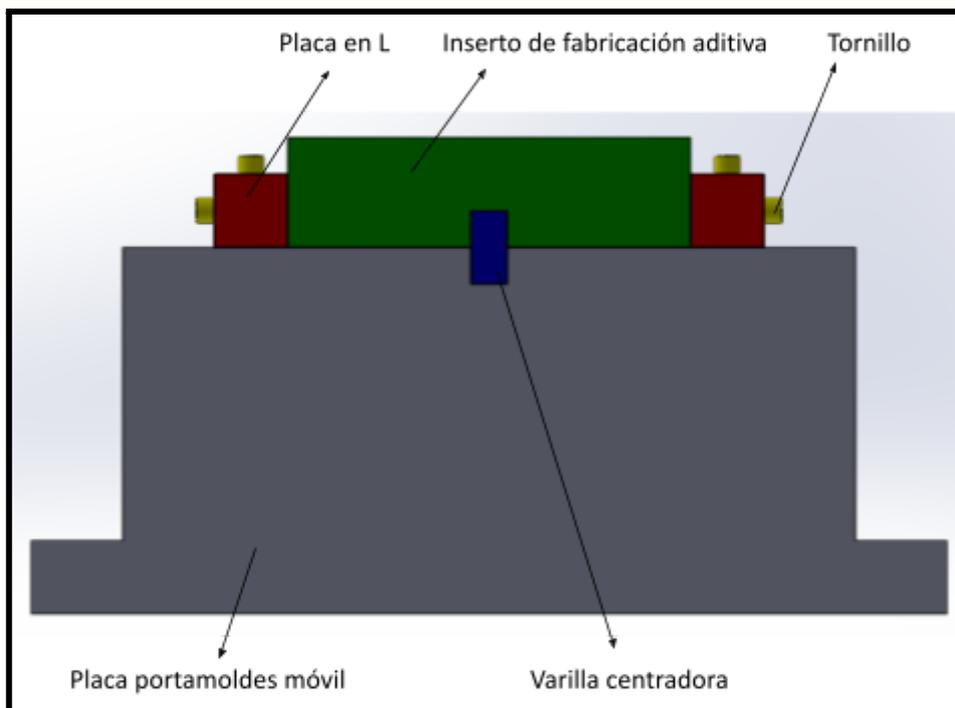


Imagen 30 M. Plano de corte del portamolde

Además, también se alinearán las dos placas portamoldes mediante el mismo sistema de guías de las dos opciones anteriores.

En la siguiente imagen se muestran algunos de los ejemplos de posiciones que pueden adoptar las placas en L. Además también se puede observar cómo podrán haber diferentes tamaños de molde ya que el espacio comprendido entre las dos placas en L es diferente en todos los ejemplos.

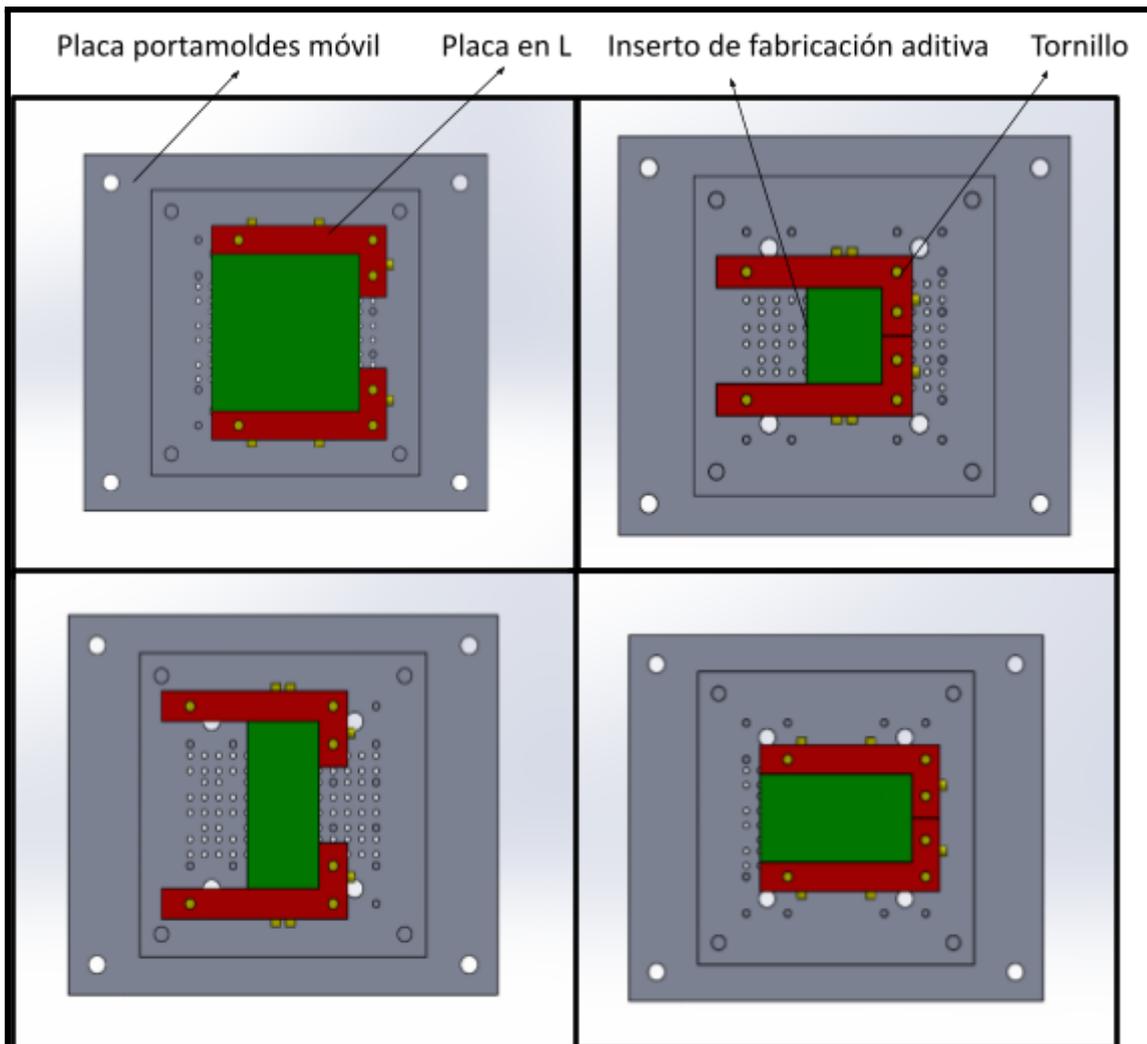


Imagen 31 M. Posiciones de la placa que contiene las cavidades

El croquis de esta configuración de molde quedará tal como se muestra en la siguiente imagen.

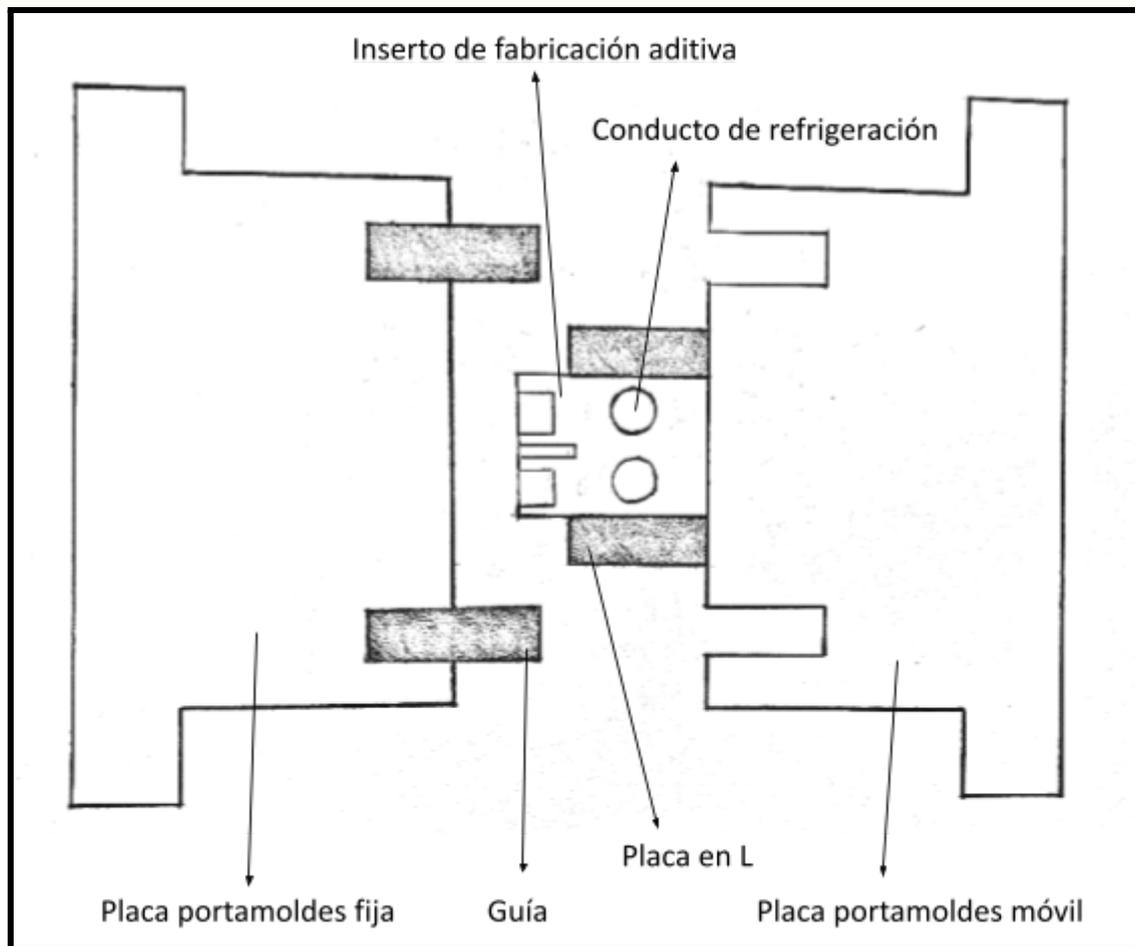


Imagen 32 M. Croquis de la propuesta de portamolde 3

❖ Ventajas:

- Permite refrigeración y que cada molde pueda tener su propio sistema de refrigeración.
- Permite que el molde se fabrique por fabricación aditiva por lo que se podrán fabricar muchos tipos diferentes de piezas de una manera rápida y sencilla.
- Admite diferentes tamaños de molde gracias a que las placas en L se pueden unir al portamolde en posiciones diferentes.

❖ Inconvenientes:

- Costoso de fabricar respecto a las otras opciones ya que habrá que mecanizar las placas en L.
- No hay expulsores.

- Mayor dificultad de montaje debido a que hay más cantidad de piezas que en las opciones anteriores y el ajuste entre el molde y las placas en L será lento.
- En el pozo del sistema de alimentación hay que poner una placa de metal. De lo contrario, el molde de fabricación aditiva podría romperse fácilmente por la presión de inyección.

- **Opción 4**

La principal diferencia de esta configuración de molde respecto a las opciones anteriores es que contendrá un sistema de expulsión que permitirá que la extracción de las piezas sea más sencilla. Además también permitirá que la geometría de la pieza sea más compleja.

El montaje de esta configuración será difícil y complejo debido a que el montaje del sistema de expulsión dificultará esta tarea. Para realizar el montaje, primero se unirá el sistema de expulsión a la inyectora pero antes de unir la placa portamoldes con la inyectora, se unirá un marco a la placa portamoldes para que el sistema de expulsores pueda tener el espacio necesario para realizar su función.

La unión entre la placa portamoldes y el marco se realizará pasando el tornillo que une la placa portamoldes con la inyectora por los agujeros situados en los extremos de la placa portamoldes y del marco pero sin enroscar. Las siguientes imágenes clarifican este paso.

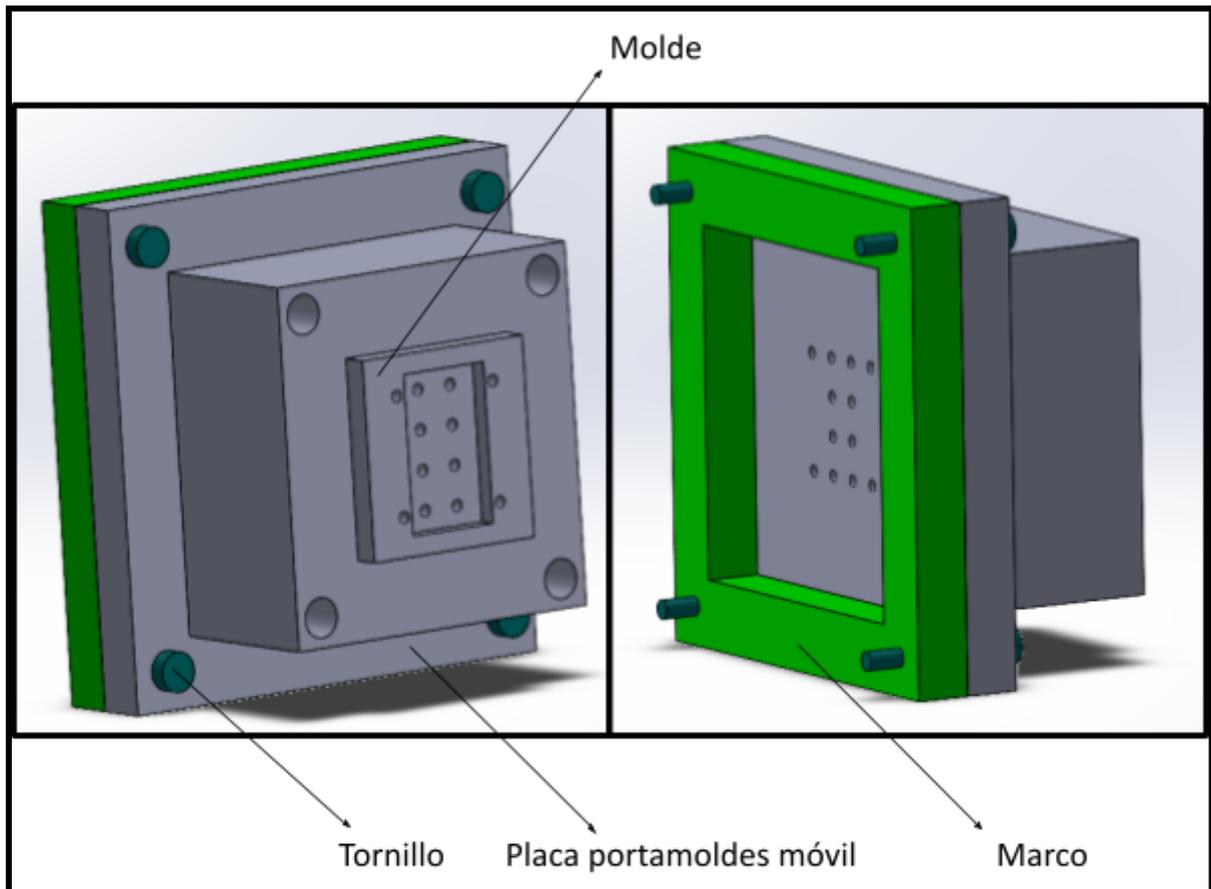


Imagen 33 M. Unión de la placa portamoldes y el marco

La siguiente imagen muestra cómo será el marco. También se puede observar que en el hueco del marco se montará la placa que contiene los expulsores del sistema de expulsión, el espesor del marco será superior al de la placa de los expulsores para que el sistema de expulsión se pueda mover.

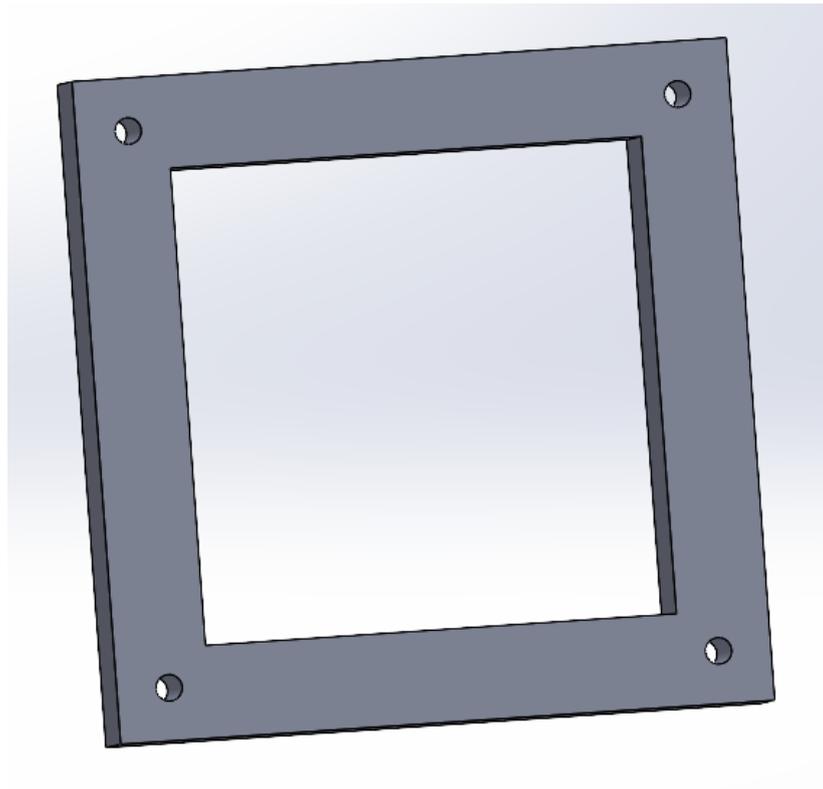


Imagen 34 M. Marco

Posteriormente se unirán la placa portamoldes y el marco a la inyectora. Este será el paso más complejo de este montaje ya que habrá que hacer pasar los expulsores del sistema de expulsión por los agujeros de la placa portamolde.

Como en la anterior configuración, se utilizará una varilla para alinear el bebedero de la placa que contiene las cavidades con la boquilla de la inyectora para que los moldes estén alineados.

Como en las anteriores opciones, se alinearán las dos placas portamoldes mediante el mismo sistema de guías.

La siguiente imagen muestra el funcionamiento del sistema de expulsores, donde en la imagen de la izquierda el sistema estará desactivado y en la imagen de la derecha el sistema estará activo.

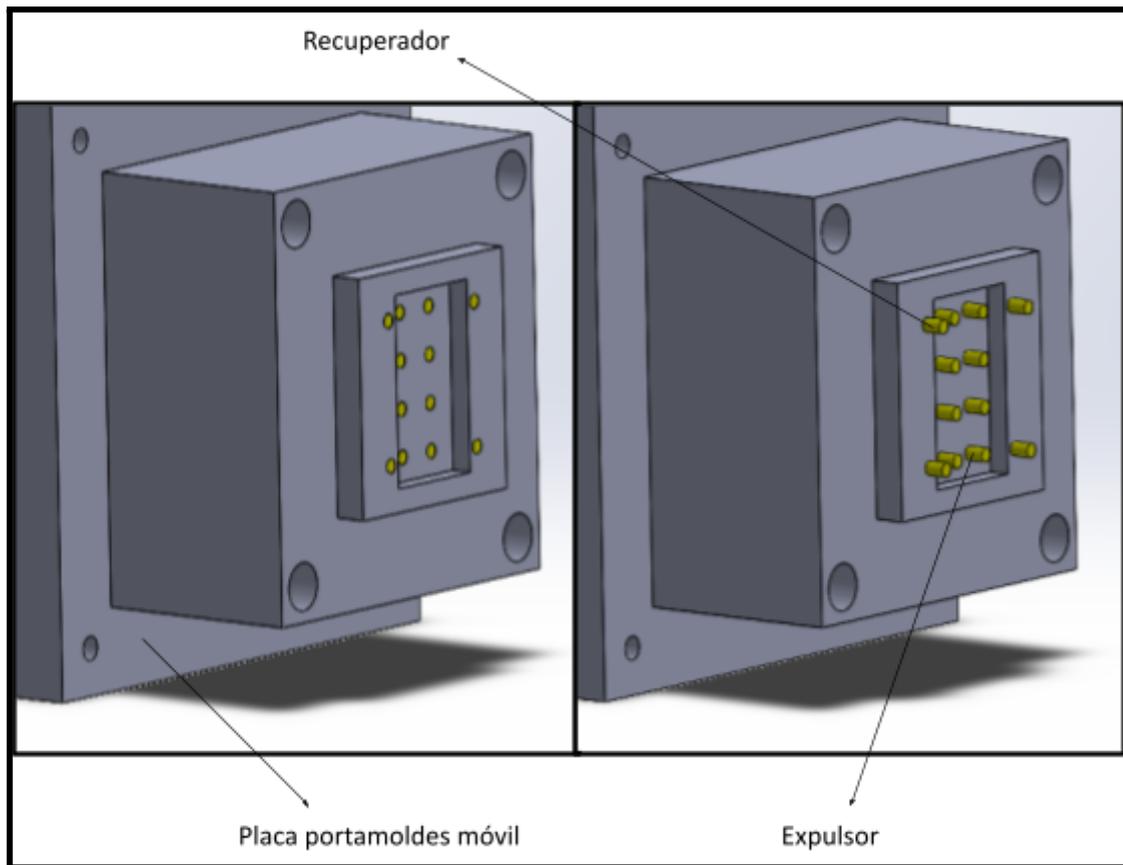


Imagen 35 M. Funcionamiento del sistema de expulsores

En la imagen anterior también se puede observar que la función de los expulsores que se encuentran dentro de la cavidad del molde será expulsar la pieza y que la función de los recuperadores que están fuera de las cavidades del molde será mover el sistema de expulsión hacia atrás cuando el molde se cierre.

Para observar mejor el movimiento del sistema de expulsión se ha realizado un plano de corte como se puede observar en las siguientes imágenes, donde en la imagen de la izquierda el sistema de expulsión estará desactivado y en la imagen de la derecha el sistema de expulsión estará activado.

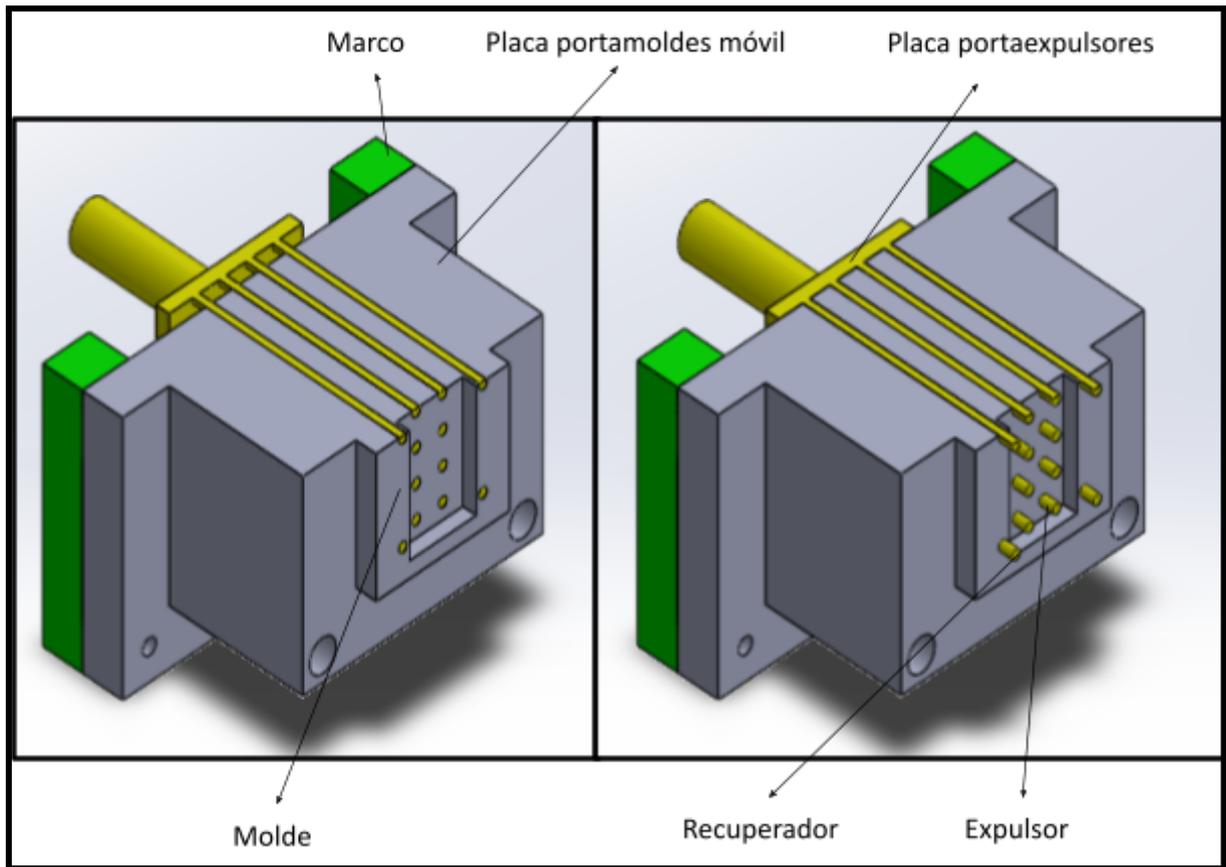


Imagen 36 M. Plano de corte del portamolde

Esta configuración de molde es la más parecida a la que se puede encontrar comercialmente.

El croquis de esta configuración de molde quedará tal como se muestra en la siguiente imagen:

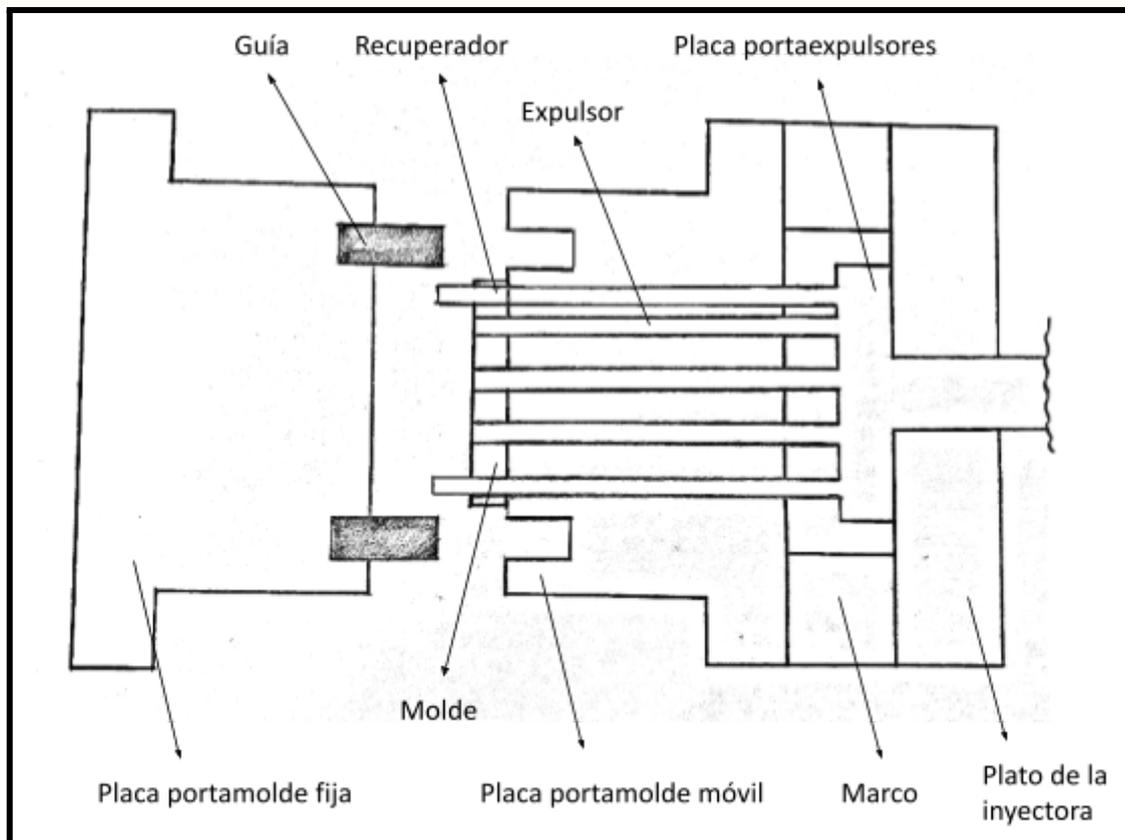


Imagen 37 M. Croquis de la propuesta de portamolde 4

❖ Ventajas:

- Permite expulsores aunque la superficie de estos será llana y por tanto la parte de la pieza que esté en contacto con la inyectora deberá tener una geometría plana.
- Permite hacer piezas diferentes y con un espesor mayor respecto al de las opciones anteriores.

❖ Inconvenientes:

- Si la superficie de la pieza es curva, puede sufrir daños debido a que la superficie de los expulsores es plana.
- Hay que mecanizar muchos agujeros en la placa portamolde para que pasen los expulsores.
- El montaje es mucho más complejo en comparación con las opciones anteriores ya que habrá que hacer pasar todos los expulsores por los agujeros del molde.

- **Opción 5:**

Esta configuración de molde será similar a la anterior ya que también tendrá un sistema de expulsión, pero este sistema de expulsión será diferente ya que, estará dividido en dos partes, lo que permitirá que el sistema de expulsión pueda ser diferente en cada pieza que se realice. Además también permitirá adaptar la forma del expulsor a superficies curvas de la pieza.

De las dos partes que se diferencian en este sistema de expulsión, habrá una que siempre será la misma y que se conectará al husillo expulsor de la inyectora, pero la otra parte será diferente para cada sistema de expulsión, lo que permitirá que los expulsores se mecanicen para que se adapten a la forma de cada pieza. Este sistema permitirá realizar piezas con geometrías mucho más complejas. En la siguiente imagen se observa cómo será el sistema de expulsión donde se puede diferenciar que la parte amarilla es la que tiene siempre el mismo diseño y la parte verde es la que tendrá un diseño diferente para cada pieza.

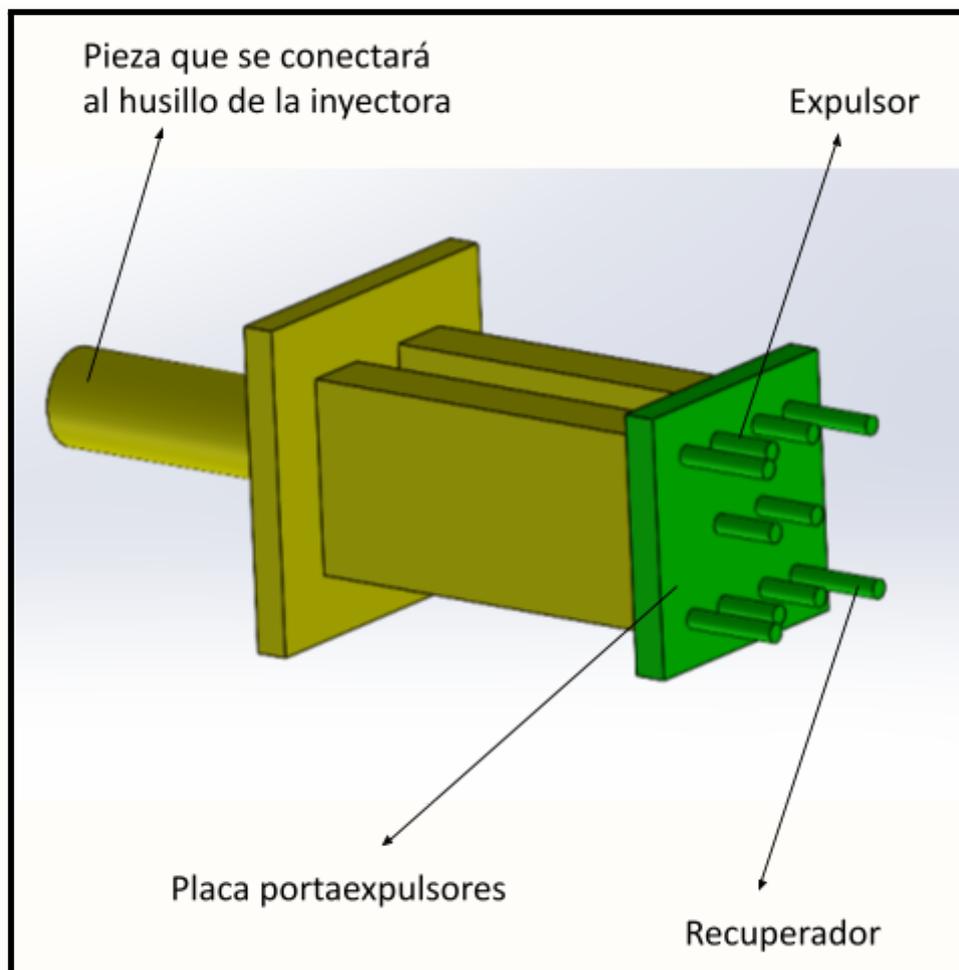


Imagen 38 M. Sistema de expulsión

Otra característica de esta configuración es que la placa que contiene los expulsores estará contenida en la parte delantera de la pieza, por lo que no será necesario agujerear la placa portamoldes, pero sí que hay que mecanizar una cavidad en la parte trasera de la placa portamoldes para que el sistema de expulsión se pueda mover.

Como la placa que contiene los expulsores estará situada en la parte delantera del portamoldes, el marco que contiene esta placa, será más pequeño que el de la opción anterior y esto hará que su colocación sea más sencilla al tener menos peso.

El montaje de esta configuración no será sencillo, pero sí que será menos complejo que la configuración anterior. Para realizar el montaje primero se unirá el sistema de expulsión (excepto la placa portaexpulsores con los expulsores y recuperadores) al husillo de la inyectora, posteriormente se unirá la placa portamoldes a la inyectora mediante tornillos. En este paso hay que tener en cuenta que los huecos de la placa portamoldes deben encajar con la parte del sistema de expulsión que se ha montado anteriormente. En la siguiente imagen se observa con un plano de corte como será este encaje.

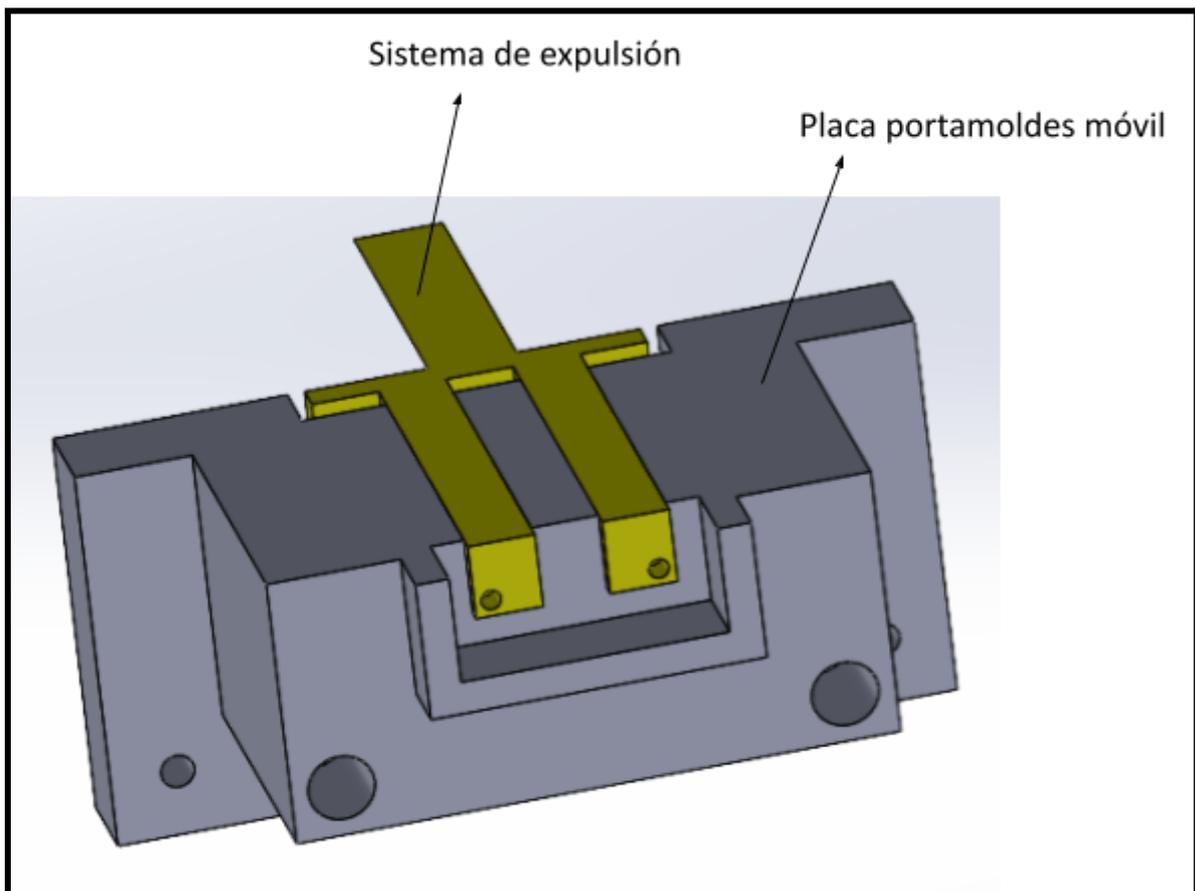


Imagen 39 M. Encaje entre la placa portamoldes y el sistema de expulsión

Posteriormente, se unirá la otra parte del sistema de expulsión (la placa portaexpulsores con los expulsores montados) a la parte del sistema de expulsión que ya ha sido colocada. Esta unión se realizará mediante los recuperadores que al estar roscados, unirán las dos piezas del sistema de expulsión. En la siguiente imagen se observa cómo será esta unión.

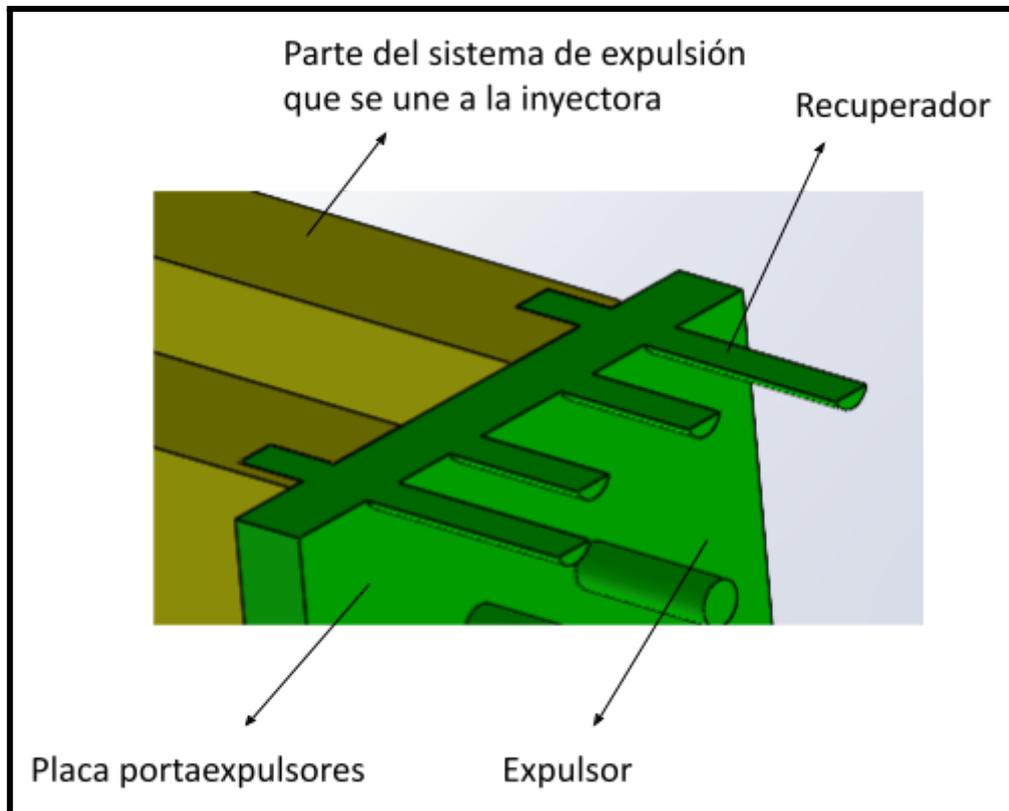


Imagen 40 M. Unión entre las dos partes del sistema de expulsión

Una vez realizado todo lo anterior se unirá el marco y el molde a la placa portamoldes mediante tornillos. Esta será la parte más compleja de este proceso ya que habrá que encajar los expulsores en el molde.

En cuanto a la alineación del molde, se realizará como en la anterior configuración, tan solo se alinearán las dos placas portamoldes mediante el mismo sistema de guías que las otras configuraciones.

Las siguientes imágenes muestran cómo se verá el molde con el sistema de expulsión desactivado en la imagen de la izquierda y con el sistema de expulsión activado en la imagen de la derecha.

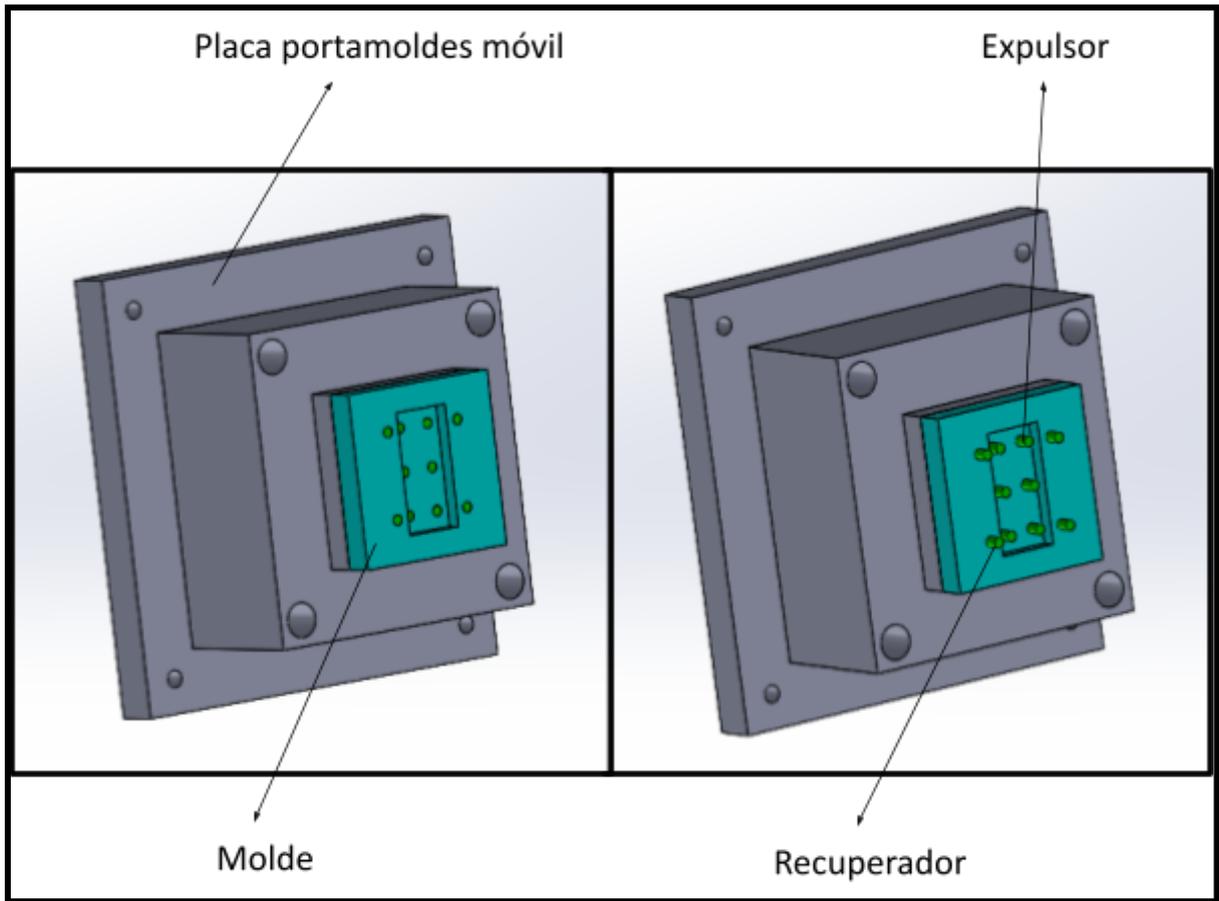


Imagen 41 M. Funcionamiento del sistema de expulsores

Para observar mejor el funcionamiento del sistema de expulsión, en las siguientes imágenes se ha realizado un plano de corte. En la imagen de la izquierda el sistema de expulsión está desactivado y en la imagen de la derecha está activado.

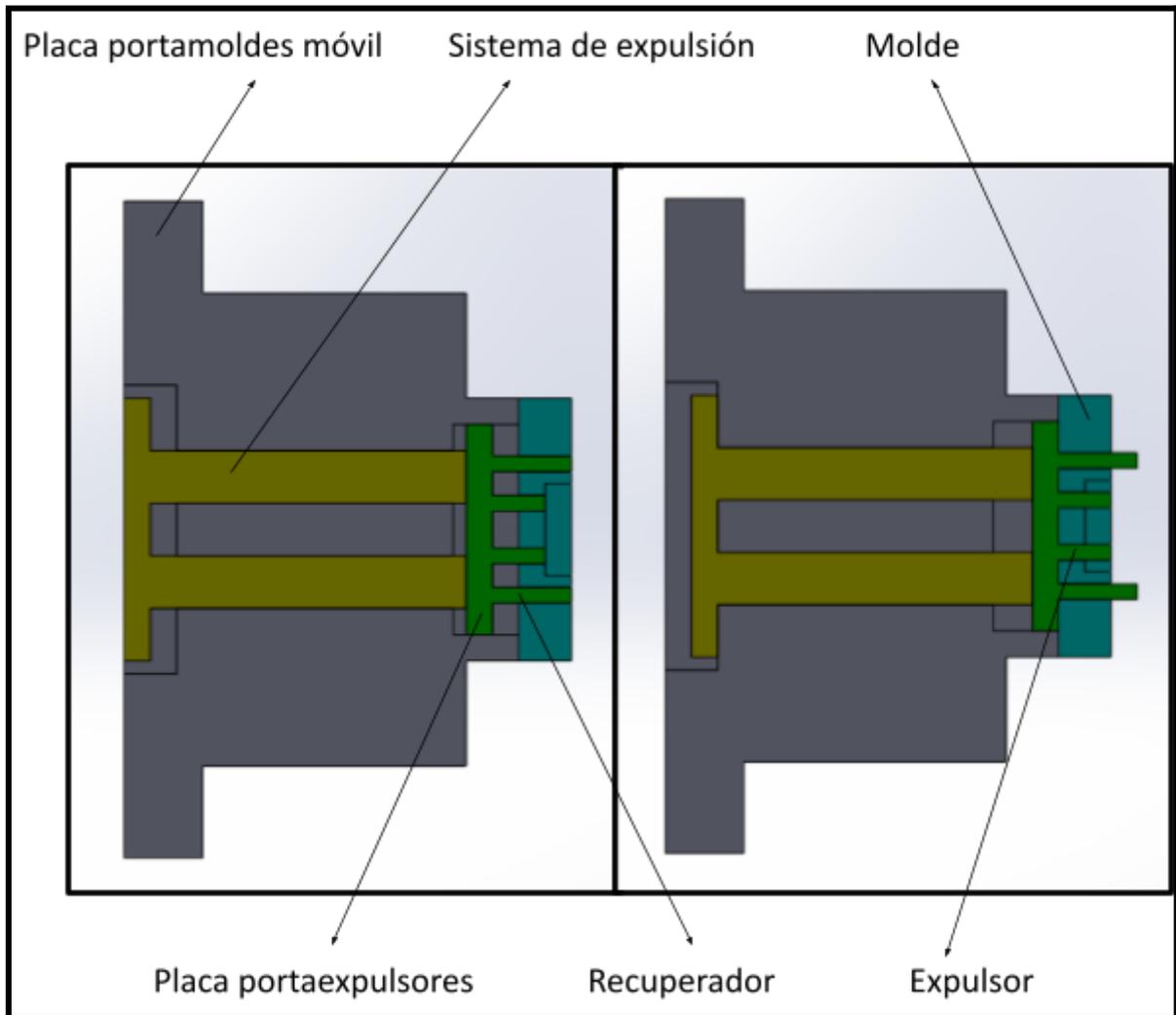


Imagen 42 M. Corte desde arriba del molde

El croquis de esta configuración de molde quedará tal como se muestra en la siguiente imagen.

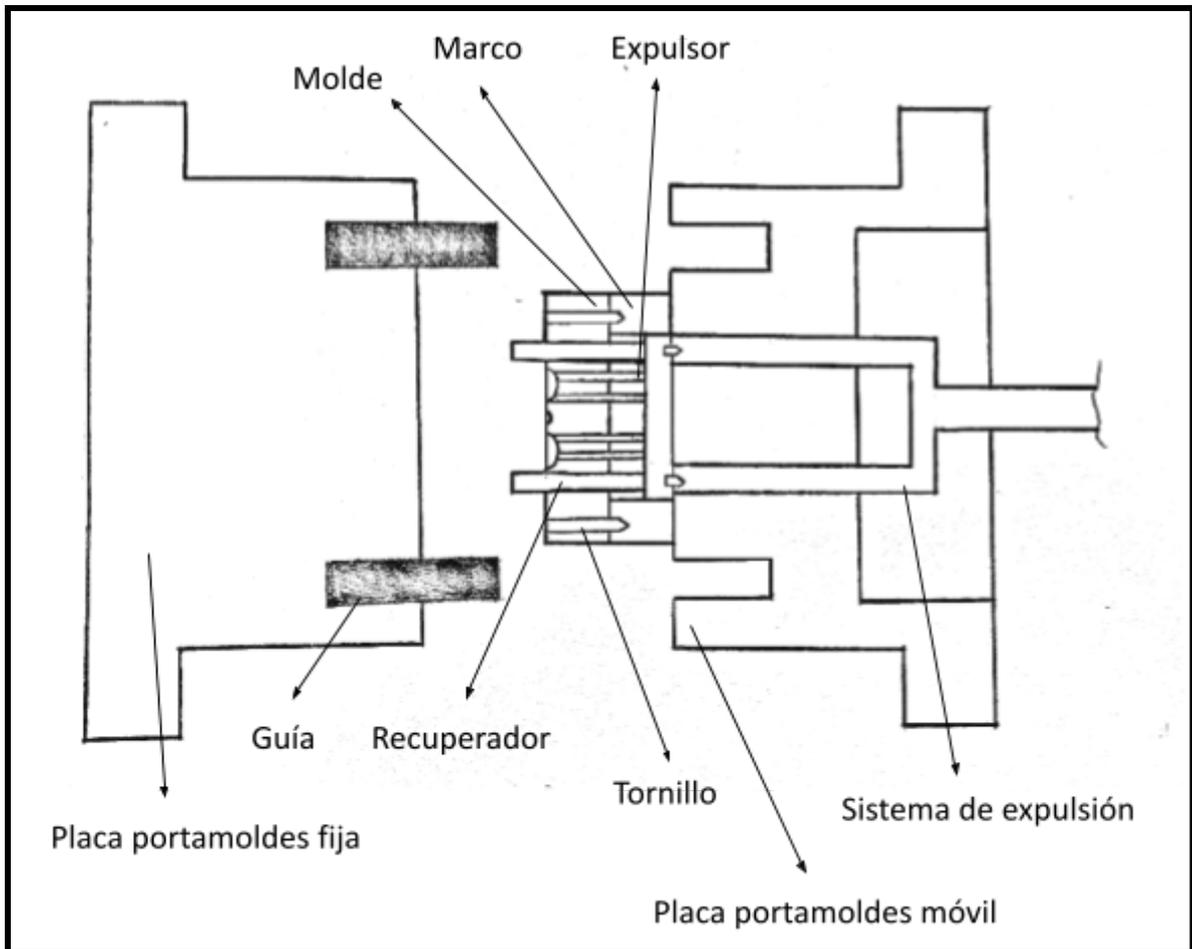


Imagen 43 M. Croquis de la propuesta de portamoldemolde 5

❖ Ventajas:

- Permite que los expulsores se adapten a la geometría de la pieza a realizar, por lo que la geometría de las piezas puede ser más compleja respecto a las de las opciones anteriores.
- No hace falta mecanizar agujeros en la placa portamoldes.

❖ Inconvenientes:

- El montaje será complejo debido al alto número de piezas, aunque menos que en la opción anterior.
- Podrán aparecer problemas de deflexión ya que la parte fabricada por fabricación aditiva solo está apoyada en los lados, en caso de ser el molde fabricado por esta tecnología.

- **Opción 6:**

La configuración de este molde será similar a la anterior, pero con un cambio en la geometría de la placa que contiene los expulsores. En esta configuración, la placa se adaptará para que pase por el hueco de las cavidades de la opción 2. En la siguiente imagen se puede observar cómo será el sistema de expulsores de esta configuración.

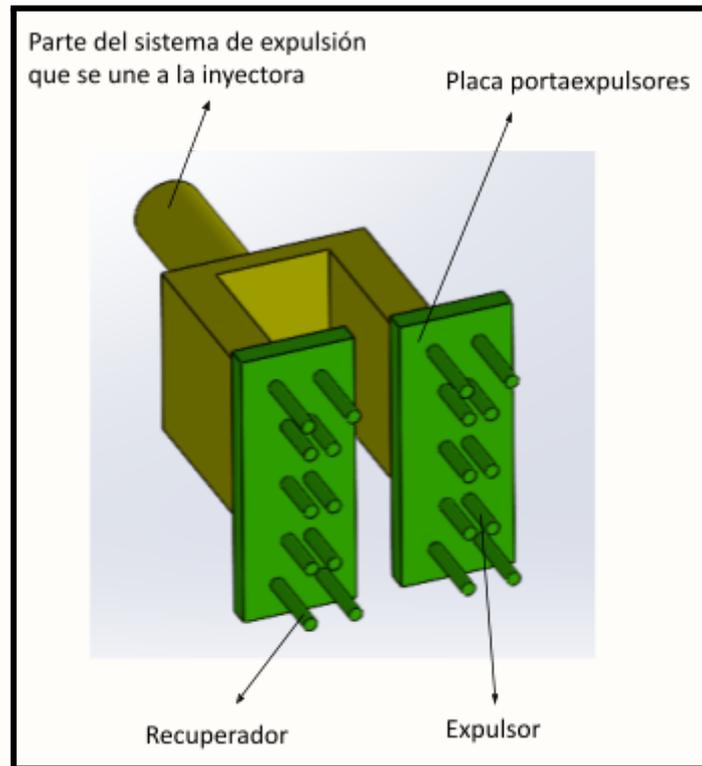


Imagen 44 M. Sistema de expulsores

Como en la anterior configuración, también estará dividida en varias partes. La parte de color amarillo de la imagen anterior corresponde a la parte que estará conectada al husillo de la inyectora y tendrá el mismo diseño en todas las piezas. Por otra parte, las piezas de color verde de la imagen anterior corresponden a las placas que contienen los expulsores, que serán diferentes en cada pieza. También se puede observar que hay dos piezas verdes en la imagen anterior debido a que se fabricarán dos piezas en esta configuración.

Este cambio respecto de la anterior configuración, permite que las opciones 2 y 6 sean compatibles y se puedan fabricar en un mismo portamoldes.

El montaje de esta configuración será más sencillo que el de la configuración anterior ya que las cavidades de la placa portamoldes realizarán la misma función que el marco de la opción 5, por tanto, como en esta configuración no se necesita ningún marco, el montaje será más sencillo ya que habrá una pieza menos que montar.

En cuanto al proceso de montaje, primero se conectará la parte amarilla de la *Imagen 44 M* del sistema de expulsión, después se unirá la placa portamoldes a la inyectora mediante tornillos, como en la configuración anterior los huecos de la placa portamoldes deben de encajar con la parte del sistema de expulsión que ya está montada. Posteriormente se unirá al sistema de expulsión que ya está montado las placas que contienen los expulsores y por último se montará el molde mediante tornillos que se unirán a la placa portamoldes. Este será el paso más complejo ya que, los agujeros del molde deben encajar con los expulsores.

La alineación del molde, se realizará de la misma manera que en la configuración anterior, se alinearán las dos placas portamoldes mediante el mismo sistema de guías que las otras configuraciones.

En las siguientes imágenes se puede observar cómo se verá el molde con el sistema de expulsión desactivado en la imagen de la izquierda y con el sistema de expulsión activado en la imagen de la derecha. Como se ha mencionado anteriormente, hay dos cavidades ya que se realizan dos piezas al mismo tiempo.

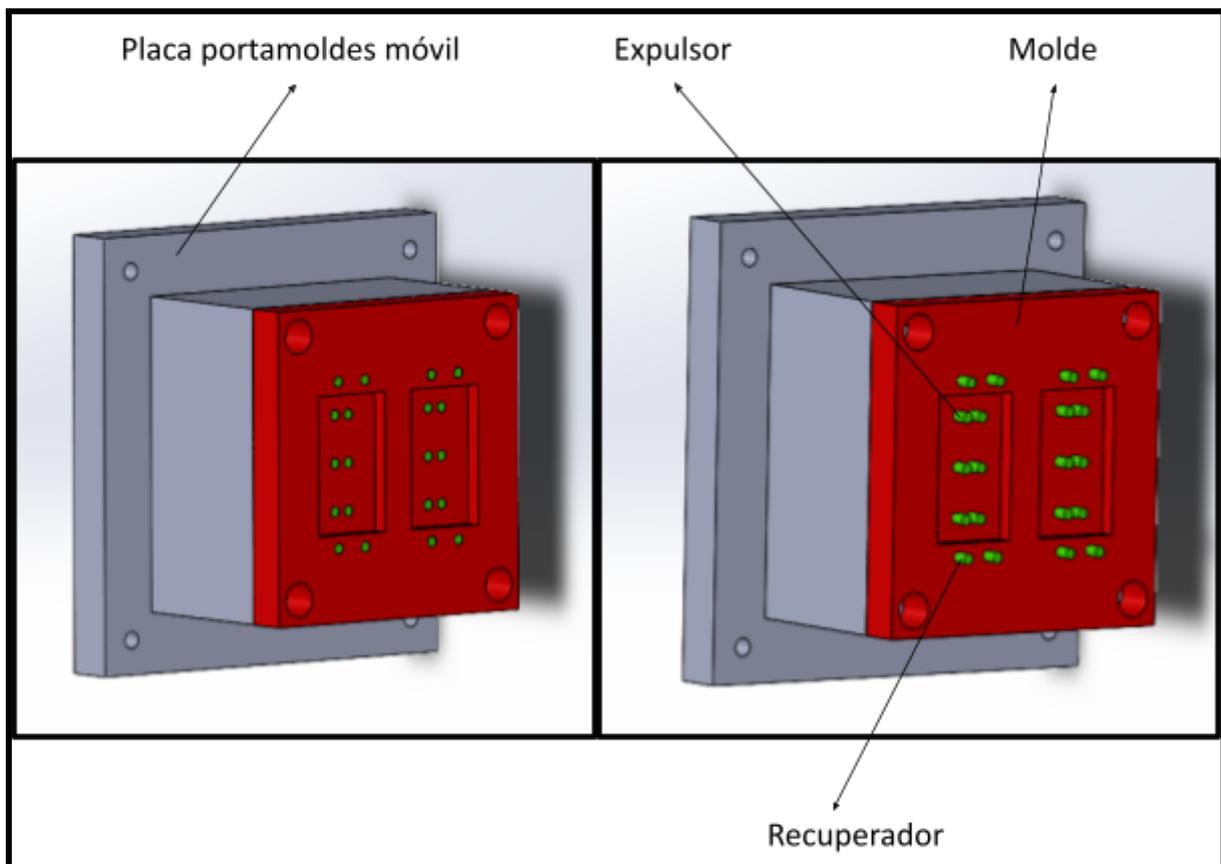


Imagen 45 M. Funcionamiento del sistema de expulsión

Para apreciar mejor el funcionamiento del sistema de expulsión, en las siguientes imágenes se ha realizado un plano de corte, donde en la imagen de la izquierda el sistema de expulsión está desactivado y en la imagen de la derecha está activado. También se puede apreciar mejor cómo se aprovecha el espacio de las cavidades de la opción 2 para que el sistema de expulsión pueda realizar su función.

