



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Politécnica Superior de Alcoy

Diseño de molde de inyección para soporte bisagra de  
reposabrazos.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Mecánica

AUTOR/A: Genovese Moreno, Enzo Giuliano

Tutor/a: Peydró Rasero, Miguel Ángel

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022

# 1. Resumen y palabras clave

## Resumen:

El objetivo principal de este trabajo final de grado estriba en el diseño y desarrollo de un molde de inyección de plástico enfocado en la fabricación de un elemento similar a una bisagra. El diseño se realizará con el programa 3D Solidworks® y Siemens Unigraphics NX 1899. Dicho elemento servirá para guía y soporte que dote al reposa brazos del vehículo de las posiciones abierta y cerrada aprovechando la flexibilidad y forma de la pieza. Además, un aspecto a considerar será el medioambiental, buscando en la medida de lo posible que sea reciclable y, a ser posible, biodegradable.

Centrándose en el molde, su diseño se realizará examinando las exigencias de la pieza, por lo que habrá que tener muy en cuenta la geometría de esta, principalmente para la fase de conformado. Posteriormente, se definirá su fabricación, desde el material con el que se elaborará hasta los procesos de fabricación necesarios. Para el estudio CAE se hará uso de los siguientes softwares Moldflow® / Solidworks Plastics.

Finalmente, se realizará un análisis de costes de fabricación, para así conocer la viabilidad económica del proyecto.

## Palabras Clave:

-Molde -Matricería -MoldFlow -SolidWorks Plastics -Inyección

## Abstract:

As student, the main objective of this final degree project is to get a design and development of a mold. Using Siemens Nx and Solidworks as 3D Software as main softwares, it is pretend to get a mold of a piece similar to an hinge used at armrests in Volkswagen cars. This piece its gonna lock positions between open and close armrests taking advantage of flexibility provided by polyamide. Moreover, polyamide has been considered as main material to be a recyclable material, with or without glass fiber.

Mold design its going to be studied and examined by piece requirements. On other words, by geometry and flexibility. To get this objective MoldFlow and Solidworks Plastics will be used. Finally it going to be developed a count of total production costs.

## Keywords:

-Mould -Tooling -MoldFlow -SolidWorks Plastics -Plastic Injection



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

**Trabajo Final de Grado: Diseño de molde de  
inyección para soporte bisagra de  
reposabrazos**  
Tutor: Miguel Ángel Peydró Rasero (UPV EPSA)  
Curso 2021-2022

**Trabajo Fin de Grado:**

*Diseño de molde de inyección para soporte bisagra de  
reposabrazos*

# DOCUMENTO 1.

# MEMORIA.

**Alumno:** Enzo Giuliano Genovese Moreno  
**Tutor:** Miguel Ángel Peydró Rasero  
**Curso:** 2021 – 2022

Grado de Ingeniería Mecánica UPV EPSA

Enzo Giuliano Genovese Moreno

Universidad Politécnica de Valencia - EPSA  
Curso 2021- 2022



## Documento 1. MEMORIA

### *Tabla de contenido*

1. Resumen y palabras clave .....	1
2. Antecedentes .....	8
a. Introducción del proyecto .....	8
b. Objetivo .....	8
c. Pieza a fabricar .....	9
d. Conocimientos necesarios para llevar a cabo el proyecto. ....	10
d.1 Punto 1 – Cierre del molde .....	10
d.2 Punto 2 – Inyección de plástico .....	10
d.3 Punto 3 – Segunda presión o compresión/Sostenimiento .....	11
d.4 Punto 4 – Carga de material .....	11
d.5 Punto 5 – Remanente enfriamiento .....	11
d.6 Punto 6 – Apertura y expulsión .....	11
e. Composición del molde, visión general .....	12
3. Descripción del molde y sus elementos .....	14
a. Funcionamiento general del molde deseado .....	14
b. Material para la fabricación del molde .....	14
3.1 Selección del material para las placas .....	15
3.2 Inyectora .....	18
4. Proceso de diseño .....	20
4.1 Modelaje del bebedero en molde .....	20
4.2 Modelado de la placa macho y hembra .....	24
4.2.1 Placa Macho .....	24
Estudio de resistencia de la placa macho .....	28