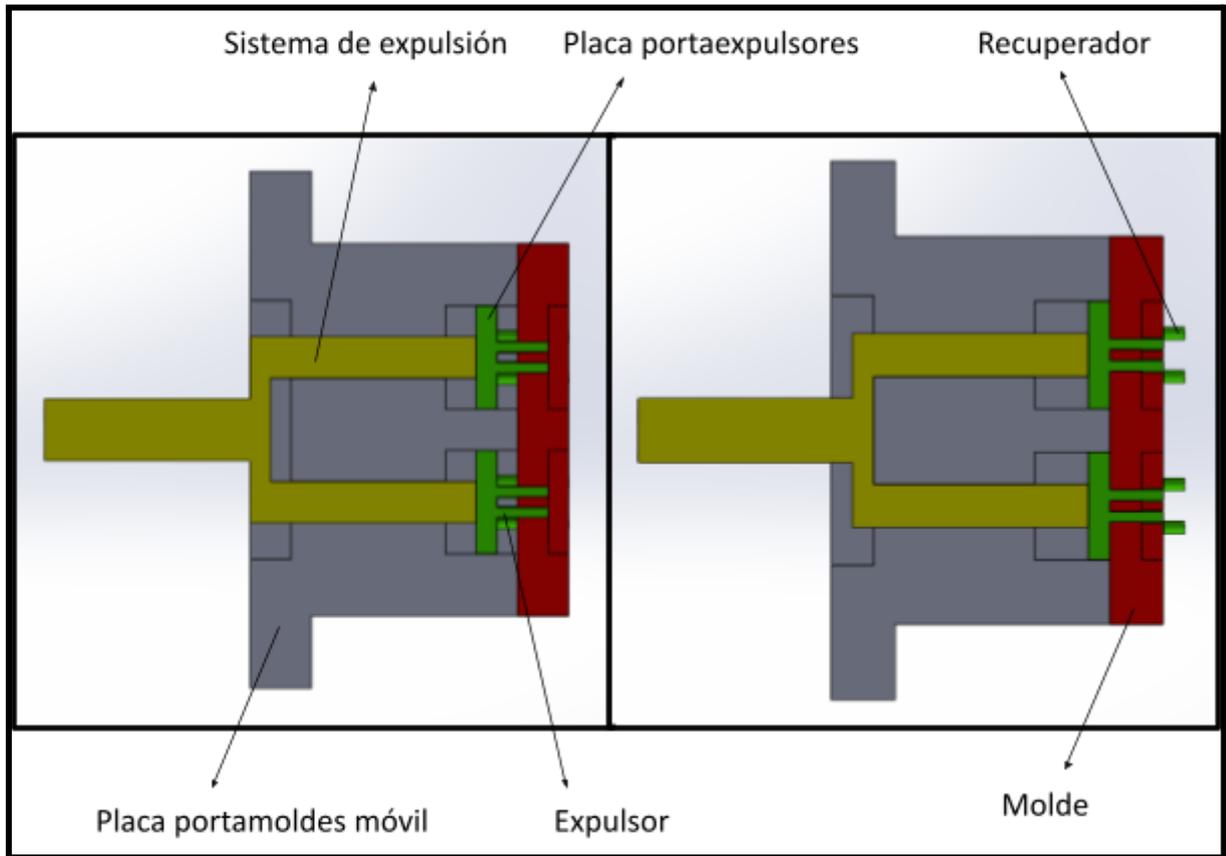


Imagen 46 M. Plano de corte del portamoldes

El croquis de esta configuración de molde quedará tal como se muestra en la siguiente imagen.

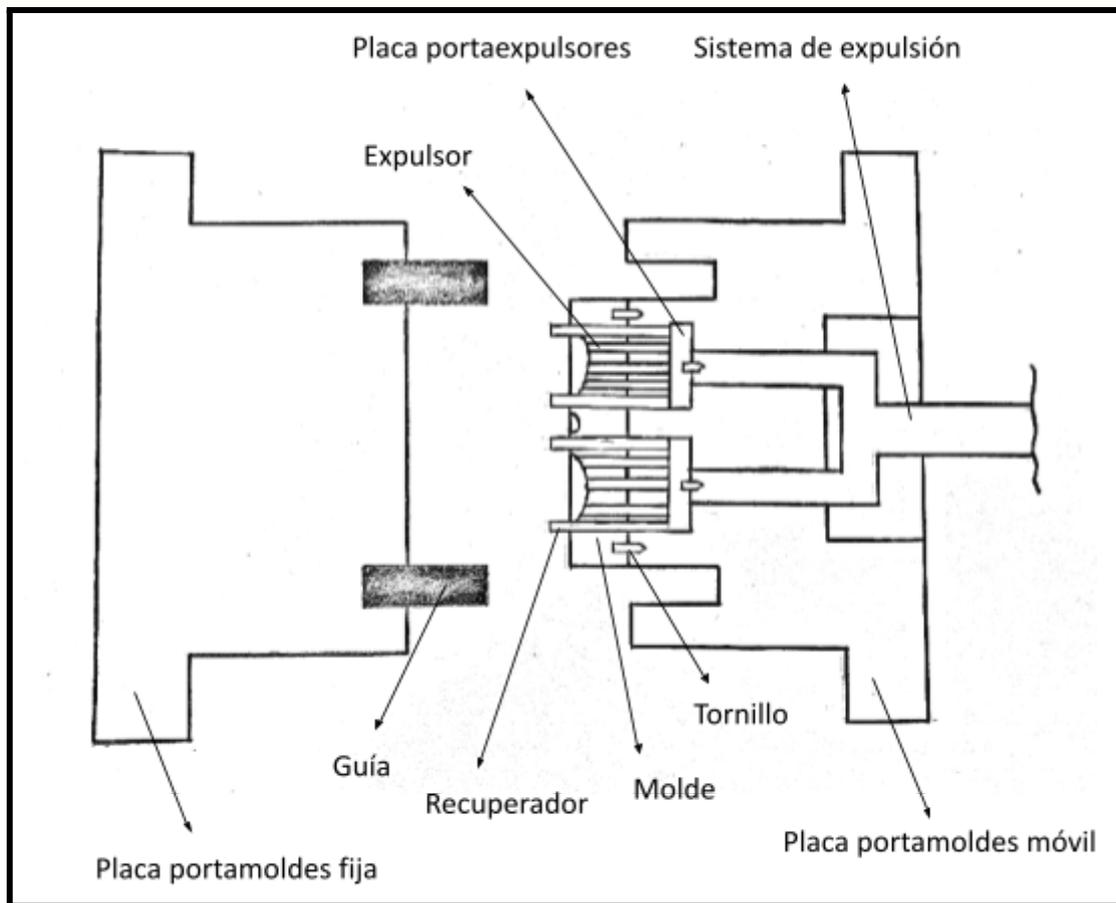


Imagen 47 M. Croquis de la propuesta de portamolde 6

❖ Ventajas:

- Permite expulsores que se podrán adaptar a la geometría de cada pieza.
- Se aprovecha el hueco de las cavidades de la opción 2 para poner ahí la placa portaexpulsores, por tanto, en este caso no sería necesario tapar ese hueco.
- No se necesita ningún marco para que el sistema de expulsión se pueda mover, ya que, el sistema de expulsión se moverá en la cavidad del portamoldes.

❖ Inconvenientes:

- Habrá deflexión, pero menos que en el caso anterior.

6.2. COMPATIBILIDAD ENTRE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS

A partir de la siguiente tabla se analizará si las alternativas propuestas en el apartado anterior son compatibles entre ellas para decidir la solución final del molde.

	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4	Opción 5	Opción 6
Opción 1	X					
Opción 2		X				
Opción 3			X			
Opción 4				X		
Opción 5					X	
Opción 6						X

Tabla 1 M. Compatibilidad entre las diferentes opciones de molde

La leyenda de la tabla anterior es la siguiente:

	Compatibles
	Compatibles pero con dificultad para cambiar de configuración
	Difícilmente compatibles
	Muy difícilmente compatibles
	No compatibles

Tabla 2 M. Leyenda de la tabla 1 M

- **Compatibilidad entre las opciones 1 y 2:**

La compatibilidad entre estas dos opciones es difícil debido a que la cavidad que hay en la opción 2 no permitirá unir el molde de la opción 1 con la placa portamoldes. Básicamente esto es debido a que el lugar donde se enroscan los tornillos del molde de la opción 1 con la placa portamoldes, coincide con las cavidades de la opción 2, que como serán huecas, no se podrá enroscar nada en ese lugar.

Para solucionar este problema y hacer que estas dos opciones sean compatibles hay que tapar las cavidades de la opción 2 con unos insertos que tendrán la misma geometría que las cavidades de la opción 2 para cuando se requiera configurar el molde como en la opción 1.

Para adaptar la configuración 2 del molde a la configuración 1 hay que seguir los siguientes requisitos:

- ❖ Las flechas de color amarillo de la *Imagen 48 M* señalan los agujeros donde se enroscarán los tornillos que unirán los insertos encargados de tapan la cavidad con la placa portamoldes.
- ❖ Las flechas de color azul de la *Imagen 48 M* señalan los agujeros donde se enroscarán los tornillos que unirán el molde de la opción 1 con la placa portamoldes, que a su vez, también ayudarán a unir los insertos encargados de tapan la cavidad con la placa portamoldes.
- ❖ Las piezas de color verde de la *Imagen 48 M* representan los insertos que se utilizan para tapan las cavidades de la opción 2.

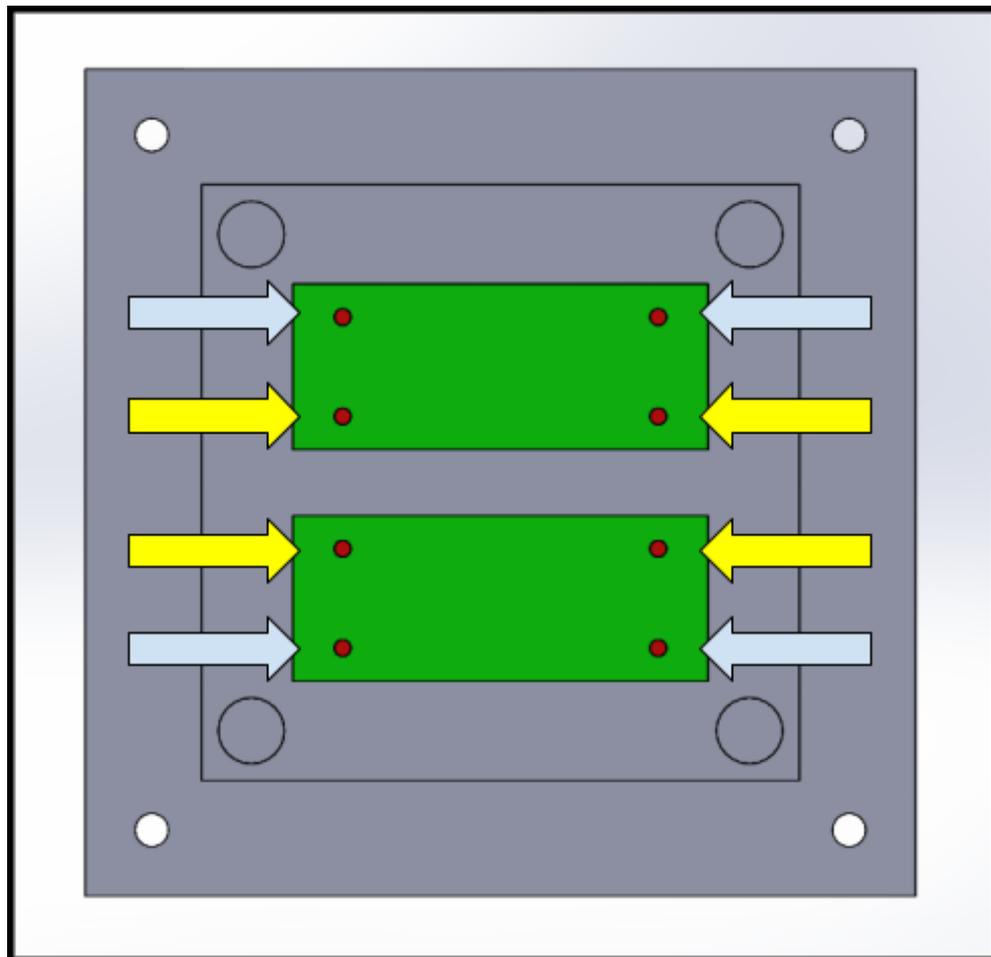


Imagen 48 M. Placa portamoldes móvil

Además, cuando se utilice la opción 1, en la placa portamoldes de la parte fija de la inyectora habrá que colocar una placa completamente plana.

- **Compatibilidad entre las opciones 1 y 3:**

Las opciones 1 y 3 son totalmente compatibles, siempre y cuando los huecos que hay en la placa portamoldes donde se enroscan los tornillos que unen el molde de la opción 1 con la placa portamoldes, sean los mismos que se utilicen en la opción 3 para unir las placas en forma de L con la placa portamoldes.

A parte de los agujeros que se han mencionado en el anterior párrafo, en la placa portamoldes deberán haber más agujeros, ya que las placas en forma de L de la opción 3 se atornillan con 3 tornillos cada una (como hay 2 placas en forma de L, se necesitarán 6 tornillos) y el molde de la opción 1 se atornilla con 4 tornillos.

Si los agujeros utilizados para unir el molde de la opción 1 y en la placa en L de la opción 3 con la placa portamoldes no son los mismos, el portamoldes necesitará 10 agujeros, esto hará que se complique la compatibilidad con las opciones que tienen expulsores, las cuales necesitarán más agujeros para que pasen los expulsores por ahí. Si los agujeros utilizados para unir el molde de la opción 1 y en la placa en L de la opción 3 con la placa portamoldes son los mismos, tan solo harán falta 6 agujeros en la placa portamoldes, lo que facilitará que estas configuraciones sean compatibles con otras, además el mecanizado del portamoldes será más sencillo.

- **Compatibilidad entre las opciones 2 y 3:**

La compatibilidad entre estas dos configuraciones será muy complicada. Por una parte, en la placa portamoldes de la parte móvil de la inyectora, las cavidades de la opción 2 no permitirán unir la placa en forma de L de la opción 3 con la placa portamoldes. Por lo tanto, para solucionarlo hay que colocar en las cavidades del portamolde unos insertos que tengan la misma geometría que la cavidad, pero se deberá tener en cuenta que los agujeros donde se colocarán los tornillos para unir la placa en L con el portamoldes deberán estar o completamente fuera del inserto que tapa la cavidad o completamente dentro del inserto que tapa la cavidad, es decir, los agujeros utilizados para realizar la unión entre el portamoldes y la placa en L no podrán estar en las líneas amarillas de la siguiente imagen.

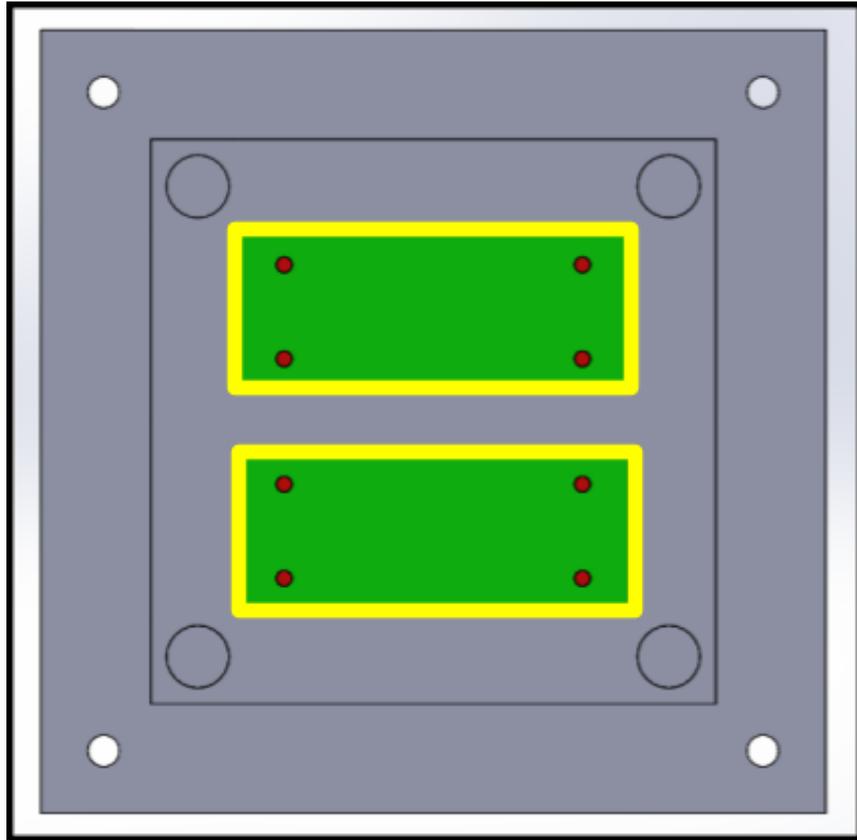


Imagen 49 M. Zonas de unión entre la placa en L y la placa portamoldes a evitar

Por otra parte, la placa portamoldes de la parte fija de la inyectora deberá ser plana en la opción 3 para poder realizar correctamente las piezas, y en este caso no será válido colocar los insertos para tapan las cavidades ya que cuando se cierre el molde durante el proceso de inyección, el material se podría fugar por los pequeños huecos que se encuentran entre las cavidades y los insertos que tapan las cavidades, lo que podría ocasionar defectos importantes en las piezas.

Para solucionar este problema, hay que fabricar una pieza que por una parte tenga la misma geometría que las cavidades de la placa portamoldes y que por la otra parte fuera plana, tal como se muestra en la siguiente imagen.

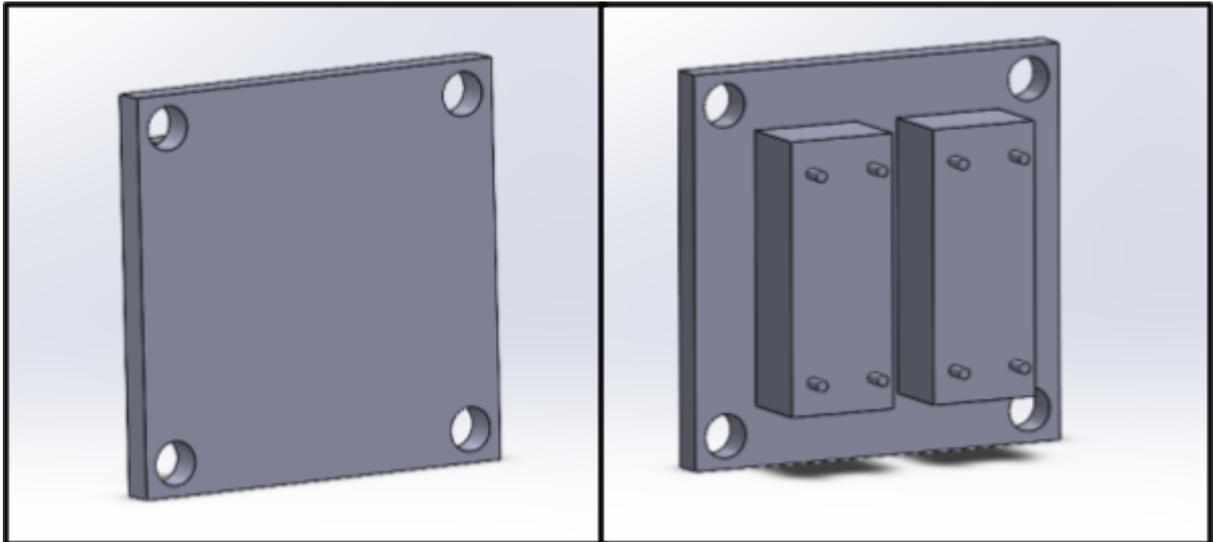


Imagen 50 M. Pieza para tapar cavidades

La placa anterior no podrá ser plana en las dos caras ya que al existir la cavidad habría problemas de deflexión que podrían generar rebaba durante la inyección.

Pero una posible alternativa a la placa de la imagen anterior sería colocar los mismos insertos que se han colocado en las cavidades de la placa portamoldes móvil y a continuación colocar una placa que sea plana en las dos caras. Esta propuesta se puede observar mejor en la siguiente imagen, donde las piezas de color amarillo corresponden a los insertos que tapan las cavidades y la pieza de color verde corresponde a la pieza plana que hará que el material no se pueda fugar por los pequeños huecos que hay entre las placas que tapan las cavidades y la placa portamoldes.

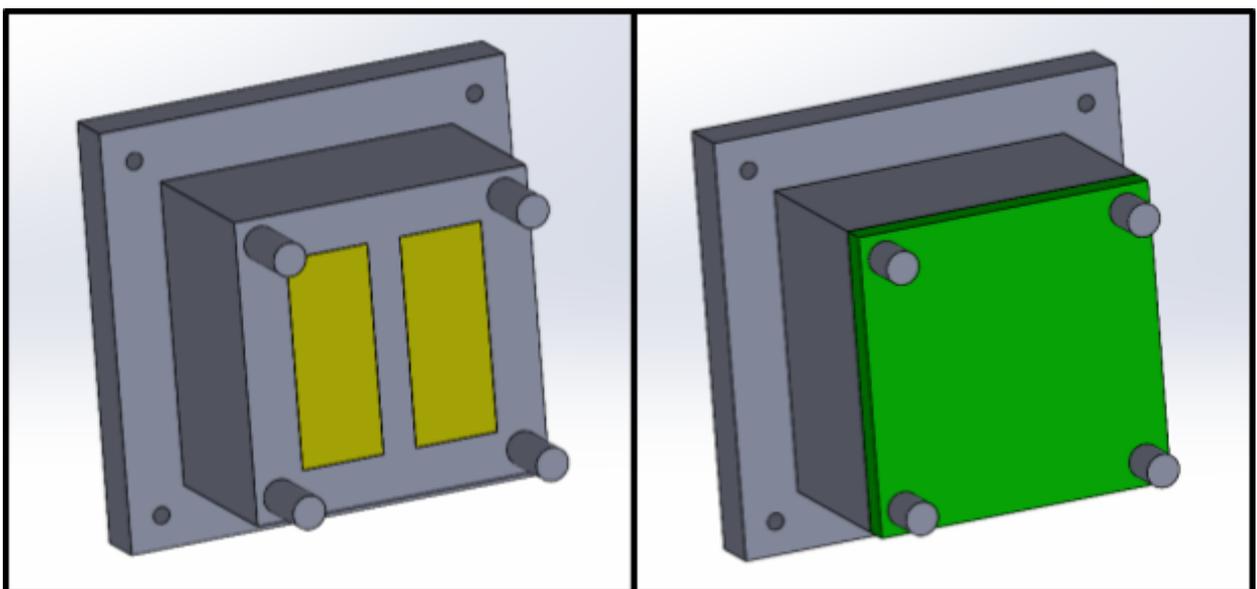


Imagen 51 M. Alternativa de piezas para tapar las cavidades

- **Compatibilidad entre las opciones 1 y 4:**

Estas dos opciones son completamente compatibles siempre y cuando los agujeros donde se colocan los tornillos que unen el molde con la placa portamoldes no coincidan con los agujeros por donde pasan los expulsores.

Los agujeros donde se insertan los tornillos en la placa del molde para unir la placa del molde a la placa portamoldes se diseñarán en base al patrón de agujeros de la placa portamoldes. Este patrón de agujeros servirá tanto para la opción 1 como para la opción 4.

Además, en la opción 4 también se deberá tener en cuenta el patrón de agujeros por donde pasan los expulsores para hacer el diseño de la placa del molde de la opción 4.

- **Compatibilidad entre las opciones 2 y 4:**

La compatibilidad entre las opciones 2 y 4 será muy complicada. Esto es debido a que las cavidades de la placa portamoldes de la opción 2 no permitirán unir el molde de la opción 4 con la placa portamoldes.

Por tanto, en este caso también se deberían de colocar insertos para tapar las cavidades en las dos placas portamoldes y además colocar una placa plana en la placa portamolde de la parte fija de la inyectora. Estas piezas son las mismas que se colocaban para que las opciones 2 y 3 fueran compatibles.

Además de colocar todas estas piezas, hay que tener en cuenta que en la placa portamoldes de la parte móvil de la inyectora se necesitan agujeros tanto para que pasen los expulsores como para unir mediante tornillos el molde con los insertos para tapar las cavidades. En el diseño del molde hay que tener en cuenta que ninguno de estos agujeros puede estar en la misma posición, esto hace que el diseño y la compatibilidad de estas dos opciones sea muy complicada.

- **Compatibilidad entre las opciones 3 y 4:**

Estas dos opciones pueden ser compatibles siempre y cuando los agujeros de la placa portamoldes por donde pasan los expulsores de la opción 4 no coincidan con los agujeros donde se colocarán los tornillos que unen el molde de la opción 4 y la placa en forma de L de la opción 3 con la placa portamoldes.

Para realizar estas dos opciones de una manera más eficiente, los agujeros donde se colocan los tornillos para unir el molde de la opción 4 con la placa portamoldes deben ser los mismos que se utilizan para unir la placa en forma de L de la opción 3 con la placa portamoldes.

No obstante, para unir la placa en forma de L con la placa portamoldes se necesitarán al menos 2 agujeros para colocar tornillos más que para unir el molde de la opción 4 con la placa portamoldes.

- **Compatibilidad entre las opciones 1 y 5:**

Estas dos opciones pueden ser compatibles, pero el cambio de una configuración a otra es costoso de realizar. Para que estas opciones sean compatibles, se deben de tapar los agujeros de la placa portamoldes por donde pasan el sistema de expulsión para que el molde de la opción 1 no sufra deflexión. Esto se puede hacer introduciendo una barra cilíndrica en ese hueco o dejando la parte del sistema de expulsión que se une a la inyectora en su hueco correspondiente y uniéndola al molde de la opción 1.

Para cambiar de la opción 1 a la opción 5 también es necesario unir a la placa portamoldes el marco y el molde de la opción 5.

Para combinar estas dos opciones de una manera más eficiente, los huecos donde se colocan los tornillos para unir el marco y el molde de la opción 5 con la placa portamoldes deben de ser los mismos que se utilicen para unir el molde de la opción 1 con la placa portamoldes.

- **Compatibilidad entre las opciones 2 y 5:**

Estas dos opciones son muy difícilmente compatibles, ya que cuando se configura el molde para realizar la opción 5, hay que tapar los huecos de las cavidades de la opción 2 en la placa portamoldes de la parte fija de la inyectora. Esta parte deberá de quedarse plana por lo que hay que añadir otra placa. En la placa portamoldes móvil no hay que poner ninguna placa más ya que no es necesario tapar las cavidades.

Por otra parte, cuando se configura el molde para realizar la opción 2, hay que quitar todas las piezas del sistema de expulsión y tapar los huecos por donde pasa el sistema de expulsión, ya que como los insertos que se colocarán en las cavidades están fabricados por fabricación aditiva se pueden romper con facilidad.

Para tapar los huecos por donde pasa el sistema de expulsión, se necesita una placa de geometría cuadrada grande para tapar el hueco por donde el sistema de expulsión se mueve y dos cilindros más pequeños. Este montaje es muy complejo, por lo que hace que estas opciones sean difícilmente compatibles.

- **Compatibilidad entre las opciones 3 y 5:**

Las opciones 3 y 5 son difícilmente compatibles ya que cuando se configura el molde con la opción 3 hay que tapar los huecos por donde pasa el sistema de expulsión.

En este caso hay que quitar el sistema de expulsión debido a que el molde de la opción 3 no se une a la placa portamoldes (ya que se une a las placas en forma de L) por lo que hay que tapar los huecos con un inserto de geometría cuadrada grande para tapar el hueco por donde el sistema de expulsión se mueve y dos cilindros más pequeños. Estas piezas son las mismas que se utilizan para que las opciones 2 y 5 sean compatibles.

- **Compatibilidad entre las opciones 4 y 5:**

Estas dos opciones son difícilmente compatibles, en primer lugar porque realizan una función muy parecida y no sería eficiente realizar un molde con varias configuraciones donde dos de ellas realicen una función muy parecida.

Por otra parte, la placa portamoldes necesitaría tener agujeros para que puedan pasar los dos sistemas de expulsores. Estos sistemas son diferentes por lo que los agujeros son de distinto tamaño y es muy complicado realizar un diseño donde dos agujeros no coincidan en el mismo lugar.

Para solucionar esto y hacer que estas dos opciones sean compatibles, las guías que empujan a la placa que contiene los expulsores de la opción 5 y los recuperadores de la opción 4, deben de tener el mismo diámetro y deben de situarse en la misma posición.

- **Compatibilidad entre las opciones 1 y 6:**

Estas dos opciones son difícilmente compatibles ya que cuando se configura el molde con la opción 1, hay que tapar el hueco de las cavidades con un inserto con la misma geometría, esta placa se unirá con una parte del sistema de expulsión.

Además, el molde de la opción 1 se unirá mediante tornillos al inserto que tapa las cavidades, y si este inserto no tiene un buen acabado, el molde se podría desalinearse con facilidad, lo que puede repercutir en piezas defectuosas.

- **Compatibilidad entre las opciones 2 y 6:**

Estas dos opciones son compatibles, pero el cambio de una configuración a otra será complejo. Para configurar el molde con la opción 6 se deberán tapar las cavidades del portamoldes de la parte fija de la inyectora y posteriormente colocar también una placa plana.

Para cambiar a la opción 2 hay que retirar el molde y la placa que contiene los expulsores de la opción 6, y posteriormente colocar los insertos de la opción 2, estos encajarán en las cavidades del portamolde.

La gran ventaja de esta combinación es que se aprovecha el hueco de las cavidades de la opción 2 para colocar ahí las placas que contienen los expulsores de la opción 6, por tanto en este caso, al contrario que en otras combinaciones, no será necesario tapar los huecos de las cavidades con placas rectangulares.

- **Compatibilidad entre las opciones 3 y 6:**

Estas dos opciones son difícilmente compatibles ya que cuando se configura el molde con la opción 3 es necesario tapar las cavidades de la placa portamoldes con insertos.

Además, en este caso cuando se unen las placas en forma de L de la opción 3 con el portamoldes, algunos agujeros estarán en los insertos que tapan las cavidades y otros fuera de estas placas, en la placa portamoldes. Esto puede producir problemas para alinear las placas en forma de L con el molde.

- **Compatibilidad entre las opciones 4 y 6:**

Las opciones 4 y 6 no pueden ser compatibles debido a que el sistema de expulsión, en cuanto a su geometría, es diferente para las dos configuraciones y la placa portamoldes no se podrá adaptar para las dos configuraciones.

- **Compatibilidad entre las opciones 5 y 6:**

Independientemente de si estas configuraciones son compatibles, primero hay que mencionar que no se debe configurar un molde con estas dos configuraciones ya que realizan la misma función, por lo que no sería eficiente.

En cuanto a su compatibilidad, esta será muy difícil de realizar ya que, para configurar el molde con la opción 5 hay que tapar las cavidades con unos insertos con la misma geometría que las cavidades pero además hay que agujerear estas placas para que pueda montarse el sistema de expulsión.

7. SOLUCIÓN FINAL

Presentadas las propuestas y las compatibilidades de las mismas, en este apartado se busca detallar la propuesta de portamolde que sea capaz de combinar varias de las opciones mostradas anteriormente. Mediante esta propuesta final, se pretende cubrir las necesidades de diferentes formas de inyectar piezas en máquina (planas, con expulsores, con refrigeración, mediante insertos de rapid tooling, etc.), con un cambio rápido de configuración. La solución final contará con cuatro configuraciones diferentes, las cuales corresponden a las opciones 1, 3, 4 y 5 que se han explicado anteriormente. No obstante estas opciones presentan algún pequeño cambio en su diseño.

Este portamolde hará que dependiendo de la configuración adoptada, el molde posea sistema de expulsión o sistema de refrigeración. A continuación se detalla el portamolde propuesto en su conjunto, y los pasos a realizar para adaptar el portamolde a una configuración concreta.

7.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PORTAMOLDE

El montaje general del portamolde corresponde a las piezas que estarán montadas en la inyectora en todas las configuraciones.

El portamolde estará dividido en dos partes, la primera de ellas se unirá al plato de la parte fija de la inyectora y la otra parte se unirá al plato de la parte móvil de la inyectora. En la siguiente imagen se podrán diferenciar las dos partes.

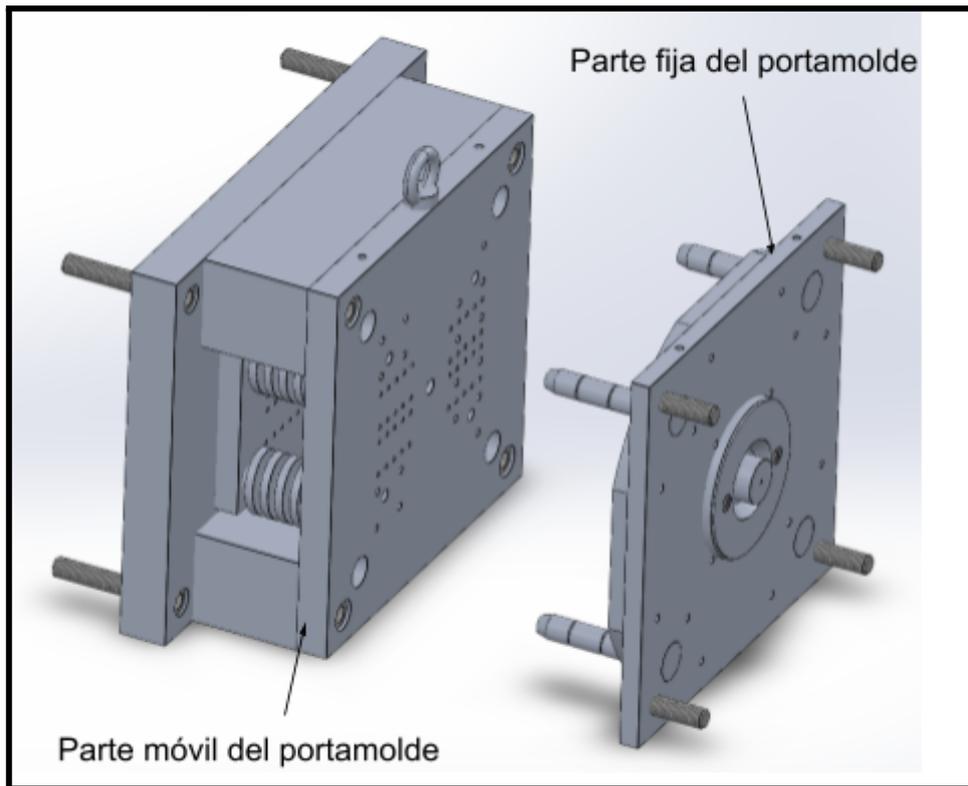


Imagen 52 M. Partes del portamolde

7.1.1. Parte fija del montaje general del portamolde

En este apartado se describirán los elementos principales que componen la parte fija del montaje general del molde y los cambios en el diseño de cada elemento.

- **Placa portamoldes fija**

La placa portamoldes fija es la pieza que se montará en la parte fija de la inyectora. Esta pieza contendrá las guías, el bebedero, el disco centrador y dependiendo de la configuración del portamoldes se le montará una placa plana o un molde.

El diseño anterior de esta placa tiene dos alturas diferentes y un espesor ligeramente superior al nuevo diseño, además la inserción de las guías era más complicada ya que se hacía a presión. El diseño anterior se puede observar en la siguiente imagen.

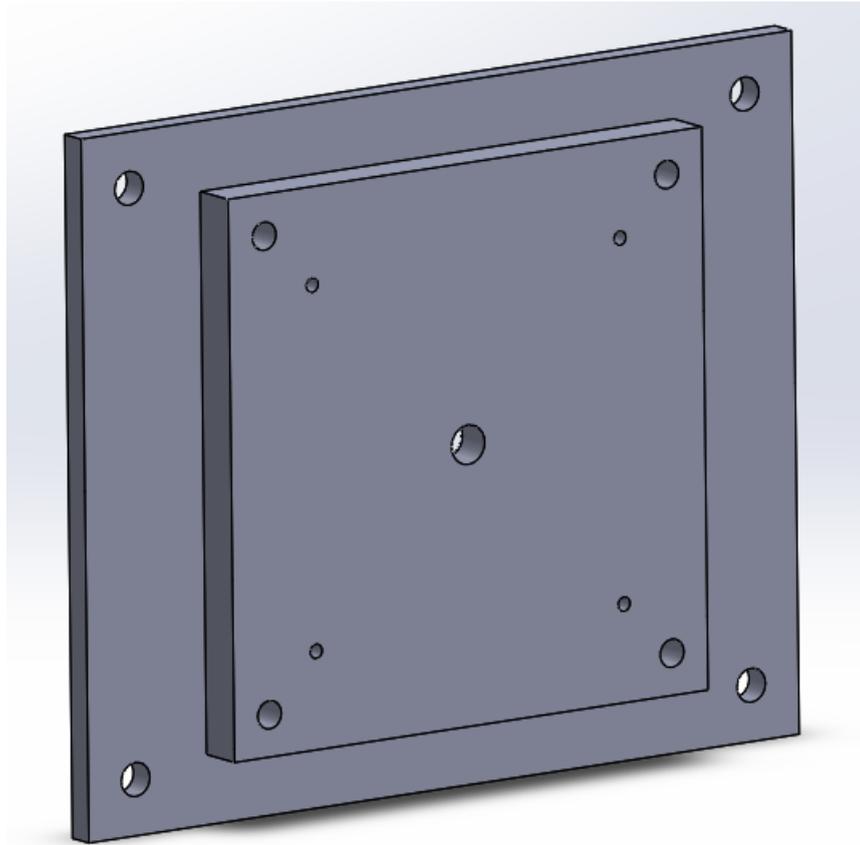


Imagen 53 M. Diseño anterior de la placa portamoldes fija

El nuevo diseño de la placa portamoldes fija tendrá solo una altura, lo que facilitará el mecanizado de la placa, además tendrá menos espesor, más agujeros para poder colocar diferentes tipos de tamaños de molde, y por último la colocación de las guías será más sencilla que en diseño anterior. En la siguiente imagen se puede observar el nuevo diseño de la placa portamoldes fija.

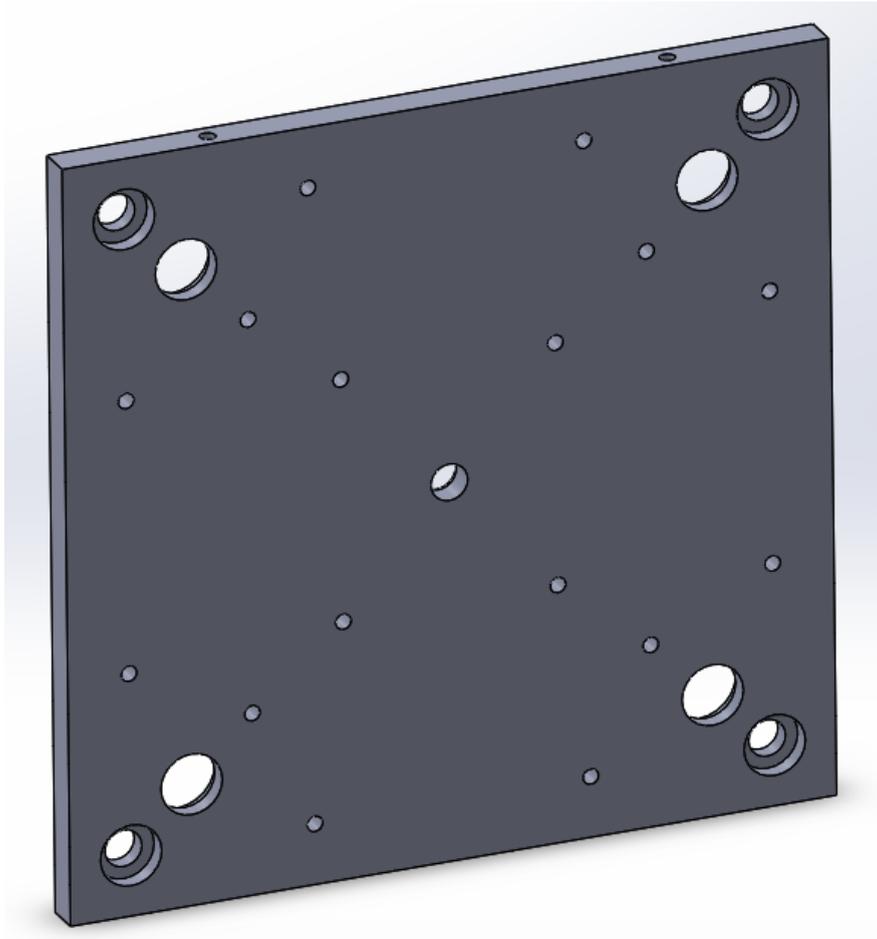


Imagen 54 M. Diseño nuevo de la placa portamoldes fija

En la imagen anterior se puede apreciar que hay diferentes tipos de agujeros en la placa portamoldes fija, para mencionar la función que realiza de cada uno de los agujeros se utilizará la siguiente nomenclatura.

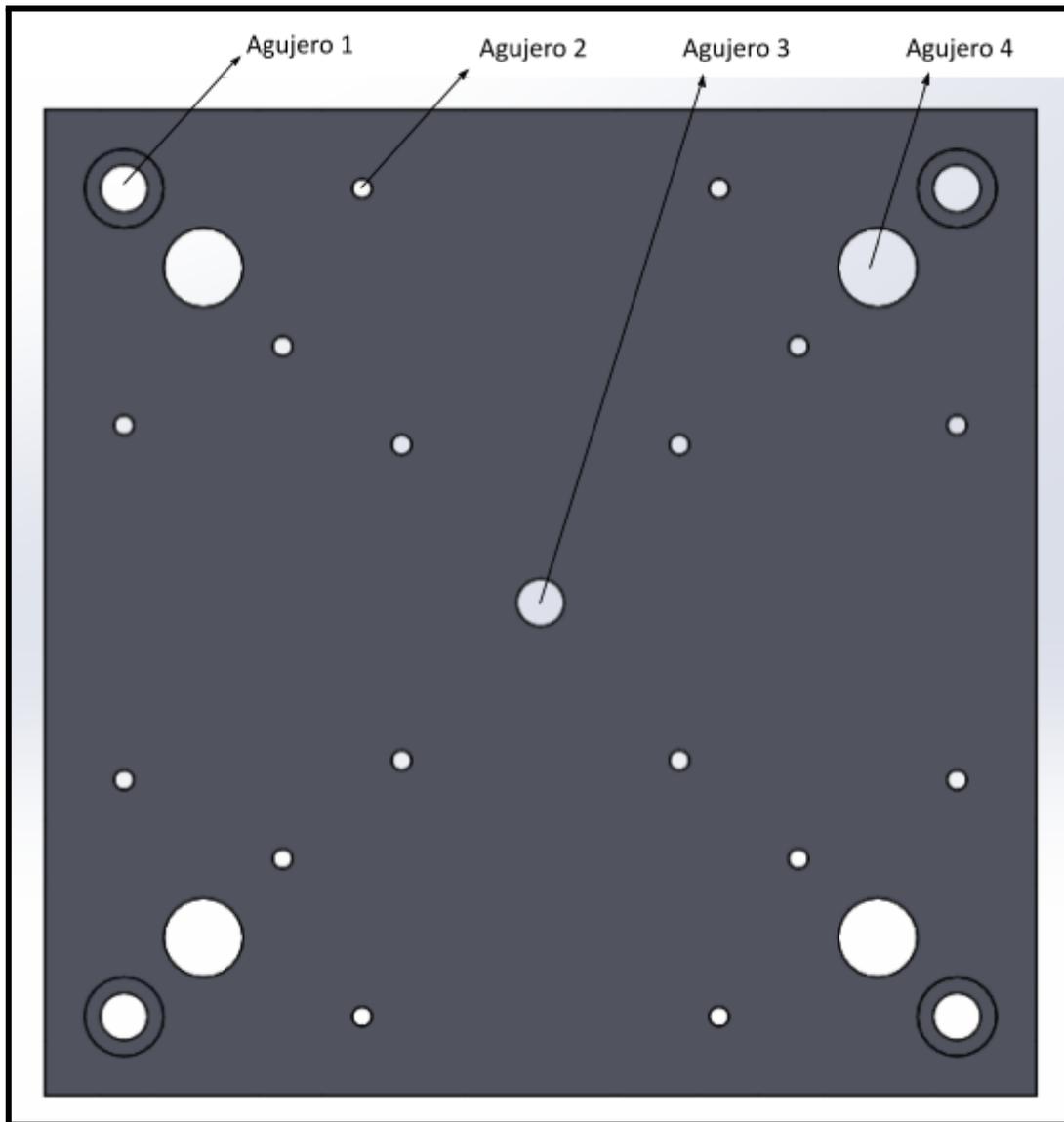


Imagen 55 M. Nomenclatura de los agujeros de la placa portamolde fija

En el agujero 1 se colocan los tornillos que unirán la placa portamolde con la inyectora. En el agujero 2 se colocan los moldes o la placa plana, dependiendo de la configuración que se monte al portamolde. En el agujero 3 se colocará el bebedero y por último, en el agujero 4 se colocarán las guías que se encargan de alinear las dos placas portamolde.

La parte trasera de esta placa, que es la parte que estará unida al plato de la inyectora, será muy similar a la parte delantera. En el centro, tendrá una pequeña cavidad con 2 agujeros para insertar el disco centrador encargado de alinear la placa portamolde con la inyectora. En la siguiente imagen se puede observar cómo será esta placa por detrás.

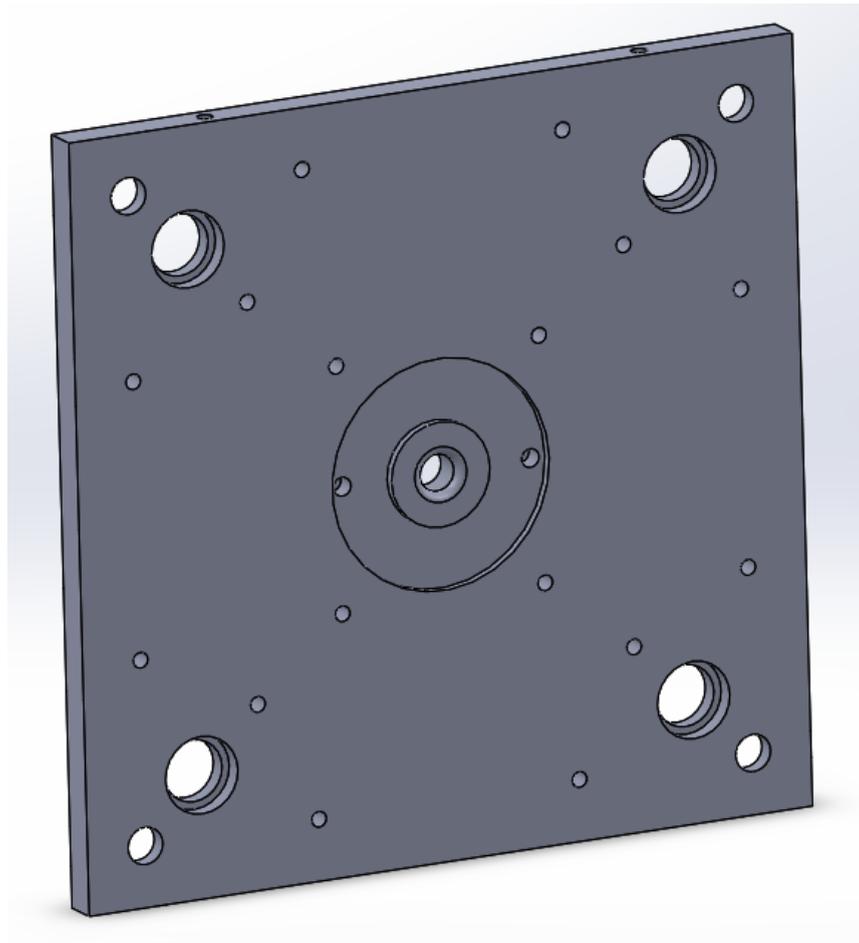


Imagen 56 M. Placa portamoldes fija por detrás

- **Placa plana**

La placa plana es una pieza que se montará en la placa portamoldes fija mediante ocho tornillos y que se utilizará cuando en las piezas a realizar tengan una parte completamente plana. El diseño de la placa plana se puede observar en la siguiente imagen.

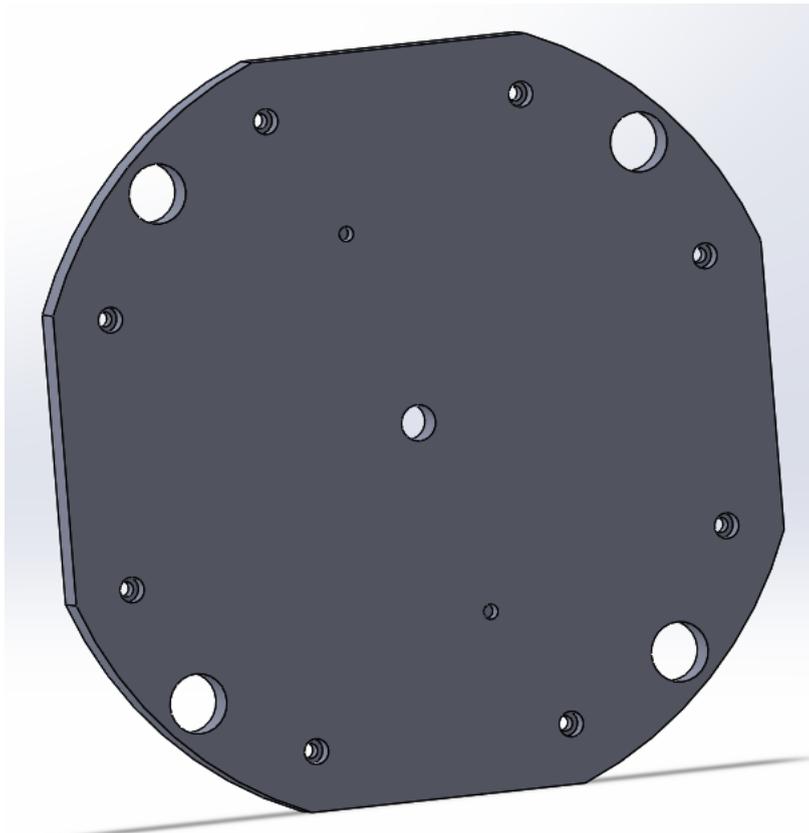


Imagen 57 M. Placa plana

Esta pieza también contará con diferentes agujeros, y para explicar la función de cada agujero se utilizará la siguiente nomenclatura.

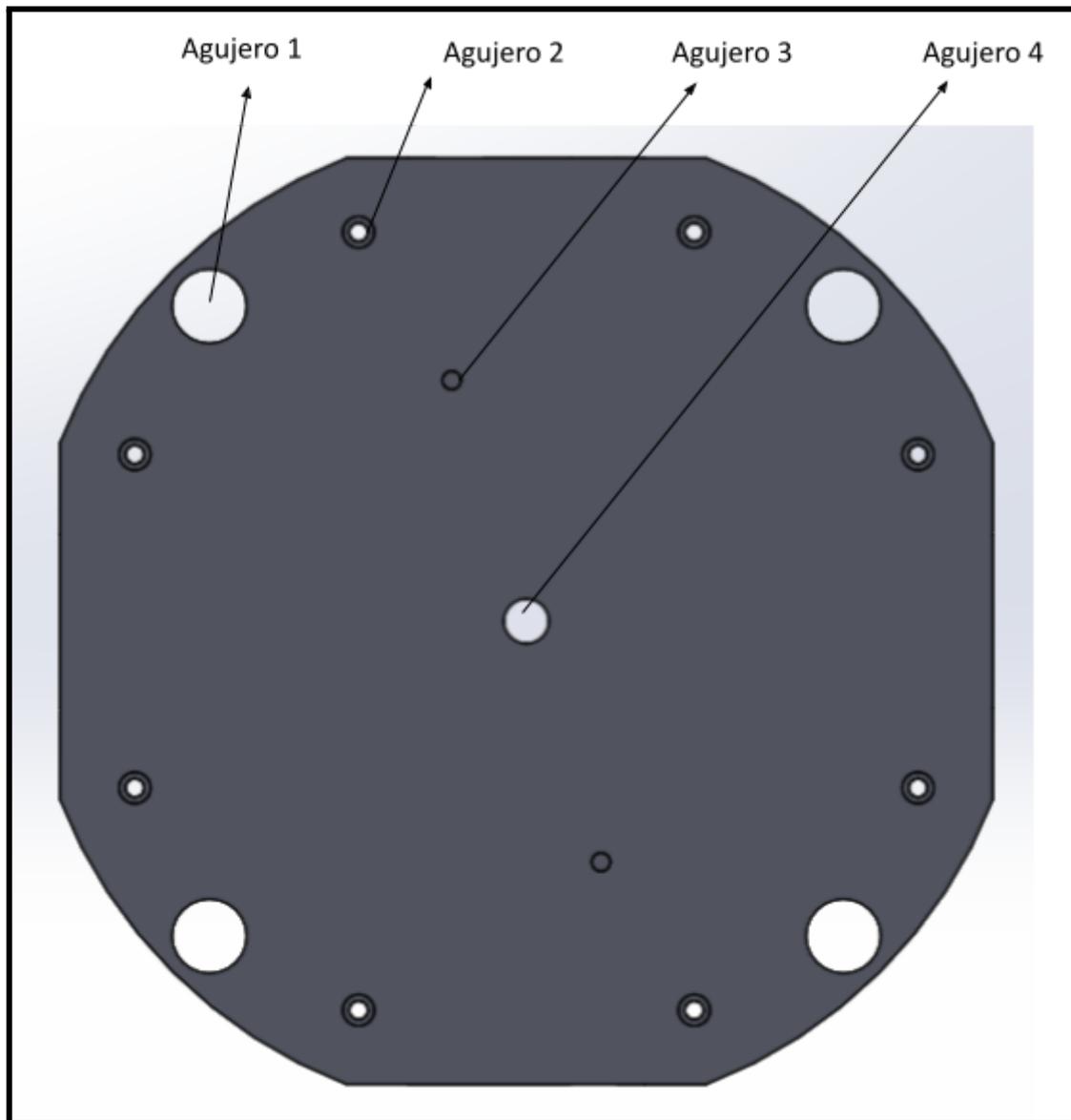


Imagen 58 M. Nomenclatura de la Placa plana

Por el agujero 1 pasarán las guías para alinear las dos placas portamoldes, por el agujero 2 se insertarán los tornillos que unirán la placa plana con la placa portamoldes, el agujero 3 será para insertar las varillas que alineen el molde de la configuración 4 y por último el agujero 4 será para insertar el bebedero.

- **Elementos comerciales**

En cuanto a los elementos comerciales necesarios en esta parte del portamoldes podemos encontrar el bebedero, que es la pieza encargada de inyectar el material al molde para fabricar la pieza.

Se ha elegido el tamaño de bebedero más pequeño posible ya que el bebedero marcará el tamaño de la placa portamoldes y la placa plana, por lo que si es más pequeño el molde pesará menos y su montaje será más sencillo. En la siguiente imagen se puede observar cómo será el diseño del bebedero.

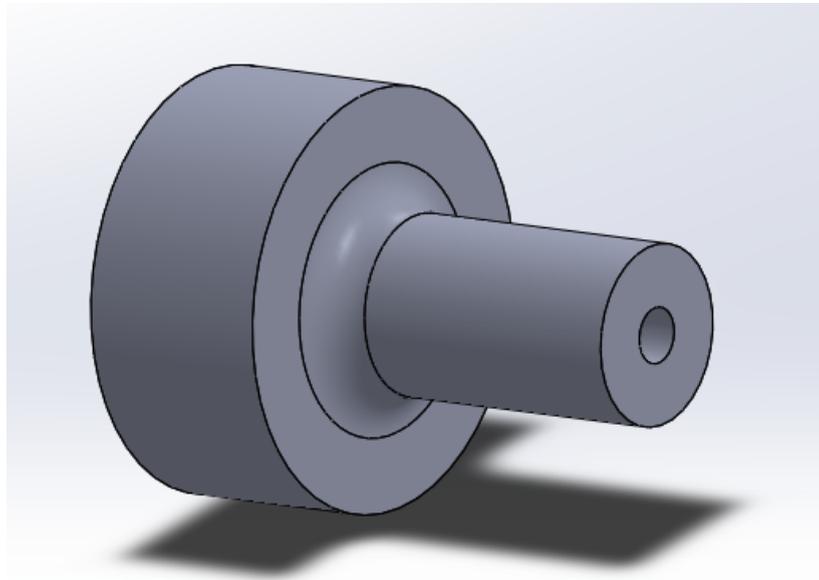


Imagen 59 M. Bebedero

El tamaño total del bebedero es de 35mm pero la distancia que marcará el tamaño de las otras placas es la longitud de la parte del bebedero que tiene un diámetro menor, esta longitud será de 22mm.

Por lo tanto, el espesor de la placa portamoldes y de la placa plana o de la placa portamoldes y el molde (dependiendo de la configuración que se utilice) deberá de ser siempre de 22mm.

Otro elemento comercial será la guía, que es el elemento que permite que las dos placas portamoldes estén bien alineadas para que no haya defectos, como rebabas en las piezas que se fabrican en el molde.

Las guías se colocarán en los agujeros situados en los cuatro extremos de la placa portamoldes fija tal y como se puede observar en el plano de corte de la siguiente imagen.

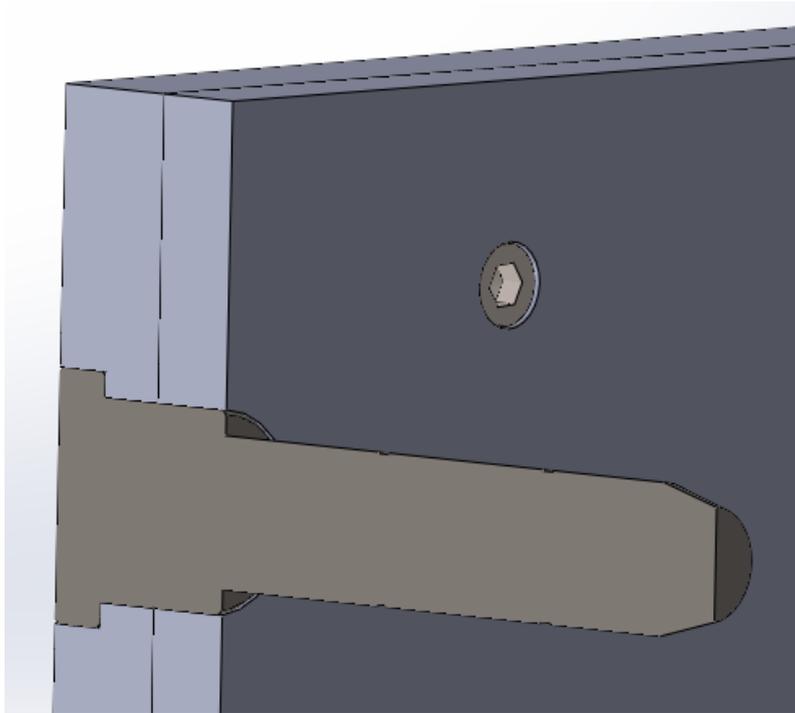


Imagen 60 M. Montaje de las guías

Cuando el molde se cierre, las guías se insertarán en los agujeros de la placa portamoldes móvil y de las paralelas para así poder cumplir su función. El diseño de la guía se puede observar en la siguiente imagen.

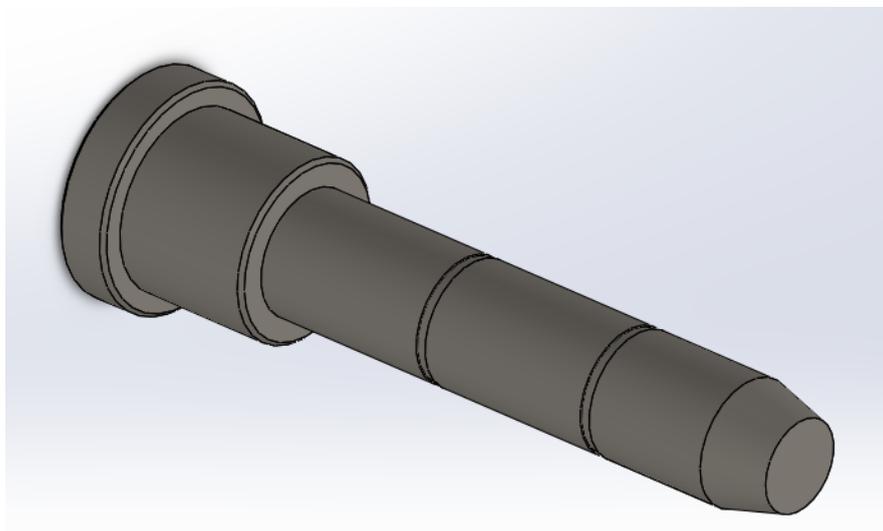


Imagen 61 M. Guía

El último elemento comercial que encontramos en la parte general fija del portamolde es el disco centrador. Estará colocado en la parte fija del portamolde, y su función principal será facilitar el montaje del portamolde a la inyectora asegurándose de que todo el portamolde esté bien centrado con la inyectora.

El principal requisito que tiene que tener el disco centrador es que su diámetro exterior sea de 100 mm para que se pueda insertar en su hueco correspondiente en la inyectora. El diseño del disco centrador se puede observar en la siguiente imagen.

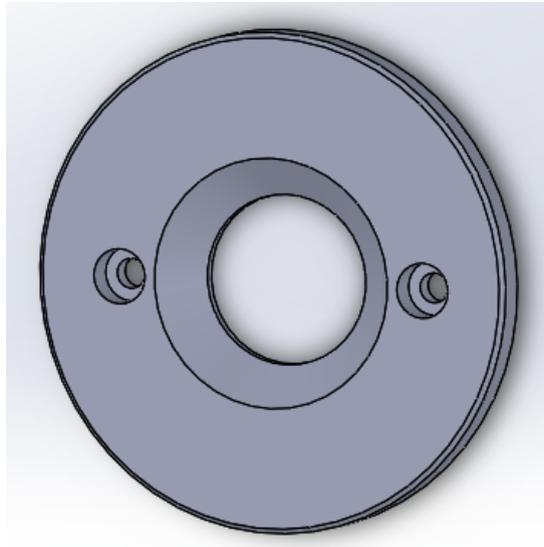


Imagen 62 M. Disco centrador

El disco centrador estará unido a la parte trasera de la placa portamoldes fija mediante dos tornillos. En la siguiente imagen se puede apreciar mejor esta unión.

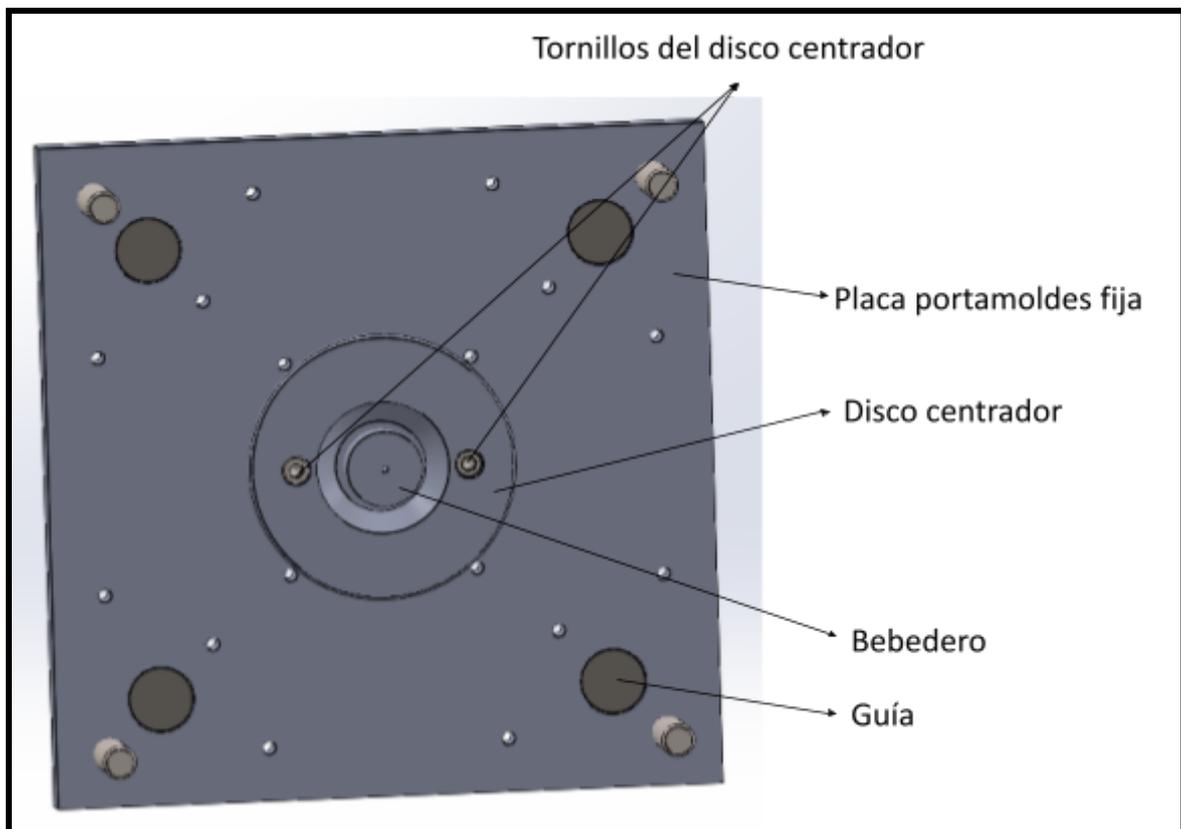


Imagen 63 M. Placa portamoldes fija por detrás

7.1.2. Parte móvil del montaje general del portamolde

En este apartado se describirán los elementos principales que componen la parte móvil del montaje general del molde y los cambios en el diseño de cada elemento.

- **Placa portamoldes móvil**

La placa portamoldes móvil es la pieza donde se unirán los moldes de las diferentes configuraciones y por la cual pasarán los expulsores y recuperadores del sistema de expulsión. Además, cuando se cierre el molde, también se insertarán las guías encargadas de alinear las dos placas portamolde y que estarán colocadas en la placa portamoldes fija.

En los diseños anteriores como se puede observar en la siguiente imagen, el espesor de esta pieza era grande ya que tenía que tener dos alturas diferentes, para que en una altura se colocarían los tornillos y en la otra altura hubiera suficiente espacio para insertar las guías para alinear las dos placas portamolde.

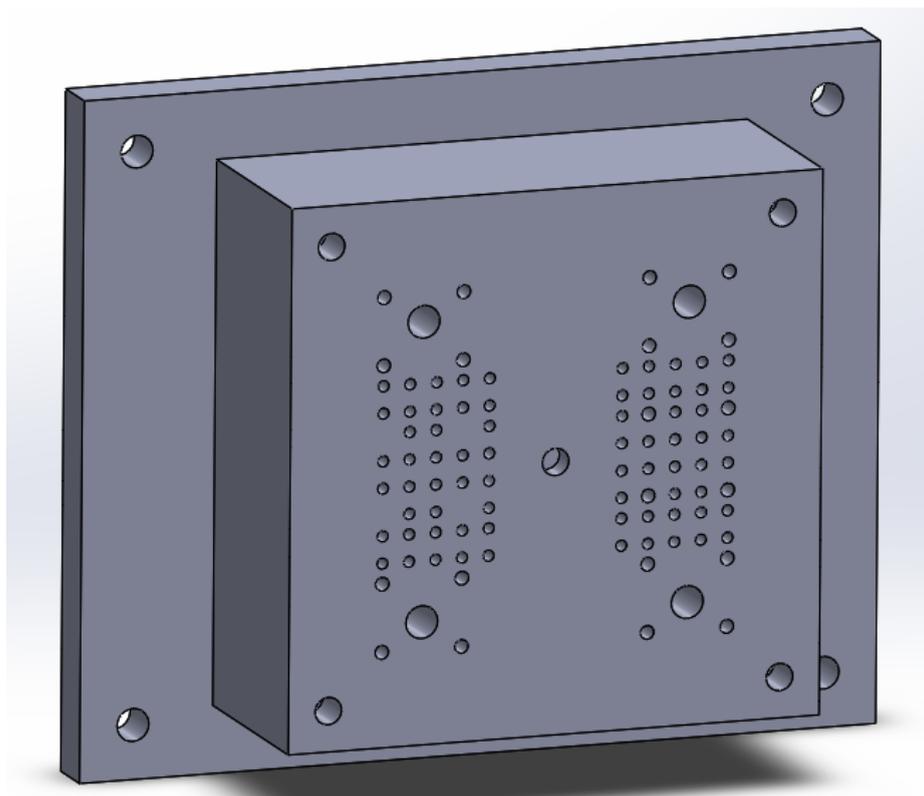


Imagen 64 M. Placa portamolde móvil antigua

En el nuevo diseño el espesor de la pieza sería constante y más pequeño, con esto se pretendía que la placa fuera más ligera para así facilitar el montaje.

Esta pieza es la que más fuerza debe de aguantar de todo el portamolde, por lo que se han hecho simulaciones para predecir cuál será la deformación máxima de la pieza. Para que esta pieza no se deforme excesivamente se ha determinado la fuerza máxima que puede aplicar la inyectora. Las simulaciones y los valores de fuerza máxima que puede aplicar la inyectora se pueden encontrar en el Anexo 2.

Esto se consiguió colocando detrás de la placa portamolde dos paralelas, las cuales poseerán unos agujeros en la misma posición que los agujeros de la placa portamolde donde se insertan las guías. En este caso sí que habría suficiente espacio para insertar las guías sin que el espesor de la placa portamolde sea demasiado grande. El nuevo diseño de esta placa se puede observar en la siguiente imagen.

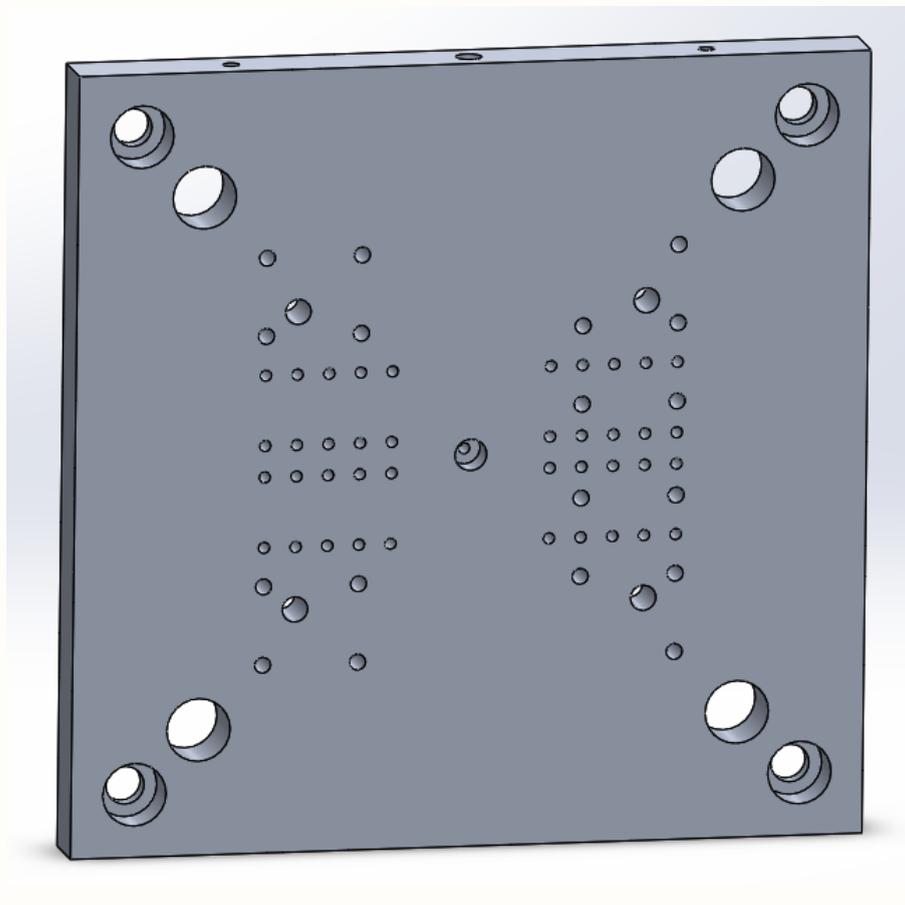


Imagen 65 M. Nueva Placa portamolde móvil

En la anterior imagen se puede observar que hay diferentes tipos de agujeros en la placa portamolde. Para mencionar la función de cada uno de ellos se utilizará la siguiente nomenclatura.

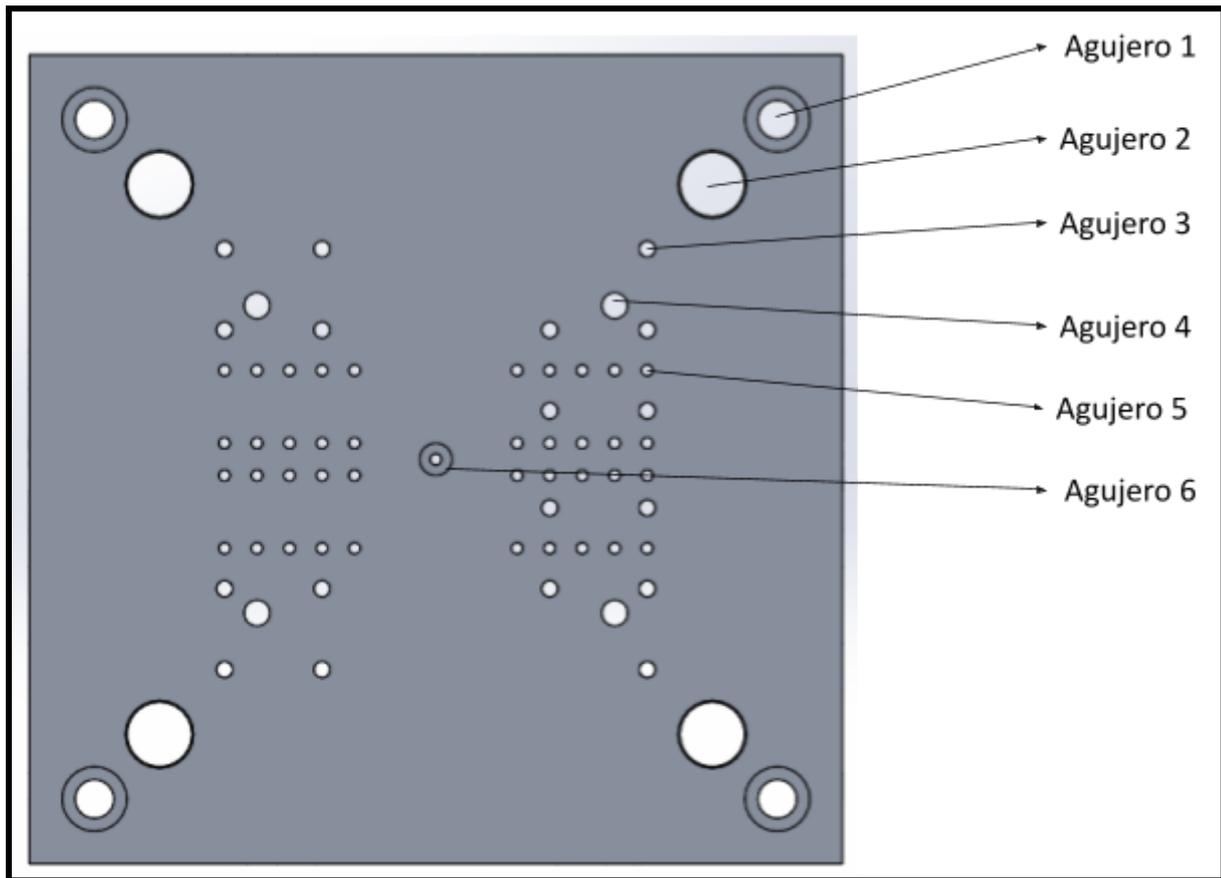


Imagen 66 M. Nomenclatura de la Placa portamoldes móvil

En el agujero 1 se colocarán los tornillos que unen la placa portamoldes con las paralelas, en el agujero 2 se insertarán las guías cuando se cierre el molde, en el agujero 3 dependiendo de la configuración del portamolde se colocarán las placas en L, un marco o un molde, en el agujero 4 se colocarán los recuperadores, en el agujero 5 se colocarán los expulsores y por último en el agujero 6 se colocará una varilla para centrar el molde que se coloque en la placa portamoldes con el bebedero, este agujero también tendrá un pequeño agujero pasante que será para que pase el expulsor central.

- **Base del portamoldes**

La base del portamoldes es la pieza que se colocará en el plato de la parte móvil de la inyectora, por tanto los tornillos que unen esta pieza con la inyectora deben de estar en unas posiciones concretas, ya que se tendrán que adaptar al plato de la inyectora.

La pieza tendrá geometría rectangular y un agujero en el medio para que el husillo que activa el sistema de expulsión pueda pasar por ahí.

A esta placa se le unirán las dos paralelas mediante tornillos y cuatro pilares que servirán para guiar al sistema de expulsión y para reforzar el portamoldes, estos pilares se sujetarán gracias a otra placa. En la siguiente imagen se puede observar el diseño de la base del portamoldes.

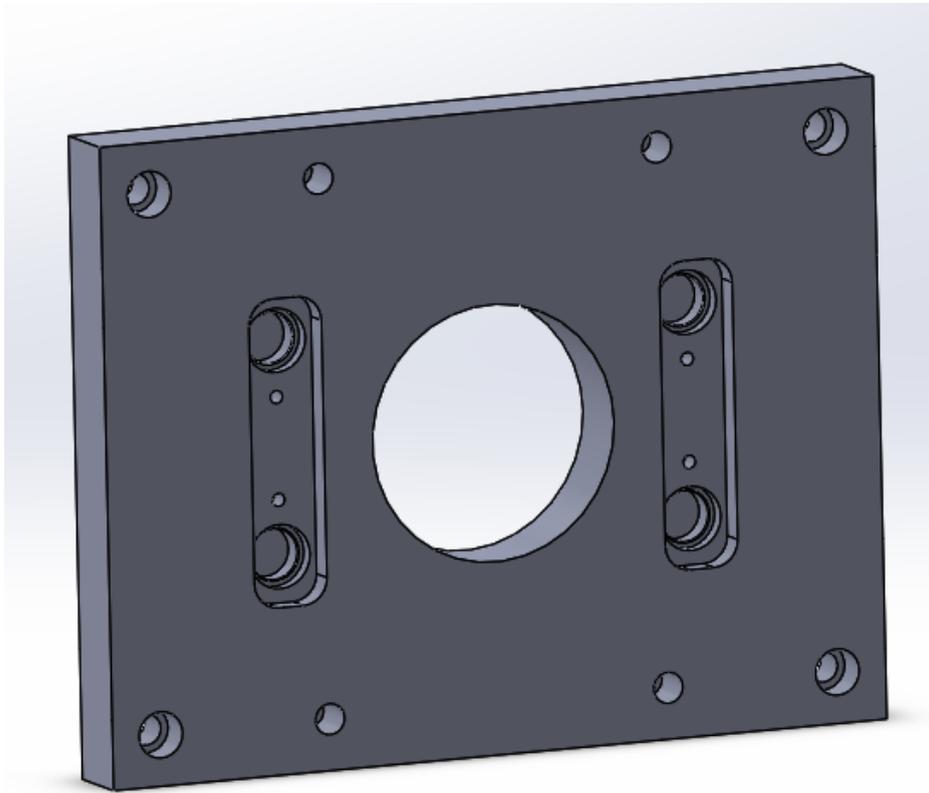


Imagen 67 M. Base del portamoldes

- **Placa sujeta pilares**

Estas placas se colocarán en los dos huecos de la base del portamoldes donde se colocan los pilares y su función será la de sujetar los pilares, que pasarán a través de los agujeros que están en los extremos de esta placa y en los otros dos agujeros se insertan los tornillos encargados de atornillar esta placa a la base del portamoldes. En la siguiente imagen se puede observar el diseño de esta pieza.

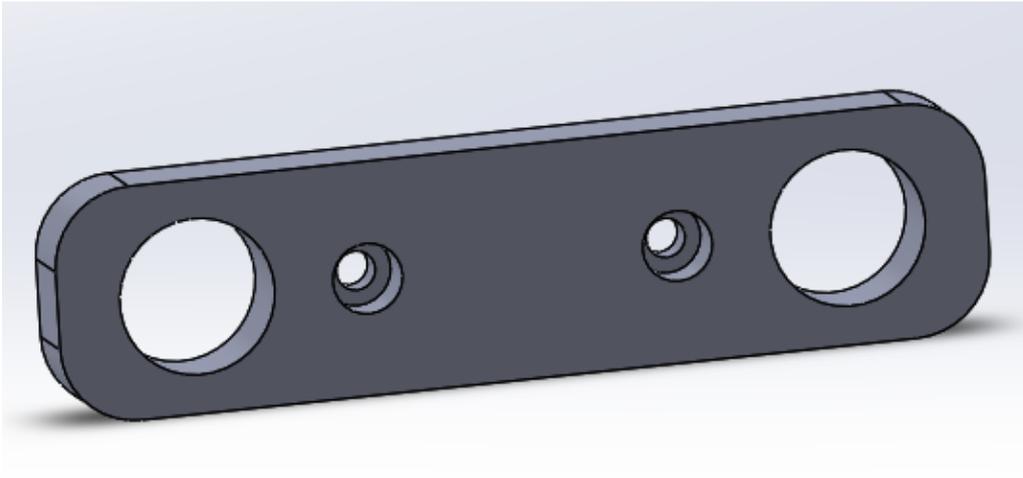


Imagen 68 M. Placa sujeta pilares

- **Paralelas**

Las paralelas son piezas de geometría rectangular que estarán situadas entre la base del portamoldes y la placa portamoldes móvil. Su principal función será crear un espacio entre la base del portamoldes y la placa portamoldes para poder colocar la placa portaexpulsores y que el sistema de expulsión se pueda mover. El diseño de la paralela se puede observar en la siguiente imagen.

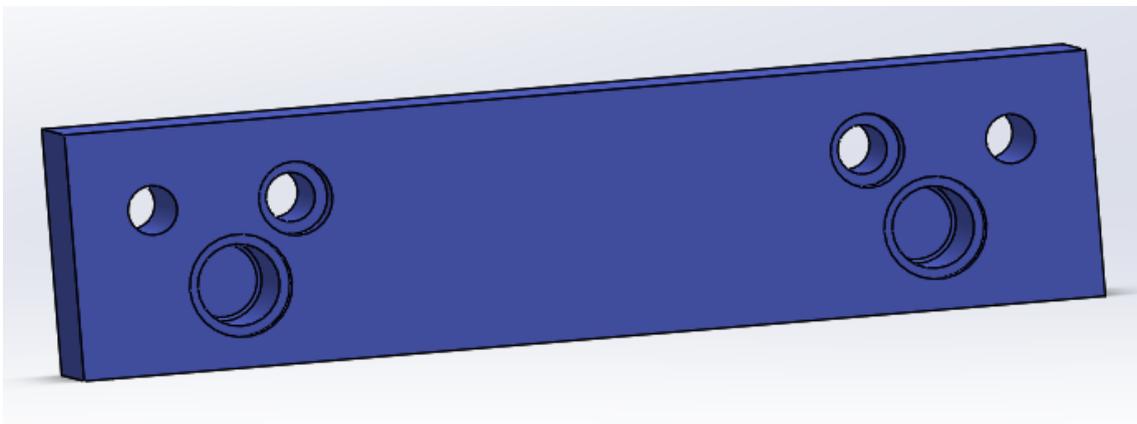


Imagen 69 M. Paralela

Para explicar la función de los tres tipos diferentes de agujero, se utilizará la siguiente nomenclatura.

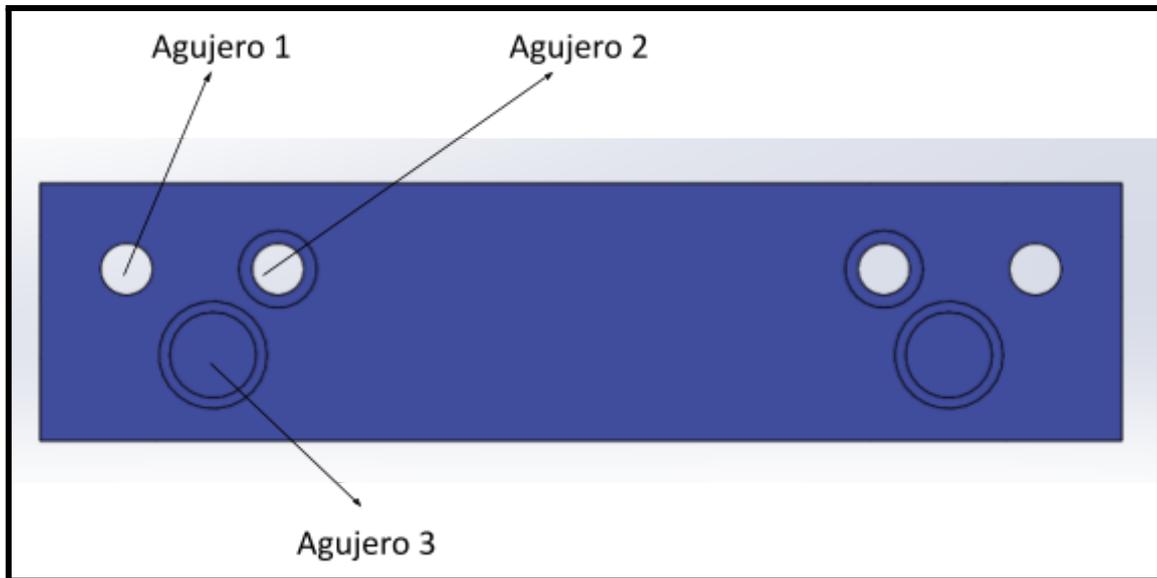


Imagen 70 M. Nomenclatura de la Paralela

El agujero 1 es el lugar donde se colocará el tornillo que unirá la placa portamoldes con la paralela, en el agujero 2 se colocará el tornillo que une a la paralela con la base del portamoldes y por último, el agujero 3 es el lugar donde se colocará un casquillo para que cuando se cierre el molde se inserte la guía para alinear correctamente a los dos portamoldes.

Se colocarán dos paralelas unidas a la base del portamoldes, en concreto una en la parte superior y otra en la parte inferior. A las paralelas se les unirá la placa portamoldes.

Las dos paralelas sustituyen al marco que se planteó en algunas de las propuestas del apartado 6.

- **Placa portaexpulsores**

La placa portaexpulsores estará situada en el hueco creado por las paralelas entre el portamoldes y la base del portamoldes y será empujada por el husillo de la inyectora para que realice su función. El diseño de esta pieza se puede observar en la siguiente imagen.

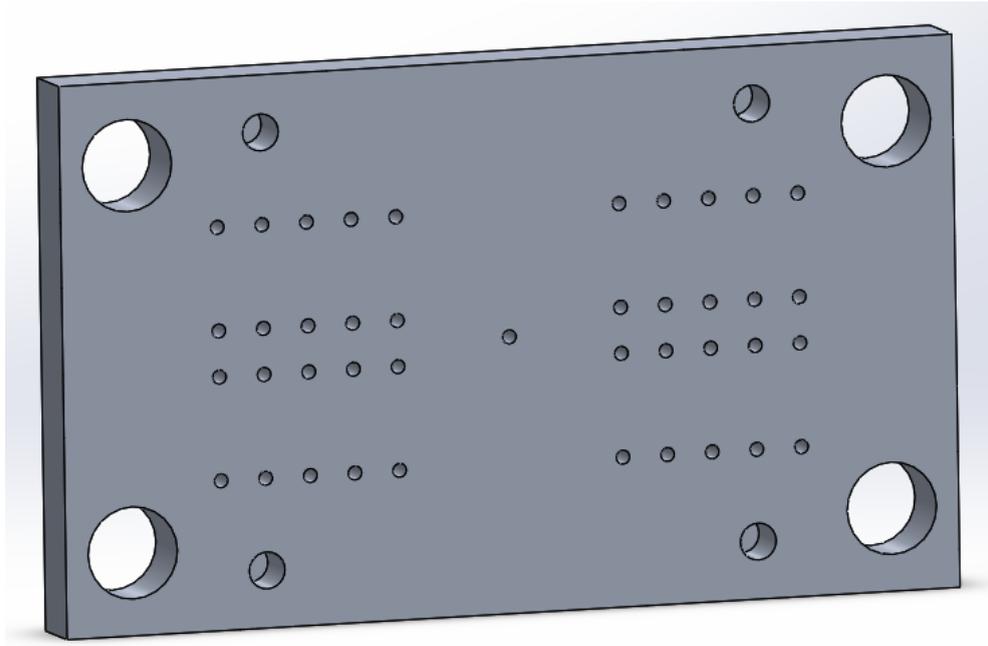


Imagen 71 M. Placa portaexpulsores

Para mencionar la función que cumple cada agujero, se seguirá la siguiente nomenclatura:

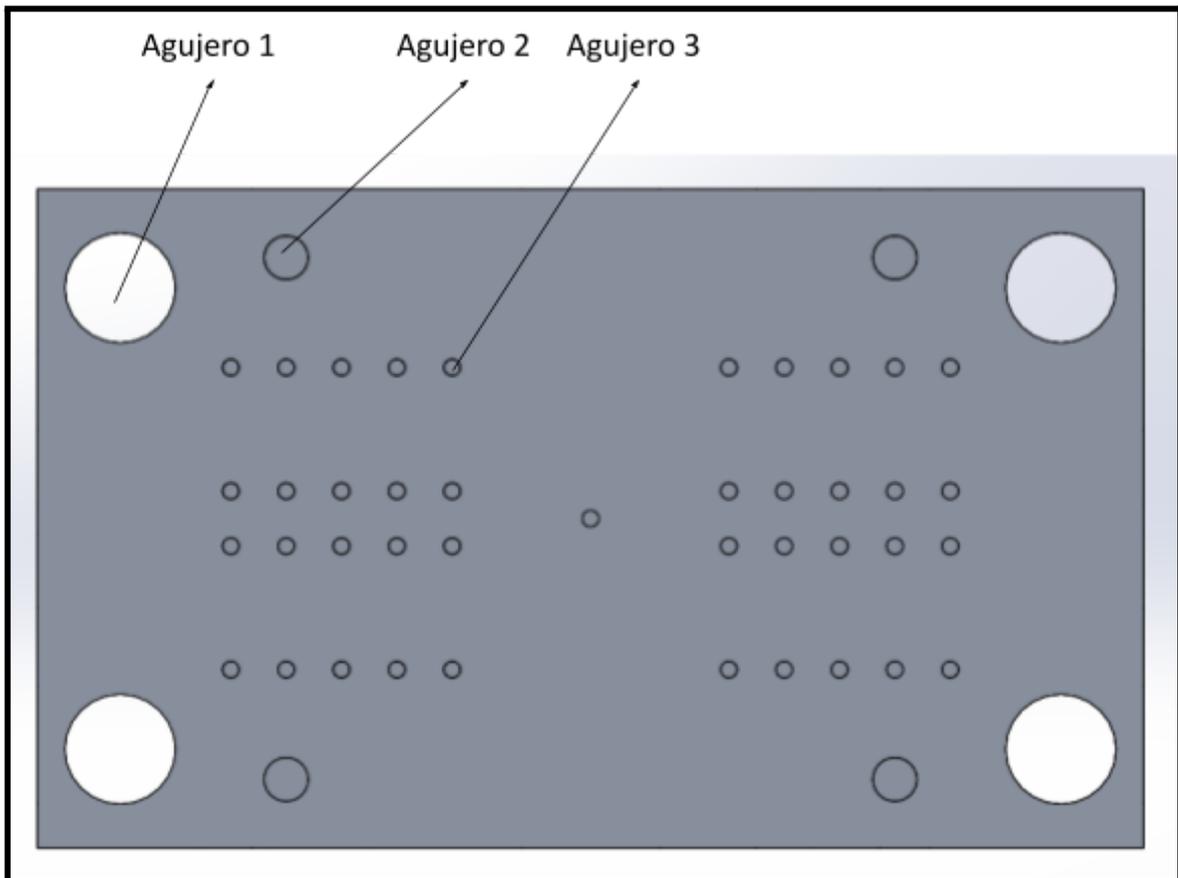


Imagen 72 M. Nomenclatura de la Placa portaexpulsores

Como se puede observar en la anterior imagen, en la placa portaexpulsores hay tres tipos de agujeros. En el agujero 1 pasarán los pilares que permitirán que la placa portaexpulsores esté bien alineada, este tipo de agujeros habrá que escariarlos para que tengan muy buena calidad, en el agujero 2 estarán colocados los recuperadores y en el agujero 3 se colocaran los expulsores.

Para que esta placa se mueva se colocará un cilindro en el husillo y cuando la máquina active el husillo, el cilindro contactará con la placa portaexpulsores y la moverá.

- **Elementos comerciales**

Los elementos comerciales que compondrán la parte móvil de la configuración básica del portamoldes son en primer lugar los casquillos, que se insertarán en dos de los agujeros de las paralelas, la función de estos elementos será que las guías que estarán colocadas en la otra parte del portamoldes se inserten correctamente en los agujeros de los propios casquillos, ya que el agujero de los casquillos estará mecanizado con una calidad superior y unas dimensiones más exactas que las de los agujeros de las paralelas, así cuando se cierre el molde, la alineación será correcta. El diseño del casquillo se puede observar en la siguiente imagen.

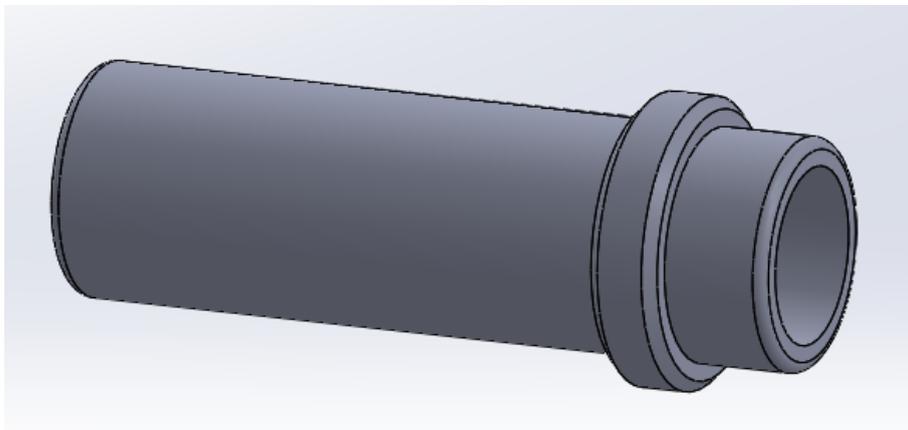


Imagen 73 M. Casquillo

El otro elemento comercial de esta parte del portamoldes volverá a ser el casquillo, pero en este caso será de un tamaño más largo ya que realizará otra función, esta pieza recibirá el nombre de pilar. Los cuatro pilares, estarán colocados en la base del portamoldes y se sujetarán con otras placas y su función será mantener alineada a la placa portaexpulsores en todo su recorrido y también reforzar a la placa portamoldes para disminuir su deformación. En la siguiente imagen se puede observar el diseño del pilar.

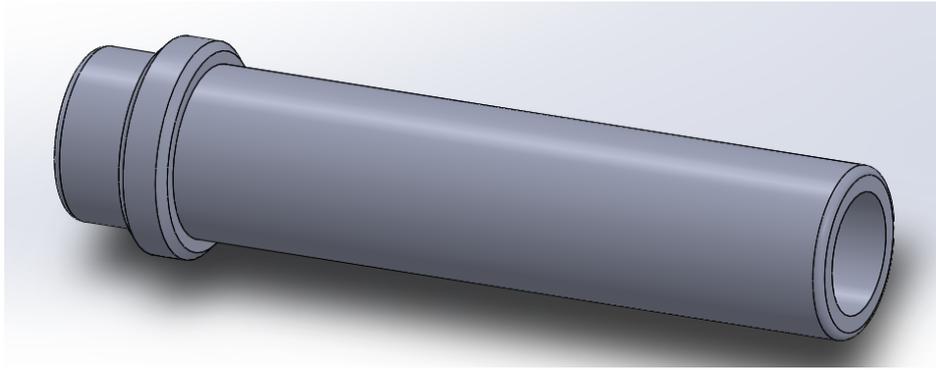


Imagen 74 M. Pilar

En la siguiente imagen se puede apreciar con más detalle cómo estarán montados los pilares. En la imagen de la izquierda se muestra como se colocan los pilares en la base del portamoldes y en la imagen de la derecha se muestra como se sujetarán los pilares. En este caso con una placa con la misma geometría que el hueco que hay en la base del portamoldes.

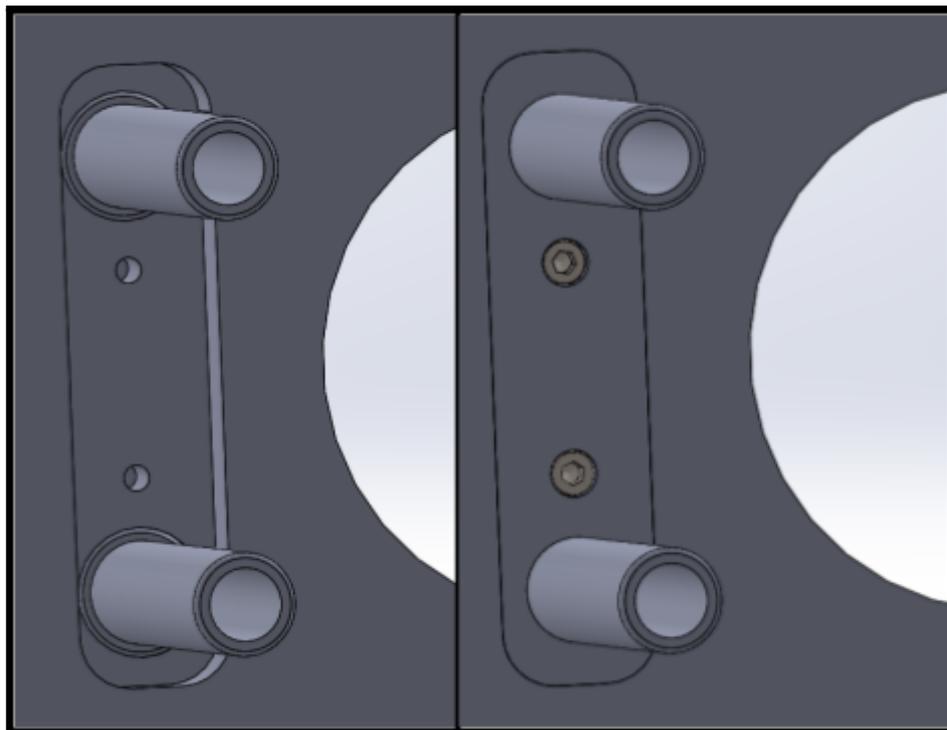


Imagen 75 M. Pilares colocados

Otro elemento comercial que encontramos en la parte general móvil del portamolde es el muelle. Su función será mover el sistema de expulsión a su posición original cuando se active.

Los cuatro muelles estarán colocados cada uno en un pilar, entre la placa portaexpulsores y la placa portamoldes móvil.

El diseño del muelle será como el que se puede observar en la siguiente imagen pero con otras dimensiones.

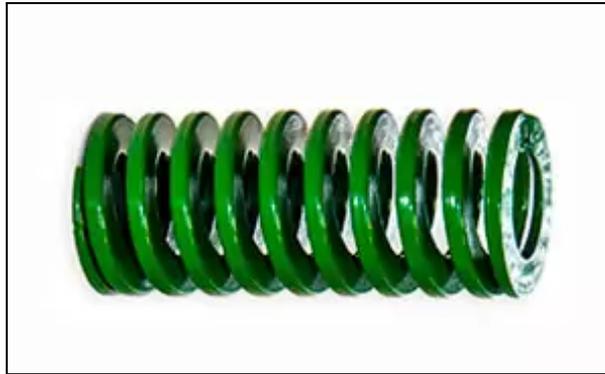


Imagen 76 M. Muelle [14]

El último elemento comercial de esta parte será el cáncamo, este elemento permitirá que una pluma aguante todo el montaje general cuando se esté montando a la inyectora (mientras se atornillan los tornillos correspondientes). En la siguiente imagen se puede observar el diseño del cáncamo.

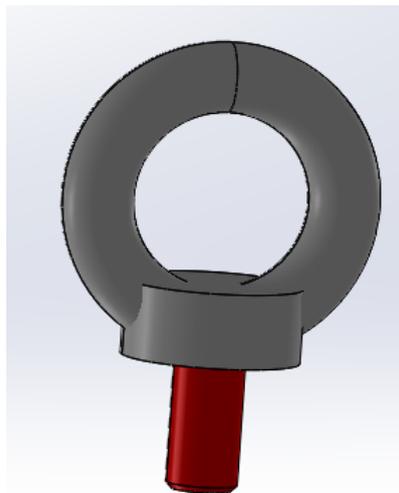


Imagen 77 M. Cáncamo

El cáncamo estará colocado encima de la placa portamoldes y este modelo (CAN-08 del catálogo BRUYRUBIO) puede soportar un máximo de 85 Kp de fuerza (que son equivalentes a 833 N).

La parte móvil del montaje general del molde pesará 15,6 kg y la parte fija 3,75 kg, por lo que el cáncamo tendrá que aguantar unos 19,35 kg de peso que equivalen a una fuerza de aproximadamente 189,8 N. Como la fuerza del peso del molde es menor que la que puede soportar el cáncamo, el cáncamo seleccionado es correcto.

En la siguiente imagen se muestra el cáncamo colocado en la placa portamoldes móvil.

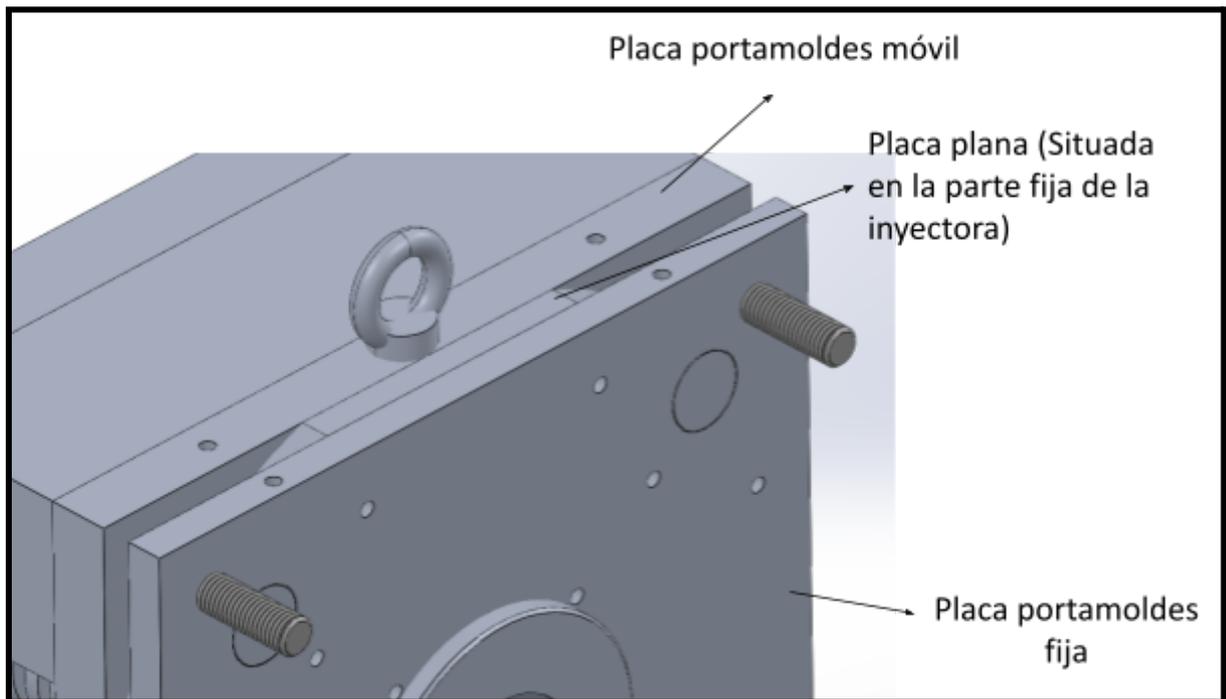


Imagen 78 M. Cáncamo montado

En la anterior imagen también se puede apreciar que encima cada una de las dos placas portamoldes también hay 2 agujeros, en estos agujeros se colocaran los tornillos de una chapa cuya función será unir las dos partes del portamolde durante el proceso de colocación del portamolde en la inyectora.

7.1.3. Montaje de la parte general del portamolde

Para hacer el montaje general de la parte fija del portamolde habrá que seguir los siguientes pasos:

- 1) Insertar las guías en los agujeros de los extremos de la placa portamoldes.
- 2) Insertar el bebedero en el agujero central de la placa portamoldes.
- 3) Insertar el disco centrador y roscar los tornillos correspondientes.
- 4) Insertar la placa plana y roscar los tornillos correspondientes.

Los moldes se unirán al portamoldes cuando el portamoldes ya esté montado en la inyectora ya que dependiendo de la configuración se montará una pieza u otra.

Por otra parte, para hacer el montaje general de la parte móvil del portamolde habrá que seguir los siguientes pasos:

- 1) Montar los pilares en la base del portamoldes.
- 2) Colocar la placa sujeta pilares en la base del portamoldes y atornillar sus tornillos.
- 3) Montar la placa portaexpulsores insertándola en los pilares.
- 4) Montar las paralelas en la base del portamoldes y enroscar los tornillos correspondientes.
- 5) Insertar los casquillos en las paralelas.
- 6) Insertar los muelles en los pilares.
- 7) Montar la placa portamoldes móvil sobre las paralelas y enroscar los tornillos correspondientes.
- 8) Insertar y enroscar el cáncamo.

7.1.4. Vistas explosionadas de la parte general del portamolde

Para poder observar mejor el montaje de las diferentes piezas que componen la configuración básica del portamolde se mostrarán las vistas explosionadas. En la siguiente imagen se puede observar la vista explosionada del montaje general de la parte fija del portamolde.

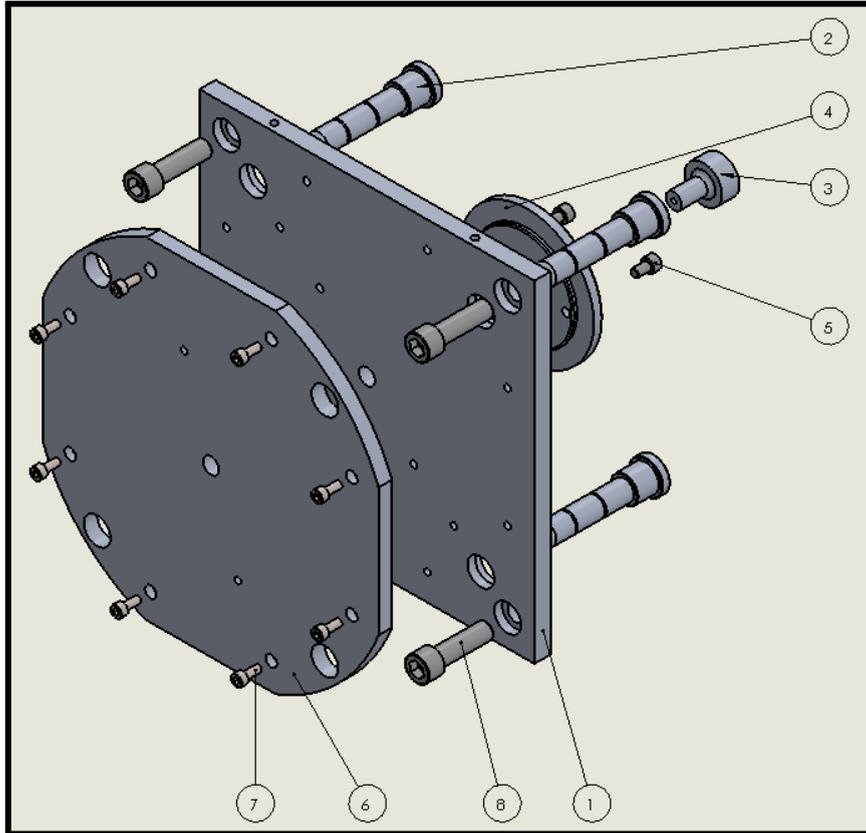


Imagen 79 M. Vista explosionada de la configuración básica de la parte fija del portamolde

La nomenclatura y el nombre de las piezas de la imagen anterior se pueden observar en la tabla de la siguiente imagen.

8	ISO 4762 M12 x 40 - 40C		4	
7	ISO 4762 M5 x 12 - 12C		8	
6	Placa Plana Fija	Aluminio 6061	1	Plano 1.1.2
5	ISO 4762 M6 x 10 - 10C		2	
4	BRLRM-100x10		1	
3	BR511 12x22x2.5x0		1	
2	BR03 15x22x65		4	
1	Placa Portamolde Fija	Aluminio 6061	1	Plano 1.1.1
N.º DE ELEMENTO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANTIDAD	REFERENCIA

Imagen 80 M. Lista de piezas de la configuración básica de la parte fija del portamolde

Por otra parte, en la siguiente imagen se puede observar la vista explosionada del montaje general de la parte móvil del portamolde.

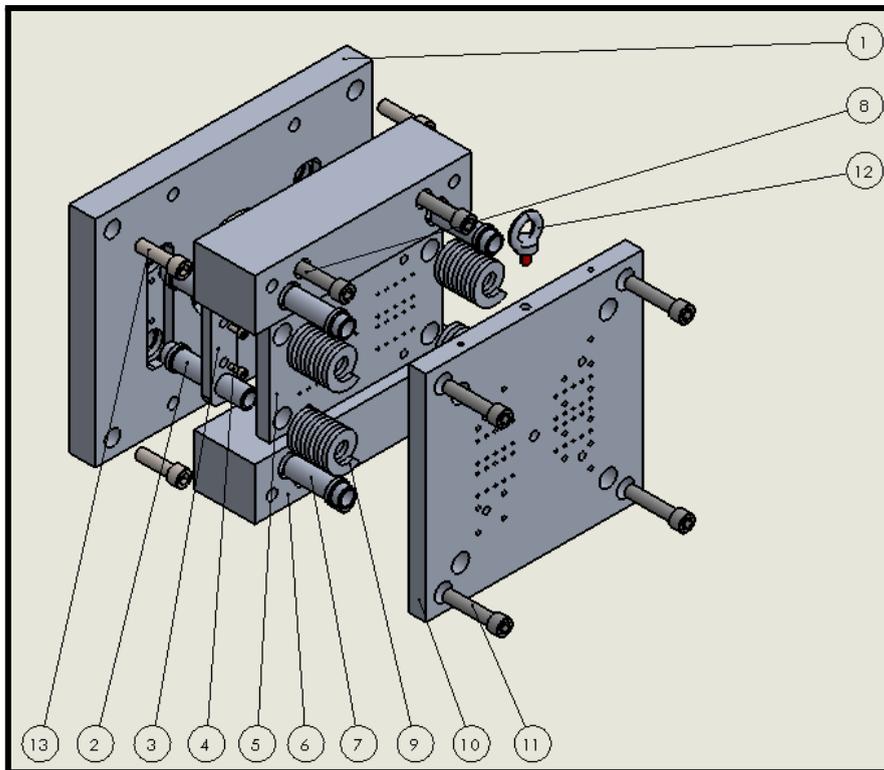


Imagen 81 M. Vista explosionada de la configuración básica de la parte móvil del portamolde

La nomenclatura y el nombre de las piezas de la imagen anterior se pueden observar en la tabla de la siguiente imagen.

13	ISO 4762 M12 x 40 - 40N		4	
12	BrvyRubio_CAN-08		1	
11	ISO 4762 M12 x 55 - 36C		4	
10	Placa portamolde móvil	Aluminio 6061	1	Plano 1.2.1
9	Muelle (BRV-40x64)		4	
8	ISO 4762 M12 x 70 - 36C		4	
7	BR10 15x56		4	
6	Paralela	Aluminio 6061	2	Plano 1.2.4
5	Placa portaexpulsos	Aluminio 6061	1	Plano 1.2.5
4	ISO 4762 M5 x 12 - 12C		4	
3	Placa sujeta pilares	Aluminio 6061	2	Plano 1.2.3
2	BR10 14x86		4	
1	Base del portamolde	Aluminio 6061	1	Plano 1.2.2
N.º DE ELEMENTO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANTIDAD	REFERENCIA

Imagen 82 M. Lista de piezas de la configuración básica de la parte fija del portamolde

7.2. CONFIGURACIÓN 1

Esta configuración que corresponde a la opción 1 planteada anteriormente, será la más sencilla de todas.

El montaje será sencillo ya que tan solo habrá que unir las dos mitades del molde a las placas portamoldes mediante tornillos.

Para que los moldes estén bien alineados dependiendo del espesor que tengan, se les insertará una varilla o unos alineadores comerciales. A continuación se explicará cómo serán los dos tipos de alineaciones entre las dos partes del molde.

❖ Alineación con alineadores comerciales:

Este tipo de alineación será utilizado en los moldes que tengan un espesor mayor, en este caso de 25 mm cada placa. Los alineadores serán como los que se muestran en la siguiente imagen.



Imagen 83 M. Alineadores comerciales [15]

Para colocar los alineadores, se mecanizarán agujeros en las placas del mismo tamaño y se enroscarán mediante tornillos.

En la siguiente imagen se muestra cómo quedará la placa del molde de la parte fija de la inyectora con los alineadores colocados en su posición. En esta placa se enroscarán los alineadores con tornillos de métrica 5.

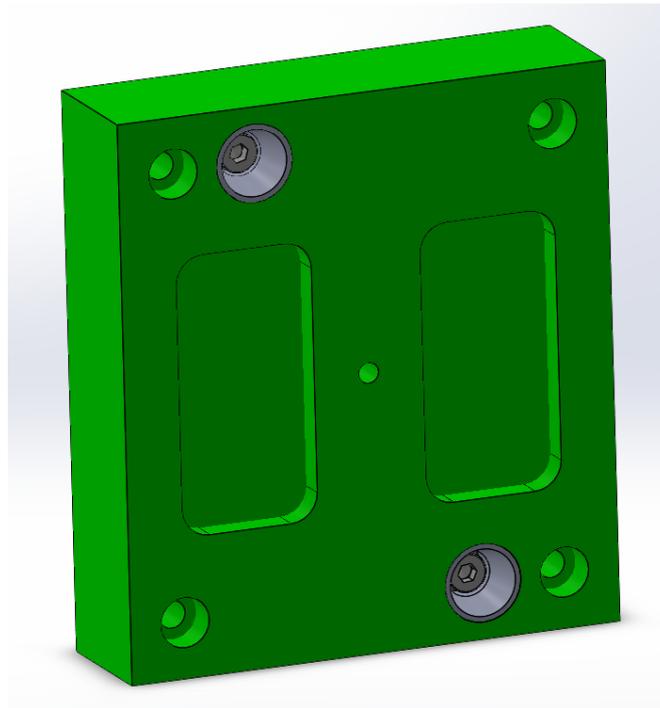


Imagen 84 M. Molde con alineadores

Por otra parte, la placa del molde de la parte móvil de la inyectora con los alineadores colocados en su posición se muestra en la siguiente imagen. En esta placa se enroscarán los alineadores con tornillos de métrica 4.

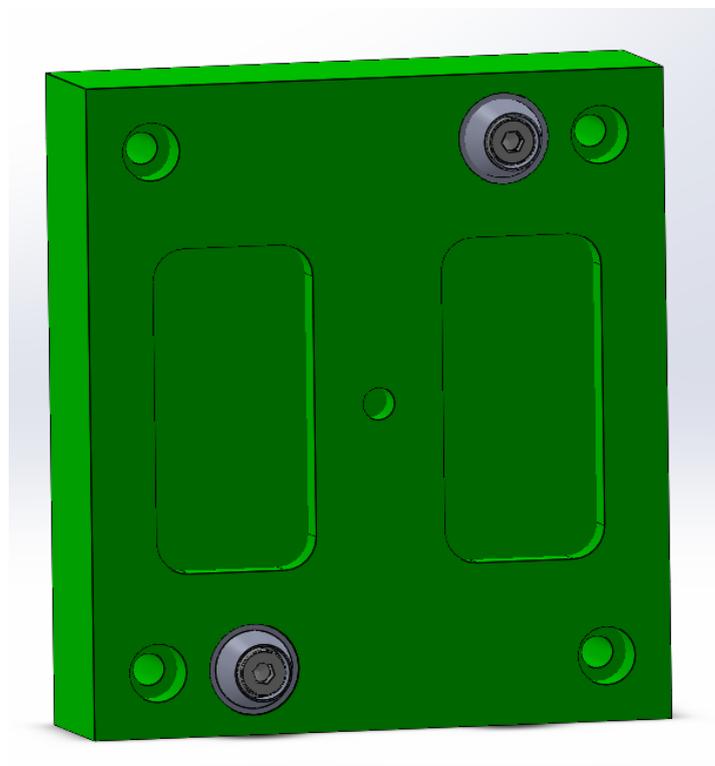


Imagen 85 M. Molde con alineadores

Para poder observar mejor cómo será la alineación de las dos placas se ha realizado un plano de corte como se puede observar en la siguiente imagen.

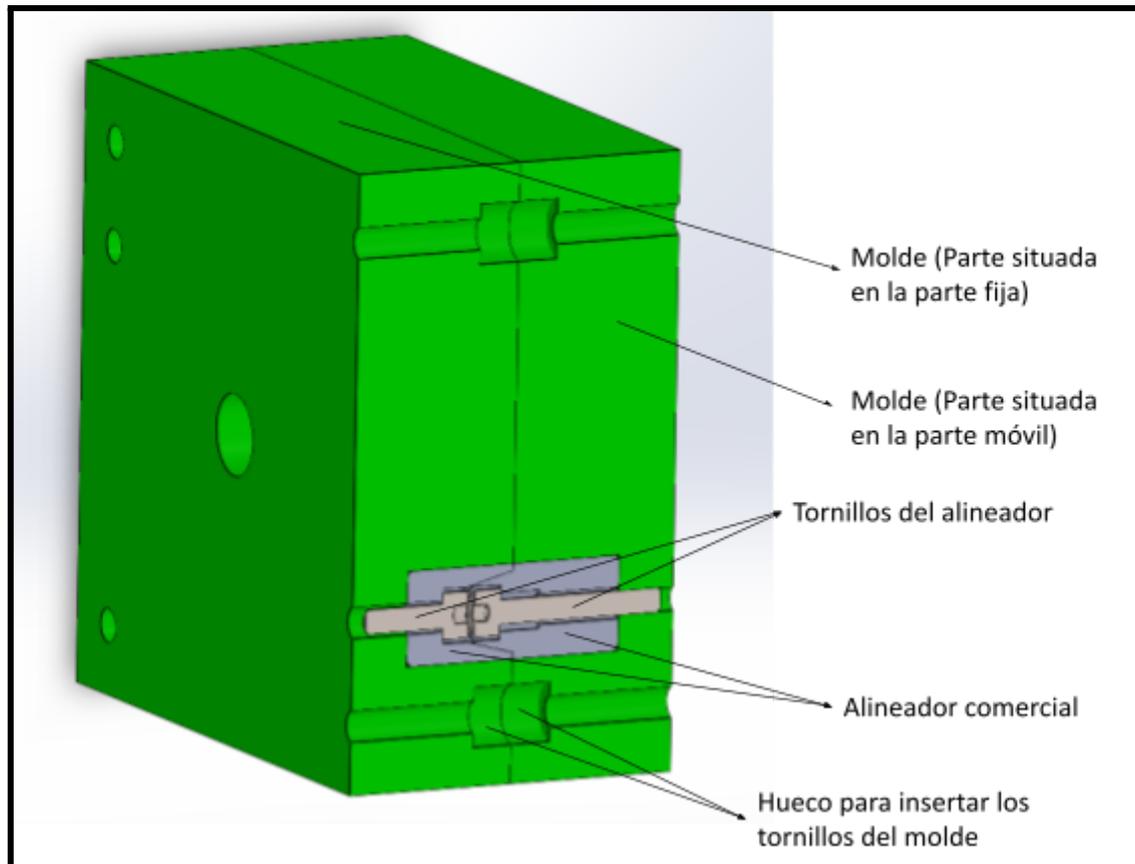


Imagen 86 M. Molde con alineadores (Plano de corte)

❖ Alineación con varillas:

Este tipo de alineación se utilizará en los moldes que tengan un espesor menor, en este caso de 10 mm cada placa.

El montaje será muy sencillo, ya que tan solo habrá que insertar las varillas en los agujeros correspondientes de la parte del molde situada en la parte móvil de la inyectora. Tanto las varillas como los agujeros donde se insertan las varillas tendrán un diámetro de 5 mm.

Los agujeros del molde donde se insertan las varillas tendrán una profundidad de 5 mm cada uno y la longitud de la varilla será de 9,8 mm, ya que no es necesario que la varilla se inserte por completo en el agujero. Además la varilla tendrá un chaflán para facilitar su inserción en los agujeros del molde.

Por tanto la placa del molde de la parte móvil de la inyectora quedará de la siguiente manera:

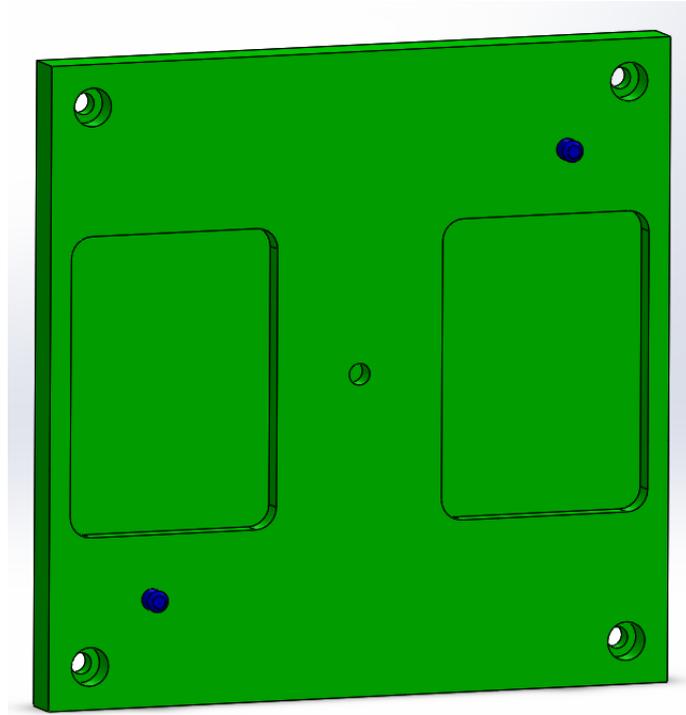


Imagen 87 M. Molde con varillas

En la siguiente imagen se puede observar mejor cómo será la varilla.

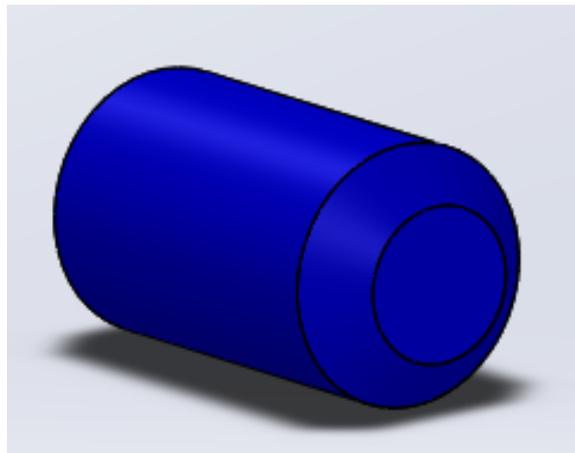


Imagen 88 M. Varilla

Para observar mejor cómo será la alineación entre las dos placas se ha realizado un plano de corte como se puede observar en la siguiente imagen.