Enzo Giuliano Genovese Moreno



4.2.2 Placa Hembra.....	30
4.3 Placas de amarre.....	31
4.3.1 Placa de amarre superior.....	31
4.3.2 Placa de amarre inferior.....	33
4.4 Dimensionar placas móviles. Mecanismo de Expulsión.....	34
4.5 Circuitos de refrigeración.....	35
4.6 Elementos auxiliares utilizados.....	38
5. Conclusiones.....	42
Bibliografía.....	43
Listado de figuras y tablas.....	43
Documento 1. MEMORIA.....	44
Documento 2. Anexos.....	45
Documento 4. Pliego de condiciones.....	45



## Documento 2. Anexos

### Anexo 1. Cálculos

#### *Tabla de contenido*

1. Cálculos .....	4
1.1 Cálculo de la masa a inyectar.....	4
1.2 Presión de inyección .....	4
1.3 Fuerza de cierre .....	6
2. Simulaciones .....	6
2.1 Parámetros para simulación .....	7
2.2 Tiempo de llenado .....	10
2.3 Tiempo de compactación .....	10
2.4 Tiempo de refrigeración.....	11
2.5 Rechupes esperables.....	12
2.6 Conclusiones de la simulación .....	13



## Documento 3. Planos

### *Tabla de contenido*

1. Plano 1. Pieza Soporte – Bisagra Reposabrazos
2. Plano 2. Pieza con bebedero de fabricación
3. Plano 3. PC – 246x246x66 (Placa Macho)
4. Plano 4. PC - 246x246x36 (Placa Hembra)
5. Plano 5. ESP – EU 246x246x76 (Calzos)
6. Plano 6. PBA-EU 246x246x27 (Amarre superior)
7. Plano 7. PBA-EU 246x246x27 (Amarre inferior)
8. Plano 8.1. CPE-P 246x246x12 (P. Móvil Superior)
9. Plano 8.2 CPE-P 246x246x17 (P. Móvil Inferior)
10. Plano 9. Correderas (E3017)
11. Plano 10. Ensamblaje General



## Documento 5. Presupuesto

### *Tabla de contenido*

DISEÑO.....	4
1. Consideraciones de pieza.....	4
2. Conceptualización del molde.....	4
3. Diseño del bebedero.....	5
4. Diseño de placas.....	5
TALLER.....	5
5. Adquisición de materias primas.....	5
6. Proceso de mecanizado en fresadora.....	5
7. Trabajo manual de taller y ensamblaje.....	5
8. Prueba de inyección y envío.....	6
Estudio económico.....	6

**Presupuesto de materiales suministrados BRU Y RUBIO**

**Presupuesto de materiales suministrados Meusburguer**



## 2. Antecedentes

### a. Introducción del proyecto

La razón de este trabajo final de grado radica en la situación actual del estudiante, puesto que gracias a las oportunidades que ofrece la UPV, se ha facilitado la introducción al mundo laboral. Gracias a estos primeros pasos en el mundo laboral, se ha conseguido que, como estudiante de prácticas, se me asigne un proyecto solicitado por un cliente para la actual empresa en la que pertenezco. Por otro lado, el proyecto no presenta limitaciones indicadas por la empresa, por lo cual, se procederá a indicar toda la información posible. Toda la información relativa al método de diseño, se sigue de los patrones de trabajo de la empresa IRR-LOP diseño de matricería y prototipado de utillajes, ubicada en Ibi, Alicante.

El trabajo consiste en idear y diseñar un **molde prototipo** que sea capaz de generar una tirada de 1000 piezas. Además, **el cliente indica como material de fabricación de la pieza la poliamida.**

Gracias a las herramientas que facilita la empresa colaboradora, se ha podido usar Siemens NX 1899 para todo el modelado de las distintas o modificar los distintos elementos que hayan sido necesarios para modelar el conjunto del molde. Sin embargo, por cuestiones de licencia y demás, se usará SolidWorks para los estudios necesarios de cada placa, así como el módulo de plásticos con licencia facilitada por la UPV.