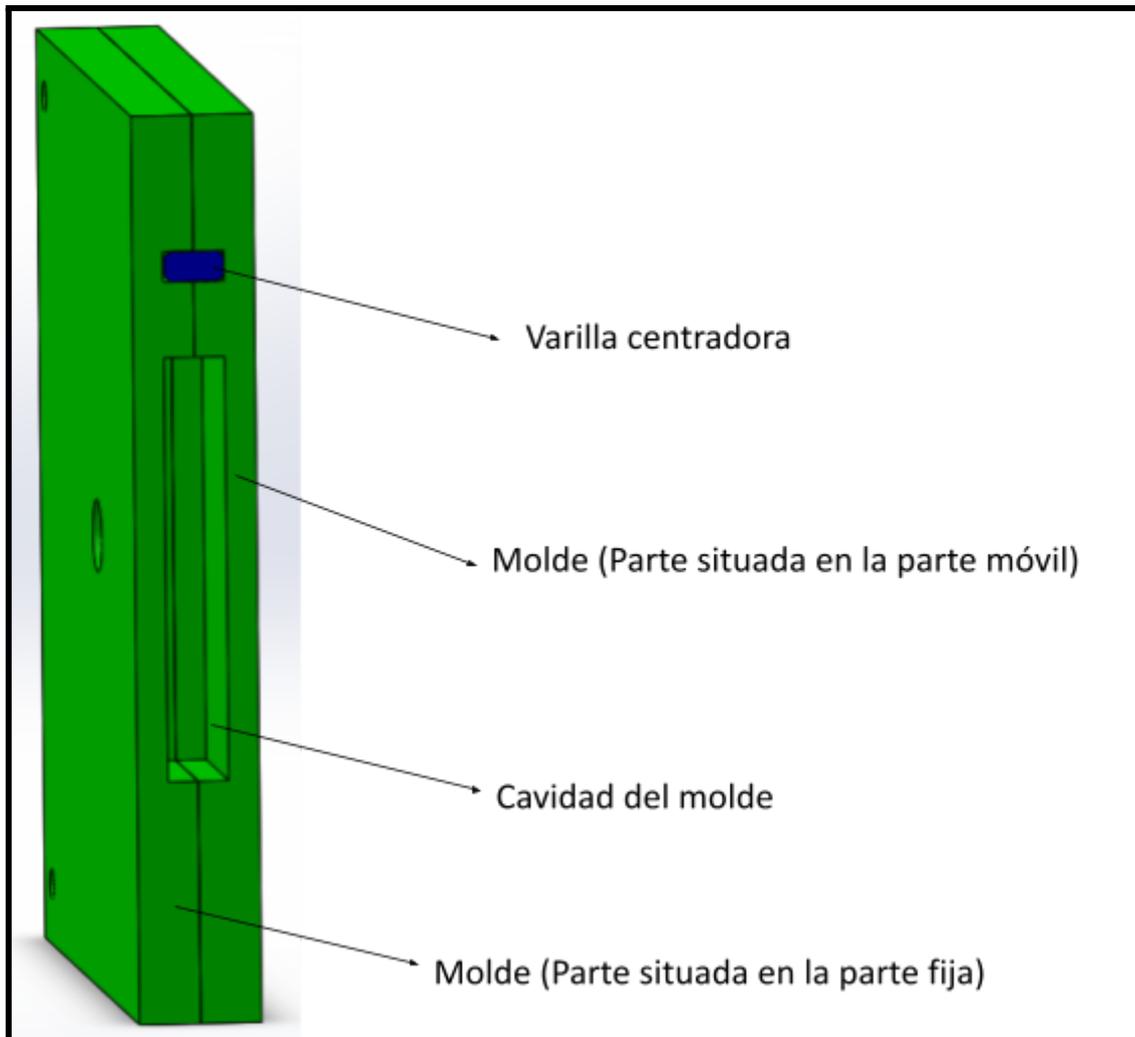


Imagen 89 M. Molde con varillas (Plano de corte)

Una vez explicados los tipos de alineaciones, a continuación se describirán las características más importantes de los cuatro tipos de moldes que se podrán utilizar en esta configuración, ya que estos serán de diferente tamaño y espesor.

❖ Molde 1:

El primer tipo de molde será de tamaño grande y espesor grande.

Las características de este tipo de molde son las siguientes:

- Las dimensiones deben ser de 150 x 150 mm.
- El espesor debe ser de 25 mm.
- Deben de haber 4 agujeros en los extremos de las placas para insertar los tornillos que unen el molde con la placa portamoldes. En cada uno de estos agujeros debe haber un tornillo de métrica 5 y con una cabeza de 8,5 mm de diámetro y 5 mm de altura.
- El centro de los agujeros de los tornillos debe de estar a 10 mm de los extremos de la placa.
- En la parte del molde de la parte fija, debe de haber un agujero en el centro. Este agujero tendrá dos partes con dos diámetros diferentes, la primera parte que estará situada junto a la placa portamoldes tendrá un diámetro de 12 mm y una profundidad de 10 mm, esto es debido a que en ese hueco se colocará la parte del bebedero que sobresale de la placa portamoldes. El resto del agujero tendrá un diámetro de 3,72 mm que es el mismo tamaño que el del agujero interior del bebedero.
- Para insertar los alineadores comerciales, en el molde situado en la parte fija se mecanizará un agujero cuyo centro estará situado a 25 mm de la parte superior y de la parte izquierda de la pieza y otro agujero cuyo centro estará situado a 25 mm de la parte inferior y de la parte derecha de la pieza, por otra parte en el molde situado en la parte móvil se mecanizará un agujero cuyo centro estará situado a 25 mm de la parte superior y de la parte derecha de la pieza y otro agujero cuyo centro estará situado a 25 mm de la parte inferior y de la parte izquierda de la pieza. Estos agujeros tendrán un diámetro de 14 mm y una profundidad de 16,5 mm. En el centro de la parte inferior de estos agujeros se mecanizará un agujero pasante para poder roscar los tornillos de los alineadores, el diámetro de estos agujeros será de 5 mm.
- En cuanto al tamaño de las cavidades de las piezas a fabricar, este será libre siempre y cuando se deje un espacio de al menos 5 mm con los agujeros de la pieza o con los extremos de la pieza.

En las siguientes imágenes se puede observar cómo será del diseño de la parte del molde que se colocará en la parte fija de la inyectora, la imagen de la izquierda corresponde a la parte delantera del molde y en la imagen de la derecha se muestra la parte trasera del molde, que es la que se unirá a la placa portamoldes:



Imagen 90 M. Molde tipo 1 (Parte fija)

Por otra parte, la parte del molde que se colocará en la parte móvil de la inyectora, como se puede ver en las siguientes imágenes, tendrá un diseño ligeramente diferente ya que el agujero del centro que corresponderá al bebedero, no será pasante y su tamaño dependerá de la pieza a realizar.

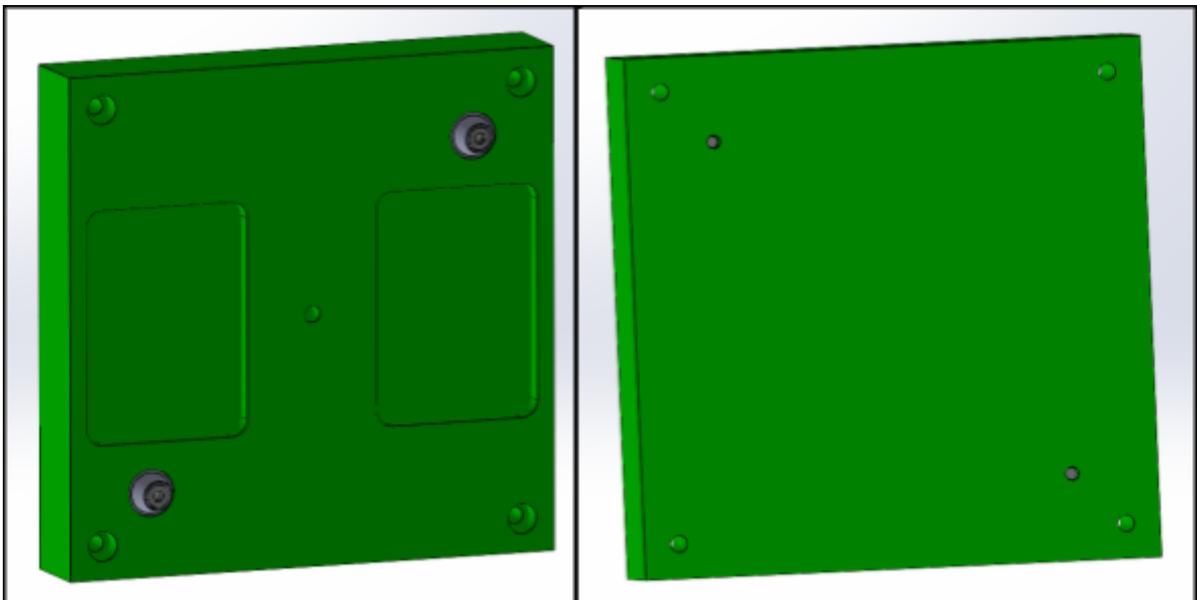


Imagen 91 M. Molde tipo 1 (Parte móvil)

❖ Molde 2:

Este tipo de molde será de tamaño grande y espesor pequeño.

Las características de este tipo de molde son las siguientes:

- Las dimensiones deben ser de 150 x 150 mm.
- El espesor debe ser de 10 mm.
- Deben de haber 4 agujeros en los extremos de las placas para insertar los tornillos que unen el molde con la placa portamoldes. En cada uno de estos agujeros debe caber un tornillo de métrica 5 y con una cabeza de 8,5 mm de diámetro y 5 mm de altura.
- El centro de los agujeros de los tornillos debe de estar a 10 mm de los extremos de la placa.
- En la parte del molde de la parte fija, debe de haber un agujero en el centro. Este agujero tendrá un diámetro de 12 mm y será pasante. En ese agujero se colocará la parte del bebedero que sobresale de la placa portamoldes.
- Para insertar las varillas que alinean las dos partes del molde, en el molde situado en la parte fija se mecanizará un agujero cuyo centro estará situado a 25 mm de la parte superior y de la parte izquierda de la pieza y otro agujero cuyo centro estará situado a 25 mm de la parte inferior y de la parte derecha de la pieza, por otra parte, en el molde situado en la parte móvil se mecanizará un agujero cuyo centro estará situado a 25 mm de la parte superior y de la parte derecha de la pieza y otro agujero cuyo centro estará situado a 25 mm de la parte inferior y de la parte izquierda de la pieza. Estos agujeros tendrán un diámetro de 5 mm y una profundidad de 5 mm.
- En cuanto al tamaño de las cavidades de las piezas a fabricar, este será libre siempre y cuando se deje un espacio de al menos 5 mm con los agujeros de la pieza o con los extremos de la pieza.

En las siguientes imágenes se puede observar cómo será del diseño de la parte del molde que se colocará en la parte fija de la inyectora, la imagen de la izquierda corresponde a la parte delantera del molde y en la imagen de la derecha se muestra la parte trasera del molde, que es la que se unirá a la placa portamoldes:

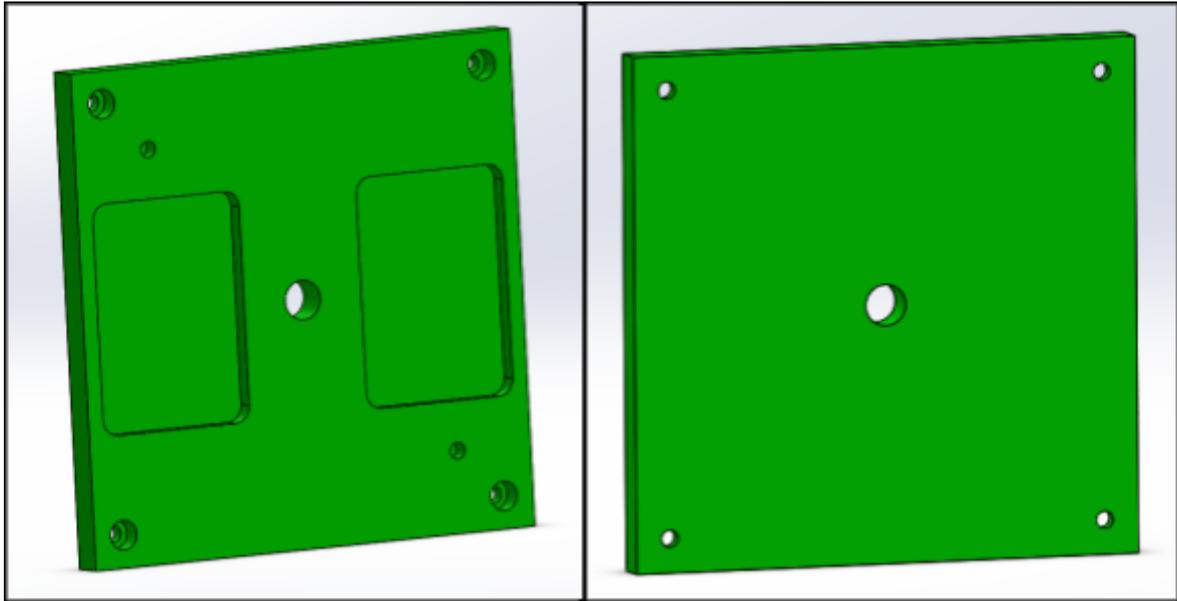


Imagen 92 M. Molde tipo 2 (Parte fija)

Por otro lado, la parte del molde que se colocará en la parte móvil de la inyectora, como se puede ver en las siguientes imágenes, tendrá un diseño ligeramente diferente ya que el agujero del centro que corresponderá al bebedero, no será pasante y su tamaño dependerá de la pieza a realizar.

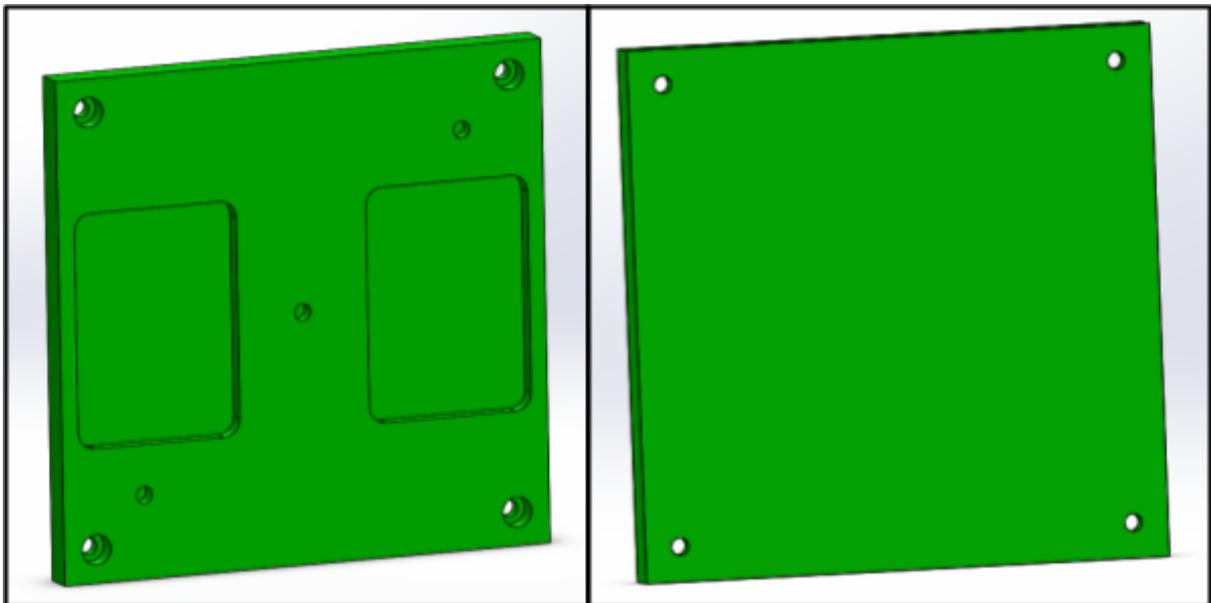


Imagen 93 M. Molde tipo 2 (Parte móvil)

❖ Molde 3:

Este tipo de molde será de tamaño pequeño y espesor grande.

Las características de este tipo de molde son las siguientes:

- Las dimensiones deben ser de 100 x 90 mm.
- El espesor debe ser de 25 mm.
- Deben de haber 4 agujeros en los extremos de las placas para insertar los tornillos que unen el molde con la placa portamoldes. En cada uno de estos agujeros debe haber un tornillo de métrica 5 y con una cabeza de 8,5 mm de diámetro y 5 mm de altura.
- El centro de los agujeros de los tornillos debe de estar a 10 mm de los extremos de la placa.
- En la parte del molde de la parte fija, debe de haber un agujero en el centro. Este agujero tendrá dos partes con dos diámetros diferentes, la primera parte que estará situada junto a la placa portamoldes tendrá un diámetro de 12 mm y una profundidad de 10 mm, esto es debido a que en ese hueco se colocará la parte del bebedero que sobresale de la placa portamoldes. El resto del agujero tendrá un diámetro de 3,72 mm que es el mismo tamaño que el del agujero interior del bebedero.
- Para insertar los alineadores comerciales, en el molde situado en la parte fija se mecanizará un agujero cuyo centro estará situado a 10 mm de la parte superior y a 25 mm de la parte izquierda de la pieza y otro agujero cuyo centro estará situado a 10 mm de la parte inferior y a 25 mm de la parte derecha de la pieza, por otra parte, en el molde situado en la parte móvil, se mecanizará un agujero cuyo centro estará situado a 10 mm de la parte superior y a 25 mm de la parte derecha de la pieza y otro agujero cuyo centro estará situado a 10 mm de la parte inferior y a 25 mm de la parte izquierda de la pieza. Estos agujeros tendrán un diámetro de 14 mm y una profundidad de 16,5 mm. En el centro de la parte inferior de estos agujeros se mecanizará un agujero pasante para poder roscar los tornillos de los alineadores, el diámetro de estos agujeros será de 5 mm en la pieza de la parte fija y de 4 mm en la pieza de la parte móvil.
- En cuanto al tamaño de las cavidades de las piezas a fabricar, este será libre siempre y cuando se deje un espacio de al menos 5 mm con los agujeros de la pieza o con los extremos de la pieza.

En las siguientes imágenes se puede observar cómo será del diseño de la parte del molde que se colocará en la parte fija de la inyectora, la imagen de la izquierda corresponde a la parte delantera del molde y en la imagen de la derecha se muestra la parte trasera del molde, que es la que se unirá a la placa portamoldes:

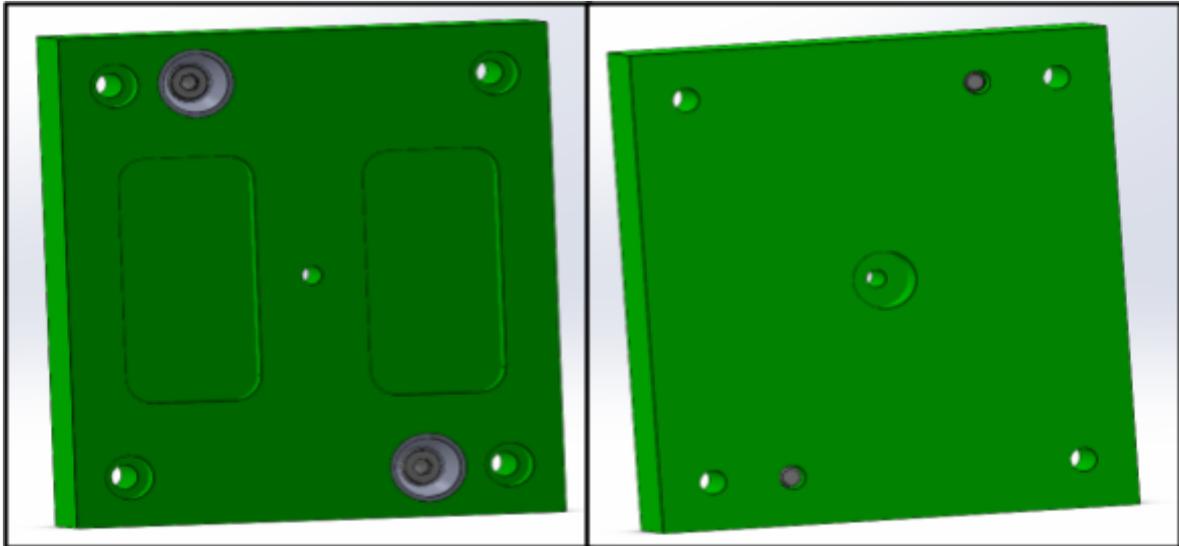


Imagen 94 M. Molde tipo 3 (Parte fija)

Por otra parte, la parte del molde que se colocará en la parte móvil de la inyectora, como se puede ver en las siguientes imágenes, tendrá un diseño ligeramente diferente ya que el agujero del centro que corresponderá al bebedero, no será pasante y su tamaño dependerá de la pieza a realizar.

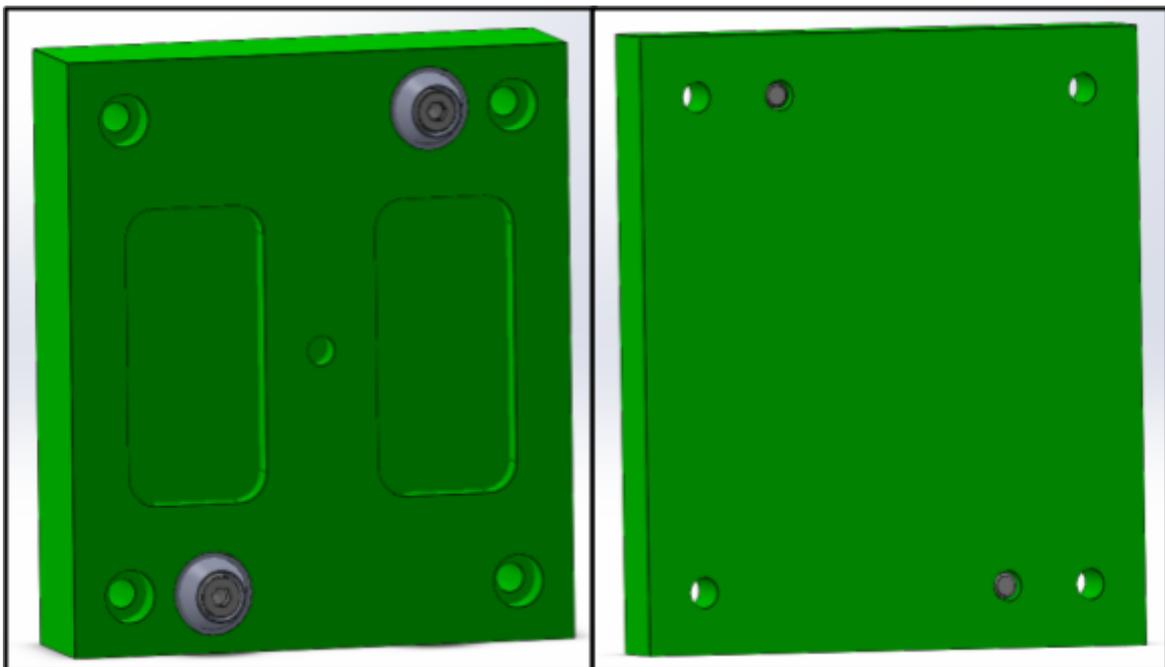


Imagen 95 M. Molde tipo 3 (Parte móvil)

❖ Molde 4:

Este tipo de molde será de tamaño pequeño y espesor pequeño.

Las características de este tipo de molde son las siguientes:

- Las dimensiones deben ser de 100 x 90 mm.
- El espesor debe ser de 10 mm.
- Deben de haber 4 agujeros en los extremos de las placas para insertar los tornillos que unen el molde con la placa portamoldes. En cada uno de estos agujeros debe haber un tornillo de métrica 5 y con una cabeza de 8,5 mm de diámetro y 5 mm de altura.
- El centro de los agujeros de los tornillos debe de estar a 10 mm de los extremos de la placa.
- En la parte del molde de la parte fija, debe de haber un agujero en el centro. Este agujero tendrá un diámetro de 12 mm y será pasante. En ese agujero se colocará la parte del bebedero que sobresale de la placa portamoldes.
- Para insertar las varillas que alinean las dos partes del molde, en el molde situado en la parte fija se mecanizará un agujero cuyo centro estará situado a 10 mm de la parte superior y a 25 mm de la parte izquierda de la pieza y otro agujero cuyo centro estará situado a 10 mm de la parte inferior y a 25 mm de la parte derecha de la pieza, por otra parte, en el molde situado en la parte móvil se mecanizará un agujero cuyo centro estará situado a 10 mm de la parte superior y a 25 mm de la parte derecha de la pieza y otro agujero cuyo centro estará situado a 10 mm de la parte inferior y a 25 mm de la parte izquierda de la pieza. Estos agujeros tendrán un diámetro de 5 mm y una profundidad de 5 mm.
- En cuanto al tamaño de las cavidades de las piezas a fabricar, este será libre siempre y cuando se deje un espacio de al menos 5 mm con los agujeros de la pieza o con los extremos de la pieza.

En las siguientes imágenes se puede observar cómo será del diseño de la parte del molde que se colocará en la parte fija de la inyectora, la imagen de la izquierda corresponde a la parte delantera del molde y en la imagen de la derecha se muestra la parte trasera del molde, que es la que se unirá a la placa portamoldes:

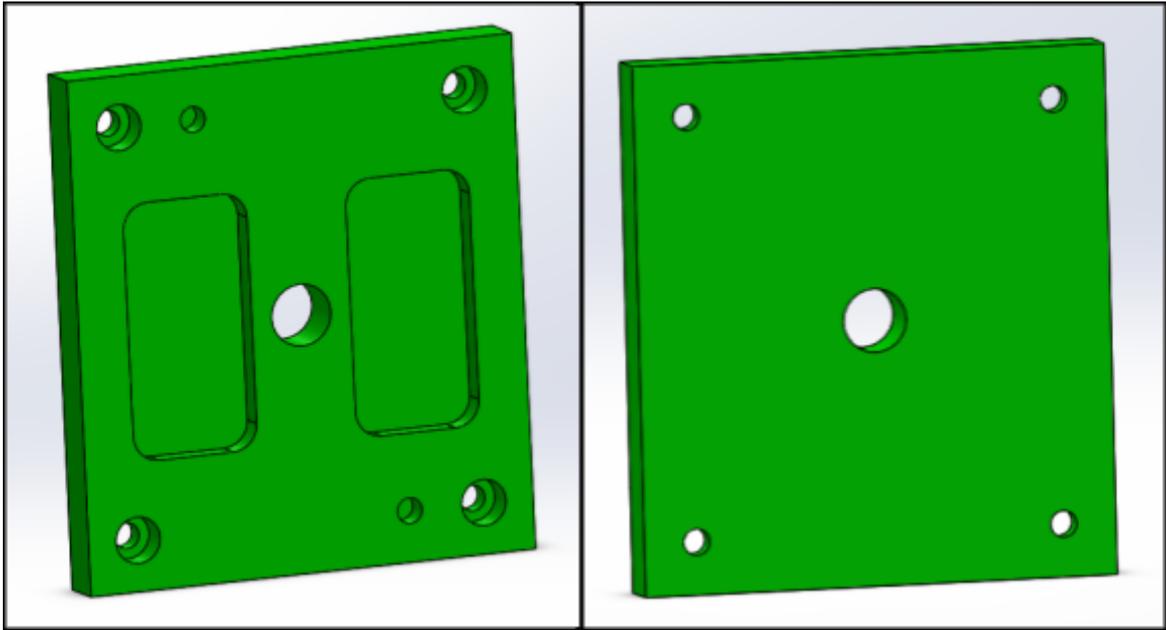


Imagen 96 M. Molde tipo 4 (Parte fija)

Por otro lado, la parte del molde que se colocará en la parte móvil de la inyectora, como se puede ver en las siguientes imágenes, tendrá un diseño ligeramente diferente ya que el agujero del centro que corresponderá al bebedero, no será pasante y su tamaño dependerá de la pieza a realizar.

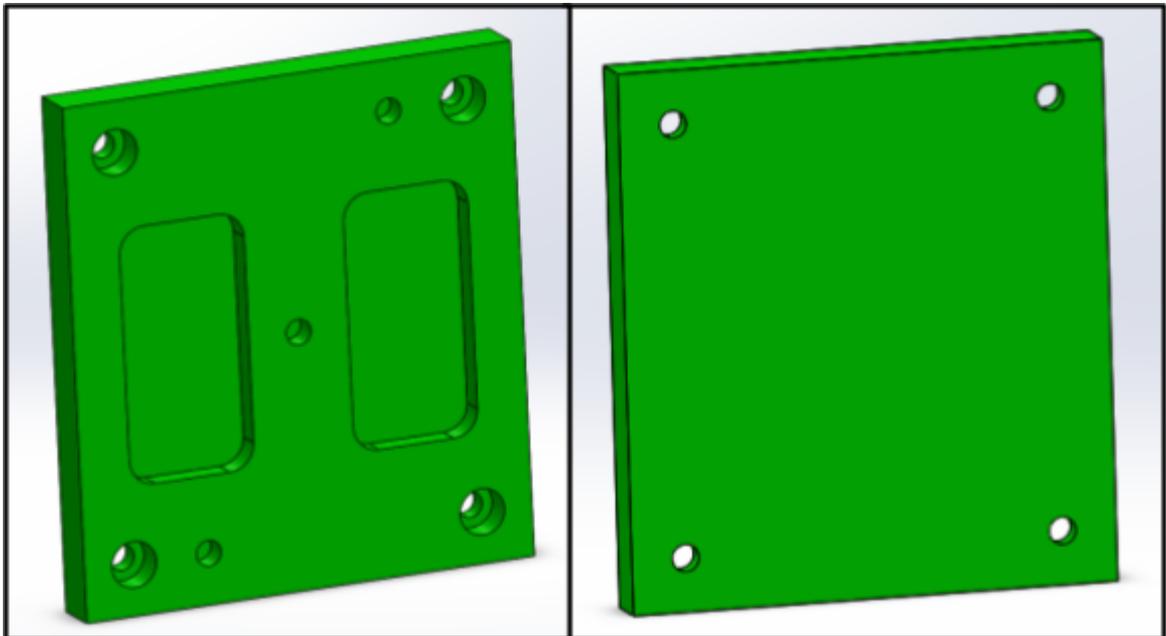


Imagen 97 M. Molde tipo 4 (Parte móvil)

❖ Molde 5:

Este tipo de molde será diferente a los cuatro mencionados anteriormente, ya que en la parte fija se utilizará la placa plana y en la parte móvil una mitad del molde, con esto se conseguirá hacer piezas sencillas con una parte completamente plana.

Las características de la parte del molde situada en la parte móvil de la inyectora son las siguientes:

- Las dimensiones deben ser de 150 x 150 mm.
- El espesor debe ser de 10 mm.
- Deben de haber 4 agujeros en los extremos de las placas para insertar los tornillos que unen el molde con la placa portamoldes. En cada uno de estos agujeros debe haber un tornillo de métrica 5 y con una cabeza de 8,5 mm de diámetro y 5 mm de altura.
- El centro de los agujeros de los tornillos debe de estar a 10 mm de los extremos de la placa.
- Para insertar las varillas que alinean las dos partes del molde, se mecanizará un agujero cuyo centro estará situado a 10 mm de la parte superior y a 115mm de la parte izquierda de la pieza y otro agujero cuyo centro estará situado a 10 mm de la parte inferior y a 115mm de la parte derecha de la pieza. Estos agujeros tendrán un diámetro de 5 mm y una profundidad de 5 mm.
- En cuanto al tamaño de las cavidades de las piezas a fabricar, este será libre siempre y cuando se deje un espacio de al menos 5 mm con los agujeros de la pieza o con los extremos de la pieza.

En las siguientes imágenes se puede observar cómo será del diseño de la parte del molde que se colocará en la parte móvil de la inyectora, la imagen de la izquierda corresponde a la parte delantera del molde y en la imagen de la derecha se muestra la parte trasera del molde, que es la que se unirá a la placa portamoldes:

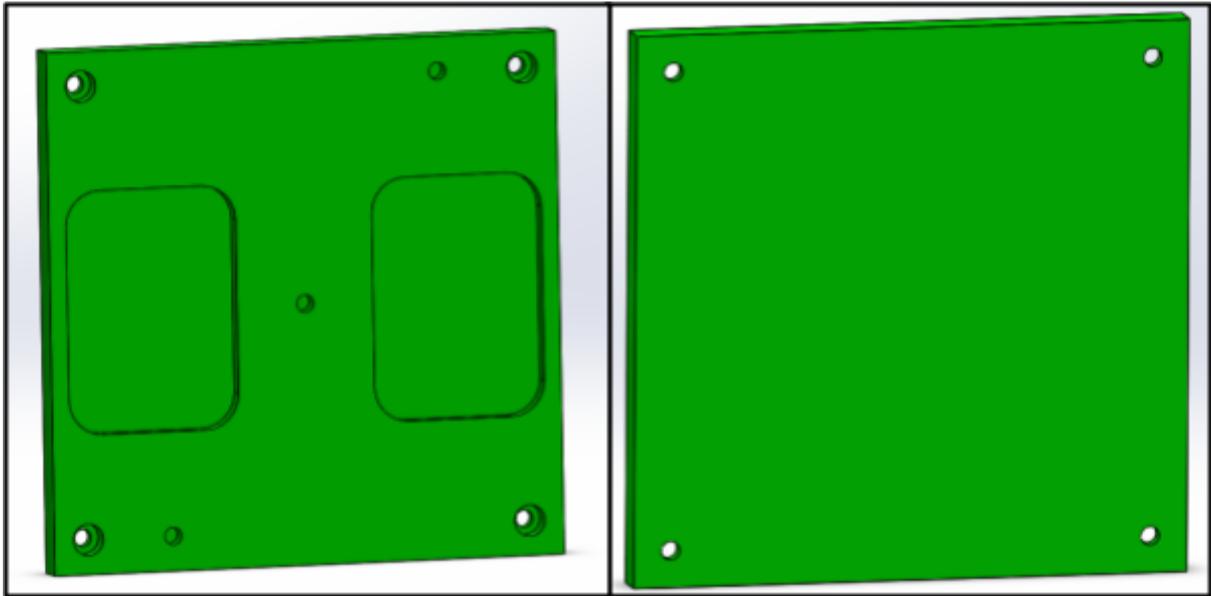


Imagen 98 M. Molde tipo 5 (Parte móvil)

7.2.1. Montaje de la configuración 1 del portamolde

El montaje de esta configuración será el más sencillo de todos. Hay que seguir los siguientes pasos:

- 1) Colocar en los moldes los alineadores comerciales en el caso de que se utilicen los moldes de 25 mm de espesor y enroscar sus tornillos correspondientes.
- 2) Colocar la parte del molde que corresponde a la parte fija (y quitar la placa plana si está colocada en la placa portamoldes), en la placa portamoldes fija y enroscar los tornillos correspondientes. Si se desea utilizar el molde tipo 5, dejar puesta o insertar la placa plana.
- 3) Colocar la parte del molde que corresponde a la parte móvil en la placa portamoldes móvil.
- 4) Colocar las varillas centradoras en la parte del molde situada en la parte móvil de la inyectora en el caso que se utilicen los moldes de 10 mm de espesor.

7.2.2. Vista explosionada de la configuración 1 del portamolde

Para poder observar mejor el montaje de las diferentes piezas que componen la configuración 1 del portamolde en la siguiente imagen se mostrará la vista explosionada.

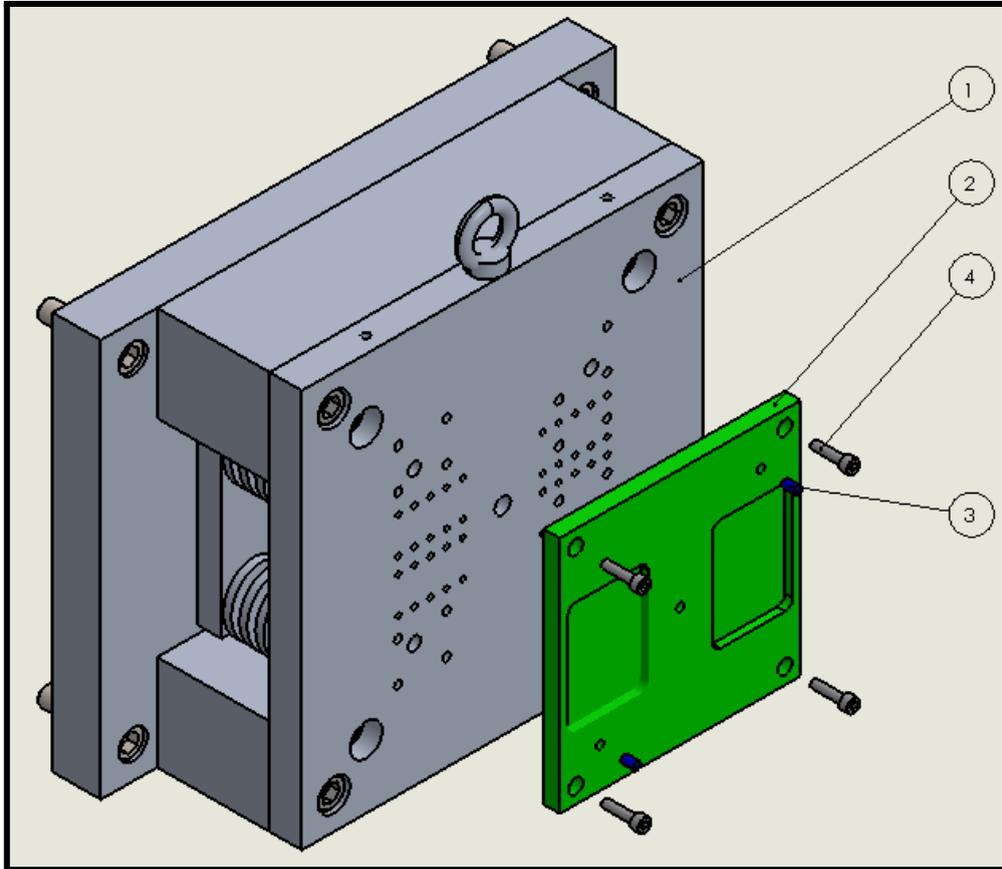


Imagen 99 M. Vista explosionada de la configuración 1 del portamolde

La nomenclatura y el nombre de las piezas de la imagen anterior se pueden observar en la tabla de la siguiente imagen.

4	ISO 4762 M5 x 20 - 20C		4	
3	Varilla Centradora	Aluminio 6061	2	Plano 1.3.1
2	Molde a diseñar		1	
1	Ensamblaje parte general móvil		1	
N.º DE ELEMENTO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANTIDAD	REFERENCIA

Imagen 100 M. Lista de piezas de la configuración 1 del portamolde

7.3. CONFIGURACIÓN 2

Esta configuración corresponde a la opción 3 planteada anteriormente aunque con algunas diferencias, ya que se han realizado algunos cambios en las placas en forma de L y en las placas de los moldes para facilitar el montaje de esta configuración.

Esta configuración será la única que permitirá el uso de refrigeración en el molde, para ello los moldes serán de un espesor mayor respecto a los utilizados en otras configuraciones y además se dejará libre un lado del molde para poder poner el sistema de refrigeración al molde de una manera sencilla.

Los moldes se sujetarán en la placa portamoldes móvil gracias a unas placas en forma de L. Estas placas que se plantearon anteriormente han sufrido algunos cambios ya que se ha eliminado uno de los agujeros donde se colocan los tornillos que unen la placa en L y la placa portamoldes, en concreto, el agujero señalado con la flecha de color azul de la siguiente imagen. Este cambio hará que el proceso de montaje de esta configuración sea más rápido y además habrá que mecanizar dos agujeros menos en la placa portamoldes.

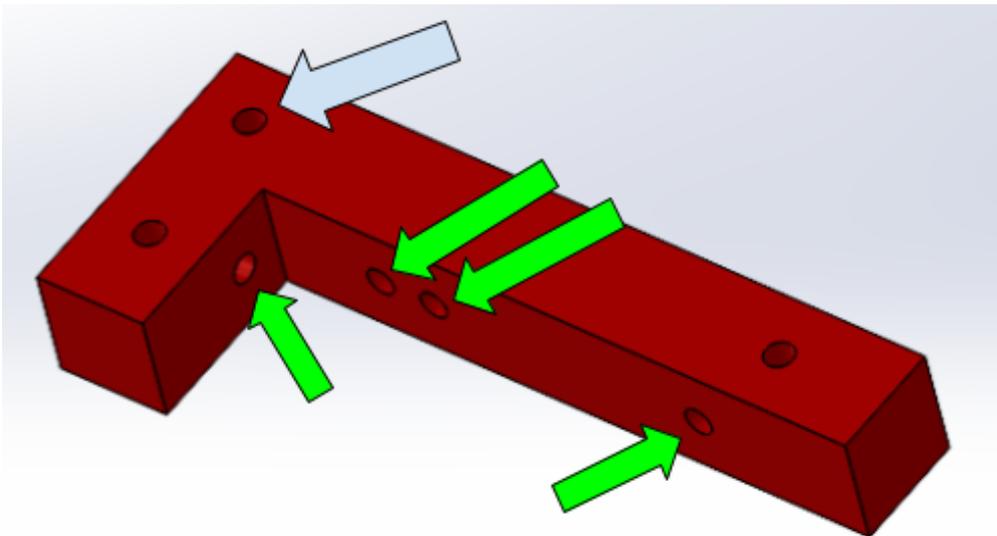


Imagen 101 M. Antigua Placa en L

En la unión entre las placas en L y la placa del molde también se han realizado cambios, en el diseño previo esta unión se hacía mediante los tornillos situados en el lateral de la placa en L, en concreto, estaban situados en los agujeros señalados en la imagen anterior con las flechas de color verde. Estos agujeros se han eliminado, y en el nuevo diseño se han introducido unas ranuras en la placa en L como se puede observar en la *Imagen 102 M*.

Además, también se ha redondeado el extremo interior de la pieza para facilitar su mecanizado.

Este cambio en el diseño de la placa en L ha hecho que las dos placas necesarias para aguantar la placa del molde no sean idénticas y presenten una pequeña diferencia entre ellas. La siguiente imagen corresponde a la placa que se colocará arriba de la placa del molde.

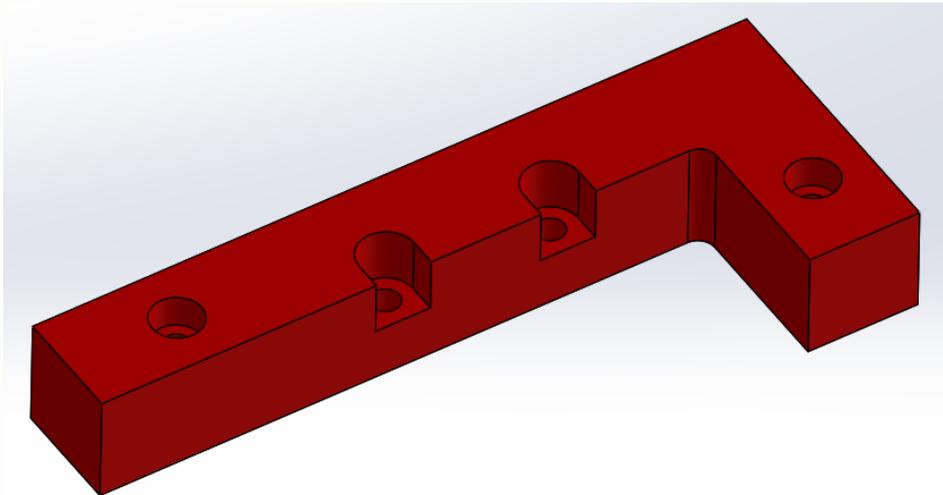


Imagen 102 M. Placa en L superior

Por otra parte, la placa en L que se colocará debajo de la placa del molde, se muestra en la siguiente imagen, donde se puede apreciar una ligera diferencia respecto a la otra placa en L, ya que las ranuras no están colocadas en la misma posición.

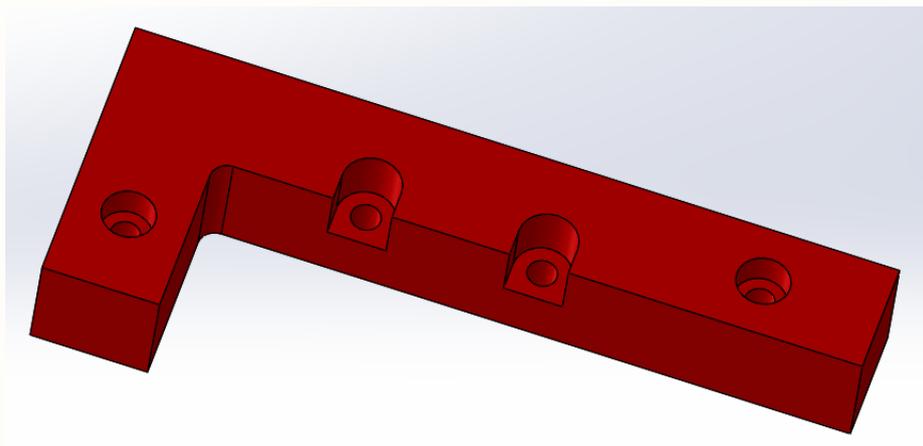


Imagen 103 M. Placa en L inferior

En la placa del molde también se han introducido dos ranuras, estas tendrán las mismas dimensiones que las ranuras de la placa en L excepto la altura, que será más grande debido a que la placa del molde es más grande que las placas en L. Estas ranuras se pueden observar en la siguiente imagen.

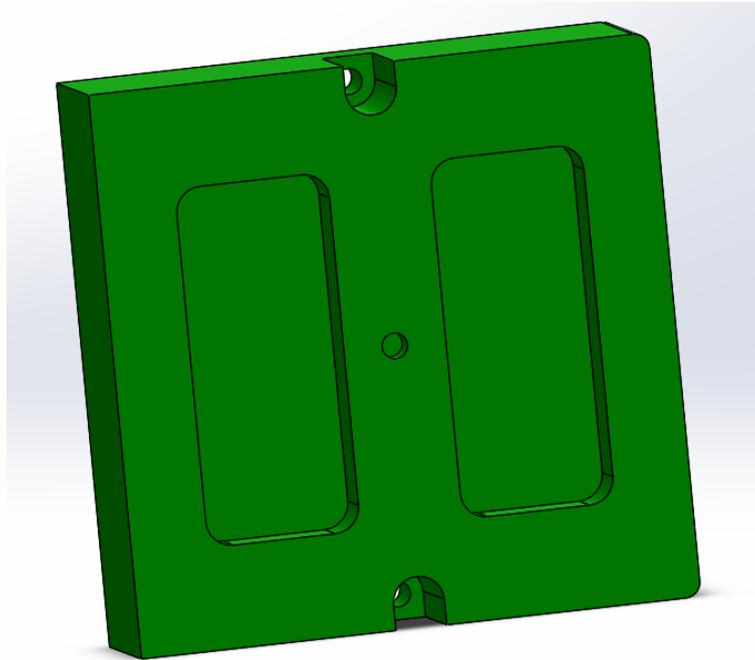


Imagen 104 M. Placa del molde

En la anterior imagen también se puede observar que dos de los extremos se han redondeado, esto es para que encaje a la perfección con las placas en L.

Para unir la placa en L con la placa del molde se insertará en las ranuras una pequeña placa que tendrá dos agujeros, la placa aguanta molde, en los agujeros de esta placa se colocarán dos tornillos, los cuales permitirán que la placa en L y la placa del molde estén unidos..

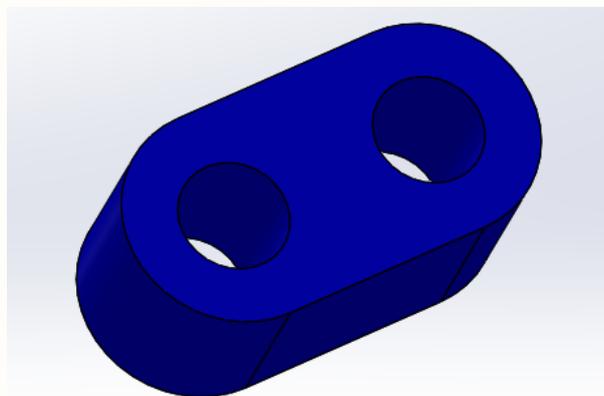


Imagen 105 M. Placa aguanta molde

En la *Imagen 102 M*, se ha observado que en cada placa en L hay dos ranuras, pero para realizar este montaje sólo se utilizará una. El motivo por el cual hay dos ranuras en cada placa en L es que dicha placa se utilizará para varios tamaños de molde. En las siguientes imágenes se pueden observar dos montajes diferentes de esta configuración, donde en cada uno de los montaje se utilizarán unas ranuras diferentes para unir la placa del molde con la placa en L debido a que los tamaños de la placa del molde son diferentes.

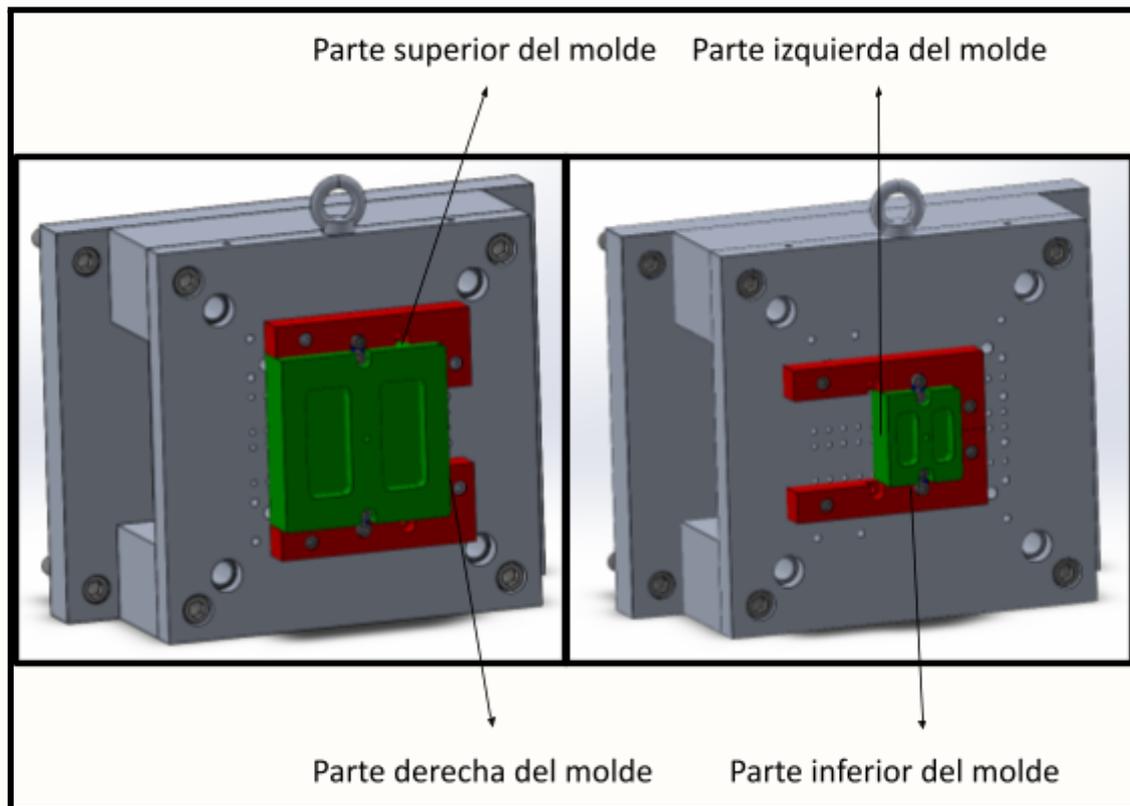


Imagen 106 M. Configuración 2

Para poder apreciar mejor la unión entre la placa del molde y la placa en forma de L se ha realizado un plano de corte como se muestra en la siguiente imagen.

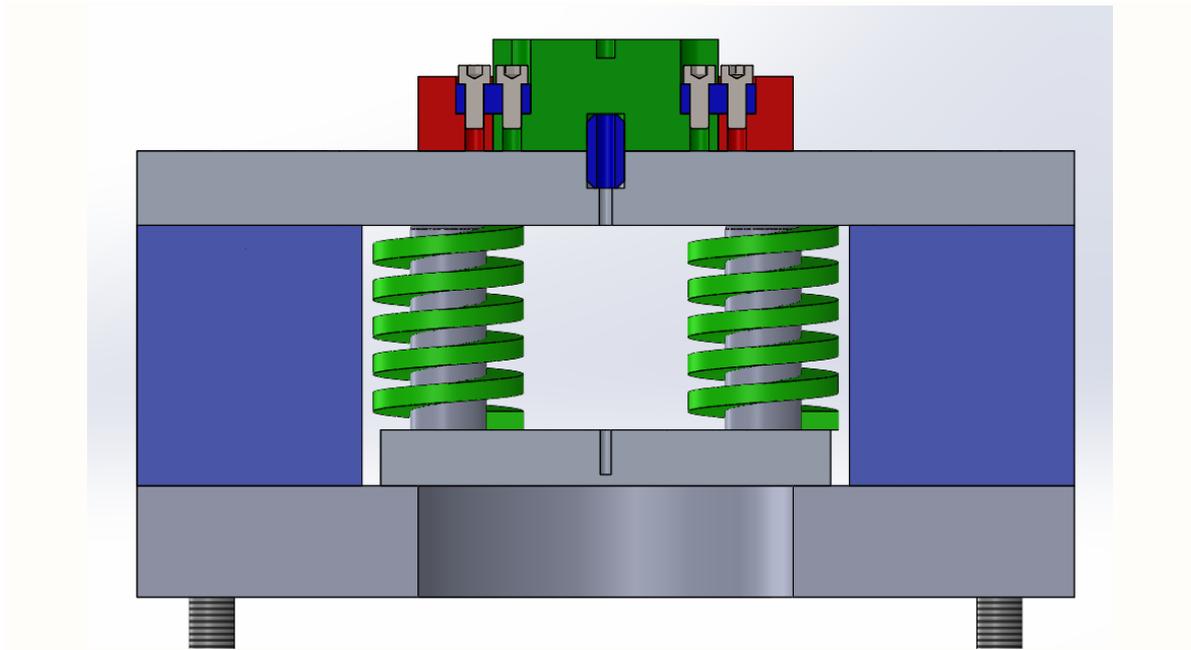


Imagen 107 M. Plano de corte de la configuración 2

Como se mencionó anteriormente en el apartado 6.1, esta configuración permitirá que la placa del molde se pueda diseñar a partir de diferentes tamaños, además estos tamaños no serán totalmente fijos ya que permitirán que la placa del molde pueda variar en una dirección. Por contra, la posición del bebedero sí que deberá de ser fija para que se pueda alinear con la boquilla de inyección.

En concreto, se han diseñado 8 posiciones para las placas en forma de L, donde en cada posición se adaptará un tamaño de molde diferente.

Para facilitar la explicación de las posiciones de la placa en L se utilizará una nomenclatura para diferenciar los agujeros donde se insertan los tornillos que unen la placa en L y la placa portamoldes, esta nomenclatura se puede observar en la siguiente imagen.

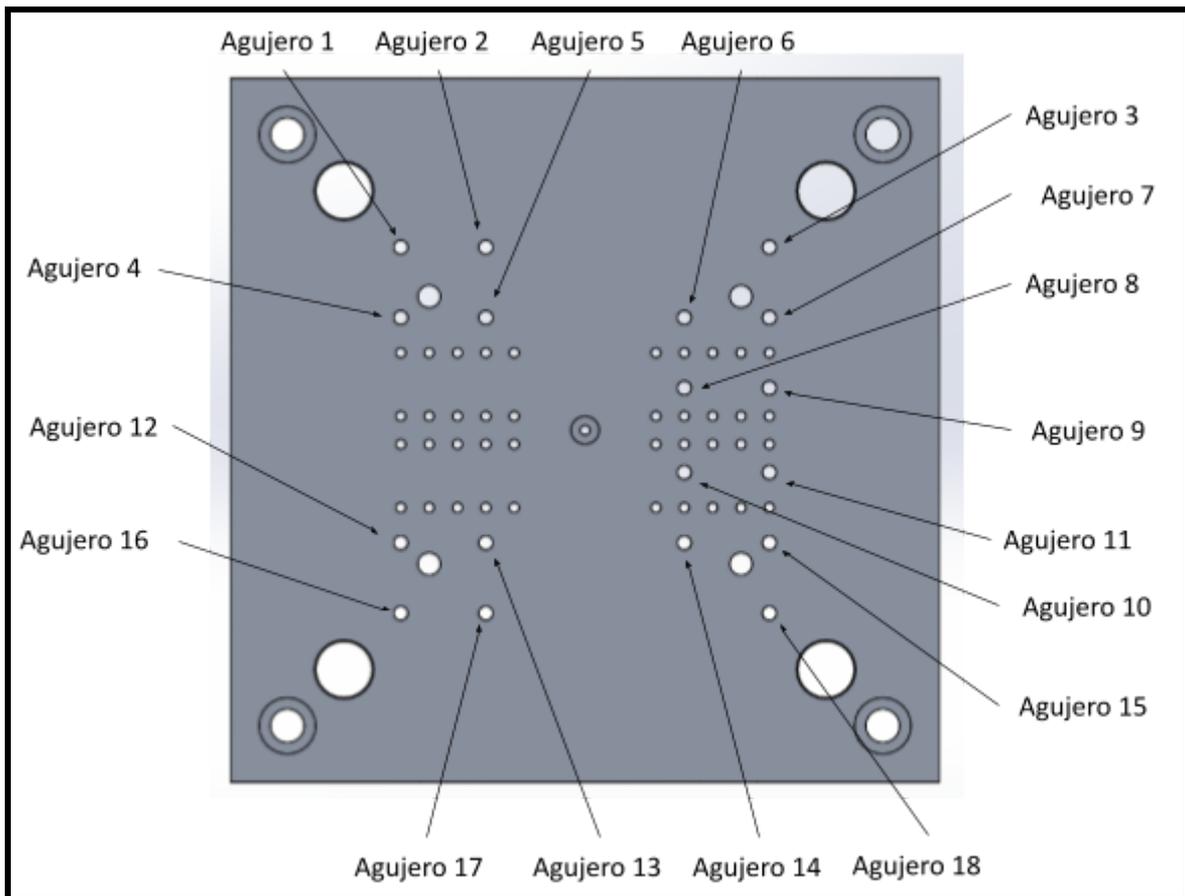


Imagen 108 M. Nomenclatura de los agujeros de la Placa Portamoldes

Para diferenciar las partes del molde en la explicación de los tamaños de cada molde según la posición de las Placas en L, se utilizará la nomenclatura de la Imagen x2.

❖ Posición 1:

En esta posición, la placa en L superior se enroscará en los agujeros 2 y 7, y la placa en L inferior se enroscará en los agujeros 15 y 17.

Cuando las placas en L están en esta posición, el tamaño máximo del molde será de 110 mm de altura y 110 mm de largo, el centro del agujero donde se coloca la varilla centradora y el centro del bebedero estarán colocados a 55 mm de la parte derecha del molde y a 55 mm de la parte superior del molde. La longitud de la parte izquierda del molde al centro del agujero donde se coloca la varilla podrá variar entre los 15 y 55 mm.

❖ Posición 2:

En esta posición, la placa en L superior se enroscará en los agujeros 5 y 9, y la placa en L inferior se enroscará en los agujeros 11 y 13.

Cuando las placas en L están en esta posición, el tamaño máximo del molde será de 60 mm de altura y 110 mm de largo, el centro del agujero donde se coloca la varilla centradora y el centro del bebedero estarán colocados a 55 mm de la parte derecha del molde y a 30 mm de la parte superior del molde. La longitud de la parte izquierda del molde al centro del agujero donde se coloca la varilla podrá variar entre los 15 y 55 mm.

❖ Posición 3:

En esta posición, la placa en L superior se enroscará en los agujeros 1 y 6, y la placa en L inferior se enroscará en los agujeros 14 y 16.

Cuando las placas en L están en esta posición, el tamaño máximo del molde será de 110 mm de altura y 50 mm de largo, el centro del agujero donde se coloca la varilla centradora y el centro del bebedero estarán colocados a 25 mm de la parte derecha del molde y a 55 mm de la parte superior del molde. La longitud de la parte izquierda del molde al centro del agujero donde se coloca la varilla podrá variar entre los 15 y 25 mm.

❖ Posición 4:

En esta posición, la placa en L superior se enroscará en los agujeros 4 y 8, y la placa en L inferior se enroscará en los agujeros 10 y 12.

Cuando las placas en L están en esta posición, el tamaño máximo del molde será de 60 mm de altura y 50 mm de largo, el centro del agujero donde se coloca la varilla centradora y el centro del bebedero estarán colocados a 25 mm de la parte derecha del molde y a 30 mm de la parte superior del molde. La longitud de la parte izquierda del molde al centro del agujero donde se coloca la varilla podrá variar entre los 15 y 25 mm.

❖ Posición 5:

En esta posición, la placa en L superior se enroscará en los agujeros 2 y 7, y la placa en L inferior se enroscará en los agujeros 11 y 13.

Cuando las placas en L están en esta posición, el tamaño máximo del molde será de 85 mm de altura y 110 mm de largo, el centro del agujero donde se coloca la varilla centradora y el centro del bebedero estarán colocados a 55 mm de la parte derecha del molde y a 30 mm de la parte superior del molde.

La longitud de la parte izquierda del molde al centro del agujero donde se coloca la varilla podrá variar entre los 15 y 55 mm.

❖ Posición 6:

En esta posición, la placa en L superior se enroscará en los agujeros 5 y 9, y la placa en L inferior se enroscará en los agujeros 15 y 17.

Cuando las placas en L están en esta posición, el tamaño máximo del molde será de 85 mm de altura y 110 mm de largo, el centro del agujero donde se coloca la varilla centradora y el centro del bebedero estarán colocados a 55 mm de la parte derecha del molde y a 55 mm de la parte superior del molde. La longitud de la parte izquierda del molde al centro del agujero donde se coloca la varilla podrá variar entre los 15 y 55 mm.

❖ Posición 7:

En esta posición, la placa en L superior se enroscará en los agujeros 1 y 6, y la placa en L inferior se enroscará en los agujeros 10 y 12.

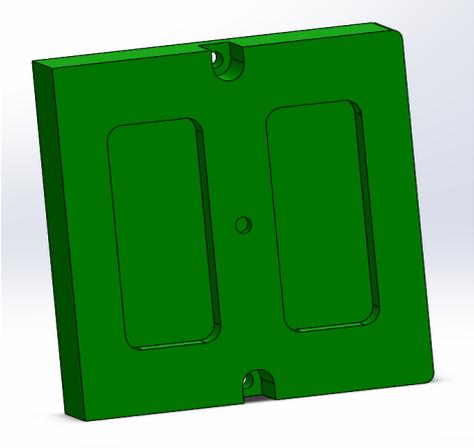
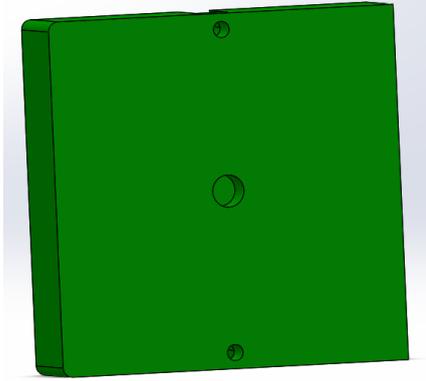
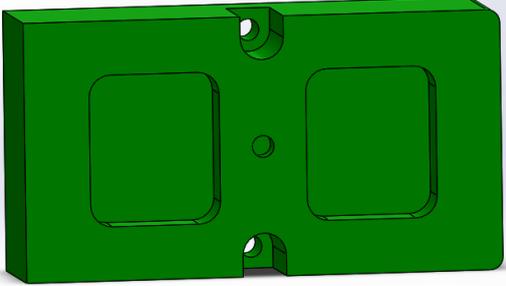
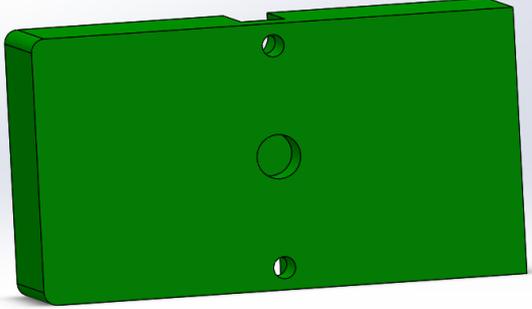
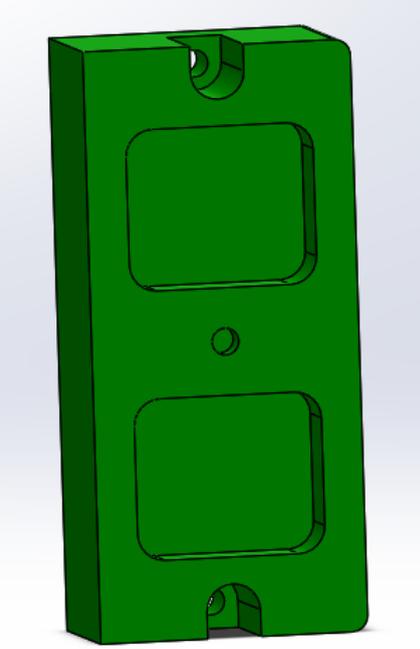
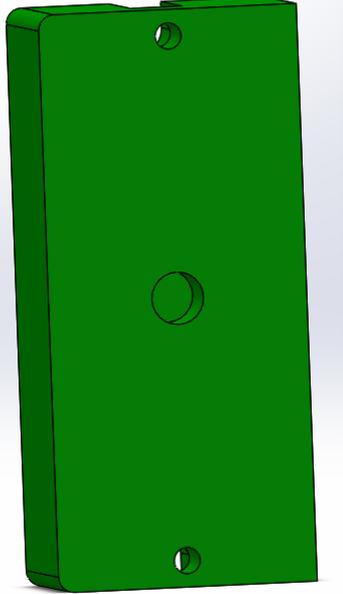
Cuando las placas en L están en esta posición, el tamaño máximo del molde será de 85 mm de altura y 50 mm de largo, el centro del agujero donde se coloca la varilla centradora y el centro del bebedero estarán colocados a 25 mm de la parte derecha del molde y a 55 mm de la parte superior del molde. La longitud de la parte izquierda del molde al centro del agujero donde se coloca la varilla podrá variar entre los 15 y 25 mm.

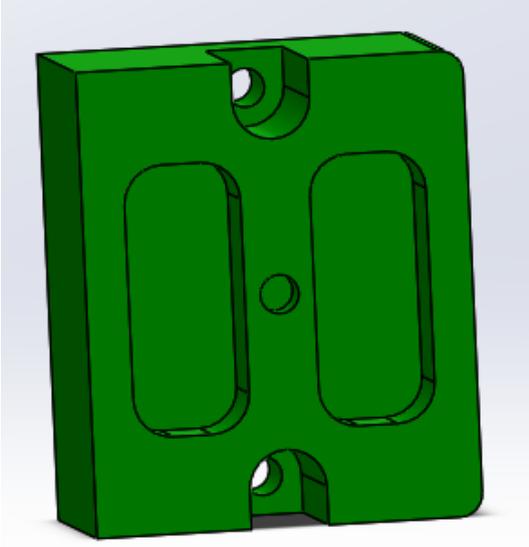
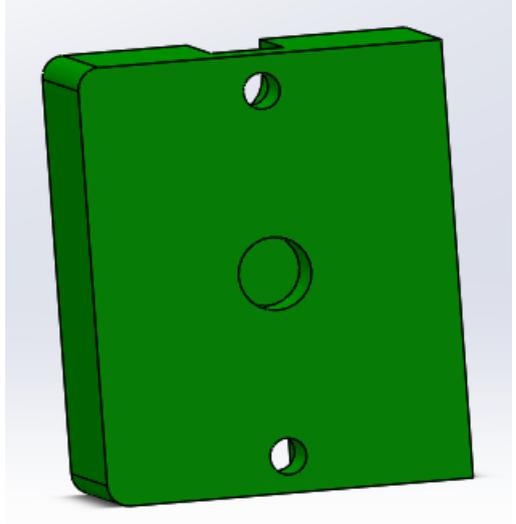
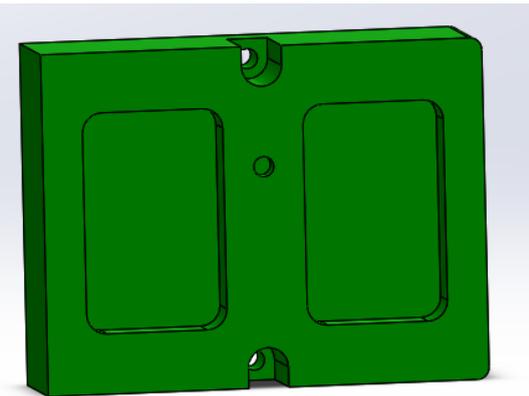
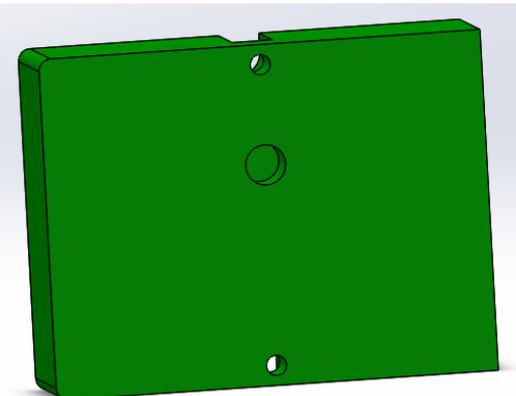
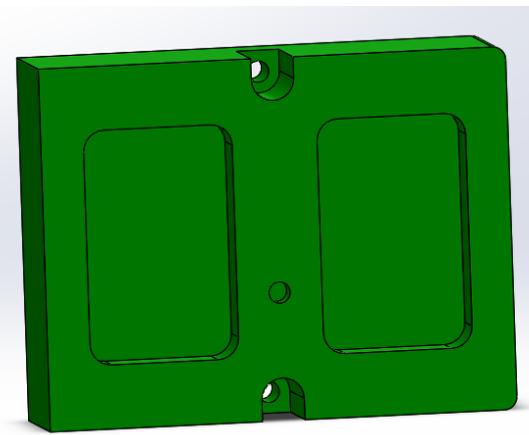
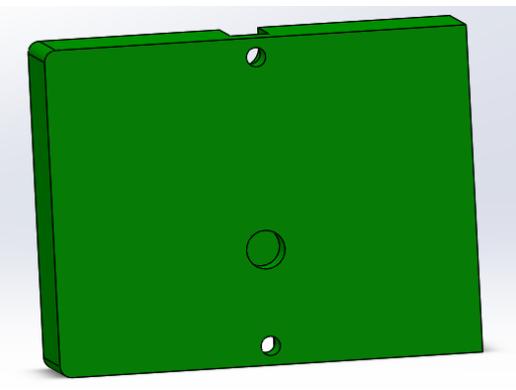
❖ Posición 8:

En esta posición, la placa en L superior se enroscará en los agujeros 4 y 8, y la placa en L inferior se enroscará en los agujeros 14 y 16.

Para poder observar mejor los tamaños de molde, en la siguiente tabla se mostrarán los tamaños máximos de cada molde según la posición de las placas en L.

Cuando las placas en L están en esta posición, el tamaño máximo del molde será de 85 mm de altura y 50 mm de largo, el centro del agujero donde se coloca la varilla centradora y el centro del bebedero estarán colocados a 25 mm de la parte derecha del molde y a 30 mm de la parte superior del molde. La longitud de la parte izquierda del molde al centro del agujero donde se coloca la varilla podrá variar entre los 15 y 25 mm.

Posición 1 (Delante)	Posición 1 (Detrás)
	
Posición 2 (Delante)	Posición 2 (Detrás)
	
Posición 3 (Delante)	Posición 3 (Detrás)
	

Posición 4 (Delante)	Posición 4 (Detrás)
	
Posición 5 (Delante)	Posición 5 (Detrás)
	
Posición 6 (Delante)	Posición 6 (Delante)
	

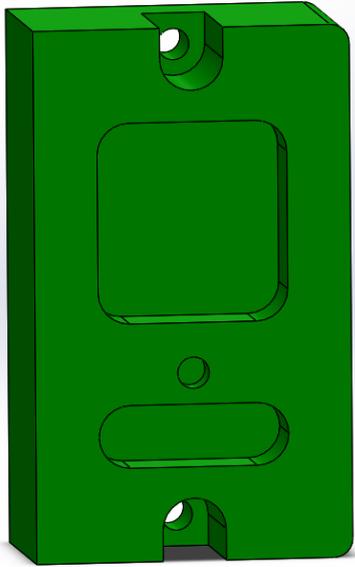
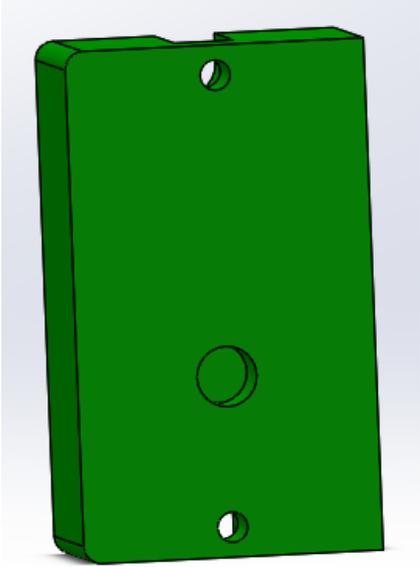
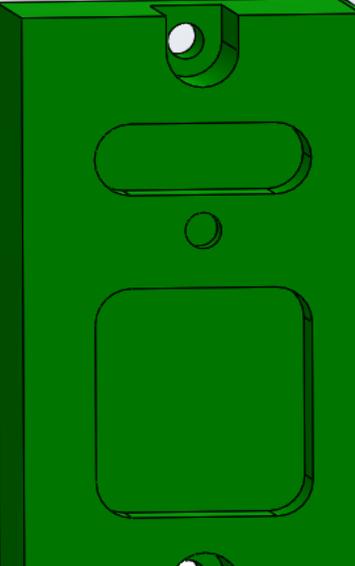
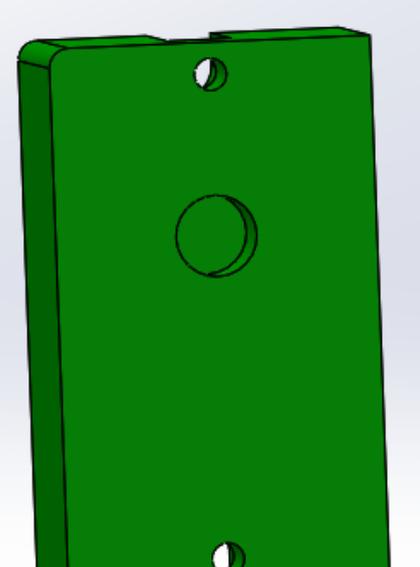
Posición 7 (Delante)	Posición 7 (Detrás)
	
Posición 8 (Delante)	Posición 8 (Detrás)
	

Tabla 3 M. Tamaños de molde segun la posicion de las Placas en L

Como se puede ver en las anteriores imágenes los dos extremos de la derecha de cada molde, tienen un redondeo de 3 mm.

7.3.1. Montaje de la configuración 2 del portamolde

Para hacer el montaje de la configuración 2 del portamolde habrá que seguir los siguientes pasos:

- 1) Asegurarse de que en la parte fija de la inyectora está atornillada la placa plana y si no es así, habrá que colocar la placa plana en la placa portamoldes fija y enroscar los tornillos correspondientes.
- 2) Insertar la varilla centradora en su agujero correspondiente.
- 3) Unir las placas en L a la placa portamoldes pero sin enroscar los tornillos a tope.
- 4) Unir el molde a la placa portamoldes encajando el agujero que tiene en la parte inferior con la varilla centradora.
- 5) Enroscar a tope los tornillos de la placa en L.
- 6) Insertar las placas aguanta molde, colocar los tornillos en sus agujeros y enroscar a tope los tornillos.

7.3.2. Vista explosionadas de la configuración 2 del portamolde

Para poder observar mejor el montaje de las diferentes piezas que componen la configuración 2 del portamolde en la siguiente imagen se mostrará la vista explosionada.

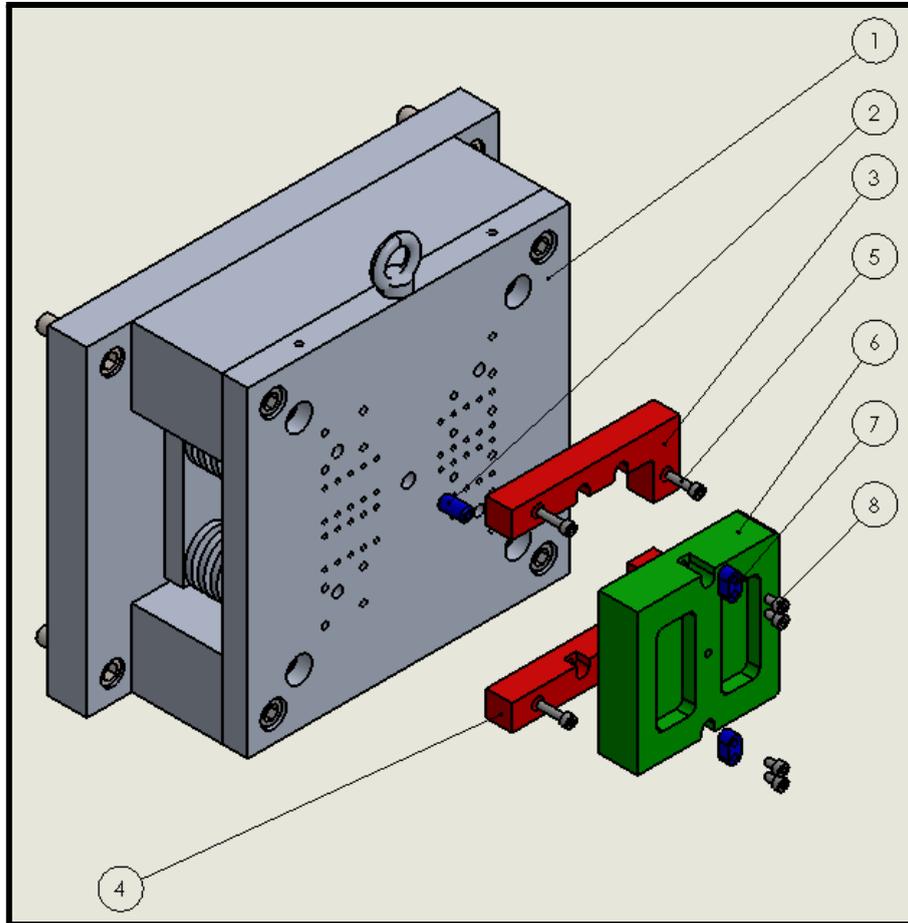


Imagen 109 M. Vista explosionada de la configuración 2 del portamolde

La nomenclatura y el nombre de las piezas de la imagen anterior se pueden observar en la tabla de la siguiente imagen.

8	ISO 4762 M5 x 8 - 8C		4	
7	Placa aguanta moldes	Aluminio 6061	2	Plano 1.4.3
6	Molde a diseñar		1	
5	ISO 4762 M5 x 20 - 20C		4	
4	Placa L Inferior	Aluminio 6061	1	Plano 1.4.1
3	Placa L Superior	Aluminio 6061	1	Plano 1.4.2
2	Varilla Centradora Hueca	Aluminio 6061	1	Plano 1.4.4
1	Ensamblaje parte general móvil		1	
N.º DE ELEMENTO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANTIDAD	REFERENCIA

Imagen 110 M. Lista de piezas de la configuración 2 del portamolde

7.4. CONFIGURACIÓN 3

Esta configuración corresponde a la opción 4 planteada anteriormente, en la cual se podrá utilizar un sistema de expulsión.

El montaje de esta configuración no será extremadamente complicado ya que la placa portaexpulsores estará ya montada, pero para que el sistema de expulsión esté completo habrá que roscar los expulsores en la placa portaexpulsores.

Los expulsores deberán de tener 10mm de rosca para poder insertarlos en la placa portaexpulsores y su tamaño dependerá de la pieza a realizar. Para calcular la longitud de los expulsores habrá que seguir la siguiente fórmula:

$$\text{Longitud Expulsor} = 85 + e - p$$

Donde:

- e = Espesor del molde
- p = Profundidad de la cavidad del molde (O del pozo del bebedero si se utiliza esta fórmula para calcular la longitud del expulsor central)

Como los moldes serán de 20 mm la longitud de los expulsores estará entre 85 y 105 mm.

Se podrán utilizar varios tamaños de expulsores a la vez siempre y cuando el expulsor no se sobresalga de la superficie de la cavidad el molde cuando el sistema de expulsión esté desactivado.

El expulsor central (situado en el bebedero) deberá ser más largo que los otros expulsores ya que la profundidad del pozo del bebedero será menor que la de las cavidades del molde.

Además, una de las ventajas de este sistema de expulsión es que se podrá variar la longitud de los expulsores ligeramente gracias al juego de la rosca del expulsor con la placa portaexpulsores.

El diseño de los expulsores se puede observar en la siguiente imagen.

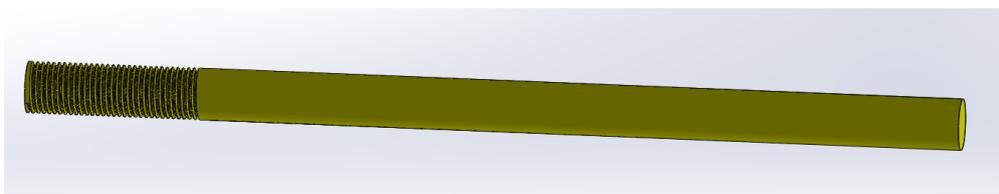


Imagen 111 M. Expulsor

El sistema de expulsión también tendrá cuatro recuperadores, que en principio no realizarán ninguna función pero estarán por si el sistema de expulsión no se volviera hacia atrás después de activarse. El recuperador será un cilindro de 8 mm de diámetro y 105 mm de longitud, de los cuales 10 mm de ellos estarán roscados. El diseño del recuperador se puede observar en la siguiente imagen.

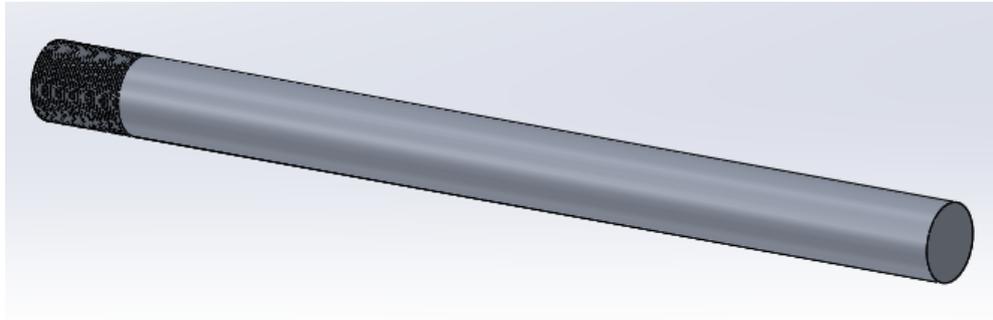


Imagen 112 M. Recuperador

Por otra parte, la alineación del molde en esta configuración será la misma que en la anterior, se colocará una varilla en el centro del portamoldes y en el centro del molde se mecanizará un agujero del mismo tamaño que la varilla, por tanto el molde se unirá a la varilla.

En la siguiente imagen se mostrará el diseño de la varilla, la cual tendrá un agujero en el medio para que pueda pasar un expulsor (el expulsor central).

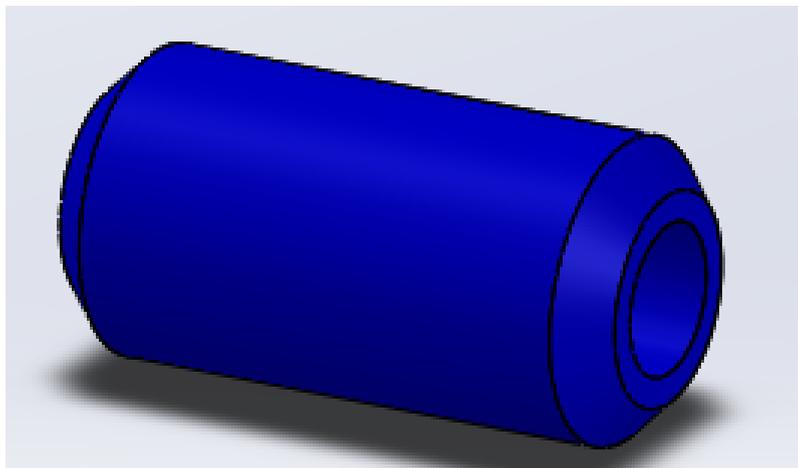


Imagen 113 M. Varilla Centradora

En cuanto a los moldes, en esta configuración se podrán utilizar dos moldes de tamaño diferente, estos se explicarán a continuación.

❖ Molde grande:

En primer lugar, se encuentra el molde de tamaño grande, el cual permitirá utilizar el máximo número de expulsos posible.

Las características de este tipo de molde son las siguientes:

- Las dimensiones deben ser de 150 x 150 mm.
- El espesor debe ser de 20 mm.
- Deben de haber 4 agujeros en los extremos de las placas para insertar los tornillos que unen el molde a la placa portamoldes. En cada uno de estos agujeros debe haber un tornillo de métrica 5 y con una cabeza de 8,5 mm de diámetro y 5 mm de altura.
- El centro de los agujeros de los tornillos debe de estar a 10 mm de los extremos de la placa.
- En el centro de la parte trasera del molde debe de haber un agujero de 10 mm de diámetro y 10 mm de profundidad donde se inserta la varilla centradora que estará colocada en la placa portamoldes. Esta varilla será la misma que se utilice en la configuración 2.
- Los agujeros para que pasen los recuperadores estarán situados en los extremos del molde, cada recuperador se encuentra a 20 mm del lateral de la pieza y a 27,5 mm de la parte superior o inferior de la pieza. Estos agujeros tendrán un diámetro de 8 mm.
- En cuanto al uso de los expulsos, en este caso se podrán utilizar todos los necesarios, siempre y cuando se mecanicen agujeros pasantes de 3 mm de diámetro por cada expulsor y que estos agujeros estén situados en el lugar adecuado. Para ver el lugar donde están los expulsos, hay que consultar el plano de este molde.
- El espacio que ocupe la cavidad del molde será libre, siempre y cuando se deje un margen de 5 mm hasta otros agujeros o hasta los extremos del molde.
- La profundidad de la pieza a realizar también será libre, pero habrá que adaptar los expulsos, por lo que es recomendable siempre que sea posible utilizar la misma profundidad para poder utilizar los mismos expulsos.

En las siguientes imágenes se puede observar cómo será del diseño del molde de tamaño grande de esta configuración, la imagen de la izquierda corresponde a la parte delantera del molde y en la imagen de la derecha se muestra la parte trasera del molde, la cual se unirá a la placa portamoldes móvil:

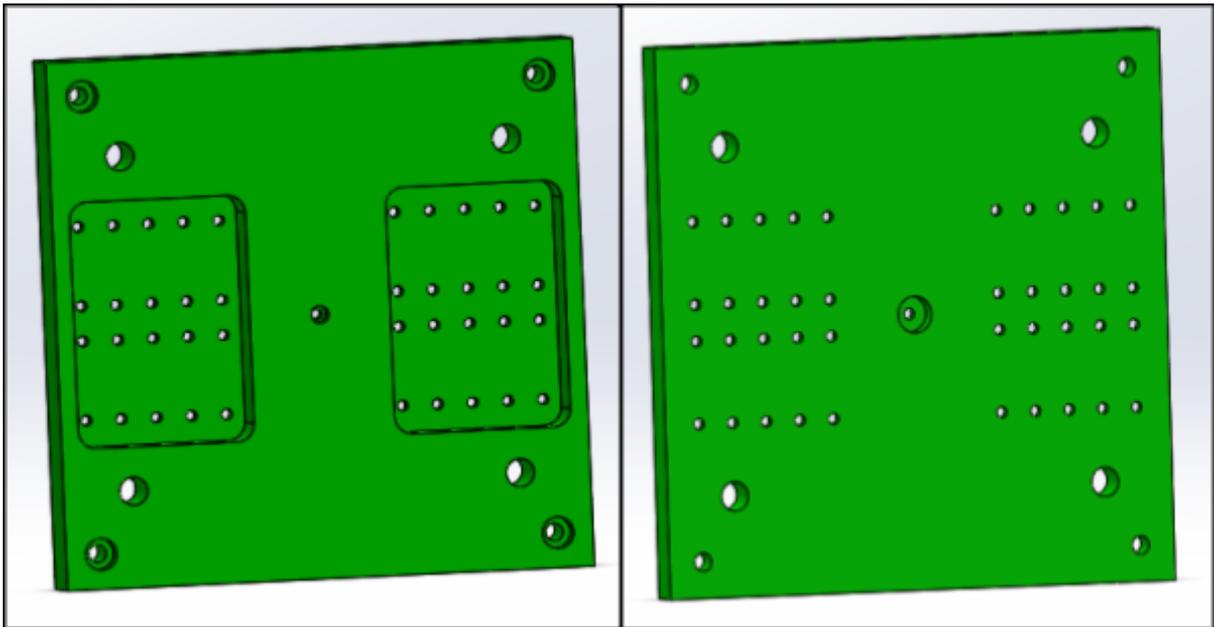


Imagen 114 M. Molde de tamaño grande de la configuración 3

❖ Molde pequeño:

Por otra parte, se encuentra el molde de tamaño pequeño, el cual no permitirá utilizar todos los expulsores posibles.

En la siguiente imagen de la placa portaexpulsores se mostrarán que expulsores se pueden utilizar en este tamaño de molde, los expulsores que se pueden utilizar son los que están dentro del recuadro amarillo.

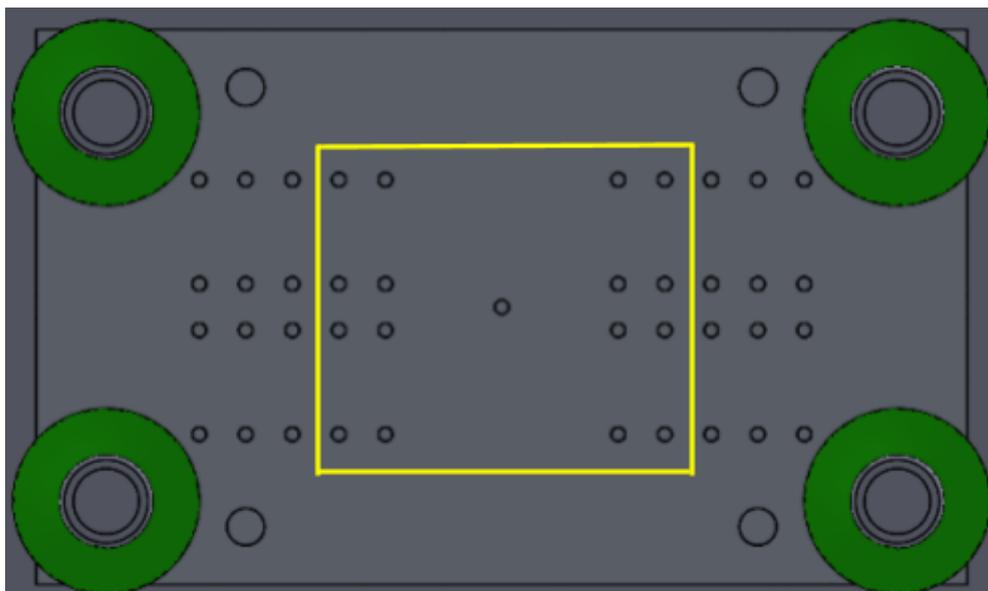


Imagen 115 M. Expulsores disponibles para el molde de tamaño pequeño

Las características de este tipo de molde son las siguientes:

- Las dimensiones deben ser de 100 x 100 mm.
- El espesor debe ser de 20 mm.
- Deben de haber 4 agujeros en los extremos de las placas para insertar los tornillos que unen el molde a la placa portamoldes. En cada uno de estos agujeros debe caber un tornillo de métrica 5 y con una cabeza de 8,5 mm de diámetro y 5 mm de altura.
- El centro de los agujeros de los tornillos debe de estar a 15 mm del lateral de la pieza y a 10 mm de la parte superior o inferior del molde.
- No será necesario mecanizar agujeros para los recuperadores ya que estarán situados fuera del molde.
- En el centro de la parte trasera del molde también debe de haber un agujero de 10 mm de diámetro y 10 mm de profundidad donde se inserta la varilla centradora que estará colocada en la placa portamoldes. Esta varilla será la misma que se utilice en el molde de tamaño grande de esta configuración o en los moldes de la configuración 2.
- Para utilizar los expulsores disponibles para este tamaño de molde hay que mecanizar agujeros pasantes de 3 mm de diámetro por cada expulsor y que estos agujeros estén situados en el lugar adecuado. Para ver el lugar donde están los expulsores, hay que consultar el plano de este molde.
- El espacio que ocupe la cavidad del molde será libre, siempre y cuando se deje un margen de 5 mm hasta otros agujeros o hasta los extremos del molde.
- La profundidad de la pieza a realizar también será libre, pero habrá que adaptar los expulsores, por lo que es recomendable siempre que sea posible utilizar la misma profundidad para poder utilizar los mismos expulsores.

En las siguientes imágenes se puede observar cómo será el diseño del molde de tamaño pequeño de esta configuración. La imagen de la izquierda corresponde a la parte delantera del molde y en la imagen de la derecha se muestra la parte trasera del molde.

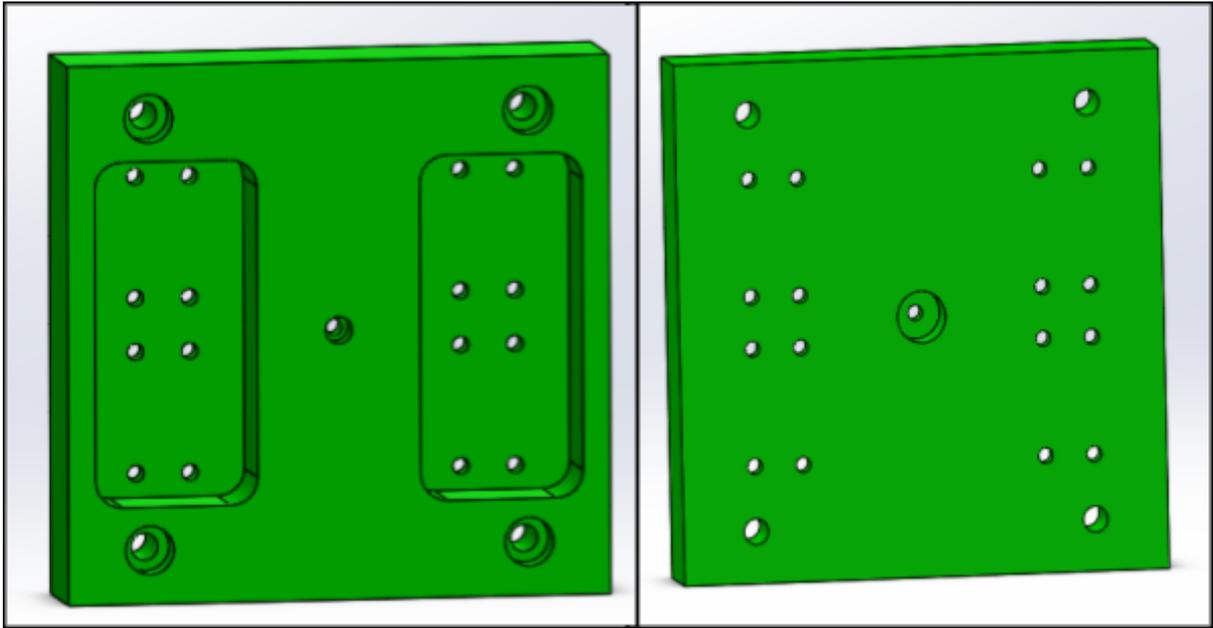


Imagen 116 M. Molde de tamaño pequeño de la configuración 3

Por último, cabe destacar que la inclusión de los muelles es el principal cambio respecto a la propuesta que se realizó en el apartado 6.1. Esto hará que el sistema de recuperación se retire inmediatamente después de activarse y sea más seguro. El otro cambio respecto al modelo planteado en la opción 4 del apartado 6.1 son los pilares, los cuales como se ha mencionado anteriormente, alinean la placa portaexpulsores en todo momento y reforzarán la placa portamoldes.

7.4.1. Montaje de la configuración 3 del portamolde

Para hacer el montaje de la configuración 3 del portamolde habrá que seguir los siguientes pasos:

- 1) Asegurarse de que en la parte fija de la inyectora está atornillada la placa plana y si no es así, habrá que colocar la placa plana en la placa portamoldes fija y enroscar los tornillos correspondientes.
- 2) Colocar la varilla centradora en el portamoldes.
- 3) Roscar los expulsores que vayan a ser utilizados en la placa portaexpulsores.
- 4) Roscar los recuperadores en la placa portaexpulsores.
- 5) Montar y atornillar el molde.

7.4.2. Vista explosionada de la configuración 3 del portamolde

Para poder observar mejor el montaje de las diferentes piezas que componen la configuración 3 del portamolde en la siguiente imagen se mostrará la vista explosionada.

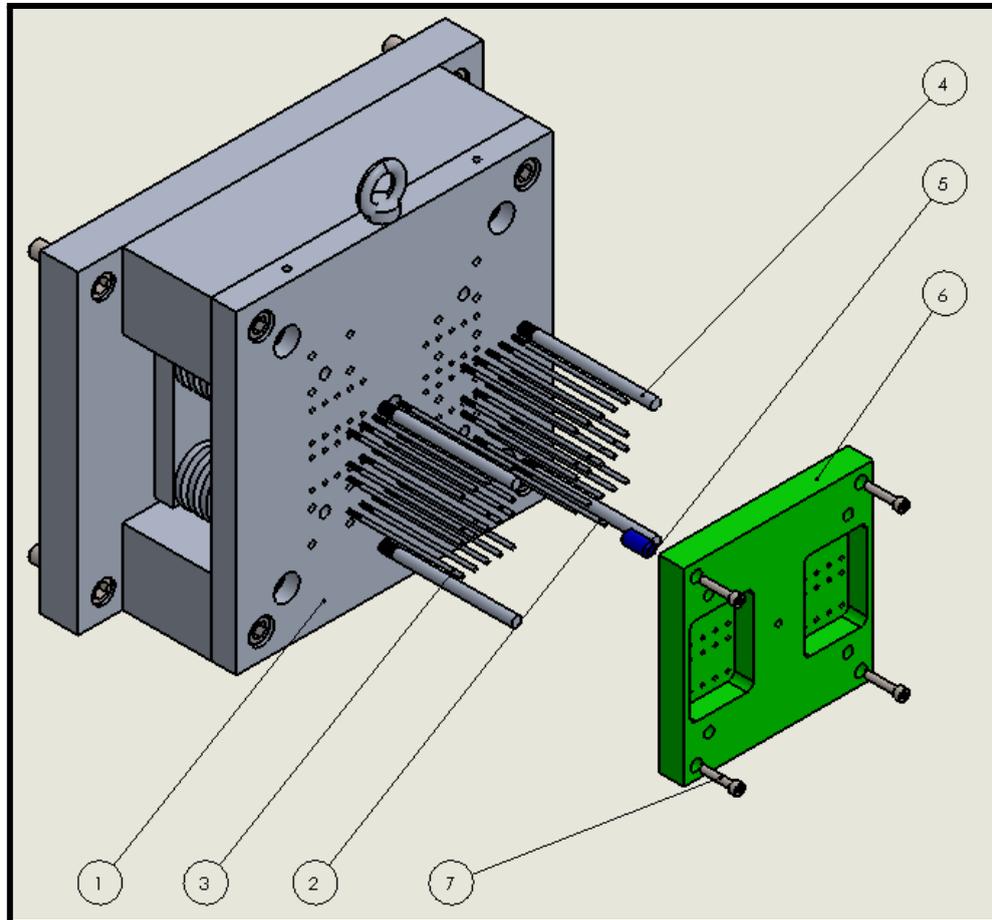


Imagen 117 M. Vista explosionada de la configuración 3 del portamolde

La nomenclatura y el nombre de las piezas de la imagen anterior se pueden observar en la tabla de la siguiente imagen.

7	ISO 4762 M5 x 25 - 25N		4	
6	Molde a diseñar		1	
5	Varilla Centrador Hueca	Aluminio 6061	1	1.4.4
4	Recuperador interno	Aluminio 6061	4	1.5.3
3	Expulsor	AISI 304	40	1.5.1
2	Expulsor Central	AISI 304	1	1.5.2
1	Ensamblaje parte general móvil		1	
N.º DE ELEMENTO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANTIDAD	REFERENCIA

Imagen 118 M. Lista de piezas de la configuración 3 del portamolde

7.5 CONFIGURACIÓN 4

Por último, esta configuración corresponde a la opción 5 planteada anteriormente donde el sistema de expulsión estará situado delante de la placa portamoldes y no detrás como en la anterior configuración, esto permitirá que los expulsores se adapten a la superficie de la pieza a fabricar independientemente de su forma.

Cuando se mecanizan las cavidades de la pieza a fabricar, también se mecanizarán los expulsores, permitiendo hacer piezas mucho más complejas que con todas las configuraciones que se han explicado anteriormente. Por contra, esta configuración será la más difícil de fabricar y montar.

En primer lugar, se detalla el funcionamiento del sistema de expulsores donde los elementos principales se pueden diferenciar en la siguiente imagen.

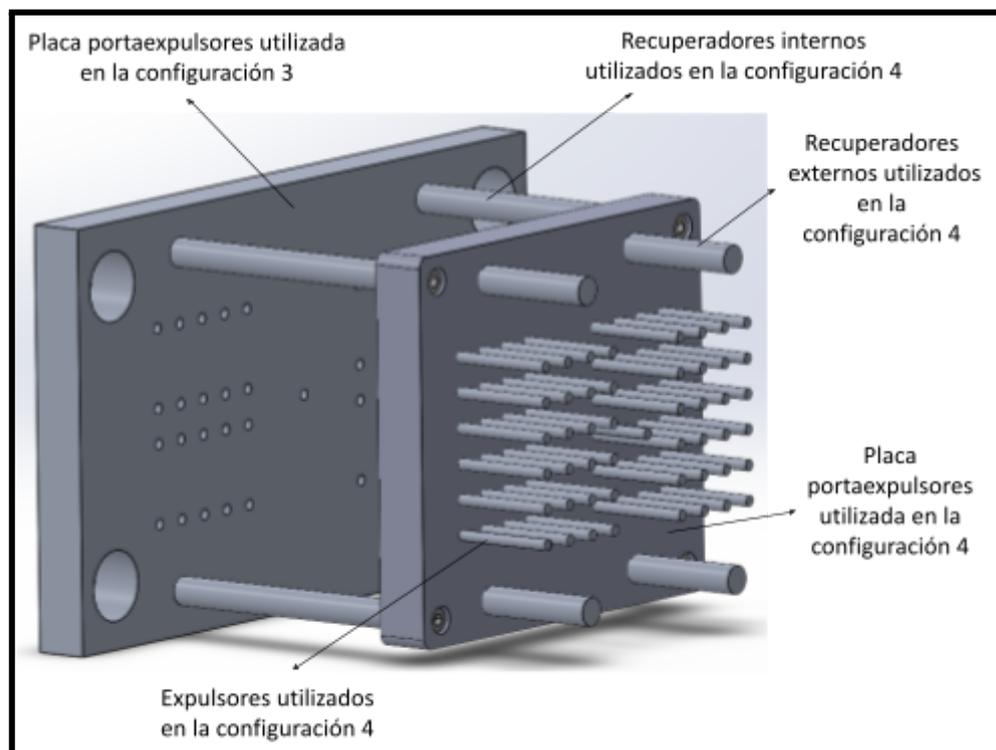


Imagen 119 M. Sistema de expulsión de la configuración 4

Las dos placas portae expulsores estarán unidas por los recuperadores utilizados en esta configuración, por lo cual las dos placas tendrán el mismo movimiento.

Cuando el husillo de la inyectora se active para mover la placa portae expulsores utilizada en la configuración 3, los recuperadores internos transmitirán este movimiento, por lo que la placa portae expulsores utilizada en la configuración 4 también se moverá hacia delante y expulsará la pieza fabricada.

El diseño de los recuperadores internos será el siguiente:

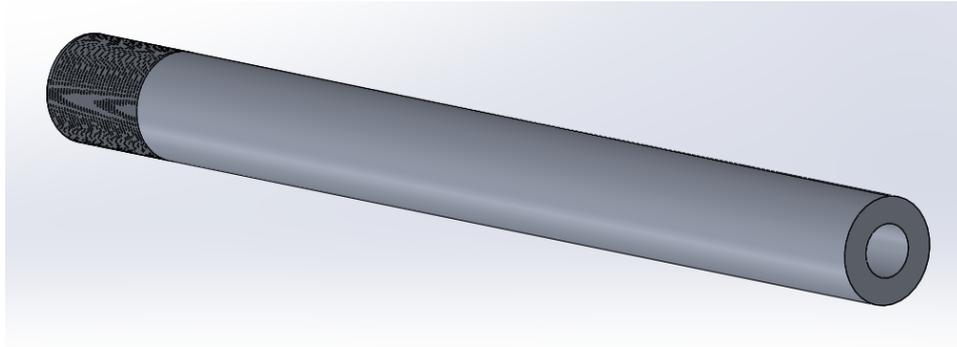


Imagen 120 M. Recuperador interno de la configuración 4

El recuperador interno tendrá una longitud de 90 mm, 10 de los cuales estarán roscados un diámetro externo de 8 mm y un agujero roscado en el medio, de 20 mm de profundidad para insertar los tornillos de métrica 4 que unirán el recuperador con la placa portexpulsores de la opción 4. Esta unión se podrá observar mejor en el plano de corte que se muestra en la siguiente imagen.

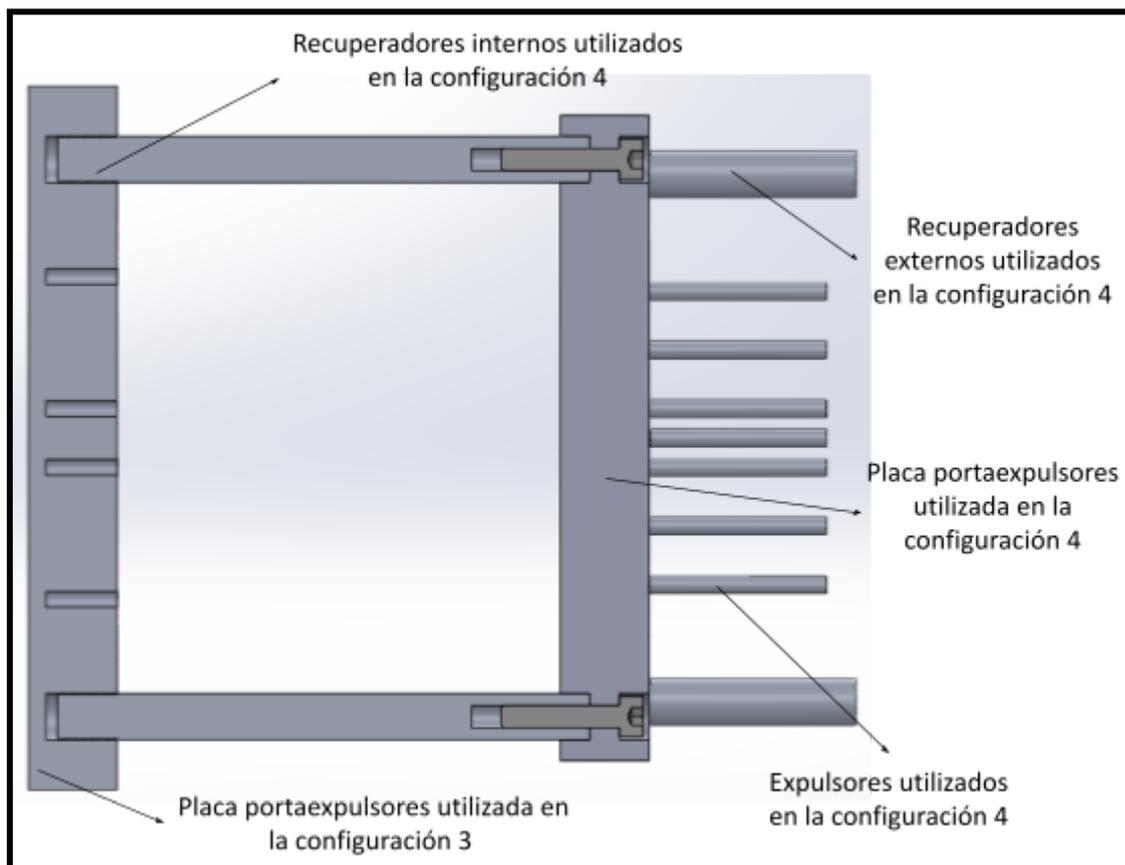


Imagen 121 M. Plano de corte del sistema de expulsión de la configuración 4

El movimiento de retroceso del sistema de expulsión será el mismo que en la anterior configuración, ya que los muelles (que cuando el sistema de expulsión está activado, están comprimidos) se descomprimirán y moverán la placa portaexpulsores utilizada en la configuración 3 hacia atrás, por lo que los recuperadores externos y la placa portaexpulsores utilizada en la configuración 4 también se moverán hacia atrás.

Por seguridad, también se colocarán 4 recuperadores externos en la placa portaexpulsores de la configuración 4, por si los muelles no funcionaran correctamente.

En esta configuración antes de mecanizar las cavidades del molde, se insertarán expulsores de 45 mm en la placa portaexpulsores. Cuando se mecanicen la longitud y forma de cada expulsor será diferente.

En cuanto a la longitud del expulsor central, se calculará con la siguiente fórmula.

$$\text{Longitud Expulsor Externo Central} = 45 - \text{Profundidad del pozo del bebedero}$$

Para poder apreciar mejor el funcionamiento del sistema de expulsión, en las siguientes imágenes se mostrará el montaje completo de esta configuración con el sistema de expulsión desactivado y con el sistema de expulsión activado respectivamente.

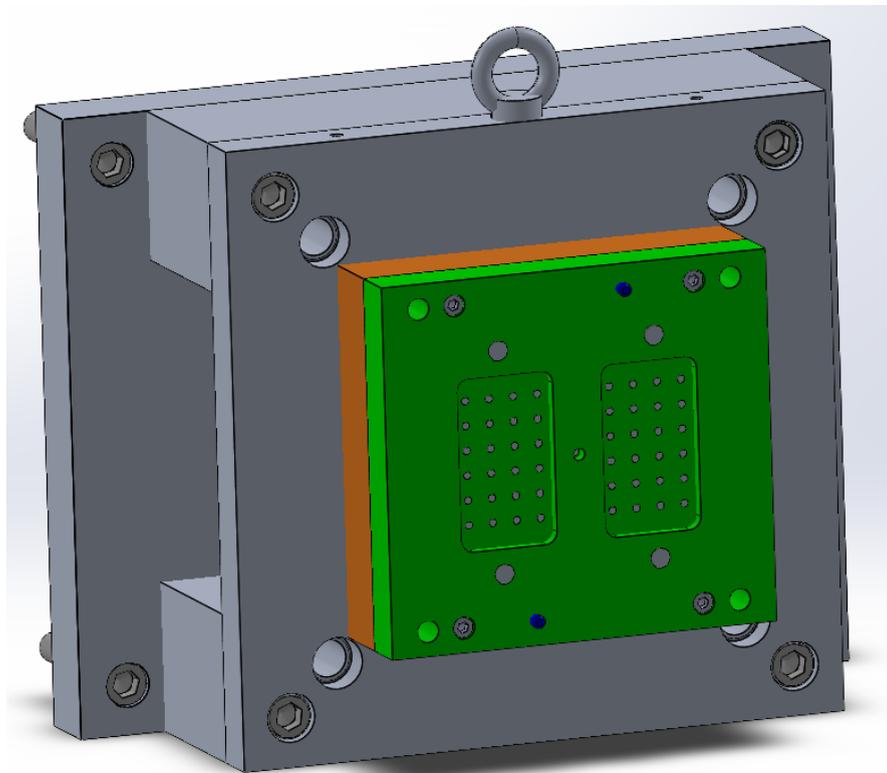


Imagen 122 M. Configuración 4 con el sistema de expulsión desactivado

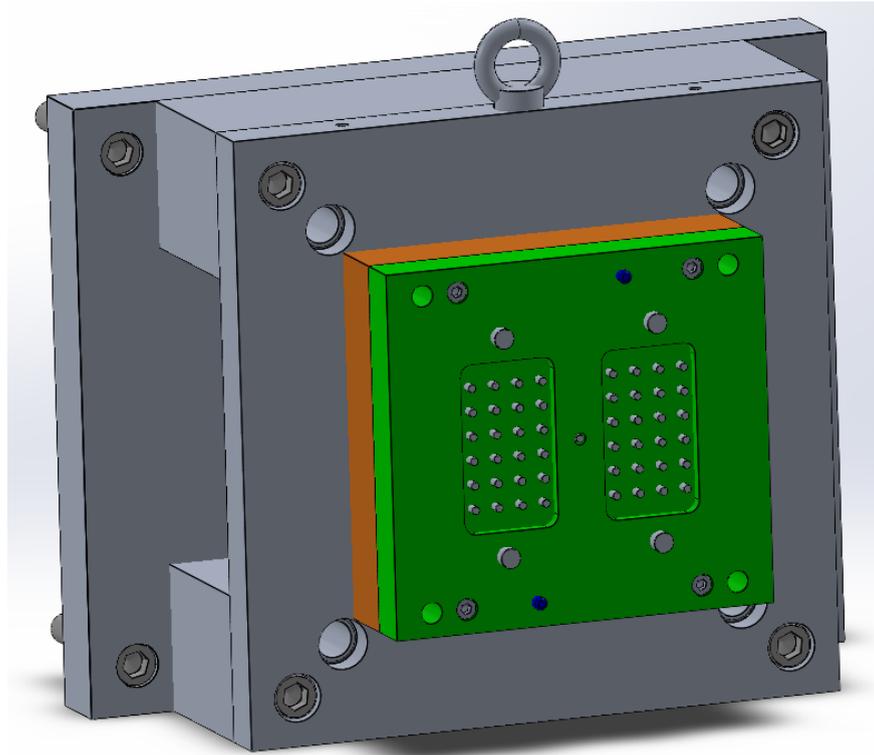


Imagen 123 M. Configuración 4 con el sistema de expulsión activado

Como la placa portaxpulsores estará colocada delante de la placa portamoldes hace falta crear un espacio entre la propia placa portamoldes y el molde para que la placa portaexpulsores se pueda mover. Esto se conseguirá uniendo a la placa portamoldes un marco cuyo diseño se puede observar en la siguiente imagen.

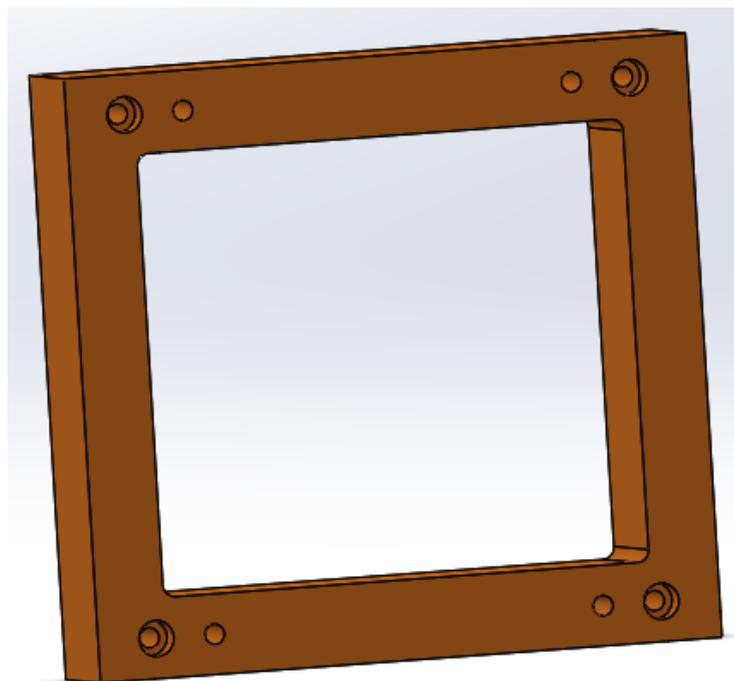


Imagen 124 M. Marco

El marco se unirá a la placa portamoldes mediante 4 tornillos que se colocarán en los 4 agujeros situados en los extremos de la pieza. Los otros 4 agujeros serán para unir el molde al marco.

Por otra parte, en la imagen anterior también se puede apreciar que hay un redondeo de 3 mm en los extremos interiores del molde, esto se hace para facilitar el mecanizado. Esta geometría hará que los extremos de la placa portaexpulsores utilizada en esta configuración tengan un redondeo de 3 mm.

El molde que utilizado en esta configuración y que se unirá al marco tendrá las siguientes características:

- Las dimensiones deben ser de 150 x 160 mm.
- El espesor debe ser de 20 mm.
- El tamaño de las cavidades de las piezas a fabricar, será libre siempre y cuando se deje un espacio de al menos 5 mm con los agujeros de la pieza o con los extremos de la pieza.

El diseño del molde se puede observar en la siguiente imagen.

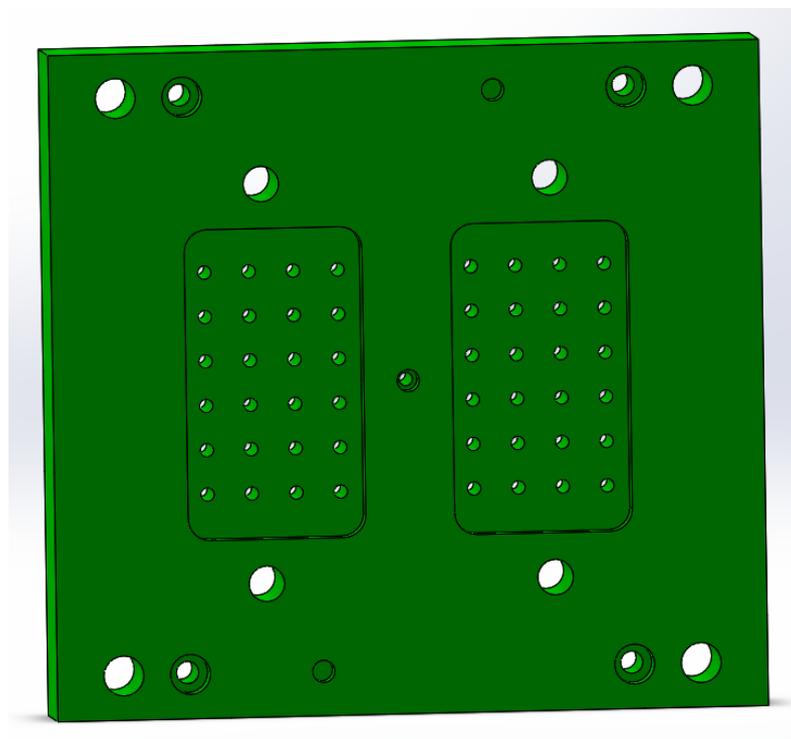


Imagen 125 M. Molde de la configuración 4

Para explicar la función que realiza cada agujero se seguirá la siguiente nomenclatura.

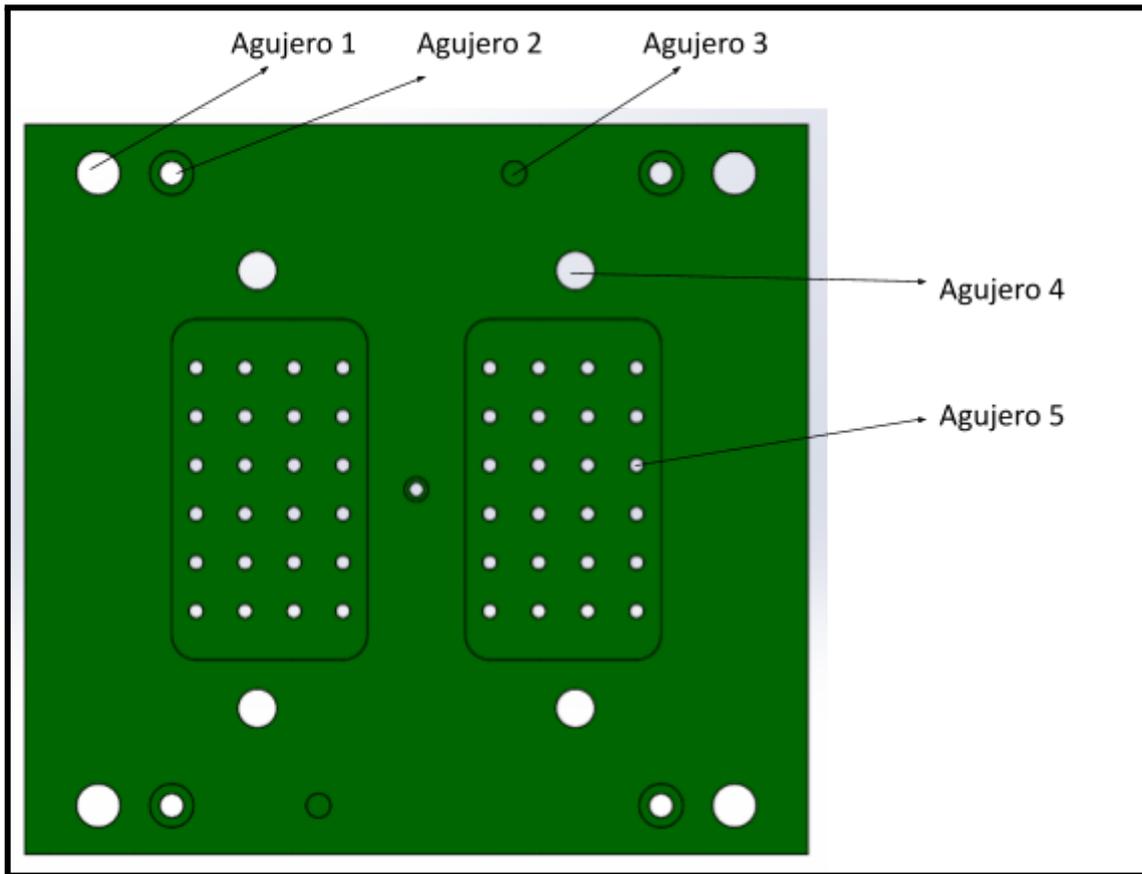


Imagen 126 M. Nomenclatura del molde de la configuración 4

El agujero 1 servirá para que el tornillo que une el marco y la placa portamoldes tenga espacio para pasar y colocarse en su lugar, ya que en el proceso de montaje primero se unirá el molde al marco y después se unirá el marco (que tendrá el molde montado) a la placa portamoldes, esto es debido a que cuando se mecanicen las cavidades del molde con la forma de la pieza a fabricar se hará con el molde montado en el marco porque los expulsos también se mecanizarán en ese momento. El agujero 1 deberá coincidir con los agujeros del marco donde se insertan los tornillos que unen el marco con la placa portamoldes.

En el proceso de mecanización de este molde en primer lugar se mecanizarán todos los agujeros, incluidos los agujeros por donde pasan los expulsos, posteriormente habrá que unir el molde al marco e insertar dentro del marco la placa portaexpulsos con los expulsos montados. Una vez hecho todo esto, se mecanizará la cavidad del molde que a la vez también mecanizará los expulsos. Por último, se montará el marco con la placa portaexpulsos a la placa portamoldes.