### b. Objetivo

Con este proyecto se desea alcanzar un objetivo académico que consiga demostrar todos los conocimientos obtenidos en estos años de estudio, efectuándolo de la manera más completa posible. Además de que se busca un objetivo comercial/económico puesto que se trata de un proyecto propio de una industria actual. Por otro lado, como trabajador de una empresa de matricería y prototipado de utillajes, se pretende desarrollar un molde que sea totalmente funcional y competitivo en la industria.

### c. Pieza a fabricar



*Figura 1. Pieza soporte bisagra de reposabrazos*

Como se puede observar, la pieza presenta un espesor escueto (Volumen total de la pieza de 1.583 centímetros cúbicos) por lo que será un detalle a considerar en lo referente a la parte de la inyección. Por otro lado, el material se trata de poliamida (PA6) por lo que, considerando el peso de la pieza (según el cálculo de propiedades físicas de SolidWorks de 1.77 gramos), existen prontuarios que indican que para según una clasificación de materiales y el peso de la pieza, el diámetro de entrada que se debe hacer para cerciorarse de que el llenado se producirá sin ningún inconveniente en colada durante la inyección.

Por otro lado, se puede identificar fácilmente que para llevar a cabo la fabricación de esta pieza el molde necesitará obligatoriamente de elementos móviles para poder generar la cavidad deseada a la vez que permita una expulsión cómoda.

Se debe considerar según el cliente que la cara plana situada en la zona cilíndrica, es parte de la figura con lo cual, no se puede inyectar en ese punto. Por lo que necesariamente se deberá estudiar otra ubicación para ubicar el bebedero de las piezas.

Finalmente, se van a considerar en todo el proyecto por cuestiones de comodidad en cuanto a acotaciones y referencias cruzadas entre los distintos cuerpos del molde, que las medidas de la figura ya están escaladas con el factor de contracción característico del material. Por lo que la pieza inicial no debe ser mayorada para sus estudios en este proyecto.

Es importante mencionar que en lo referente al diseño del objeto CAD el sólido tiene una calidad muy deficiente, por lo que se intentará acotar de la mejor manera posible es su debido plano.

#### d. Conocimientos necesarios para llevar a cabo el proyecto.

Para comenzar este proyecto, primero se debe conocer **cómo funciona el proceso de fabricación de moldeo por inyección de plástico**. Por ello, primero se comenzará con una **explicación del funcionamiento** del proceso por medio de lo que se conoce como **el ciclo de inyección**.