En el agujero 2 se colocarán los tornillos que unirán el marco y el molde, estos estarán situados a 30 mm de cada lateral y a 10 mm de la parte superior o inferior, en el agujero 3 se colocarán las varillas encargadas de alinear el molde y deberá coincidir con los agujeros de la placa plana donde se insertarán las varillas cuando el molde se cierre, en el agujero 4 se colocarán los recuperadores, y por último en el agujero 5 se colocarán los expulsores. Los agujeros 4 y 5 deberán coincidir con los de la placa portaexpulsores utilizada en esta configuración.

La posiciones de todos estos agujeros, siempre serán las mismas y estarán detallados en el anexo de planos.

7.5.1. Montaje de la configuración 4 del portamolde

Para hacer el montaje de la configuración 4 del portamolde habrá que seguir los siguientes pasos:

- 1) Asegurarse de que en la parte fija de la inyectora está atornillada la placa plana y si no es así, habrá que colocar la placa plana en la placa portamoldes fija y enroscar los tornillos correspondientes.
- 2) Atornillar el molde al marco y los expulsores a la placa portaexpulsores.
- 3) Insertar la placa portaexpulsores con los expulsores montados dentro del marco para mecanizar las cavidades del molde y los expulsores (los agujeros del molde por donde pasan los expulsores si deben de estar mecanizados antes de realizar este paso).
- 4) Colocar la placa de expulsores y atornillarla a los recuperadores internos.
- 5) Enroscar los recuperadores externos a la placa portaexpulsores utilizada en esta configuración.
- 6) Atornillar el marco a la placa portamoldes.
- 7) Insertar las varillas centradoras en sus agujeros del molde correspondientes.

7.5.2. Vista explosionada de la configuración 4 del portamolde

Para poder observar mejor el montaje de las diferentes piezas que componen la configuración 4 del portamolde en la siguiente imagen se mostrará la vista explosionada.

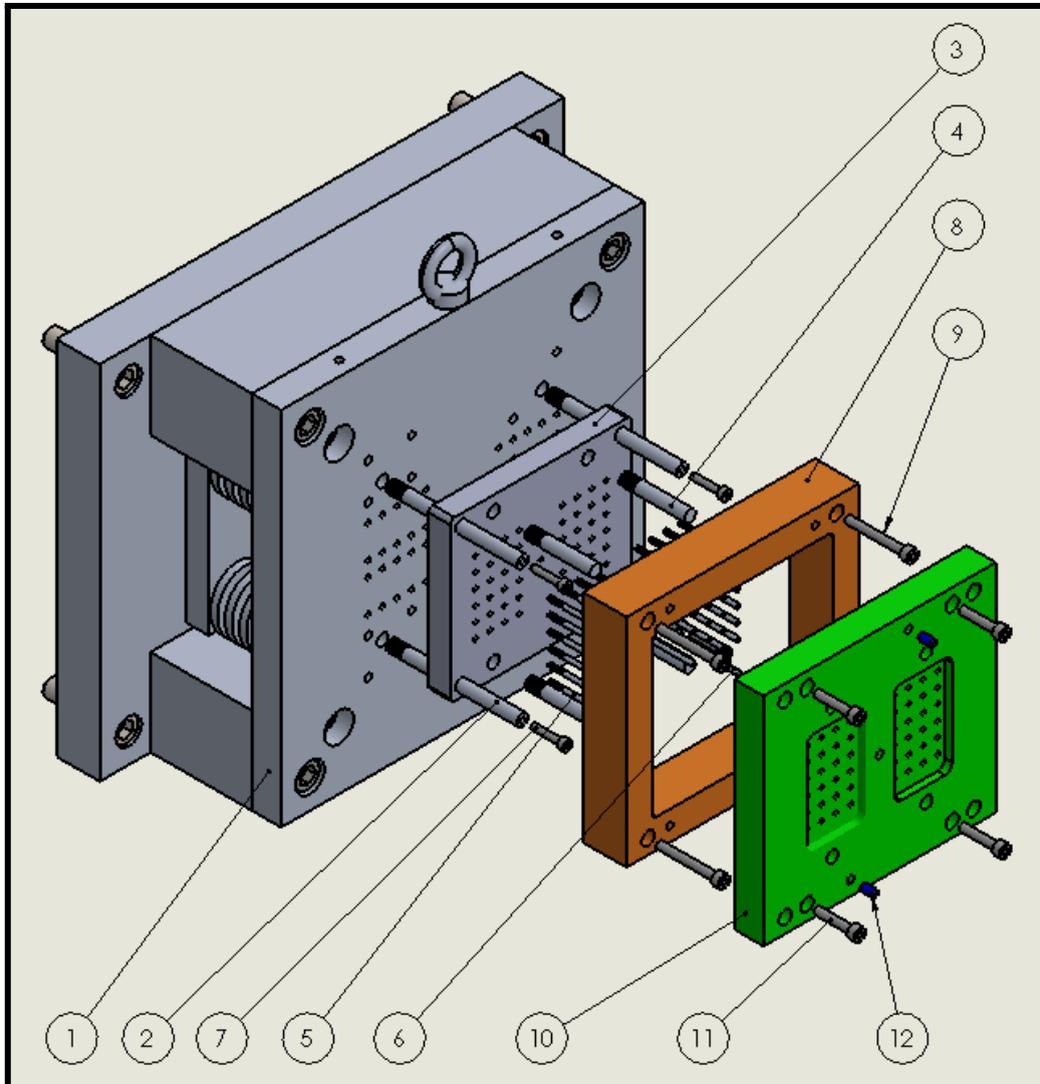


Imagen 127 M. Vista explosionada de la configuración 4 del portamolde

La nomenclatura y el nombre de las piezas de la imagen anterior se pueden observar en la tabla de la siguiente imagen.

12	Varilla Centradora	Aluminio 6061	2	Plano 1.3.1
11	ISO 4762 M5 x 25 - 25C		4	
10	Molde a diseñar		1	
9	ISO 4762 M5 x 40 - 22C		4	
8	Marco	Aluminio 6061	1	1.6.2
7	ISO 4762 M4 x 20 - 20C		4	
6	Expulsor Central Externo	AISI 304	1	1.6.5
5	Expulsor Externo	AISI 304	48	1.6.1
4	Recuperador Externo	Aluminio 6061	4	1.6.4
3	Placa portaexpulsores externa	Aluminio 6061	1	1.6.6
2	Recuperador interno con agujero	Aluminio 6061	4	1.6.3
1	Ensamblaje parte general móvil		1	
N.º DE ELEMENTO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANTIDAD	REFERENCIA

Imagen 128 M. Lista de piezas de la configuración 4 del portamoldes

8. PLANIFICACIÓN DE LA FABRICACIÓN

8.1. ELEMENTOS COMERCIALES Y A FABRICAR

- Elementos comerciales del montaje general:
 - Bebedero (Modelo BRB1/12x027 del catálogo BRUYRUBIO).
 - 4 Guías (Modelo BR03/15 x 22 x 65 del catálogo BRUYRUBIO).
 - Disco centrador (Modelo BRLRM/100,0 X 10 del catálogo BRUYRUBIO).
 - Cáncamo (Modelo CAN-08 del catálogo BRUYRUBIO).
 - 4 Muelles (Modelo BRV-40x64 del catálogo BRUYRUBIO).
 - 4 Casquillos (Modelo BR10/15 x 56 del catálogo BRUYRUBIO).
 - 4 Casquillos o pilares (Modelo BR10/14 x 86 del catálogo BRUYRUBIO).
 - 12 Tornillos ISO 4762 de métrica 5 y longitud 12.
 - 8 Tornillos ISO 4762 de métrica 12 y longitud 40.
 - 4 Tornillos ISO 4762 de métrica 12 y longitud 70.
 - 4 Tornillos ISO 4762 de métrica 12 y longitud 55.

- Elementos a fabricar del montaje general:
 - Placa portamoldes fija.
 - Placa plana.
 - Placa portamoldes móvil.
 - Base del portamoldes.
 - 2 Placas sujeta pilares.
 - 2 Paralelas.
 - Placa portaexpulsores (Utilizada en la opción 3).

- Elementos comerciales de la Configuración 1:
 - 2 Alineadores (Modelo BR051/16 del catálogo BRUYRUBIO).
 - 4 Tornillos ISO 4762 de métrica 5 y longitud 20.

- Elementos a fabricar de la Configuración 1:
 - 2 Varillas centradoras.
 - Molde de prueba.

- Elementos comerciales de la Configuración 2:
 - 4 Tornillos ISO 4762 de métrica 5 y longitud 20.
 - 4 Tornillos ISO 4762 de métrica 5 y longitud 8.

- Elementos a fabricar de la Configuración 2:
 - Placa en L superior.
 - Placa en L inferior.
 - Varilla centradora.
 - Placa aguanta molde.

- Elementos a fabricar de la Configuración 3:
 - 4 Recuperadores internos.
 - 41 Expulsores.

- Elementos comerciales de la Configuración 4:
 - 4 Tornillos ISO 4762 de métrica 4 y longitud 20.
 - 4 Tornillos ISO 4762 de métrica 5 y longitud 40.

- Elementos a fabricar de la Configuración 4:
 - Marco.
 - 4 Recuperadores internos con agujero.
 - 4 Recuperadores externos.
 - 49 Expulsores.

8.2. FABRICACIÓN DE LOS EXPULSORES

Para fabricar los expulsos se utilizarán varillas comerciales que después serán cortadas y roscadas. Como los expulsos de las opciones 3 y 4 tienen el mismo diámetro, se utilizarán el mismo tipo de varillas para su fabricación.

Considerando que se van a utilizar el máximo tamaño de expulsor posible (105 mm en los expulsos de la configuración 3 y 45 mm en los expulsos de la configuración 4) se necesitarán un total de 6510 mm de expulsos. Como cada varilla comercial tiene una longitud de 500 mm, se comprarán 14 unidades de varillas comerciales.

Por otra parte, en el caso de necesitar otro tamaño de expulsor habría que comprar más varillas.

9. CASO DE ESTUDIO

Para poder probar el portamoldes se ha realizado el diseño de un molde sencillo. Concretamente se utilizará el molde tipo 5 de la configuración 1 que se ha explicado anteriormente.

La figura a fabricar se puede observar en la siguiente imagen.

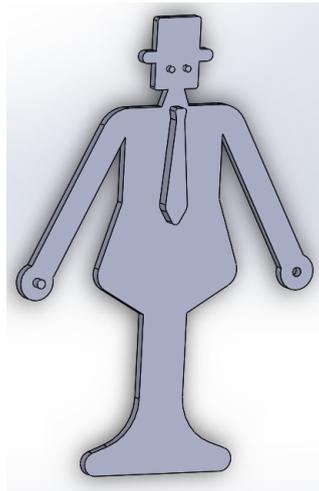


Imagen 129 M. Figura a fabricar

Las características del molde son las mismas que se han indicado anteriormente en el apartado 7.2. Además en el Anexo 1 se han realizado los cálculos para el diseño de los canales de alimentación del molde.

El diseño del molde quedará de la siguiente manera:

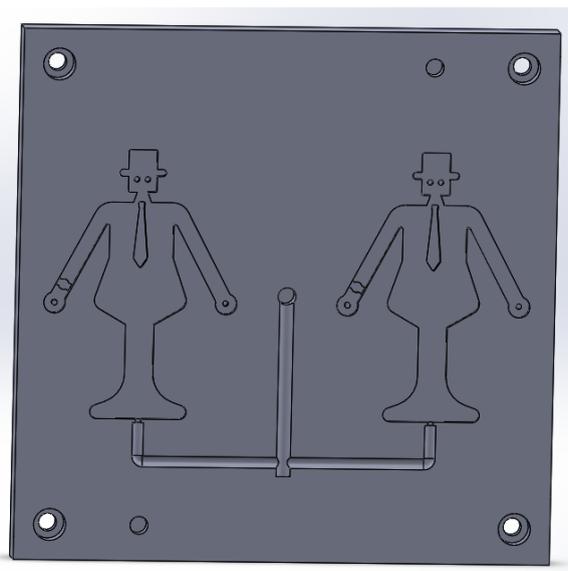


Imagen 130 M. Molde de la figura a fabricar

El molde mostrado en la anterior imagen se colocará en la parte móvil de la inyectora, en concreto en la placa portamoldes móvil. Además, como la parte trasera de la pieza será completamente plana, en la parte fija de la inyectora se colocará la placa plana por lo que no será necesario colocar ningún molde en la placa portamoldes fija.

Este montaje se podrá observar mejor en las siguientes imágenes.

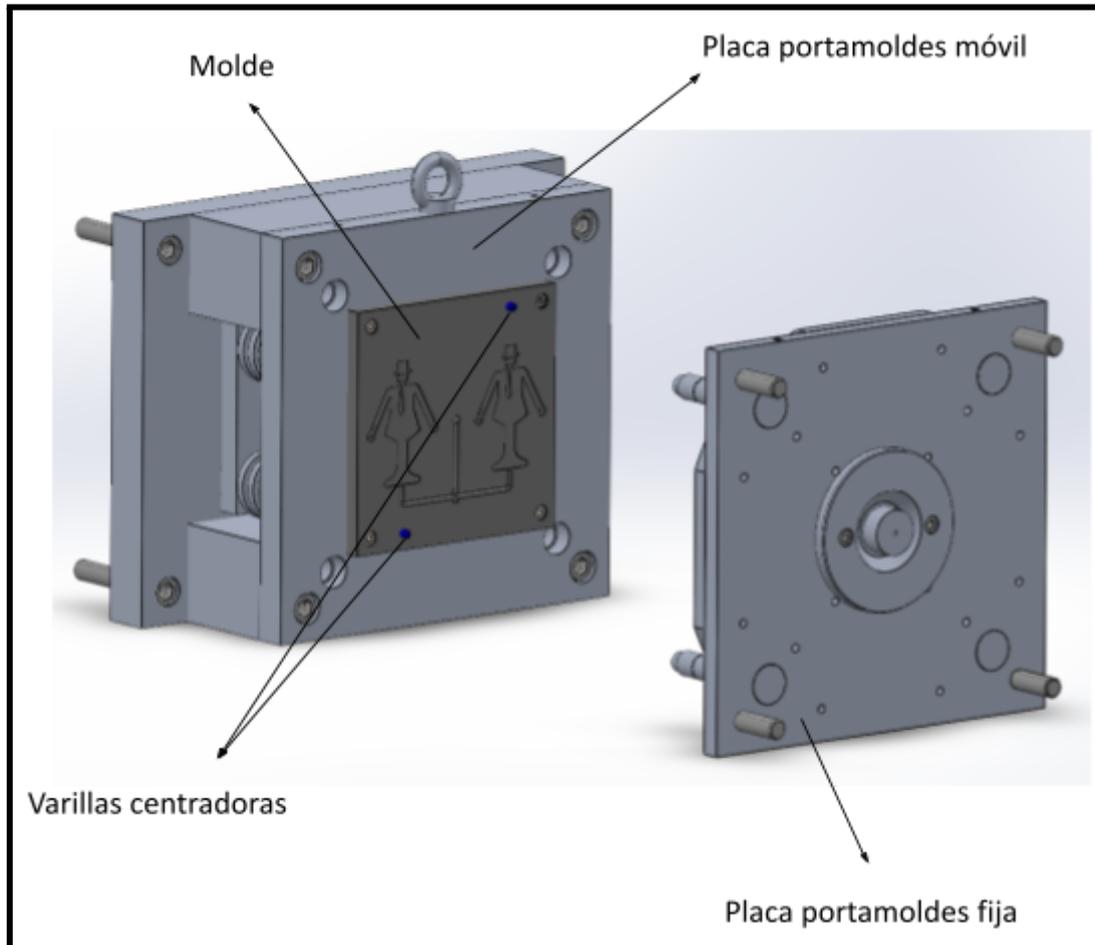


Imagen 131 M. Molde montado en el portamolde

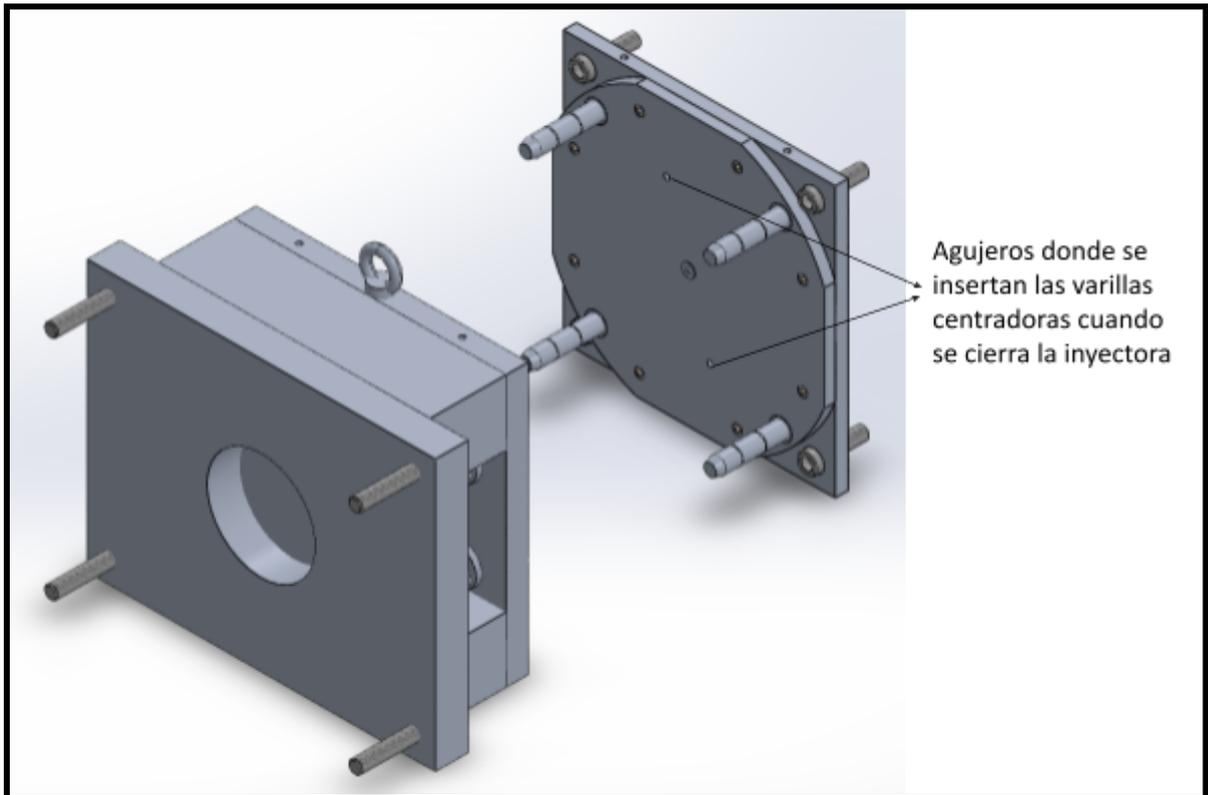


Imagen 132 M. Molde montado en el portamolde

Así se observa el portamolde desde otra perspectiva. Donde la imagen de la izquierda corresponde cuando el portamolde está abierto y la imagen de la derecha cuando el portamolde está cerrado.

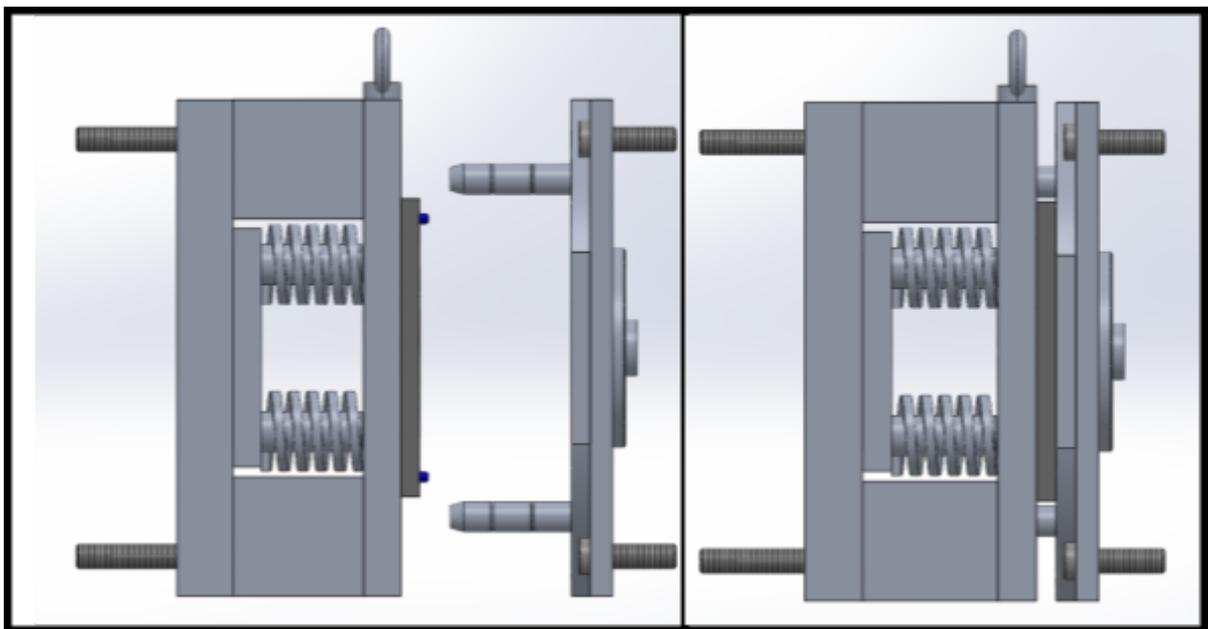


Imagen 133 M. Molde montado en el portamolde (Vista lateral)

10. VIABILIDAD ECONÓMICA

Para comprobar que este proyecto sea viable económicamente, en primer lugar se ha realizado una búsqueda para conocer cuál sería el coste de un molde comercial y así poder compararlo con el precio del portamolde que se ha diseñado en este proyecto.

En esta búsqueda se ha observado que el precio de los moldes ronda los 5000 € aproximadamente, sin embargo los moldes que se han encontrado no son moldes de cambio rápido.

Los moldes de cambio rápido requieren de una inversión inicial mayor, por lo que generalmente son más caros que otros tipos de moldes. Por tanto, se estimará que el coste de un molde de cambio rápido comercial rondará los 6000 €.

En el anexo de los presupuestos, se ha calculado que el coste del portamolde de cambio rápido que se ha diseñado en este proyecto tendrá un coste total de 1017,08 €.

Teniendo en cuenta que generalmente en los moldes de cambio rápido comerciales tan solo se utilizan 1 o pocos tamaños de inserto y que en el portamolde que se ha diseñado en este proyecto se pueden utilizar muchos tamaños diferentes, este proyecto es viable económicamente.

Además, como se puede observar en las siguientes imágenes, en los moldes comerciales no se podrá utilizar sistema de expulsores.

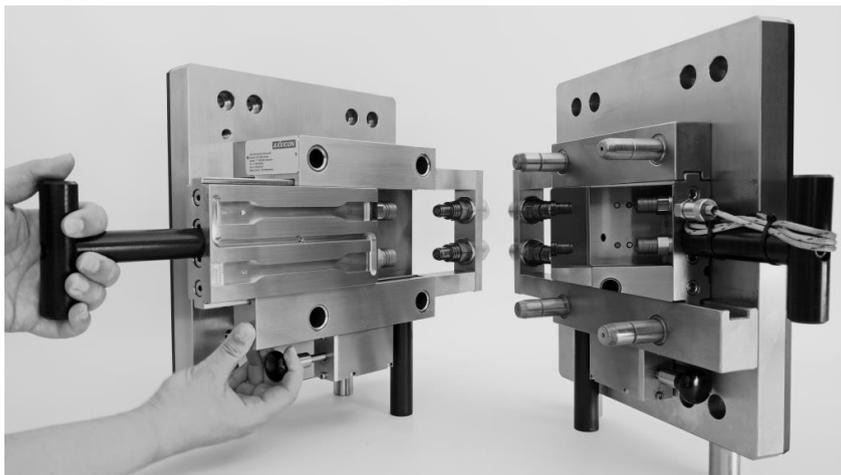


Imagen 134 M.Molde de cambio rápido [19]



Imagen 135 M.Molde de cambio rápido [16]

Sin embargo en el portamoldes que se ha diseñado en este proyecto como si que se puede utilizar un sistema de expulsores, se podrán realizar piezas más complejas.

En las anteriores imágenes de moldes comerciales de cambio rápido también se puede comprobar que tan solo se les podrá adaptar una única configuración, al contrario que el portamoldes de este proyecto.

Por tanto, además de ser bastante más económico, el portamoldes diseñado en este proyecto tendrá un mejor uso. Esto último será importante ya que el uso de este portamolde será académico y facilitará mucho el aprendizaje a los alumnos que lo utilicen para diseñar sus propios moldes.

11. CONCLUSIONES

Los objetivos propuestos antes de empezar este proyecto han sido cumplidos satisfactoriamente. Se ha conseguido diseñar un portamolde de cambio rápido y que además es ligero y de fácil montaje.

Este portamolde tendrá un uso académico y gracias a sus múltiples configuraciones permitirá a los alumnos que deseen utilizarlo, poder realizar muchas piezas de diferente tamaño y geometría sin tener la necesidad de desmontar el portamolde.

El portamolde además de ser compatible con muchos tamaños de molde, también permitirá utilizar sistemas de expulsión tanto con expulsores planos como con expulsores que se adapten a la geometría de la pieza, sistema de refrigeración o también permitirá el uso de insertos por fabricación aditiva.

Otro aspecto positivo de este proyecto es su coste, como se ha visto en el anterior apartado, el coste de este proyecto será más bajo respecto a otros portamoldes de cambio rápido comerciales. Además, teniendo en cuenta que el portamolde que se ha diseñado es mucho más flexible que los comerciales por lo que el precio será otra de las ventajas que presenta este portamolde.

12. BIBLIOGRAFÍA

- <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/inyeccion-de-materiales-plasticos-i.html> [1]
- <http://www.portalelectromecanico.org/CURSOS/injectoras/index.html> [2]
- <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/159596-El-mecanismo-del-husillo.html> [3]
- https://prezi.com/kwhj99rwp_ec/tipos-de-molde-de-inyeccion/ [4]
- <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/17045-Equipos-auxiliares-para-la-inyeccion.html> [5]
- http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/rojas_p_f/capitulo4.pdf [6]
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Tolva> [7]
- <https://hmecanica.com.es/es/productos/puntas-de-husillo> [8]
- <https://shop4trac.com/es/boquilla-inyectora/boquilla-inyectora-iseki-k3e-k3f-dlla155p28/> [9]
- <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/325961-La-inyeccion-se-equipa-para-la-fabrica-del-futuro.html> [10]
- <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/3841-Moldes-para-inyeccion-de-hasta-2000-cm3.html> [11]
- <https://www.hsmolds.com/es/que-son-los-moldes-de-tres-placas/> [12]
- <https://www.moldhotrunnersolutions.com/es/stack.html> [13]
- <https://bruyrubio.com/producto/brv/> [14]
- <https://bruyrubio.com/producto/br051/> [15]
- <https://www.interempresas.net/MetalMecanica/FeriaVirtual/Producto-Moldes-de-cambio-rapido-Hasco-K3500-106520.html> [16]
- http://www.processtechgroup.net/category_InsertTypes.html [17]
- <https://spanish.alibaba.com/p-detail/Low-62180049603.html?spm=a2700.8699010.29.152.3b1f27f5EjMkfl> [18]
- <https://axxicon.com/high-precision-mould-making/aim-moulds/> [19]

ANEXOS

ÍNDICE DE LOS ANEXOS

ANEXO 1- CÁLCULO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE LA PLACA PORTAMOLDES	141
ANEXO 2- CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA PLACA PORTAMOLDES MÓVIL	148
ANEXO 3- CÁLCULO DE LOS MUELLES	153
BIBLIOGRAFÍA DE LOS ANEXOS	154

ANEXO 1- CÁLCULO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE LA PLACA PORTAMOLDE

En primer lugar se ha seleccionado la geometría que tendrá el sistema de alimentación entre los siguientes diseños:

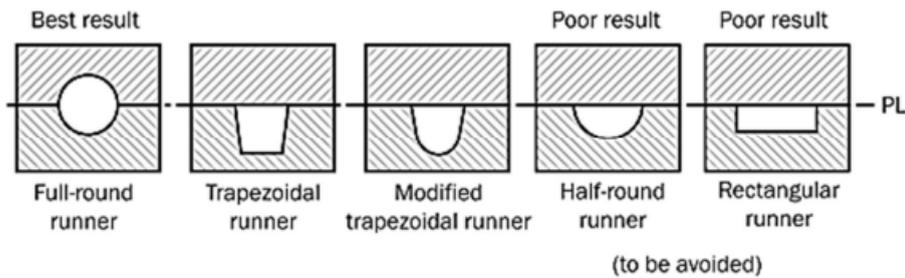


Imagen 1 A. Geometrías del sistema de alimentación [1 A]

Como se observa en la imagen anterior los diseños situados en la izquierda de la imagen son mejores, pero a pesar de esto, se ha elegido realizar el sistema de alimentación con una área transversal semicircular debido a que es más fácil de mecanizar que una rectangular, además la parte plana no requerirá de ningún mecanizado.

El diámetro del canal de alimentación se calculará a partir de la siguiente fórmula:

$$D = f \times D'$$

Donde:

- ❖ f = Factor de corrección (Depende de la longitud del sistema de alimentación a emplear).
- ❖ D' = Diámetro sin corrección.

El valor de D' se obtiene de la tabla de la *Imagen* a partir del peso de la pieza (Part mass) y el espesor de la pieza (s).

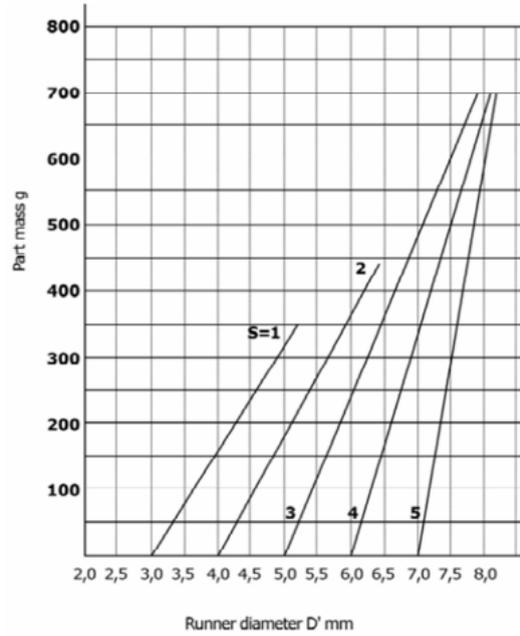


Imagen 2 A. Gráfica para determinar el diámetro D' [1 A]

Después de calcular los valores de la pieza en el Solidworks, los valores obtenidos han sido:

- ❖ Masa = 1,98 g
- ❖ Volumen = 2219,82 mm³
- ❖ Area = 3488,03 mm²
- ❖ Espesor = 1,5 mm

Por tanto el valor obtenido de D' ha sido de 3,55 mm como se puede ver en la siguiente imagen:

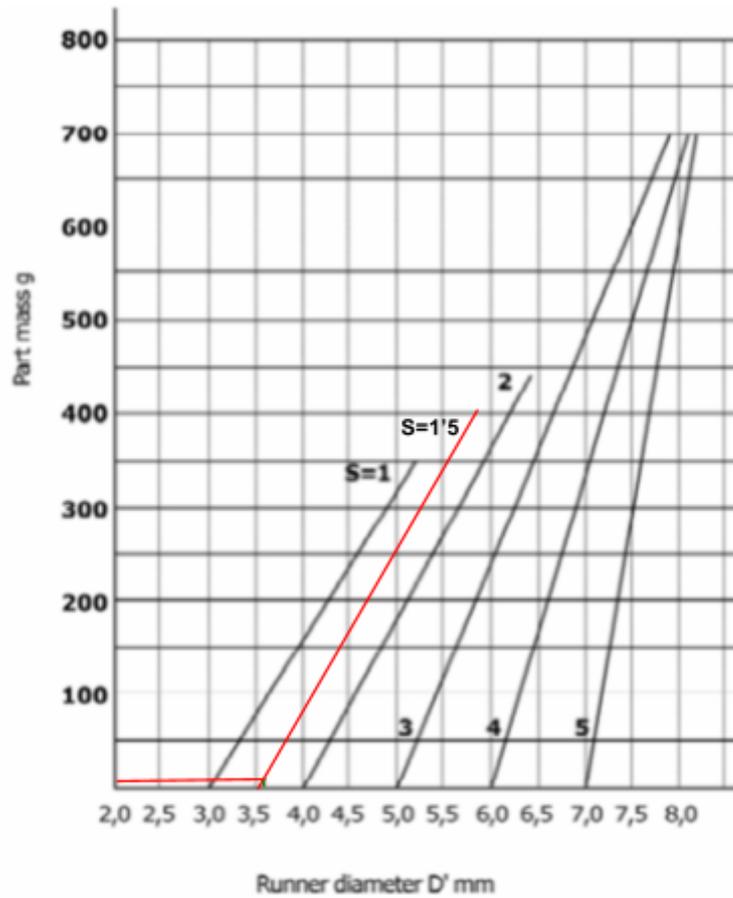


Imagen 3 A. Gráfica para determinar el diámetro D' [1 A]

Para obtener el valor de f se ha utilizado la Tabla de la *Imagen* siendo calculado a partir de la longitud del sistema de alimentación (L).

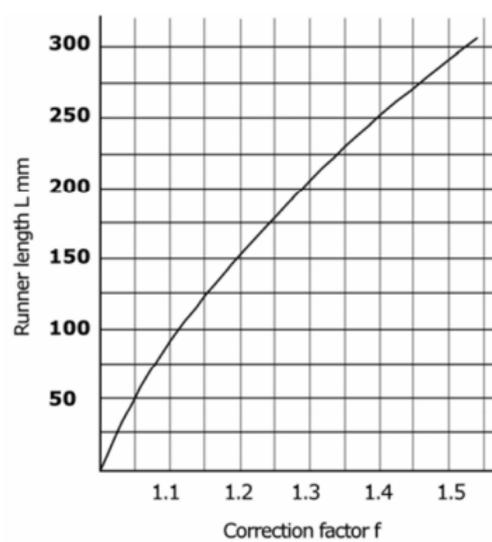


Imagen 4 A. Gráfica para obtener el valor de f [1 A]

El cálculo de la longitud del sistema de alimentación se ha estimado en el solidworks, en la siguiente imagen se puede observar el valor de L:

$$L = 45,33 + 41 + 12 = 98,33 \text{ mm}$$

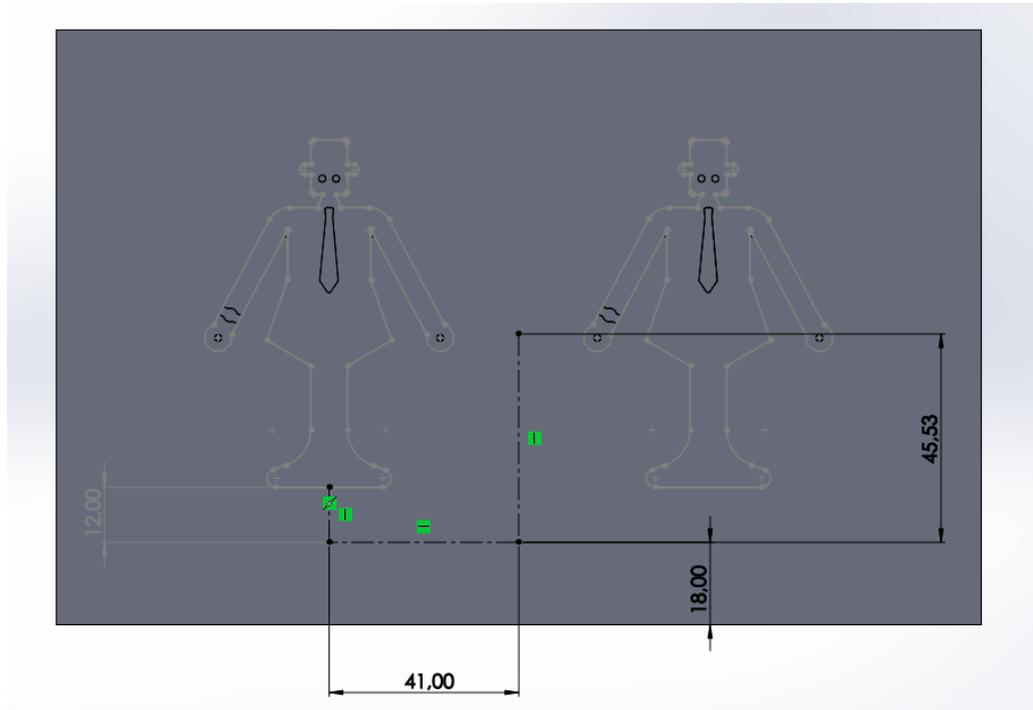


Imagen 5 A. Cálculo del valor de L

Por tanto el valor de f será de 1,11 como se puede observar en la siguiente imagen:

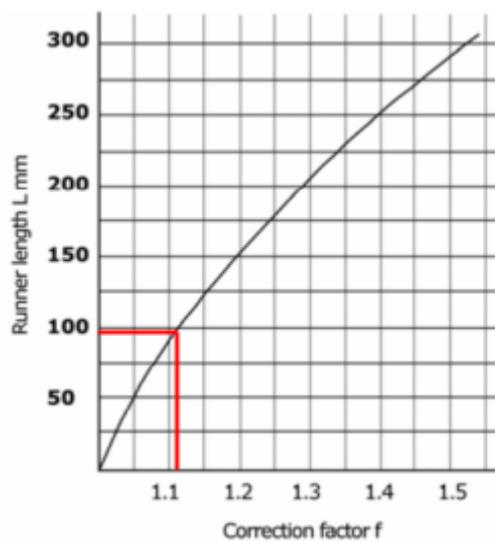


Imagen 6 A. Cálculo del valor de f [1 A]

Con los datos que se han obtenido ya se puede realizar el cálculo del diámetro del canal de alimentación:

$$D = 3,55 \times 1,11 = 3,94 \text{ mm}$$

Una vez obtenido el diámetro del canal de alimentación, se ha de calcular el diámetro ramificación, ya que el molde contiene dos cavidades y por tanto en el canal de alimentación deben de haber dos ramificaciones.

Los diámetros de las ramificaciones se calcularán a partir de la siguiente fórmula:

$$d_f = d_b \times N^{1/3}$$

Donde:

- ❖ N= Número de ramificaciones.
- ❖ d_b = Diámetro de los canales de alimentación resultantes de la ramificación.
- ❖ d_f = Diámetro del canal de alimentación que se bifurca.

El valor de N será de 2 ya que hay dos ramificaciones y el valor de d_f será de 3,94, que es el que se ha calculado anteriormente, por tanto el valor de los diámetros de las ramificaciones ya se puede calcular:

$$3,94 = d_b \times 2^{1/3} \rightarrow d_b = 3,94 / 2^{1/3} \rightarrow d_b = 3,12 \text{ mm}$$

Por último en el cálculo del sistema de alimentación de la placa portamolde se ha calculado la puerta de entrada a la cavidad, cuyas dimensiones han de seguir los siguientes requisitos:

- ❖ La sección de la puerta de entrada debe de ser entre $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{2}$ de la sección del canal de alimentación.
- ❖ El alto de la puerta de entrada debe de estar entre el 50-80% del espesor de la pieza de entrada.
- ❖ La longitud de la puerta de entrada debe de estar comprendida entre 0,1 y 1 mm.

A partir de estas indicaciones se han realizado los siguientes cálculos:

❖ Sección de la puerta de entrada:

- El valor de la sección del canal de alimentación es:

$$S' = \frac{1}{2} \times \pi \times \left(\frac{3,12}{2}\right)^2 = 3,82 \text{ mm}$$

- Con este valor y considerando que la sección de la puerta de entrada será de $\frac{1}{3}$ el valor de la sección de alimentación, el valor de la sección de la puerta de entrada será de:

$$S = \frac{1}{3} \times 3,82 = 1,27 \text{ mm}$$

❖ Longitud de la puerta de entrada:

Se ha elegido que la longitud de la puerta de entrada sea de 1 mm ya que es el máximo posible.

❖ Altura de la puerta de entrada:

Como el espesor de la pieza es de 1,5 mm y el valor de la altura de la puerta de entrada debe de estar entre el 50-80% del espesor de la pieza, la altura de la puerta de entrada deberá estar comprendida entre 0,75 y 1,2 mm. El ancho de la puerta de entrada será de 1,5 mm ya que como se puede elegir libremente, se elige este valor para que el mecanizado con las herramientas disponibles sea más sencillo de realizar.

Como ya se han obtenido los valores de la longitud y la sección, este valor se calculará a partir de estos dos valores:

$$\text{Sección} = \text{Altura} \times \text{Ancho} \rightarrow 1,27 = \text{Altura} \times 1,5 \rightarrow \text{Altura} = 0,85 \text{ mm}$$

Como el valor de la altura está entre 0,75 y 1,2 mm, es correcto.

Las dimensiones de la puerta de entrada eran como se muestra en la siguiente imagen:

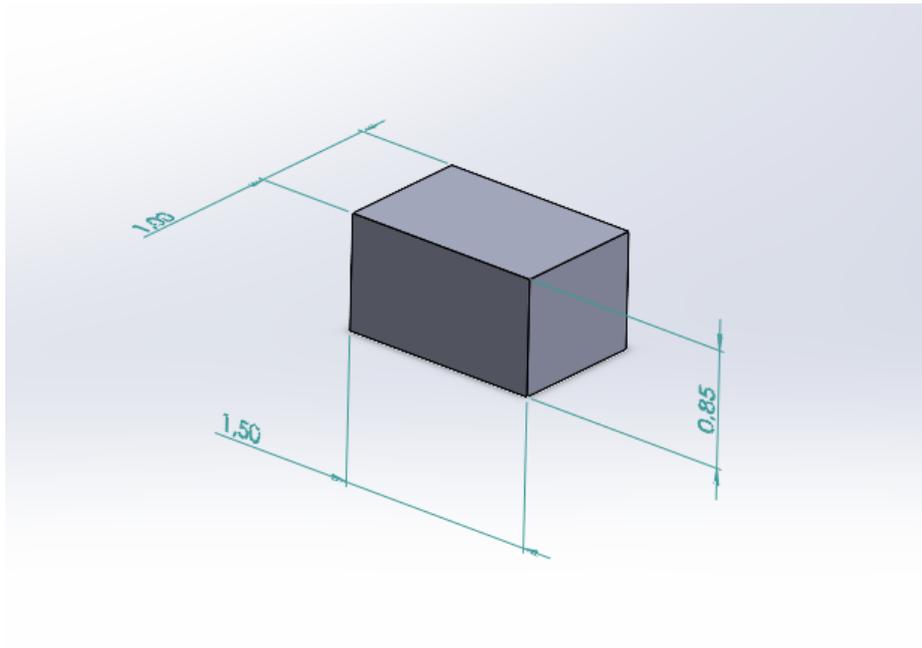


Imagen 7 A. Dimensiones de la puerta de entrada

ANEXO 2- CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA PLACA PORTAMOLDES MÓVIL

Para calcular el valor del espesor de la placa portamoldes móvil se ha calculado el espesor máximo que puede tener esta placa considerando que la inyectora está aplicando la máxima carga posible y que la placa no puede tener una flecha superior a 0.05 mm.

Para realizar este cálculo se utilizará la siguiente fórmula:

$$f \leq \frac{5 \times P \times L^4}{348 \times E \times I} \quad \text{donde } P = \frac{F}{L}$$

Donde:

- P = Carga lineal de cierre del molde (N/mm).
- L = Distancia entre las paralelas.
- E = Modulo elastico.
- I = Inercia.

La fórmula anterior ha sido simplificada para que el cálculo sea más sencillo:

$$f \leq \frac{5 \times F \times L^3}{348 \times E \times I}$$

Para el valor de F (N) se utilizará la fuerza máxima que pueda aplicar la inyectora, que será de 300 KN.

El valor de la distancia entre las paralelas (L) es de 130 mm como se puede observar en la siguiente imagen.

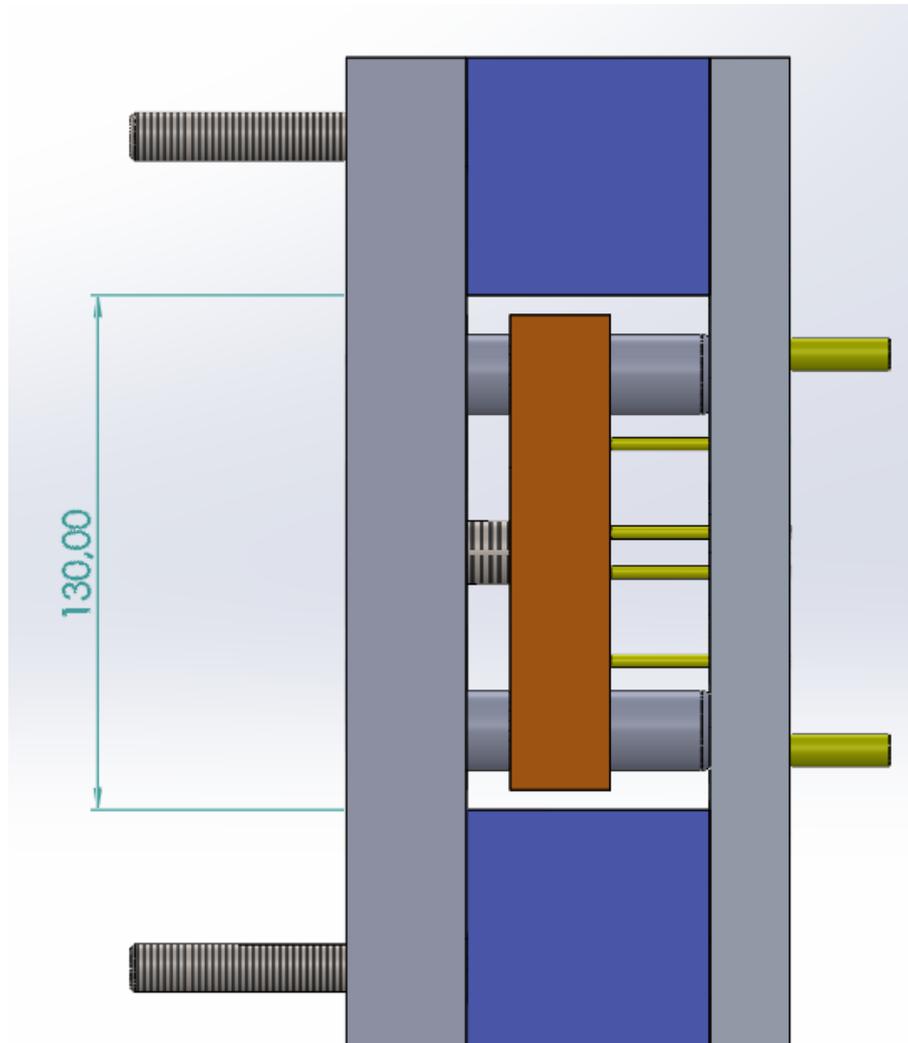


Imagen 8 A. Distancia entre paralelas

En cuanto al módulo elástico se considerará el valor del módulo elástico del aluminio 6061, que será de $6,9 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$.

Por último, el valor de la inercia (I) se calculará a través de la siguiente fórmula:

$$I = \frac{b \times h^3}{12}$$

Donde:

- b = Longitud del portamoldes (Será de 250 mm).
- h = Espesor del portamoldes (Dato a calcular).

Por tanto el cálculo del espesor del portamoldes quedará de la siguiente manera:

$$0,05 = \frac{5 \times 300 \times 10^3 \times 130^3}{348 \times 6,9 \times 10^4 \times \frac{250 \times h^3}{12}}$$

Despejando la h del cálculo anterior, se ha llegado a la conclusión de que el espesor mínimo del portamoldes deberá de ser de 50,88 mm. Este valor no ha sido satisfactorio debido a que es demasiado alto y uno de los requisitos básicos de este portamolde es que sea ligero para facilitar su montaje.

Finalmente se ha tomado la decisión de que el espesor de esta placa sea de 20 mm, pero para que esto sea posible habrá que limitar la máquina. Además, se colocarán en la base del portamoldes 4 pilares que reforzarán la placa portamoldes para así poder utilizar la mayor fuerza posible sin tener que aumentar el espesor de la placa.

Para conocer el valor de fuerza máxima que puede aplicar la máquina se han realizado diferentes simulaciones en el programa Solid Works. La razón por la que se han hecho varias simulaciones es que en los moldes más pequeños la fuerza estará más concentrada y la placa portamoldes se deformará más, por tanto la fuerza de la máquina deberá de ser menor. Por contra, cuando se utilizan moldes más grandes la fuerza estará menos concentrada y la placa portamoldes se deformará menos por lo que la máquina podrá aplicar valores de fuerza más altos.

En la siguiente imagen se puede ver la simulación con el molde más pequeño posible (de dimensiones 50 x 60). Para que la deformación máxima sea de 0,05 mm, la inyectora al cerrarse no podrá aplicar más de 23 kN.

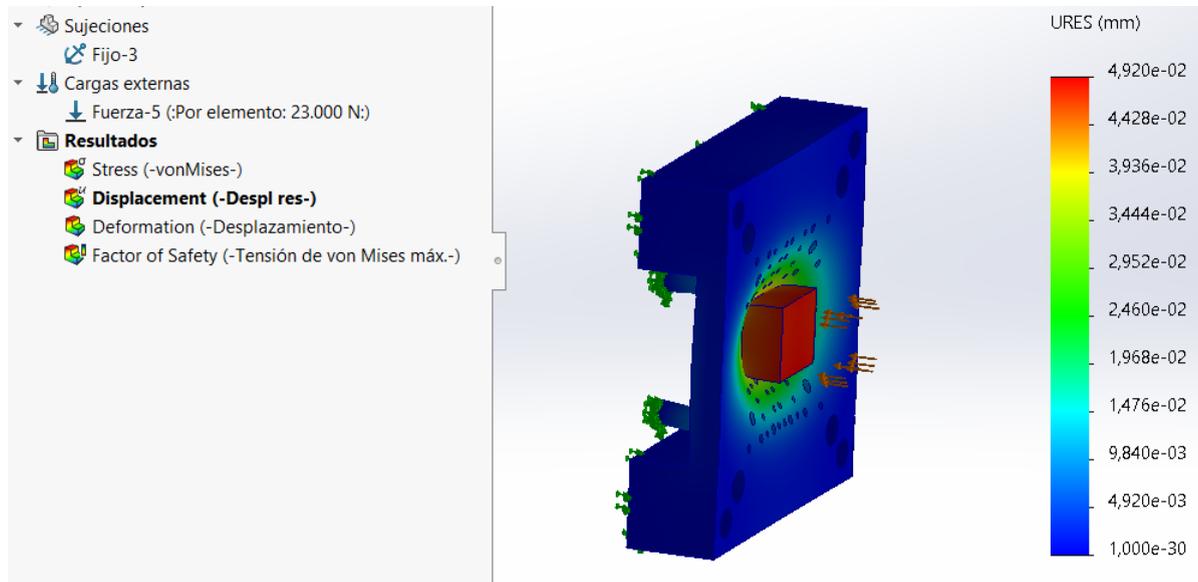


Imagen 9 A- Simulación con molde pequeño

Por otra parte, en la siguiente imagen se puede ver la simulación con el molde más grande posible (de dimensiones 150 x 160). Para que la deformación máxima sea de 0,05 mm, la inyectora al cerrarse no podrá aplicar más de 180 kN.

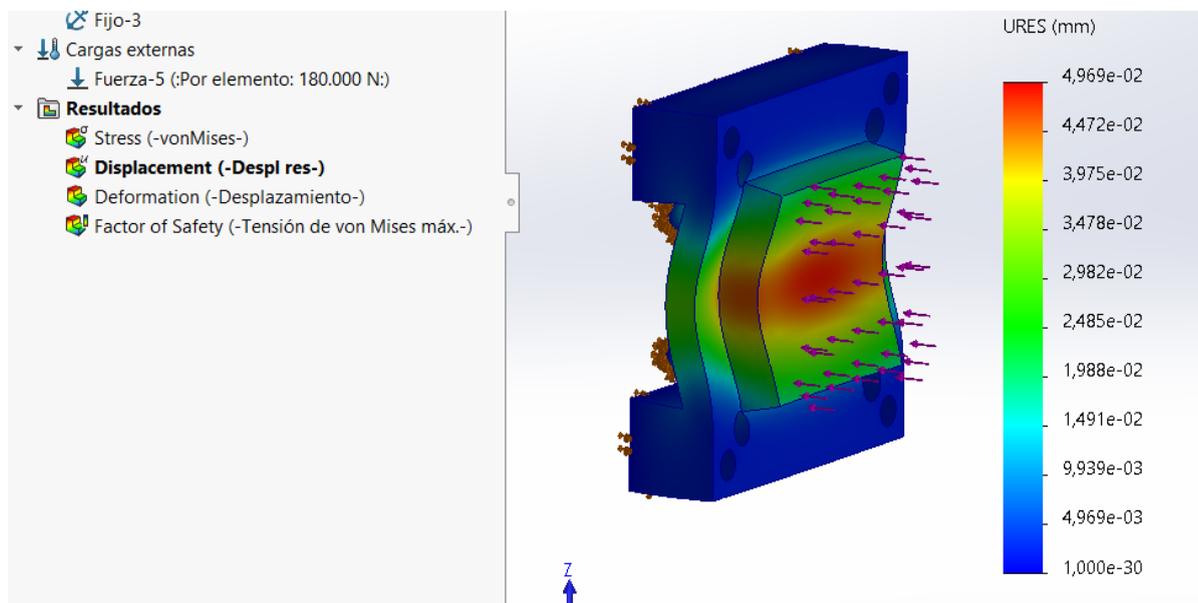


Imagen 10 A- Simulación con molde grande

Los valores límite de la fuerza de cierre de la inyectora para otros moldes con dimensiones diferentes se muestran en la siguiente tabla.

Dimensiones del molde (En mm)	Fuerza límite de cierre de la inyectora (En kN)
150 x 150	120
110 x 110	90
100 x 100	72
110 x 85	60
100 x 90	60
110 x 60	38
110 x 50	32
85 x 50	28

Tabla 1 A. Valores de cierre de la inyectora límite

ANEXO 3- CÁLCULO DE LOS MUELLES

Para escoger el muelle correcto es necesario conocer la fuerza que tiene que mover, es decir hay que calcular la fuerza que hay que aplicar para mover la placa portaexpulsores y todos sus componentes.

Para realizar este cálculo, en primer lugar es necesario conocer el peso de la placa portaexpulsores y de todos sus componentes.

- Placa portaexpulsores = 907,85 g
- Expulsor = 5.02 g
- Recuperador = 12.89 g

Como hay 41 expulsores y 4 recuperadores, el peso total de todo el sistema de expulsión será el siguiente:

$$\text{Peso sistema de expulsión} = 907,85 + (41 \times 5,02) + (4 \times 12,89) = 1165,23 \text{ g}$$

El peso del sistema de expulsión es de 1,165 kg pero para hacer los cálculos se aproximará a 1,2 kg.

Para hacer los cálculos también es necesario conocer el coeficiente de rozamiento entre dos metales. Este valor será de 0,2.

El cálculo de la fuerza que tiene que mover el muelles es el siguiente:

$$\sum F = 0 \Rightarrow F_{\text{Rozamiento}} = F_{\text{Muelle}} \Rightarrow \text{Peso sistema de expulsión} \times \mu_{\text{Metal-Metal}} = F_{\text{Muelle}}$$

$$\Rightarrow (1,2 \times 9,81) \times 0,2 = F_{\text{Muelle}} \Rightarrow F_{\text{Muelle}} = 2,35 \text{ N}$$

Como hay 4 muelles pero se ha considerado un coeficiente de seguridad de 4, el valor mínimo que tiene que mover cada muelle es de 2,35 N.

Finalmente, el muelle seleccionado ha sido el modelo BRV-40x51 del catálogo BRUYRUBIO, ya que además de cumplir con la fuerza mínima que tiene que aplicar, es el que mejor se adapta al molde.

BIBLIOGRAFÍA DE LOS ANEXOS

- <http://www.fullmecanica.com/definiciones/c/1277-coeficiente-de-rozamiento> (Coeficiente de rozamiento de los muelles).
- Apuntes SDI133 Fabricación Asistida por Ordenador. Capítulo 5. Universitat Jaume I. Autor: José V Abellán Nebot. [1 A].

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES

1. INTRODUCCIÓN	157
2. NORMAS APLICABLES	157
3. CONDICIONES DE SEGURIDAD	158

1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se detallarán las normas, instrucciones y condiciones que habrá que cumplir durante toda la realización de este proyecto.

2. NORMAS APLICABLES

- Norma ISO 2768. Define las tolerancias generales de las piezas. En este proyecto se ha elegido una tolerancia fina para que la alineación del ensamblaje entre las diferentes piezas que componen el portamoldes sea lo más precisa posible.

Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal							
		0,5) hasta 3	más de 3 hasta 6	más de 6 hasta 30	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1 000	más de 1 000 hasta 2 000	más de 2 000 hasta 4 000
Designación	Descripción								
f	fina	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3	± 0,5	-
m	media	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2
c	grosera	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2	± 3	± 4
v	muy grosera	-	± 0,5	± 1	± 1,5	± 2,5	± 4	± 6	± 8

Tabla 1 PC- Tabla de tolerancias dimensionales

- Norma ISO 1302. Define las tolerancias superficiales de las piezas. En este proyecto se ha elegido una calidad superficial media-alta, concretamente la N8.

Valor de la rugosidad Ra		Clase de rugosidad	Signo de mecanizado equivalente (antiguo)
μm	μin		
50	2 000	N 12	~
25	1 000	N 11	
12,5	500	N 10	▽
6,3	250	N 9	
3,2	125	N 8	▽▽
1,6	63	N 7	
0,8	32	N 6	▽▽▽
0,4	16	N 5	
0,2	8	N 4	▽▽▽▽
0,1	4	N 3	
0,05	2	N 2	
0'025	1	N 1	

Tabla 2 PC- Tabla de tolerancias superficiales

- Los tornillos se podrán comprar en cualquier lugar, siempre que la métrica y longitud especificadas anteriormente. También deberán cumplir con el tipo de tornillo correspondiente.
- Las varillas para fabricar los expulsores se podrán comprar en cualquier lugar, siempre cumplan con el material y diámetro especificados anteriormente.
- El resto de elementos comerciales también se podrán comprar en cualquier lugar siempre y cuando tengan las mismas dimensiones que los elementos comerciales indicados en el apartado 8.

3. CONDICIONES DE SEGURIDAD

- Se deberán utilizar los EPI's correspondientes para cada tipo de trabajo
- Todos los materiales que vayan a ser utilizados para este proyecto deberán ser revisados para comprobar que tengan las dimensiones adecuadas, el nivel de calidad adecuado y que no presenten ningún tipo de defecto.
- Todas las personas que vayan a participar en este proyecto deberán de estar formadas para la función que realice cada uno.
- El montaje debe de hacerse de una manera cuidadosa para que la alineación entre las diferentes piezas que componen el portamoldes, sea lo mejor posible.

- Para realizar cualquier actividad relacionada con el proyecto habrá que solicitar un permiso.
- Las herramientas y equipos que vayan a ser utilizados en este proyecto deberán de estar en perfecto estado.

PRESUPUESTO

ÍNDICE DEL PRESUPUESTO

1. INTRODUCCIÓN	162
2. COSTES DE ELEMENTOS COMERCIALES	162
3. COSTES DEL MATERIAL	163
4. COSTES DE FABRICACIÓN	164
5. COSTE TOTAL	165
6. BIBLIOGRAFÍA DEL PRESUPUESTO	166

1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se detallarán los todos los costes relacionados con el portamoldes que se ha diseñado.

Para realizar el cálculo del presupuesto coste total del portamoldes se dividirá en tres partes:

- Costes de elementos comerciales.
- Costes del material.
- Costes de fabricación.

2. COSTES DE ELEMENTOS COMERCIALES

En primer lugar se detallarán los costes de elementos que han sido comprados. Excepto las varillas para fabricar los expulsores y los tornillos, todos los productos son del catálogo BRUYRUBIO.

En la tabla 1 P se detalla el coste de todos los elementos necesarios para la fabricación del portamoldes.

COSTES DE ELEMENTOS COMERCIALES				
NOMBRE DE LA PIEZA	MODELO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
Bebedero	BRB1/12x027	1	24,49 €	24,49 €
Guía	BR03/15 x 22 x 65	4	8,63 €	34,52 €
Disco centrador	BRLRM/100,0 X 10	1	17,14 €	17,14 €
Cáncamo	CAN-08	1	0,79 €	0,79 €
Muelle	BRV-40x64	4	5,40 €	21,60 €
Casquillo	BR10/15 x 56	4	12,22 €	48,88 €
Casquillo	BR10/14 x 86	4	17,98 €	71,92 €
Alineadores	BR051/16	2	40,03 €	80,06 €
Tornillo ISO 4762	Métrica 4 y longitud 20	4	0,06 €	0,24 €
Tornillo ISO 4762	Métrica 5 y longitud 8	4	0,09 €	0,36 €
Tornillo ISO 4762	Métrica 5 y longitud 12	12	0,05 €	0,60 €
Tornillo ISO 4762	Métrica 5 y longitud 20	8	0,05 €	0,40 €
Tornillo ISO 4762	Métrica 5 y longitud 40	4	0,09 €	0,36 €
Tornillo ISO 4762	Métrica 12 y longitud 40	8	0,34 €	2,72 €
Tornillo ISO 4762	Métrica 12 y longitud 55	4	0,44 €	1,76 €
Tornillo ISO 4762	Métrica 12 y longitud 70	4	0,56 €	2,24 €
Varillas (Expulsores)	Diámetro 3 mm y longitud 500 mm	14	3,54 €	49,56 €
COSTE TOTAL				357,64 €

Tabla 1 P. Costes de los elementos comerciales

3. COSTES DEL MATERIAL

En segundo lugar, se detallarán los costes de los materiales que se utilizarán para mecanizar las piezas necesarias para fabricar el portamoldes. Para realizar este cálculo se ha considerado que en los brutos de partida tendrán un sobreespesor de un 10%.

En la tabla 2 P se detalla el coste de todos los materiales necesarios para la fabricación del portamolde.

COSTES DEL MATERIAL							
NOMBRE DE LA PIEZA	DIMENSIONES BRUTO (mm)	VOLUMEN (m3)	DENSIDAD (Kg/m3)	PESO (Kg)	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (€/Kg)	PRECIO TOTAL (€)
Base del portamoldes	320 x 250 x 30	0,0024	2700	6,480	1	3,85	24,95 €
Paralelas	250 x 60 x 70	0,00105	2700	2,835	2	3,85	21,83 €
Placa portamoldes móvil	250 x 250 x 20	0,00125	2700	3,375	1	3,85	12,99 €
Placa sujeta pilares	120 x 30 x 10	0,000036	2700	0,097	2	3,85	0,75 €
Placa portaexpulsores	200 x 120 x 15	0,00036	2700	0,972	1	3,85	3,74 €
Placa portamoldes fija	250 x 250 x 12	0,00075	2700	2,025	1	3,85	7,80 €
Placa plana	250 x 250 x 10	0,000625	2700	1,688	1	3,85	6,50 €
Varilla centradoras	5 x 5 x 9,8	0,000000245	2700	0,001	2	3,85	0,01 €
Molde de prueba	150 x 150 x 10	0,000225	2700	0,608	1	3,85	2,34 €
Placa en L Superior	130 x 50 x 20	0,00013	2700	0,351	1	3,85	1,35 €
Placa en L Inferior	130 x 50 x 20	0,00013	2700	0,351	1	3,85	1,35 €
Placa aguanta moldes	20 x 10 x 8	0,0000016	2700	0,004	2	3,85	0,03 €
Varilla centradora hueca	10 x 10 x 20	0,000002	2700	0,005	1	3,85	0,02 €
Recuperador (Configuración 3)	8 x 8 x 105	0,00000672	2700	0,018	4	3,85	0,28 €
Recuperador interno	8 x 8 x 90	0,00000576	2700	0,016	4	3,85	0,24 €
Recuperador externo	8 x 8 x 45	0,00000288	2700	0,008	4	3,85	0,12 €
Marco	160 x 150 x 30	0,00072	2700	1,944	1	3,85	7,48 €
Placa portaexpulsores externa	125 x 110 x 15	0,00020625	2700	0,557	1	3,85	2,14 €
COSTE TOTAL							93,92 €
COSTE TOTAL (Con un sobreespesor de un 10%)							103,32 €

Tabla 2 P. Costes de los materiales

También hay que destacar que los costes de los materiales varían todos los días, por tanto puede que la tabla anterior no sea del todo correcta.

4. COSTES DE FABRICACIÓN

En cuanto a los costes de fabricación de las piezas, estos no van a ser calculados sino que se estimarán. Esto es debido a que para el laboratorio de la universidad no supondrá ningún coste.

De acuerdo con algunos libros [1], los costes que supone la fabricación de una pieza se dividen de la siguiente manera:

- Un 50 % de los costes corresponden al material.
- Un 15 % de los costes corresponde al desgaste de los equipos y al uso de energía.
- El 35 % restante corresponde a los costes de fabricación o mecanizado de cada pieza.

Por tanto, se considerará que los costes de fabricación serán un 70% de los costes del material.

Como los expulsos (aunque se les ha considerado como elemento comercial) también hay que mecanizarlos (cortar las barras y roscarlos) los costes de fabricación se estimarán como el 70 % el coste de los materiales más el 70 % del coste de las varillas para fabricar los expulsos. Esto supondrá un total de 107,02 €.

5. COSTE TOTAL

Para realizar el cálculo del coste bruto total se ha considerado:

- Un 20 % de gastos generales donde se incluyen costes de energía, mantenimiento o personal.
- Un 7 % de beneficio industrial.

COSTE BRUTO TOTAL	
Coste de elementos comerciales	357,64 €
Coste de materiales	103,32 €
Costes de fabricación	107,02 €
Gastos generales (20%)	113,60 €
Beneficio industrial (7%)	39,76 €
COSTE BRUTO TOTAL	721,33 €

Tabla 3 P. Coste bruto total

Por último para el cálculo del coste total se ha considerado:

- Un 21 % de IVA.
- Un 20 % de la redacción y dirección del proyecto.

COSTE TOTAL	
Coste bruto total	721,33 €
IVA (21%)	151,48 €
Redacción y dirección del proyecto (20%)	144,27 €
COSTE TOTAL	1.017,08 €

Tabla 4 P. Coste total

El total del presupuesto asciende a la cantidad de un mil diecisiete euros con ocho céntimos.

6. BIBLIOGRAFÍA DEL PRESUPUESTO

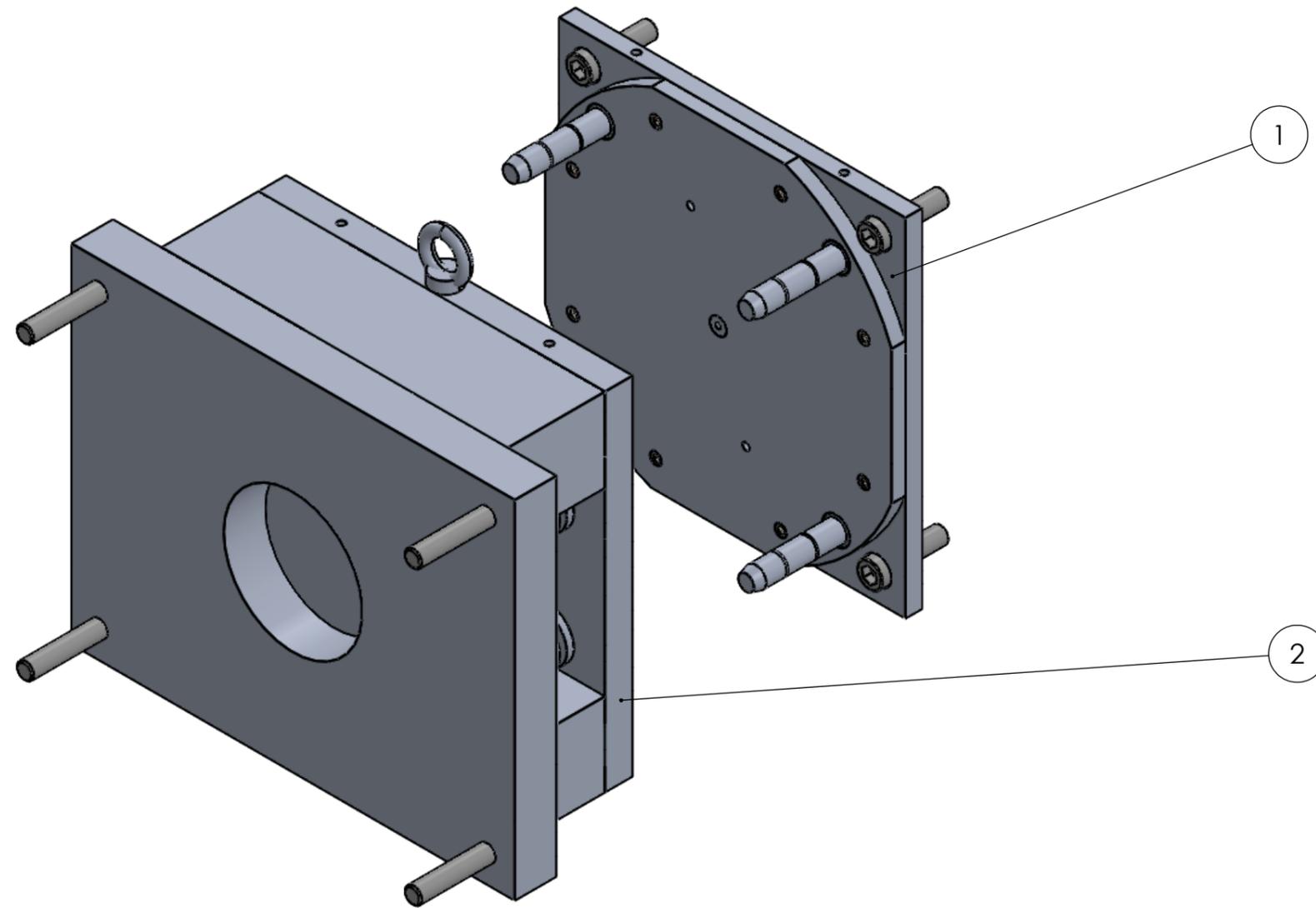
- Manufacturing Process Planning. Publicación Materials 411. Autor. José V Abellán Nebot. [1]

PLANOS

ÍNDICE DE LOS PLANOS

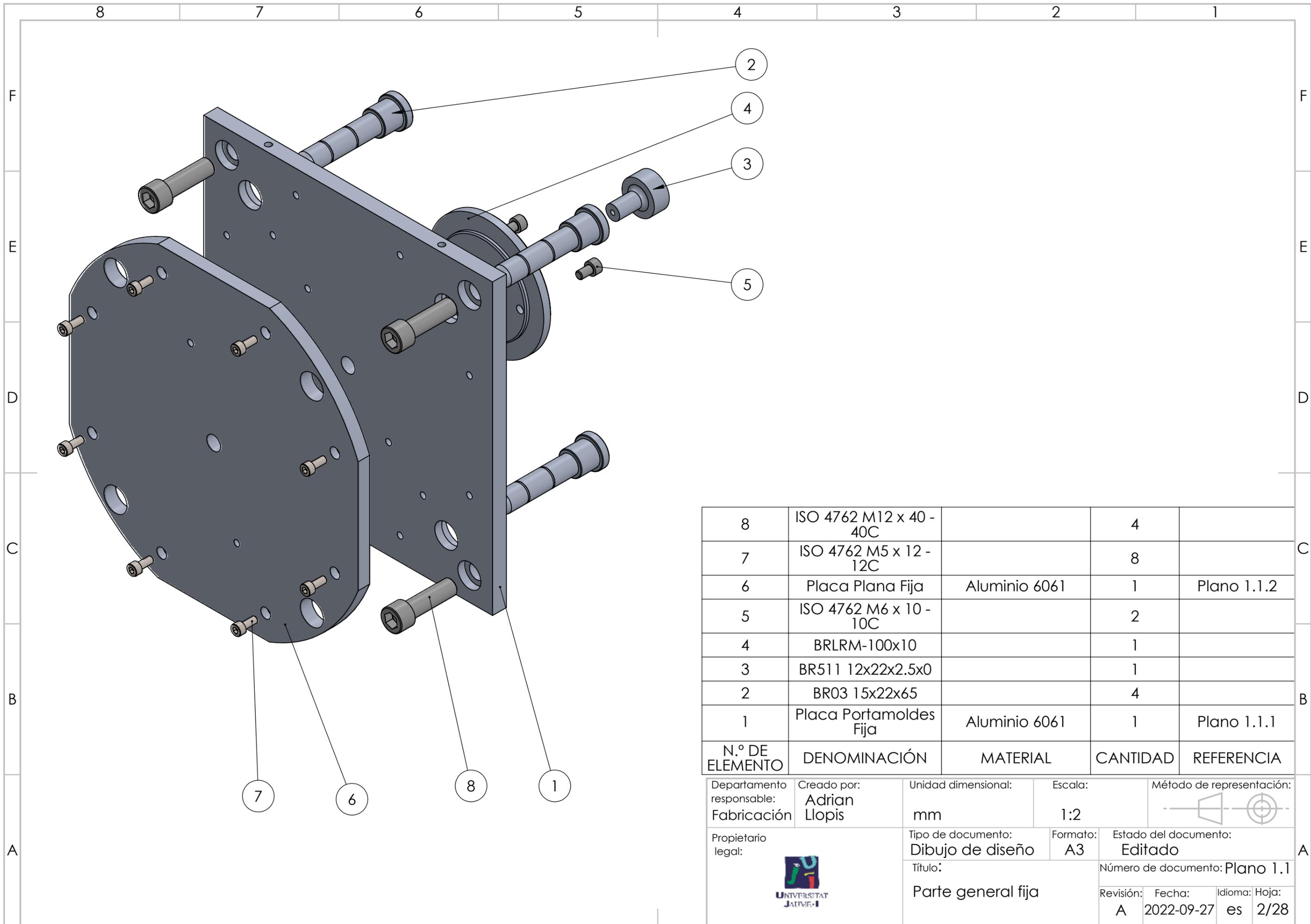
Plano 1- Plano general	170
Plano 1.1- Plano de explosión de la parte general fija	171
Plano 1.1.1- Placa portamoldes fija	172
Plano 1.1.2- Placa plana	173
Plano 1.2- Plano de explosión de la parte general móvil	174
Plano 1.2.1- Placa portamoldes móvil	175
Plano 1.2.2- Base del portamoldes	176
Plano 1.2.3- Placa sujeta pilares	177
Plano 1.2.4- Paralela	178
Plano 1.2.5- Placa portaexpulsores	179
Plano 1.3- Plano de explosión de la configuración 1	180
Plano 1.3.1- Varilla centradora	181
Plano 1.4- Plano de explosión de la configuración 2	182
Plano 1.4.1- Placa L Inferior	183
Plano 1.4.2- Placa L Superior	184
Plano 1.4.3- Placa aguanta moldes	185
Plano 1.4.4- Varilla centradora hueca	186
Plano 1.5- Plano de explosión de la configuración 3	187
Plano 1.5.1- Expulsor	188
Plano 1.5.2- Expulsor central	189
Plano 1.5.3- Recuperador interno	190
Plano 1.6- Plano de explosión de la configuración 4	191
Plano 1.6.1- Expulsor externo	192

Plano 1.6.2- Marco	193
Plano 1.6.3- Recuperador interno con agujero	194
Plano 1.6.4- Recuperador externo	195
Plano 1.6.5- Expulsor central externo	196
Plano 1.6.6- Placa portaexpulsores externa	197



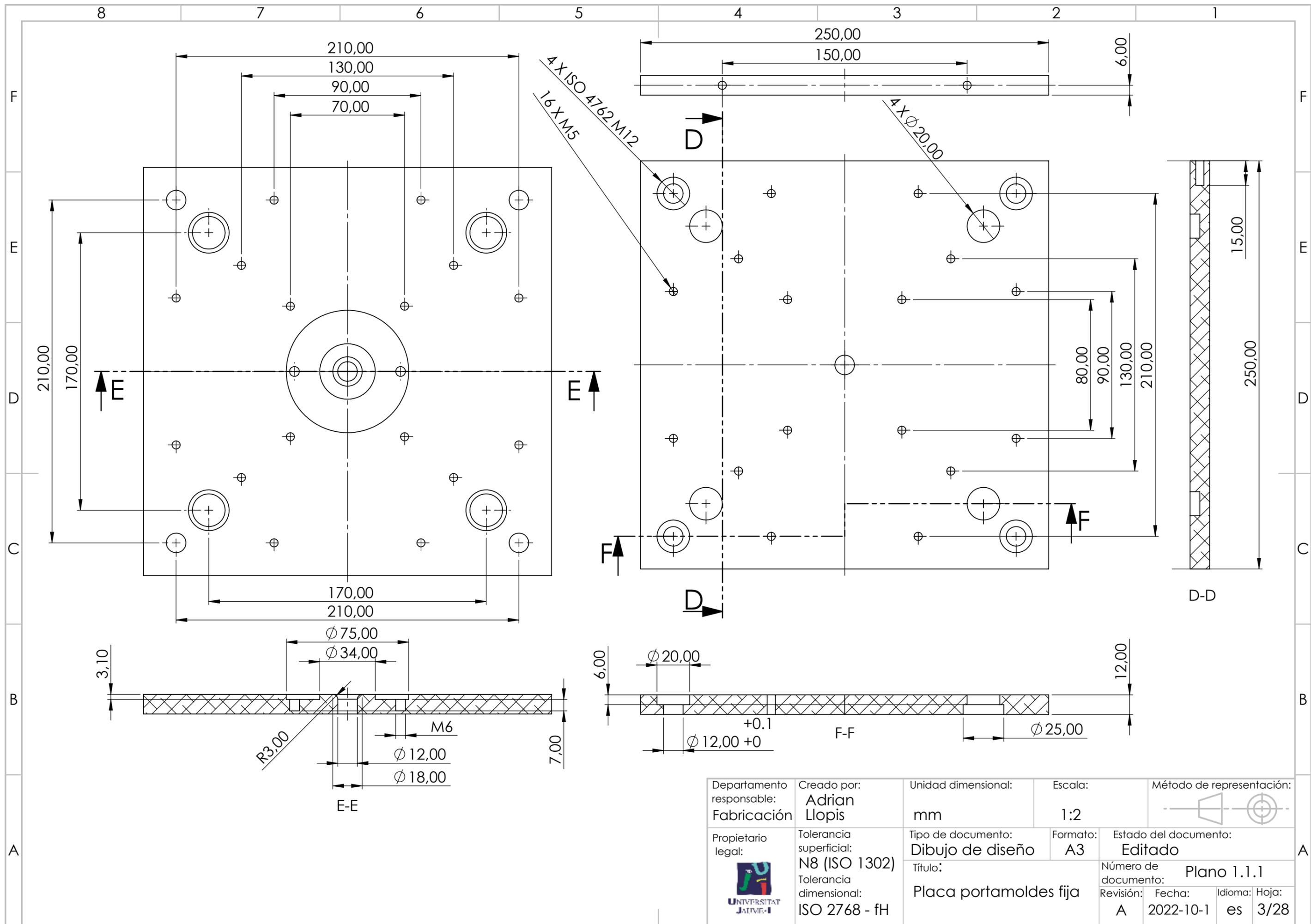
2	Ensamblaje Parte Móvil	1	Plano 1.2
1	Ensamblaje Parte Fija	1	Plano 1.1
N.º DE ELEMENTO	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	REFERENCIA

Departamento responsable: Fabricación	Creado por: Adrian Llopis	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:3	Método de representación:
Propietario legal: 	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A3	Estado del documento: Editado	
Título: Portamoldes para cambio rápido		Número de documento: Plano 1		
Revisión: A	Fecha: 2022-09-27	Idioma: es	Hoja: 1/28	

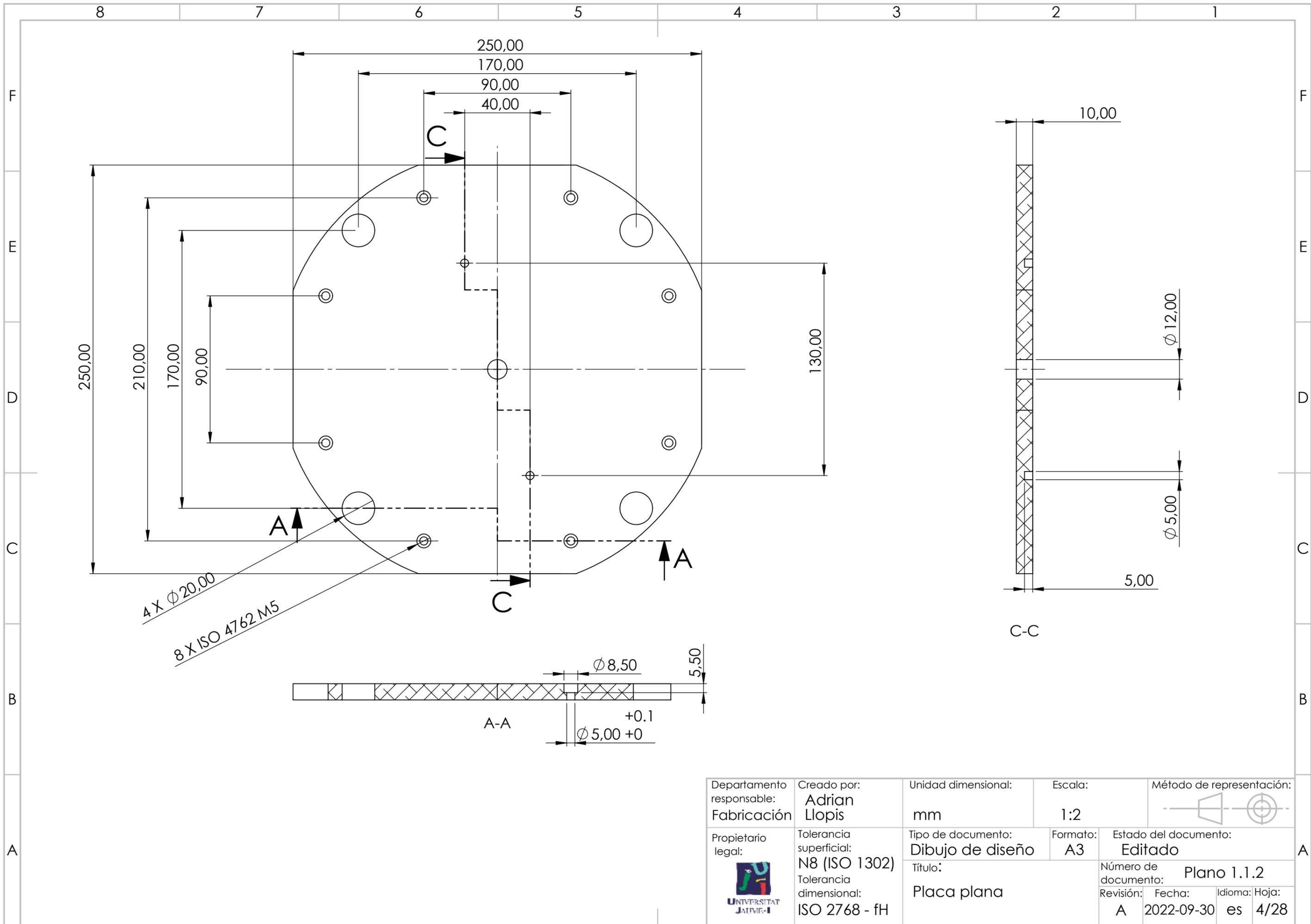


8	ISO 4762 M12 x 40 - 40C		4	
7	ISO 4762 M5 x 12 - 12C		8	
6	Placa Plana Fija	Aluminio 6061	1	Plano 1.1.2
5	ISO 4762 M6 x 10 - 10C		2	
4	BRLRM-100x10		1	
3	BR511 12x22x2.5x0		1	
2	BR03 15x22x65		4	
1	Placa Portamoldes Fija	Aluminio 6061	1	Plano 1.1.1
N.º DE ELEMENTO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANTIDAD	REFERENCIA

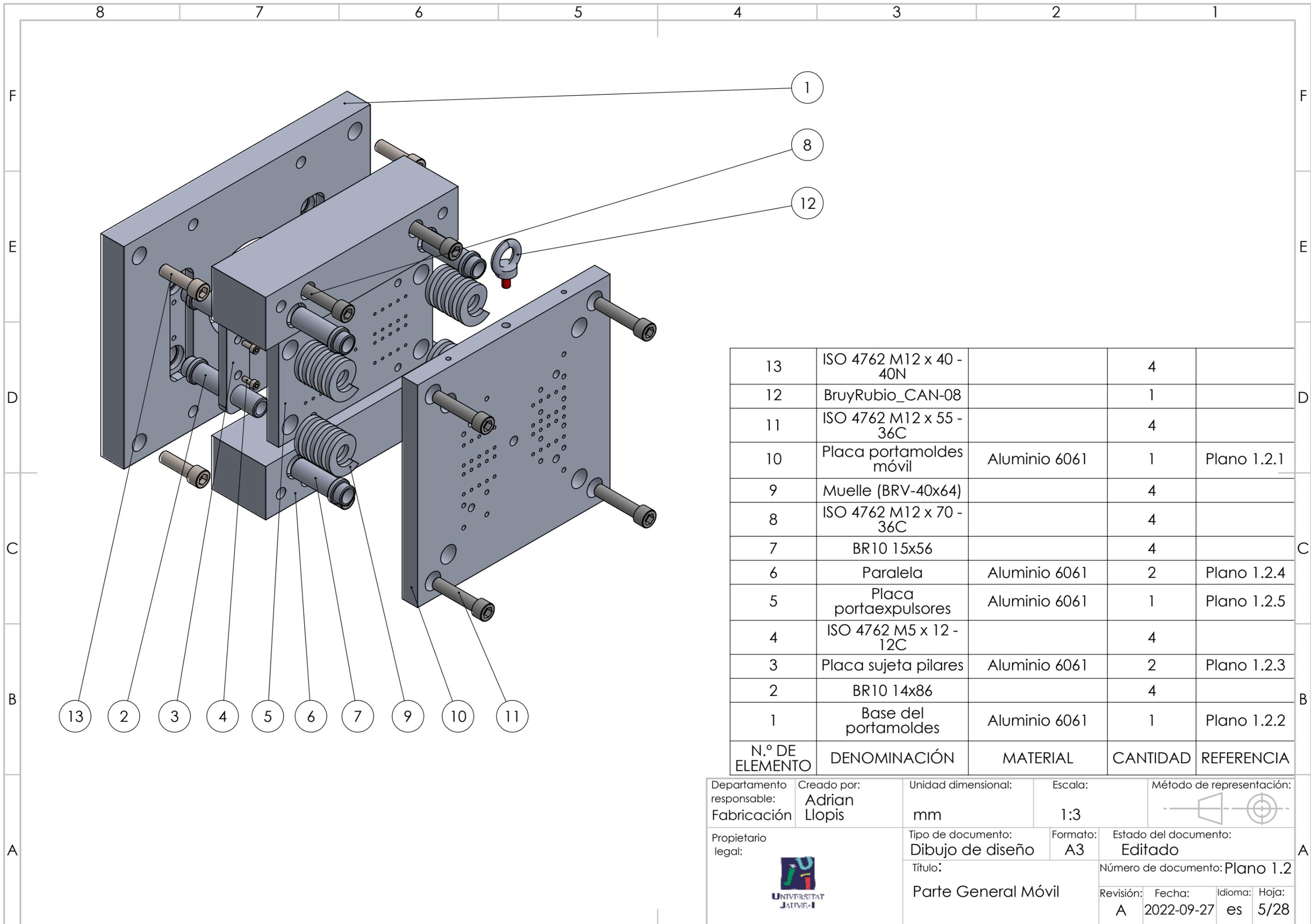
Departamento responsable: Fabricación	Creado por: Adrian Llopis	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:2	Método de representación:
Propietario legal: 	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A3	Estado del documento: Editado	
Título: Parte general fija		Número de documento: Plano 1.1		
Revisión: A	Fecha: 2022-09-27	Idioma: es	Hoja: 2/28	



Departamento responsable: Fabricación	Creado por: Adrian Llopis	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:2	Método de representación:
Propietario legal: 	Tolerancia superficial: N8 (ISO 1302)	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A3	Estado del documento: Editado
	Tolerancia dimensional: ISO 2768 - fH	Título: Placa portamoldes fija	Número de documento: Plano 1.1.1	
		Revisión: A	Fecha: 2022-10-1	Idioma: Hoja: es 3/28

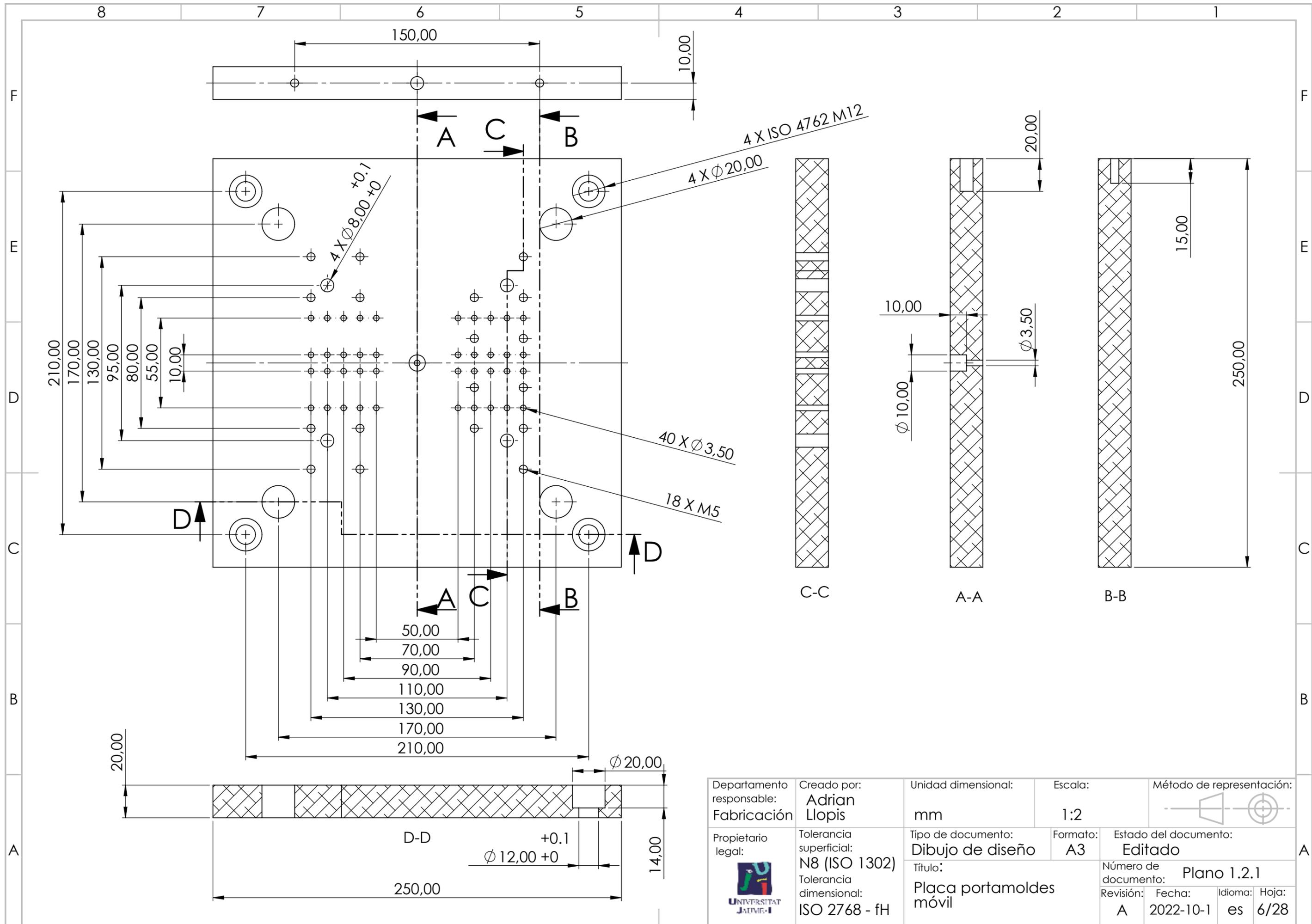


Departamento responsable: Fabricación	Creado por: Adrian Llopis	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:2	Método de representación:
Propietario legal: 	Tolerancia superficial: N8 (ISO 1302) Tolerancia dimensional: ISO 2768 - fH	Tipo de documento: Dibujo de diseño Título: Placa plana	Formato: A3	Estado del documento: Editado Número de documento: Plano 1.1.2
		Revisión: A	Fecha: 2022-09-30	Idioma: Hoja: es 4/28

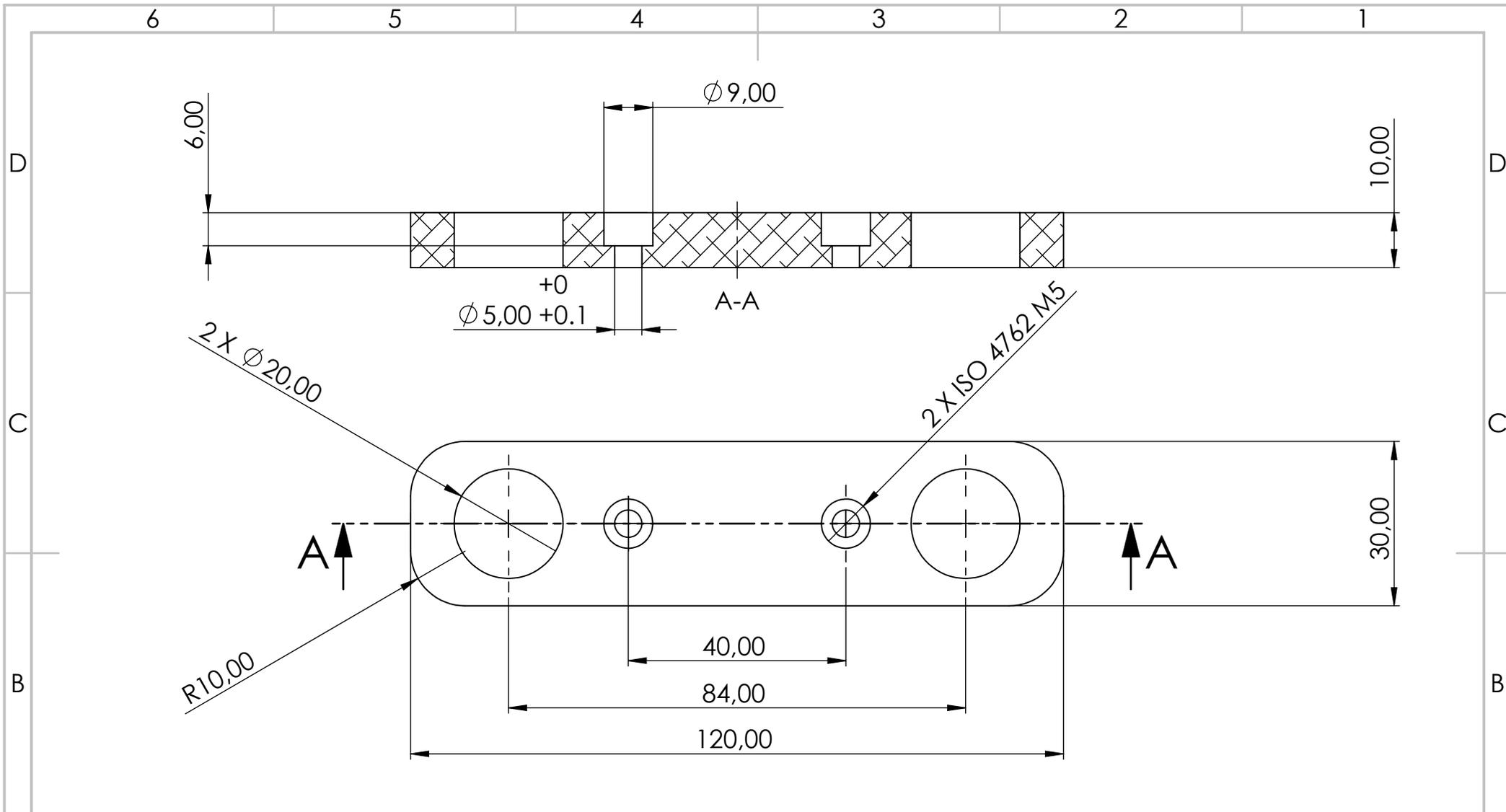


N.º DE ELEMENTO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANTIDAD	REFERENCIA
13	ISO 4762 M12 x 40 - 40N		4	
12	BruyRubio_CAN-08		1	
11	ISO 4762 M12 x 55 - 36C		4	
10	Placa portamoldes móvil	Aluminio 6061	1	Plano 1.2.1
9	Muelle (BRV-40x64)		4	
8	ISO 4762 M12 x 70 - 36C		4	
7	BR10 15x56		4	
6	Paralela	Aluminio 6061	2	Plano 1.2.4
5	Placa portaexpulsores	Aluminio 6061	1	Plano 1.2.5
4	ISO 4762 M5 x 12 - 12C		4	
3	Placa sujeta pilares	Aluminio 6061	2	Plano 1.2.3
2	BR10 14x86		4	
1	Base del portamoldes	Aluminio 6061	1	Plano 1.2.2

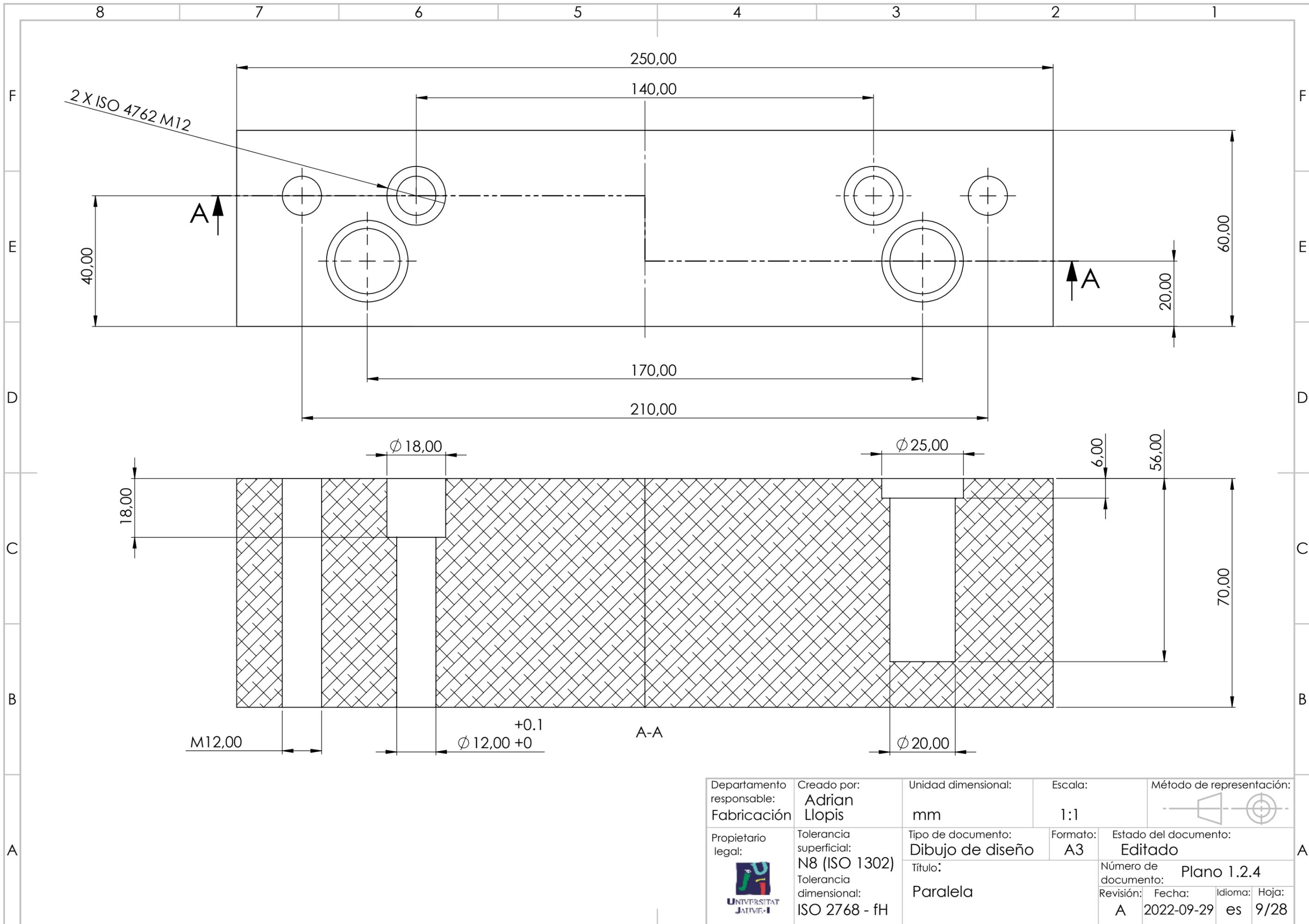
Departamento responsable: Fabricación	Creado por: Adrian Llopis	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:3	Método de representación:
Propietario legal: 	Título: Parte General Móvil	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A3	Estado del documento: Editado
		Número de documento: Plano 1.2		
		Revisión: A	Fecha: 2022-09-27	Idioma: es
		Hoja: 5/28		



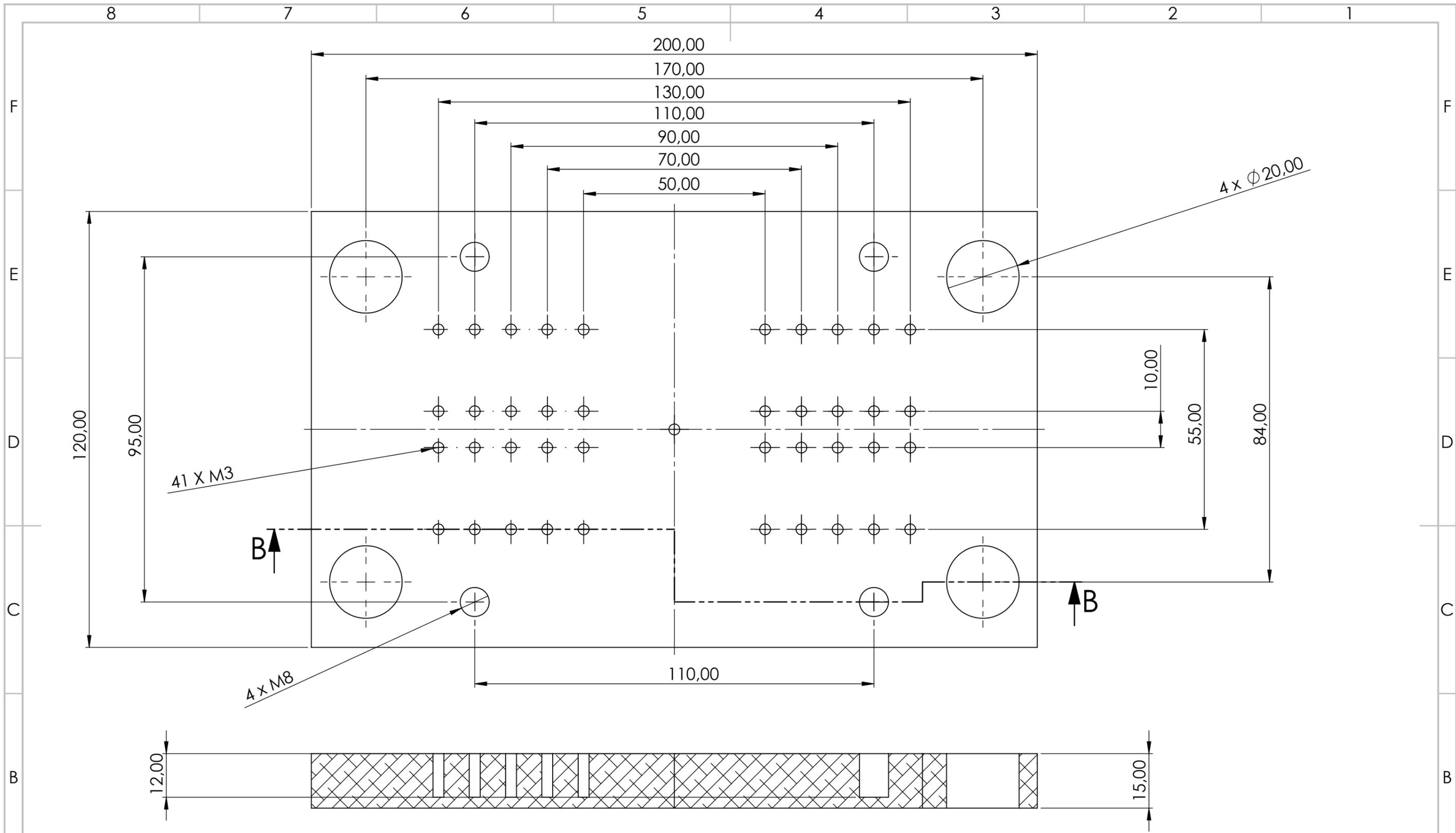
Departamento responsable: Fabricación	Creado por: Adrian Llopis	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:2	Método de representación:
Propietario legal: 	Tolerancia superficial: N8 (ISO 1302)	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A3	Estado del documento: Editado
	Tolerancia dimensional: ISO 2768 - fH	Título: Placa portamoldes móvil	Número de documento: Plano 1.2.1	
		Revisión: A	Fecha: 2022-10-1	Idioma: es
			Hoja: 6/28	



Departamento responsable: Fabricación	Creado por: Adrian Llopis	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:1	Método de representación: 
Propietario legal: 	Tolerancia superficial: N8 (ISO 1302) Tolerancia dimensional: ISO 2768 - fH	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estado del documento: Editado
		Título: Placa sujeta pilares	Número de documento: Plano 1.2.3	Revisión: A
			Fecha: 2022-09-28	Idioma: es
				Hoja: 8/28

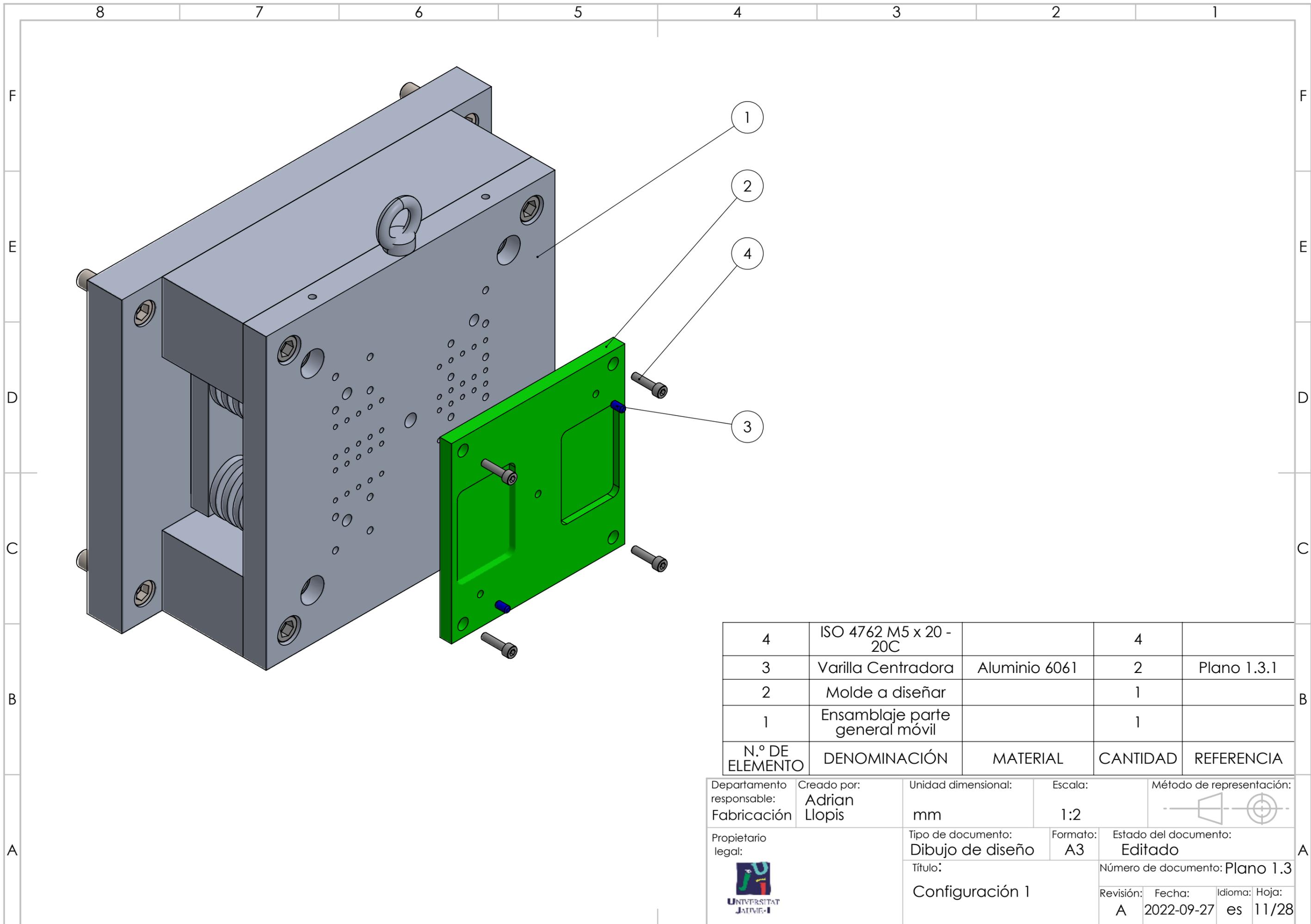


Departamento responsable: Fabricación	Creado por: Adrian Llopis	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:1	Método de representación: 
Propietario legal: 	Tolerancia superficial: N8 (ISO 1302) Tolerancia dimensional: ISO 2768 - fH	Tipo de documento: Dibujo de diseño Título: Paralela	Formato: A3	Estado del documento: Editado Número de documento: Plano 1.2.4
		Revisión: A	Fecha: 2022-09-29	Idioma: es
		Hoja: 9/28		



B-B

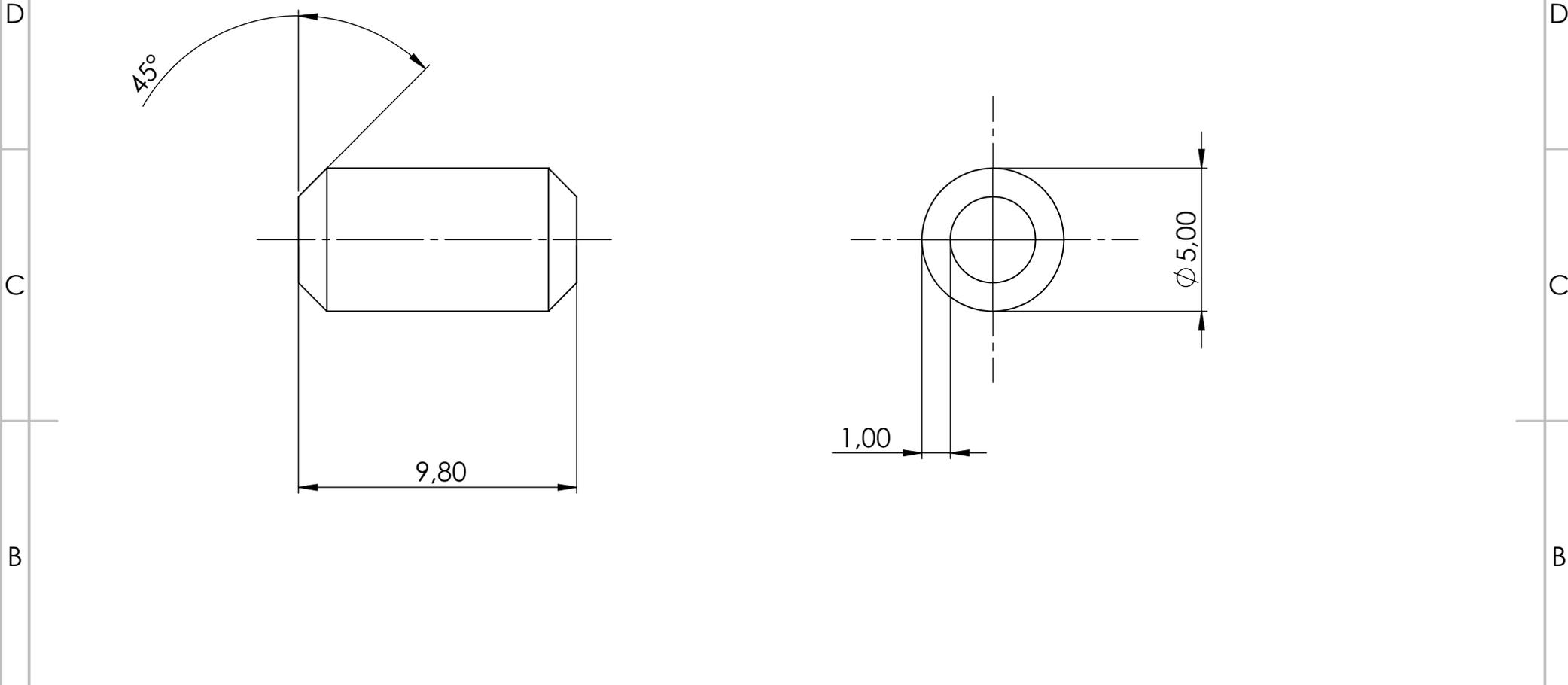
Departamento responsable: Fabricación	Creado por: Adrian Llopis	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:1	Método de representación: 
Propietario legal: 	Tolerancia superficial: N8 (ISO 1302) Tolerancia dimensional: ISO 2768 - fH	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A3	Estado del documento: Editado
		Título: Placa portaexpulsors	Número de documento: Plano 1.2.5	Revisión: A
		Fecha: 2022-09-30	Idioma: es	Hoja: 10/28



4	ISO 4762 M5 x 20 - 20C		4	
3	Varilla Centradora	Aluminio 6061	2	Plano 1.3.1
2	Molde a diseñar		1	
1	Ensamblaje parte general móvil		1	
N.º DE ELEMENTO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANTIDAD	REFERENCIA

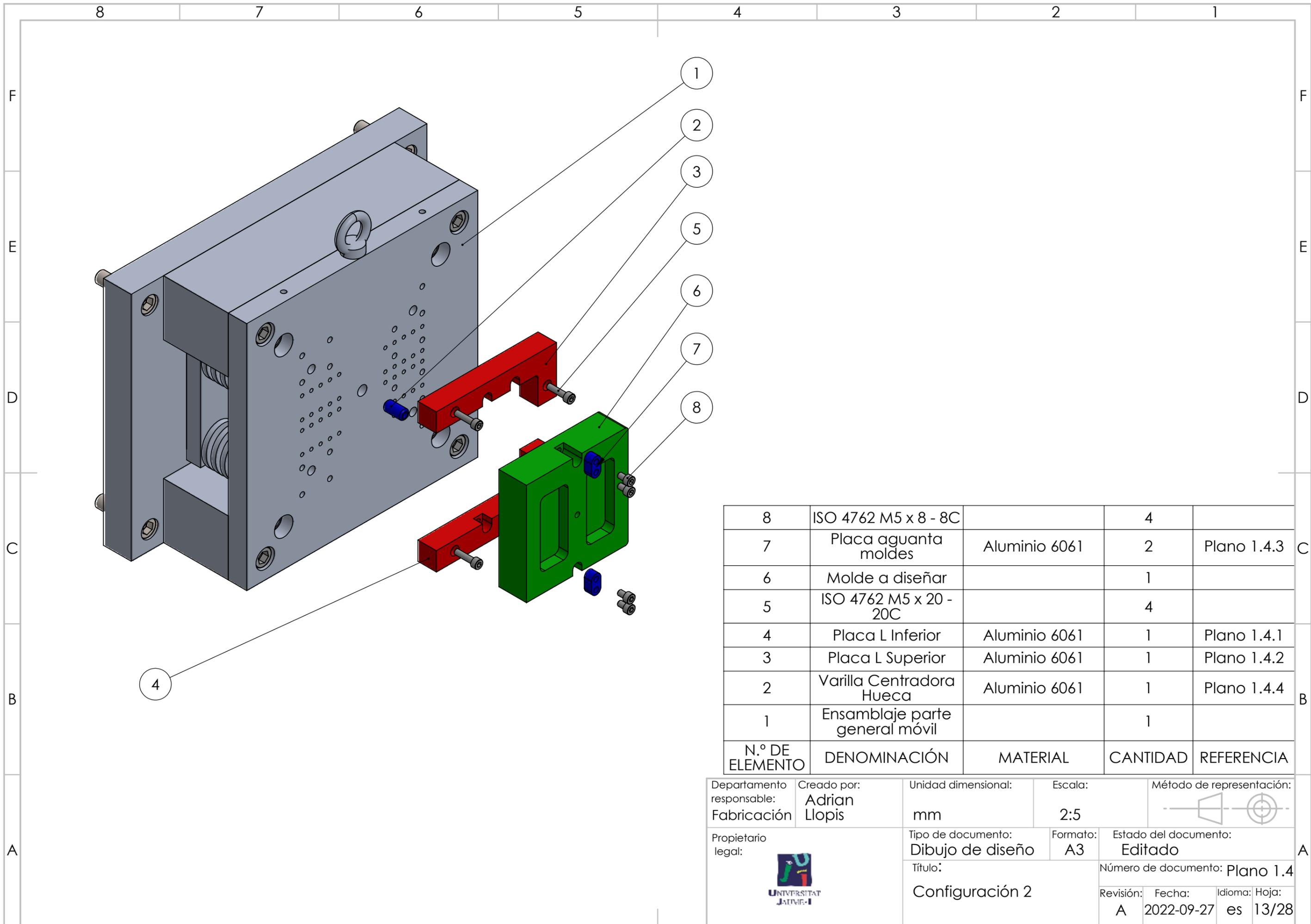
Departamento responsable: Fabricación	Creado por: Adrian Llopis	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:2	Método de representación:
Propietario legal: 	Tipo de documento: Dibujo de diseño		Formato: A3	Estado del documento: Editado
Título: Configuración 1			Número de documento: Plano 1.3	
Revisión: A		Fecha: 2022-09-27	Idioma: es	Hoja: 11/28

6 5 4 3 2 1



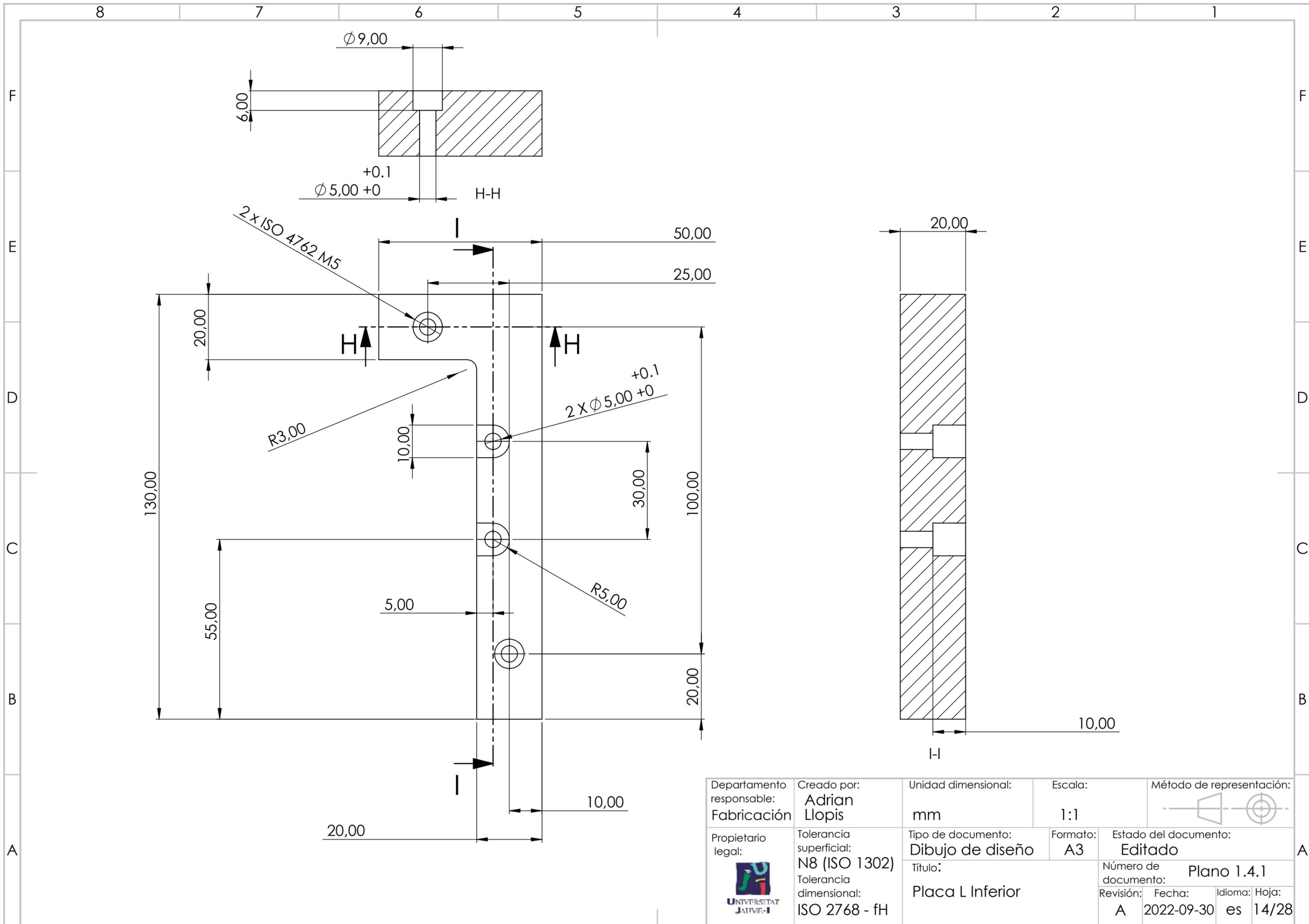
Departamento responsable: Fabricación	Creado por: Adrian Llopis	Unidad dimensional: mm	Escala: 5:1	Método de representación:
Propietario legal: 	Tolerancia superficial: N8 (ISO 1302) Tolerancia dimensional: ISO 2768 - fH	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estado del documento: Editado
		Título: Varilla centradora	Número de documento: Plano 1.3.1	Revisión: A Fecha: 2022-09-28 Idioma: es Hoja: 12/28

6 5 4 3 2 1

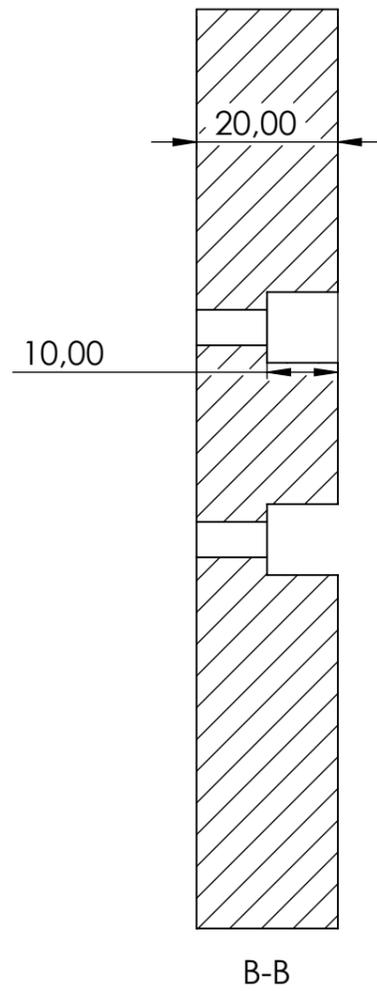
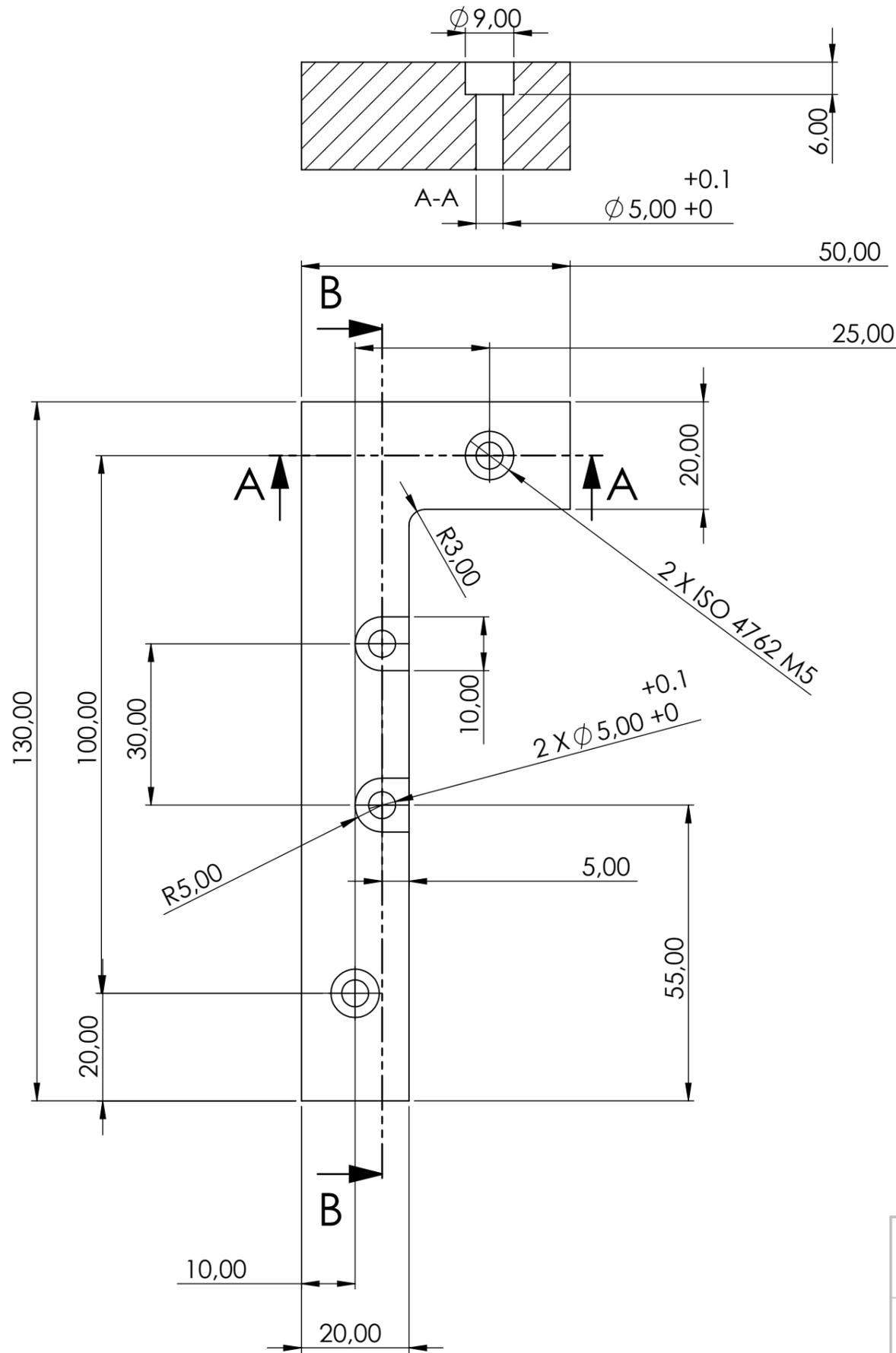


8	ISO 4762 M5 x 8 - 8C		4	
7	Placa aguanta moldes	Aluminio 6061	2	Plano 1.4.3
6	Molde a diseñar		1	
5	ISO 4762 M5 x 20 - 20C		4	
4	Placa L Inferior	Aluminio 6061	1	Plano 1.4.1
3	Placa L Superior	Aluminio 6061	1	Plano 1.4.2
2	Varilla Centradora Hueca	Aluminio 6061	1	Plano 1.4.4
1	Ensamblaje parte general móvil		1	
N.º DE ELEMENTO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANTIDAD	REFERENCIA

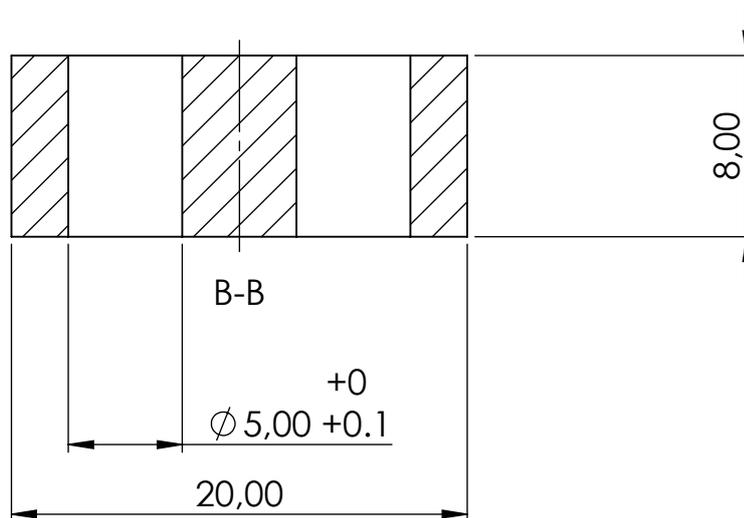
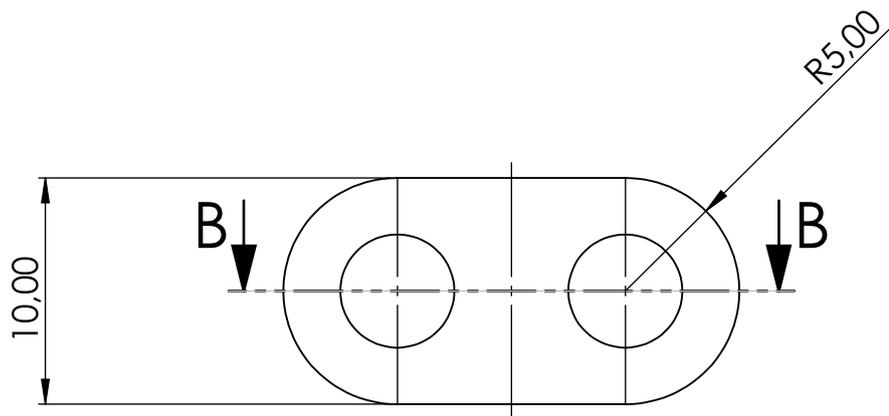
Departamento responsable: Fabricación	Creado por: Adrian Llopis	Unidad dimensional: mm	Escala: 2:5	Método de representación:
Propietario legal: 	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A3	Estado del documento: Editado	
Título: Configuración 2		Número de documento: Plano 1.4		
Revisión: A	Fecha: 2022-09-27	Idioma: es	Hoja: 13/28	



Departamento responsable: Fabricación	Creado por: Adrian Llopis	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:1	Método de representación: 
Propietario legal: 	Tolerancia superficial: N8 (ISO 1302) Tolerancia dimensional: ISO 2768 - fH	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A3	Estado del documento: Editado
		Título: Placa L Inferior	Número de documento: Plano 1.4.1	Revisión: A
		Fecha: 2022-09-30	Idioma: es	Hoja: 14/28

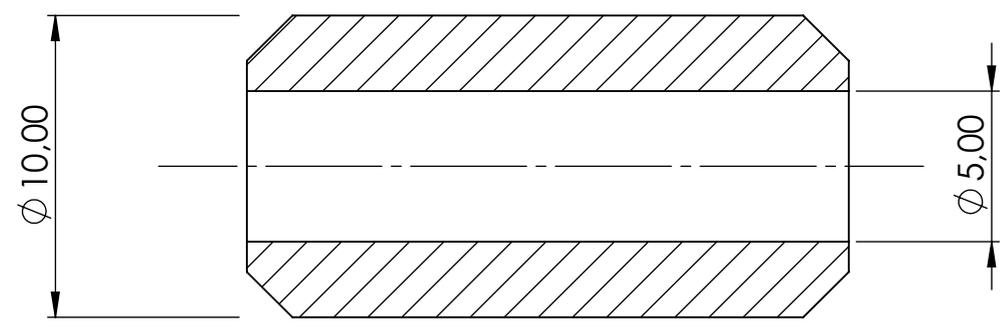
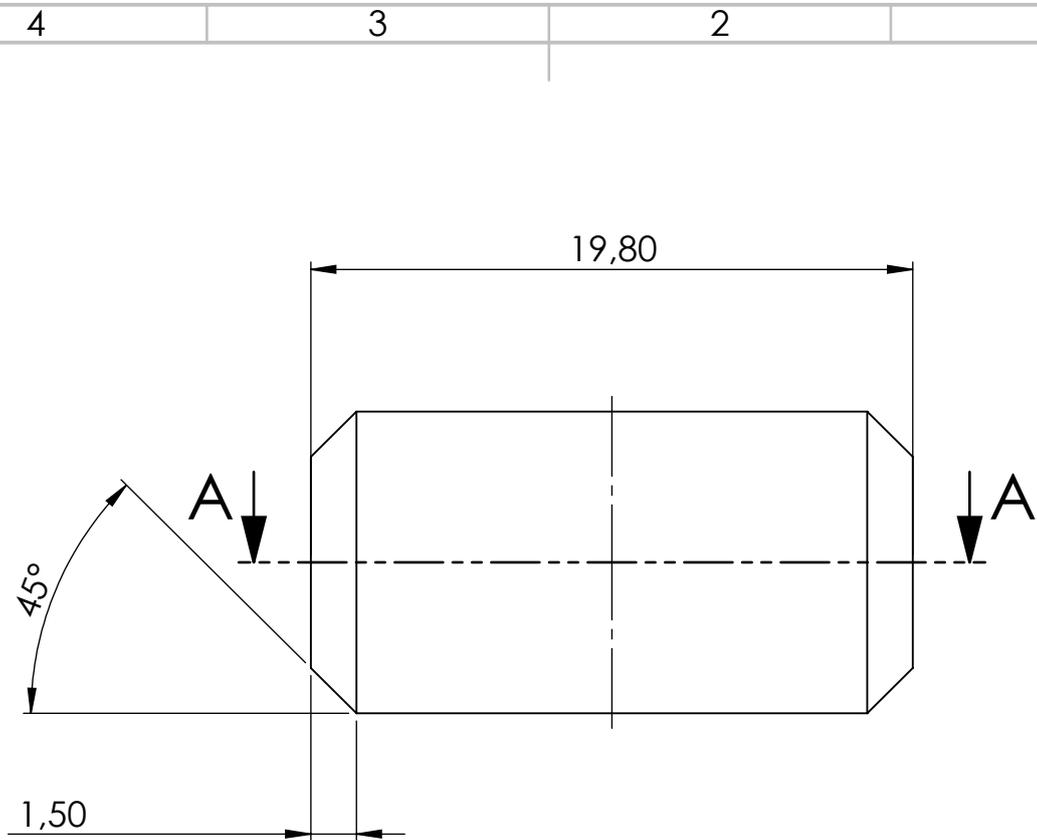


Departamento responsable: Fabricación	Creado por: Adrian Llopis	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:1	Método de representación: 
Propietario legal: 	Tolerancia superficial: N8 (ISO 1302) Tolerancia dimensional: ISO 2768 - fH	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A3	Estado del documento: Editado
		Título: Placa L Superior	Número de documento: Plano 1.4.2	Revisión: A
		Fecha: 2022-09-30	Idioma: es	Hoja: 15/28



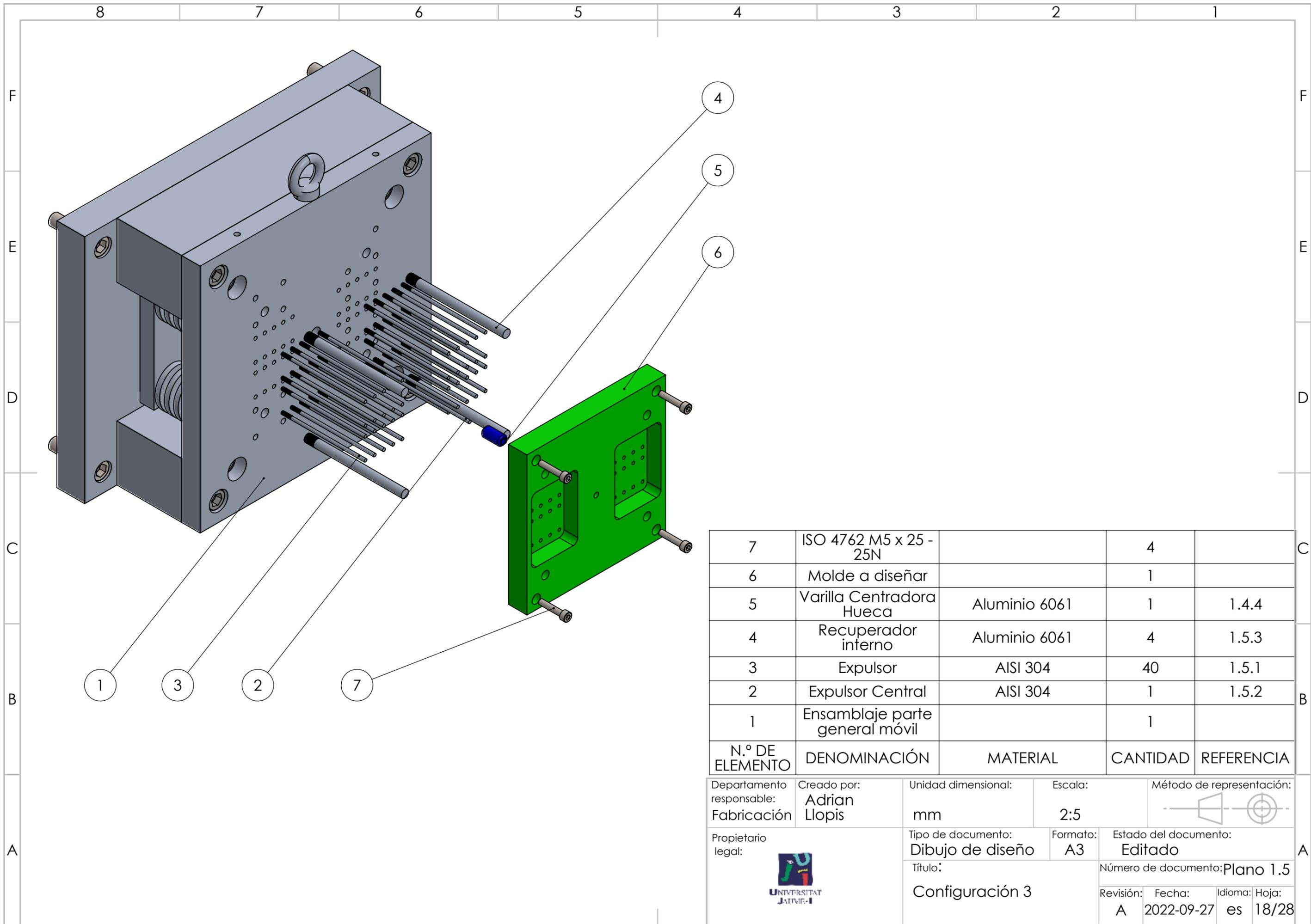
Departamento responsable: Fabricación	Creado por: Adrian Llopis	Unidad dimensional: mm	Escala: 3:1	Método de representación:
--	-------------------------------------	---------------------------	----------------	-------------------------------

Propietario legal: 	Tolerancia superficial: N8 (ISO 1302)	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estado del documento: Editado
	Tolerancia dimensional: ISO 2768 - fH	Título: Placa aguanta moldes	Número de documento: Plano 1.4.3	Revisión: A Fecha: 2022-09-28 Idioma: es Hoja: 16/28



A-A

Departamento responsable: Fabricación	Creado por: Adrian Llopis	Unidad dimensional: mm	Escala: 4:1	Método de representación: 
Propietario legal: 	Tolerancia superficial: N8 (ISO 1302) Tolerancia dimensional: ISO 2768 - fH	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estado del documento: Editado
		Título: Varilla centradora hueca	Número de documento: Plano 1.4.4	Revisión: A Fecha: 2022-09-28 Idioma: es Hoja: 17/28



7	ISO 4762 M5 x 25 - 25N		4	
6	Molde a diseñar		1	
5	Varilla Centradora Hueca	Aluminio 6061	1	1.4.4
4	Recuperador interno	Aluminio 6061	4	1.5.3
3	Expulsor	AISI 304	40	1.5.1
2	Expulsor Central	AISI 304	1	1.5.2
1	Ensamblaje parte general móvil		1	
N.º DE ELEMENTO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANTIDAD	REFERENCIA

Departamento responsable: Fabricación	Creado por: Adrian Llopis	Unidad dimensional: mm	Escala: 2:5	Método de representación:
Propietario legal: 	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A3	Estado del documento: Editado	
Título: Configuración 3		Número de documento: Plano 1.5		
Revisión: A	Fecha: 2022-09-27	Idioma: es	Hoja: 18/28	

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

C

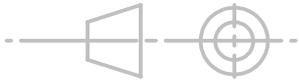
B

B

 $\varnothing 3,00$

10,00

Longitud a calcular

Departamento responsable: Fabricación	Creado por: Adrian Llopis	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:1	Método de representación: 
Propietario legal: 	Tolerancia superficial: N8 (ISO 1302) Tolerancia dimensional: ISO 2768 - fH	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estado del documento: Editado
		Título: Expulsor	Número de documento: Plano 1.5.1	Revisión: A Fecha: 2022-09-28 Idioma: es Hoja: 19/28

A

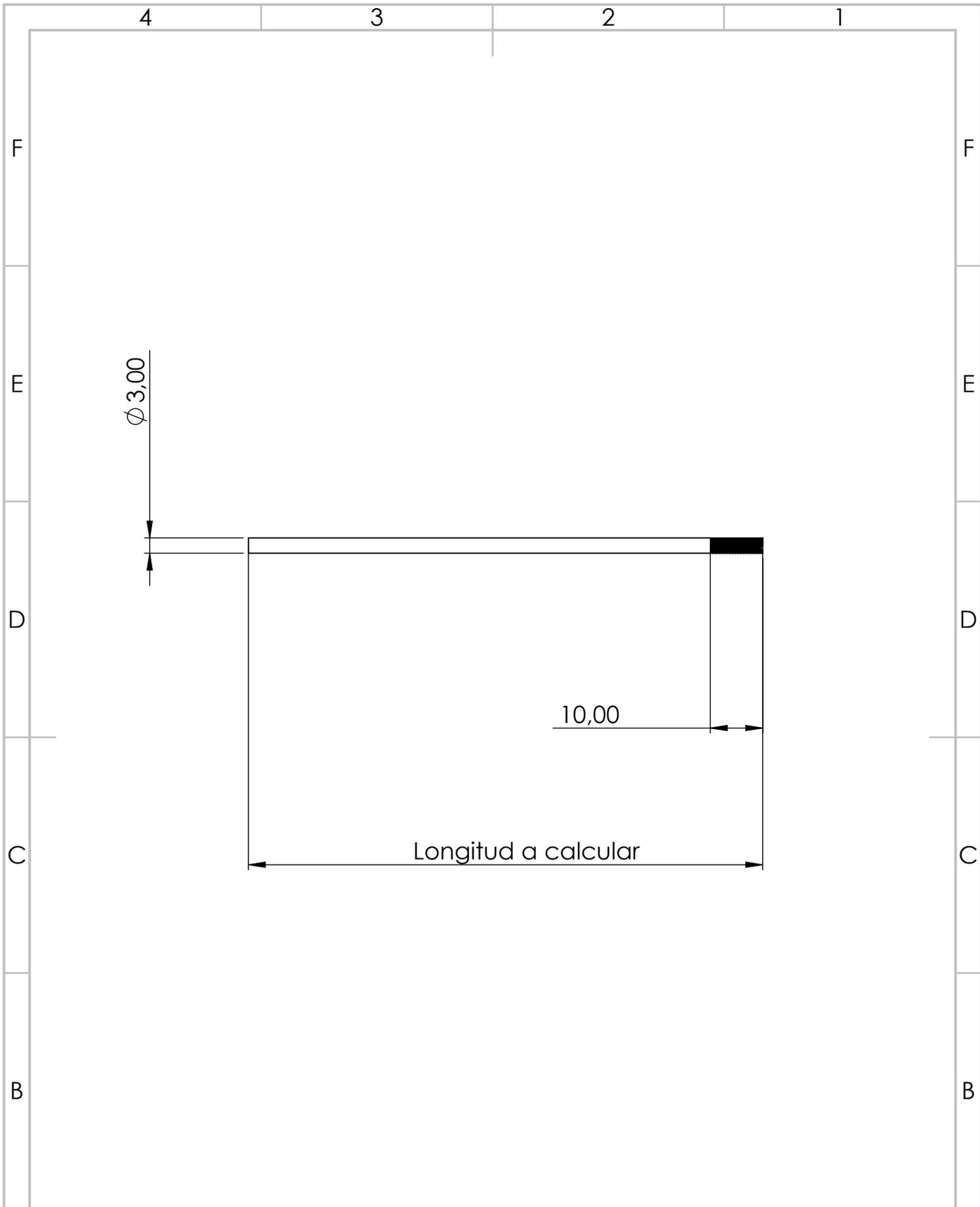
A

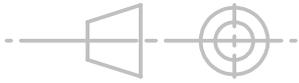
4

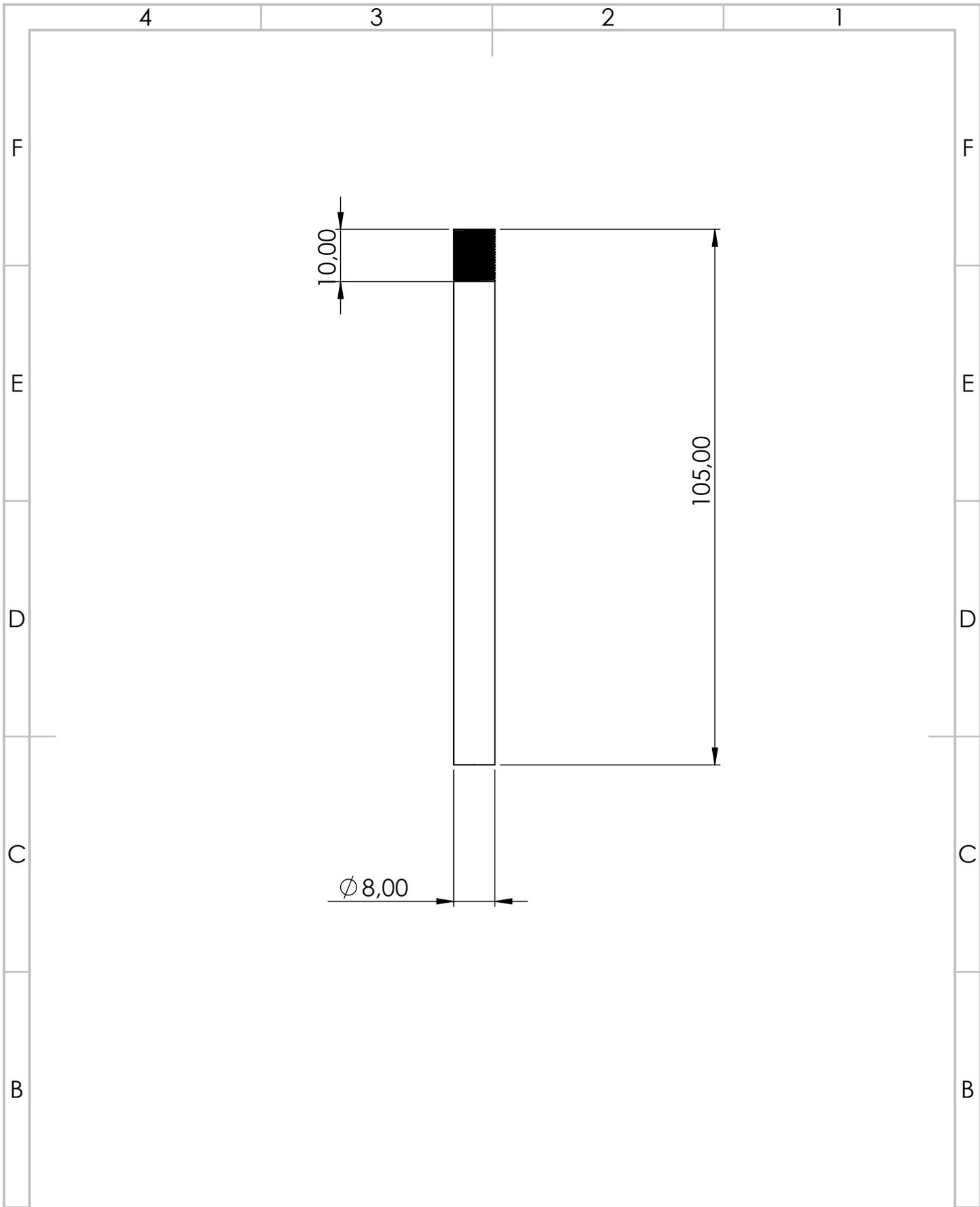
3

2

1

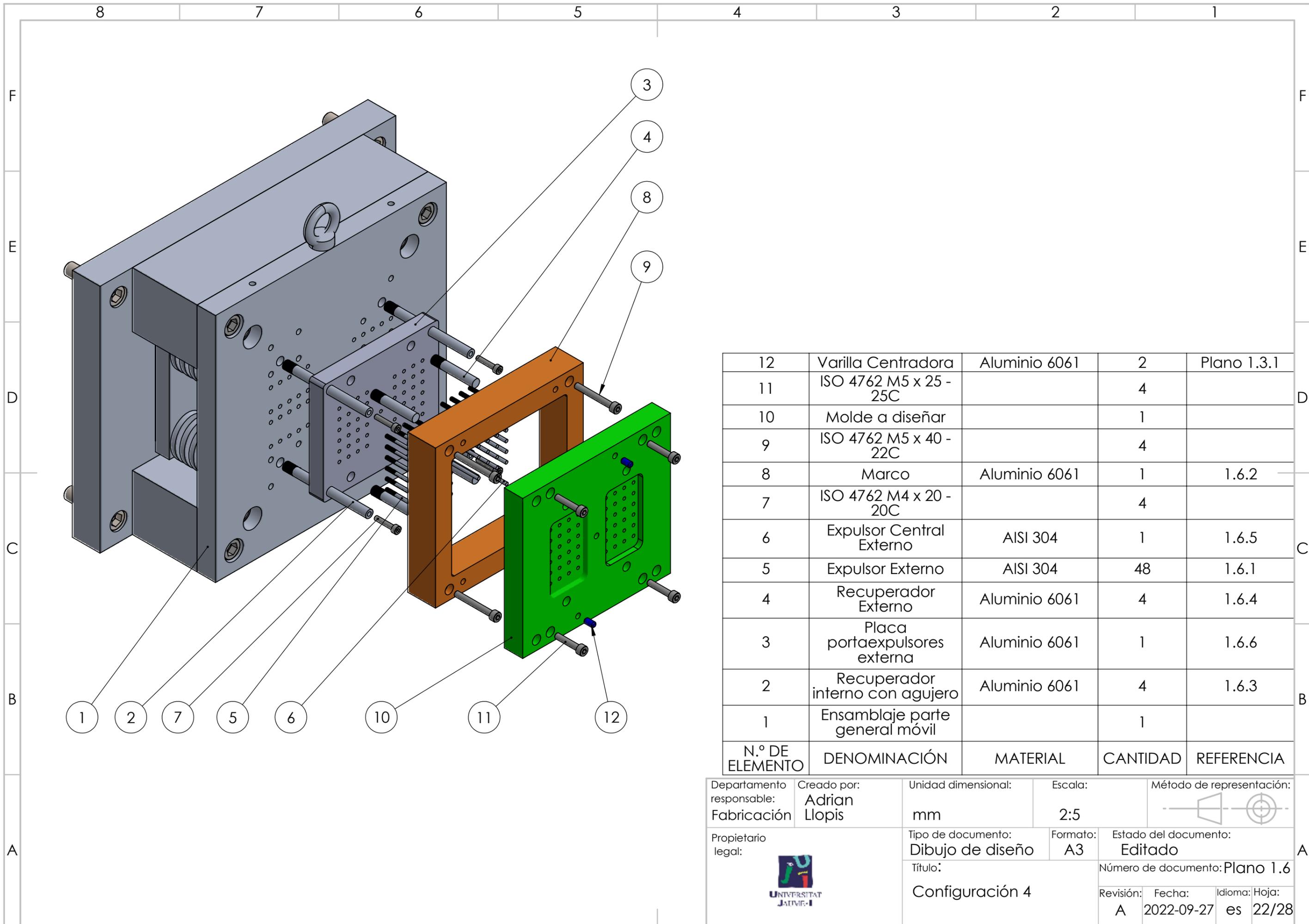


Departamento responsable: Fabricación	Creado por: Adrian Llopis	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:1	Método de representación: 
Propietario legal: 	Tolerancia superficial: N8 (ISO 1302) Tolerancia dimensional: ISO 2768 - fH	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estado del documento: Editado
		Título: Expulsor central	Número de documento: Plano 1.5.2	Revisión: A Fecha: 2022-09-28 Idioma: es Hoja: 20/28



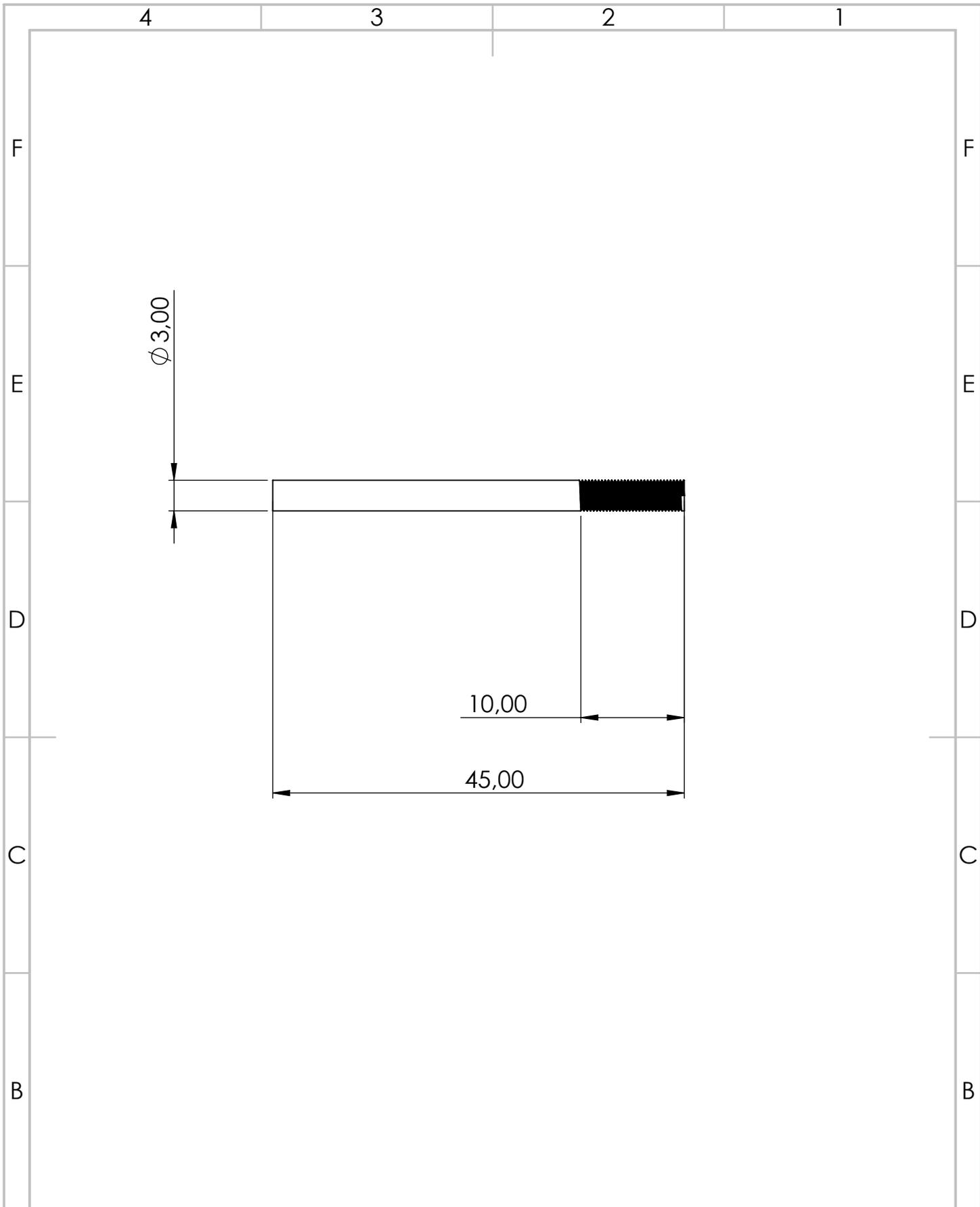
Departamento responsable: Fabricación	Creado por: Adrian Llopis	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:1	Método de representación: 
--	-------------------------------------	---------------------------	----------------	--

A	Propietario legal: 	Tolerancia superficial: N8 (ISO 1302)	Tolerancia dimensional: ISO 2768 - fH	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estado del documento: Editado	A		
	Título: Recuperador interno			Número de documento: Plano 1.5.3	Revisión: A	Fecha: 2022-09-28		Idioma: es	Hoja: 21/28



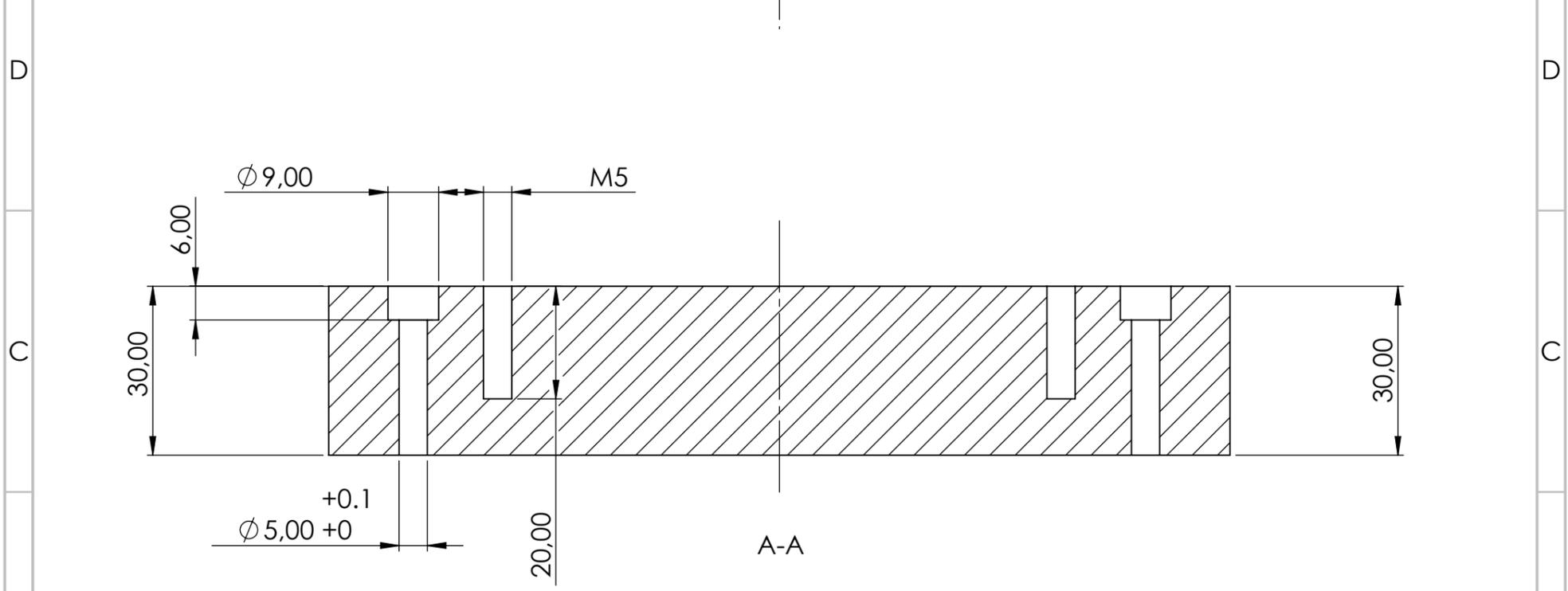
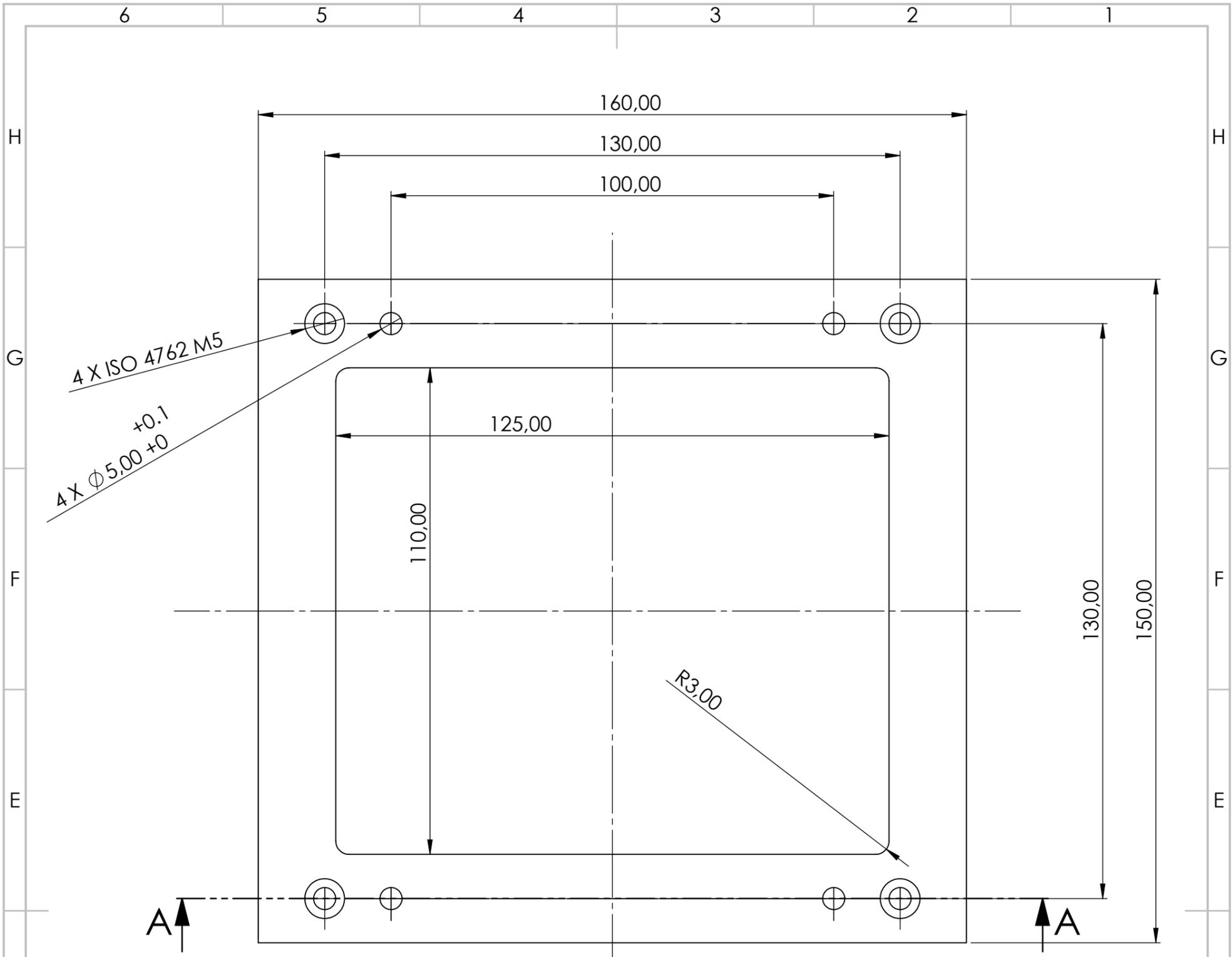
12	Varilla Centrador	Aluminio 6061	2	Plano 1.3.1
11	ISO 4762 M5 x 25 - 25C		4	
10	Molde a diseñar		1	
9	ISO 4762 M5 x 40 - 22C		4	
8	Marco	Aluminio 6061	1	1.6.2
7	ISO 4762 M4 x 20 - 20C		4	
6	Expulsor Central Externo	AISI 304	1	1.6.5
5	Expulsor Externo	AISI 304	48	1.6.1
4	Recuperador Externo	Aluminio 6061	4	1.6.4
3	Placa portaexpulsores externa	Aluminio 6061	1	1.6.6
2	Recuperador interno con agujero	Aluminio 6061	4	1.6.3
1	Ensamblaje parte general móvil		1	
N.º DE ELEMENTO	DENOMINACIÓN	MATERIAL	CANTIDAD	REFERENCIA

Departamento responsable: Fabricación	Creado por: Adrian Llopis	Unidad dimensional: mm	Escala: 2:5	Método de representación:
Propietario legal: 	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A3	Estado del documento: Editado	
Título: Configuración 4		Número de documento: Plano 1.6		
Revisión: A	Fecha: 2022-09-27	Idioma: es	Hoja: 22/28	

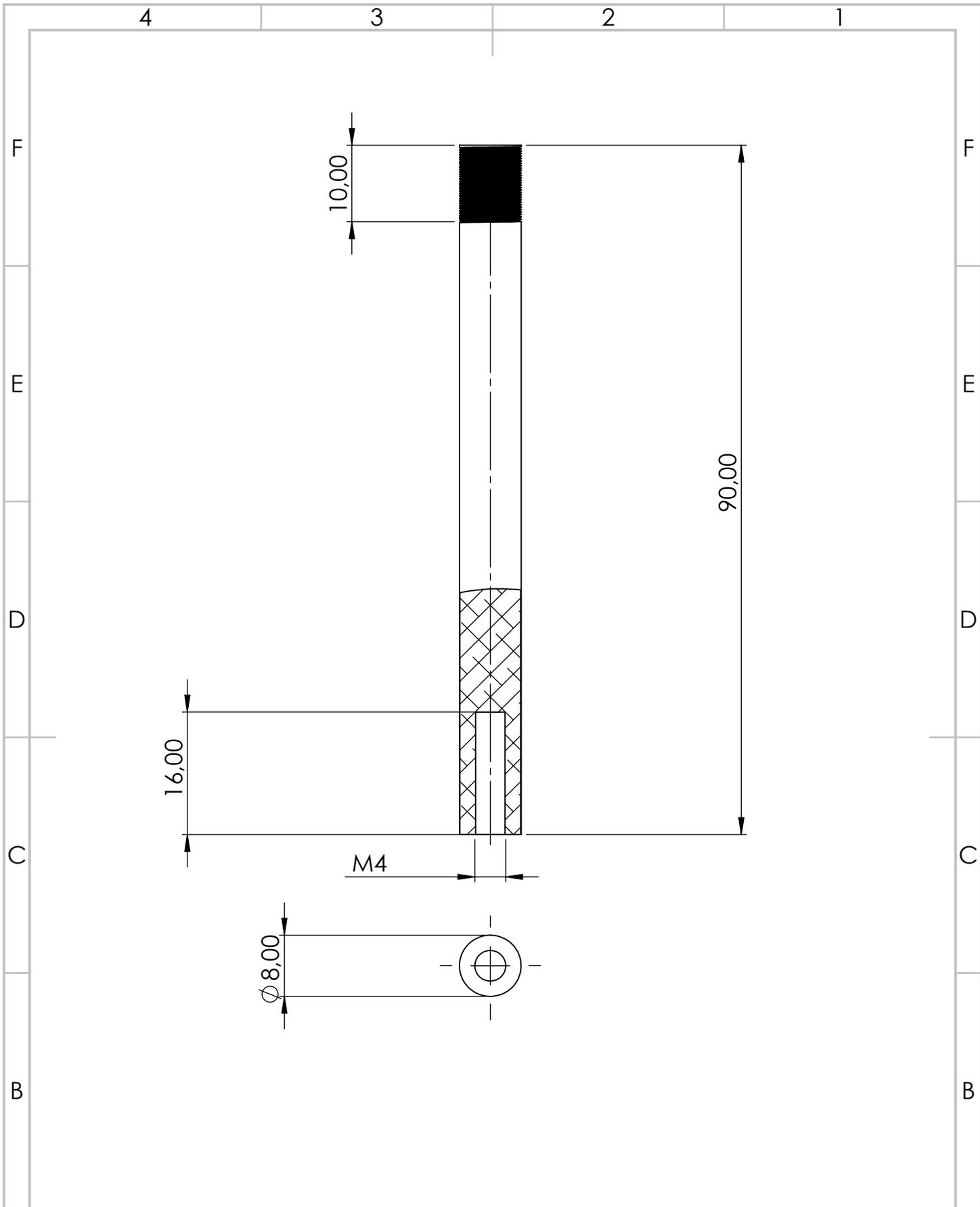


Departamento responsable: Fabricación	Creado por: Adrian Llopis	Unidad dimensional: mm	Escala: 2:1	Método de representación: 
--	-------------------------------------	---------------------------	----------------	--

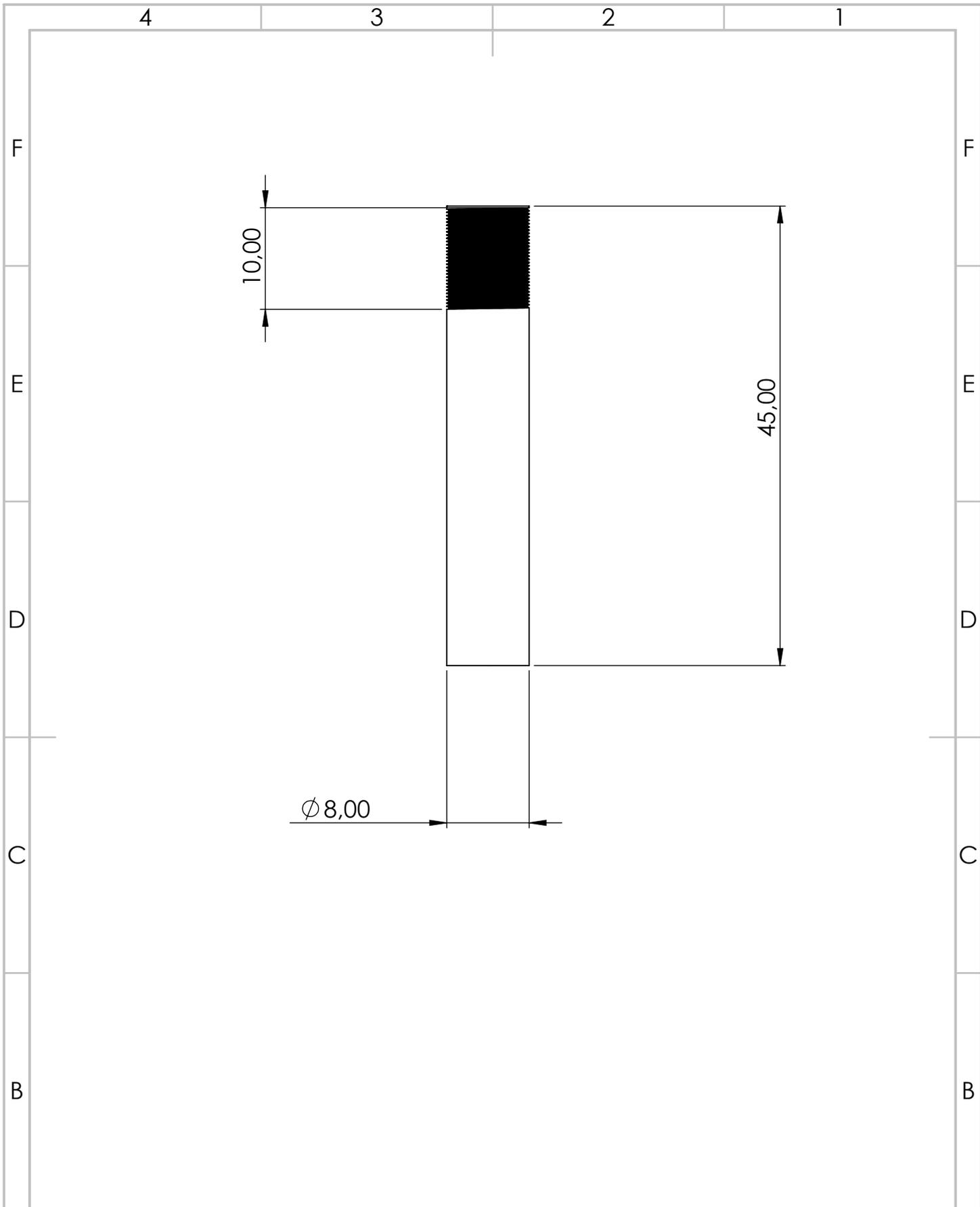
Propietario legal: 	Tolerancia superficial: N8 (ISO 1302)	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estado del documento: Editado
	Tolerancia dimensional: ISO 2768 - fH	Título: Expulsor externo		Número de documento: Plano 1.6.1
		Revisión: A	Fecha: 2022-09-28	Idioma: es
			Hoja: 23/28	



Departamento responsable: Fabricación	Creado por: Adrian Llopis	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:1	Método de representación:
Propietario legal: 	Tolerancia superficial: N8 (ISO 1302) Tolerancia dimensional: ISO 2768 - fH	Tipo de documento: Dibujo de diseño Título: Marco	Formato: A3	Estado del documento: Editado Número de documento: Plano 1.6.2 Revisión: A Fecha: 2022-09-29 Idioma: es Hoja: 24/28

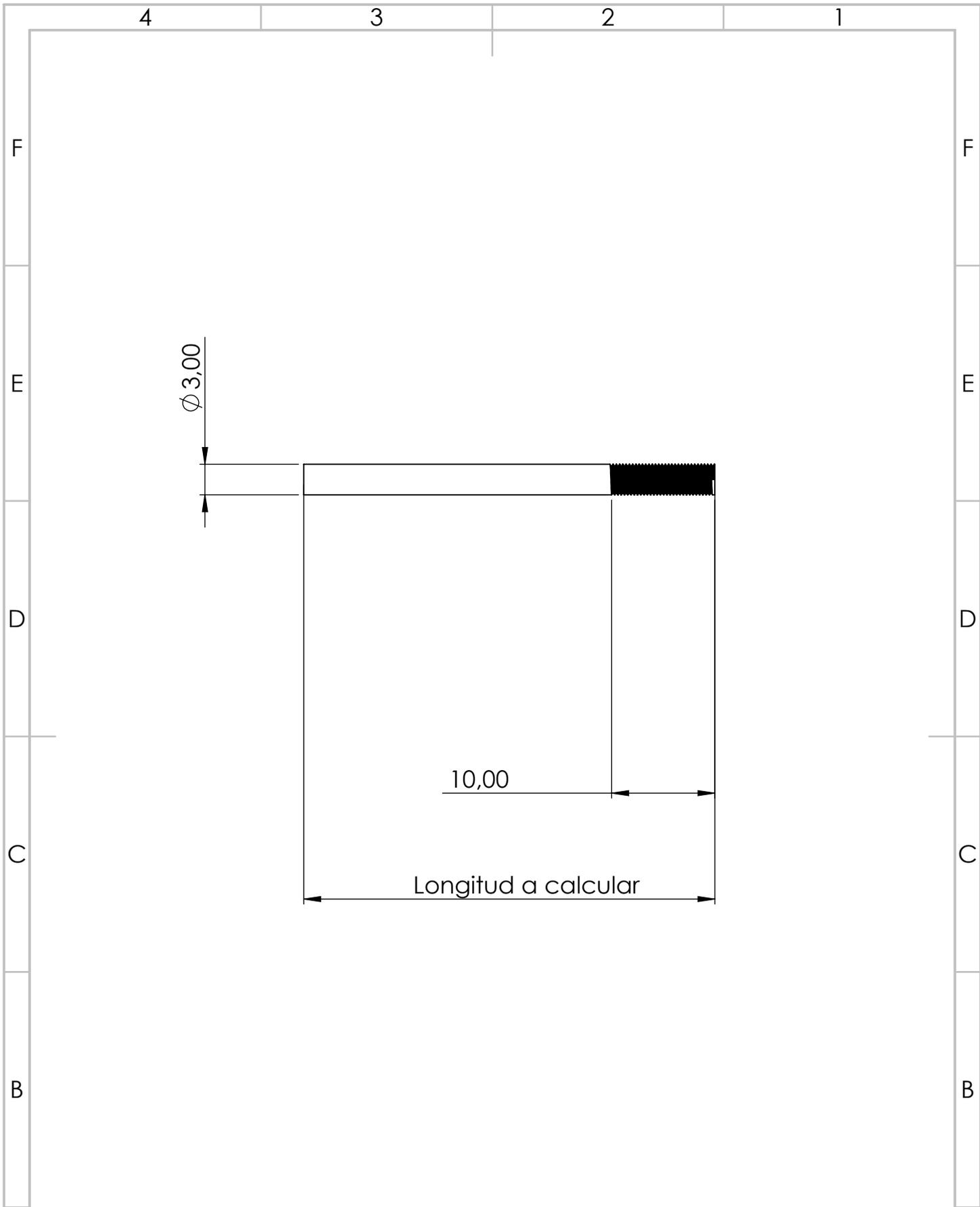


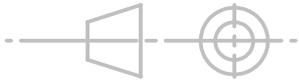
Departamento responsable: Fabricación	Creado por: Adrian Llopis	Unidad dimensional: mm	Escala: 3:2	Método de representación: 
Propietario legal: 	Tolerancia superficial: N8 (ISO 1302) Tolerancia dimensional: ISO 2768 - fH	Tipo de documento: Dibujo de diseño Título: Recuperador interno con agujero	Formato: A4	Estado del documento: Editado Número de documento: Plano 1.6.3 Revisión: A Fecha: 2022-09-28 Idioma: es Hoja: 25/28



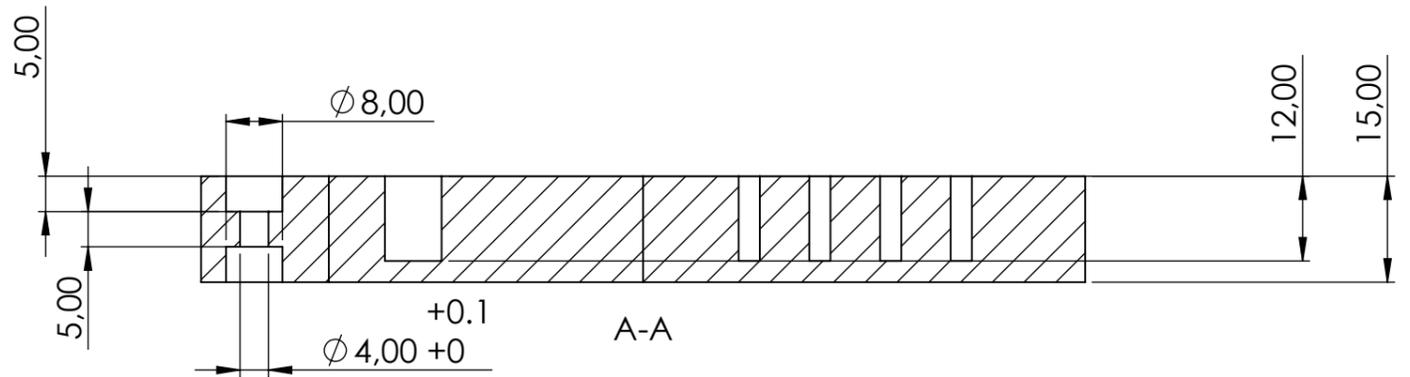
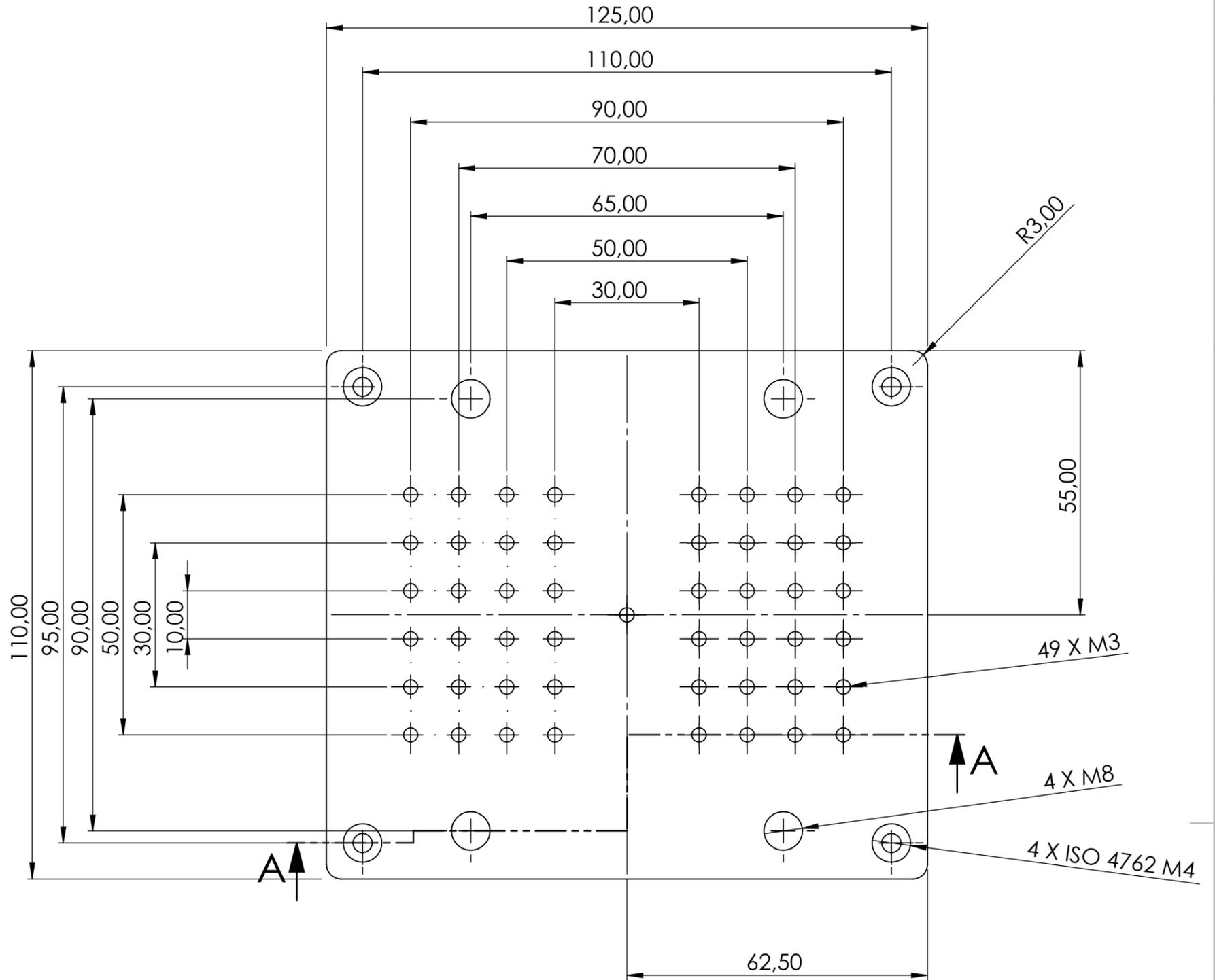
Departamento responsable: Fabricación	Creado por: Adrian Llopis	Unidad dimensional: mm	Escala: 2:1	Método de representación: 
--	-------------------------------------	---------------------------	----------------	--

Propietario legal: 	Tolerancia superficial: N8 (ISO 1302)	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estado del documento: Editado
	Tolerancia dimensional: ISO 2768 - fH	Título: Recuperador externo		Número de documento: Plano 1.6.4
		Revisión: A	Fecha: 2022-09-28	Idioma: Hoja: es 26/28



Departamento responsable: Fabricación	Creado por: Adrian Llopis	Unidad dimensional: mm	Escala: 2:1	Método de representación: 
--	-------------------------------------	---------------------------	----------------	--

A	Propietario legal: 	Tolerancia superficial: N8 (ISO 1302)	Tolerancia dimensional: ISO 2768 - fH	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A4	Estado del documento: Editado	A
	Título: Expulsor central externo			Número de documento: Plano 1.6.5	Revisión: A	Fecha: 2022-09-28	



Departamento responsable: Fabricación	Creado por: Adrian Llopis	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:1	Método de representación:
Propietario legal: 	Tolerancia superficial: N8 (ISO 1302) Tolerancia dimensional: ISO 2768 - fH	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A3	Estado del documento: Editado
		Título: Placa portaexpulsors externa	Número de documento: Plano 1.6.6	Revisión: A
			Fecha: 2022-09-30	Idioma: Hoja: es 28/28