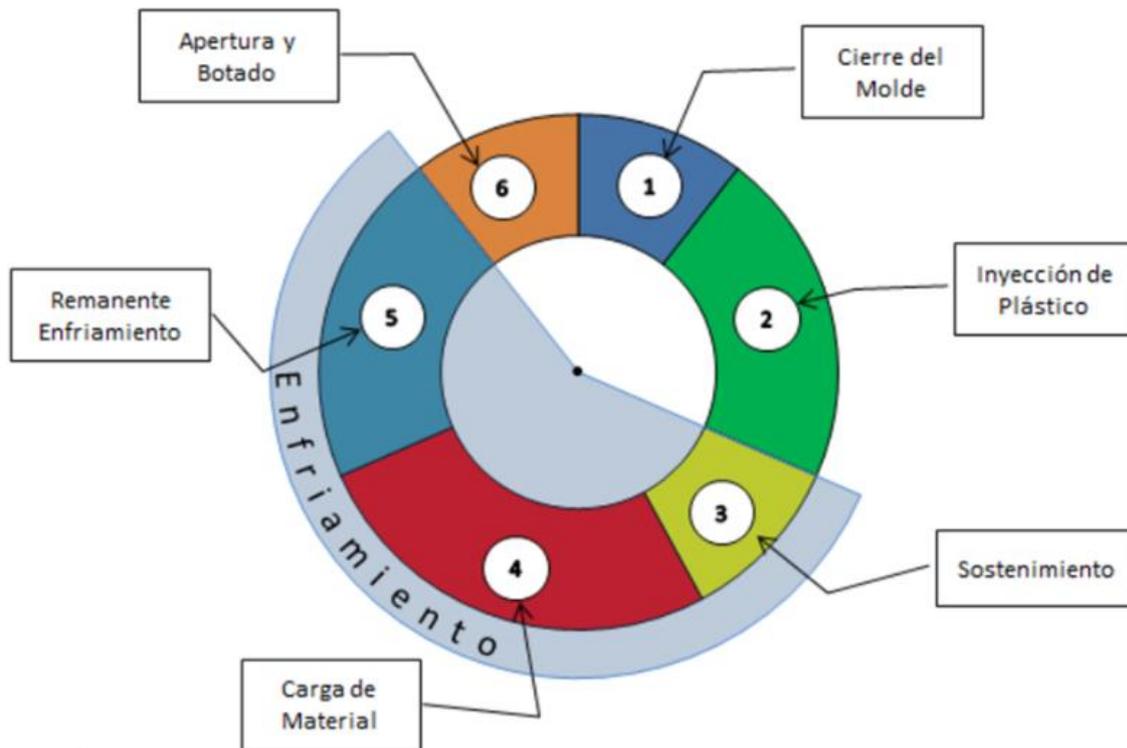


Figura 2. Ciclo de inyección

##### d.1 Punto 1 – Cierre del molde

El diagrama superior muestra donde comienza el proceso de fabricación por medio de la inyección de plástico. Como se puede observar, el ciclo comienza en el punto 1, donde comienza el movimiento de cierre del molde sobre el plano de partición del molde (Tangencia superficial entre placa macho y hembra). En este punto la rodillera de la inyectora esta empujando el molde hacia su posición de cierre.

##### d.2 Punto 2 – Inyección de plástico

Una vez el molde esta cerrado, la inyectora comienza a expulsar el plástico en estado fundido por medio de su boquilla por la cavidad donde comenzará, en el caso de este proyecto, el bebedero cónico. Se trata de una parte del proceso donde el tiempo que puede llevar esta fase queda completamente bajo las condiciones de inyección de la pieza y de la calidad que se desea obtener de esta. Puede oscilar desde unas fracciones de segundo a varios segundos. En general, esta fase debe ser capaz de



llenar entre el 90% al 100% de la cavidad de la pieza, para que gracias a lo que se conoce como la segunda presión acabe de llenarse la pieza y a su vez se asegura que toda la cavidad queda rellena.

### **d.3 Punto 3 – Segunda presión o compresión/Sostenimiento**

Con el inicio de esta fase se comienza la parte del ciclo que corresponde a la refrigeración del plástico en el molde. Desde que la fase 2 termina, la inyectora, aunque ya no entre más plástico, continúa empujando plástico dentro de la cavidad para que en caso de que hayan quedado partes sin rellenar, se llenen. O bien, para asegurarse que con el enfriamiento del plástico no se retraiga en una fase demasiado temprana cuando aún no termina de solidificar lo suficiente.

### **d.4 Punto 4 – Carga de material**

Una vez la segunda carga o la compresión se ha terminado, el molde continuará cerrado un tiempo determinado por las condiciones de la pieza, mientras el molde siga cerrado, la inyectora comenzará a mover el husillo de su expulsión para recargar todo el plástico que ha gastado para poder llevar otra inyección del ciclo siguiente. Mientras todo esto sucede el plástico seguirá contenido en el molde siendo refrigerado por los circuitos de refrigeración que incorpore.

### **d.5 Punto 5 – Remanente enfriamiento**

Esta fase, se deja en caso de que sea necesario un tiempo de enfriado mayor al tiempo de carga que necesita la inyectora para continuar con el siguiente ciclo. No es una fase que se deba considerar en todas las posibles piezas a fabricar, puesto que con el tiempo de carga ya habrá enfriado lo suficiente.

### **d.6 Punto 6 – Apertura y expulsión**

Finalmente, una vez la refrigeración ya ha sido efectuada en su totalidad como para no comprometer la geometría de la pieza, el molde comenzará a abrirse debido al movimiento de repliegue de la rodillera de la inyectora. Así pues, una vez el molde se abre, según la pieza y la destreza del diseñador del molde, la pieza puede desmoldarse por diversos métodos. Algunos de estos métodos pueden ser:

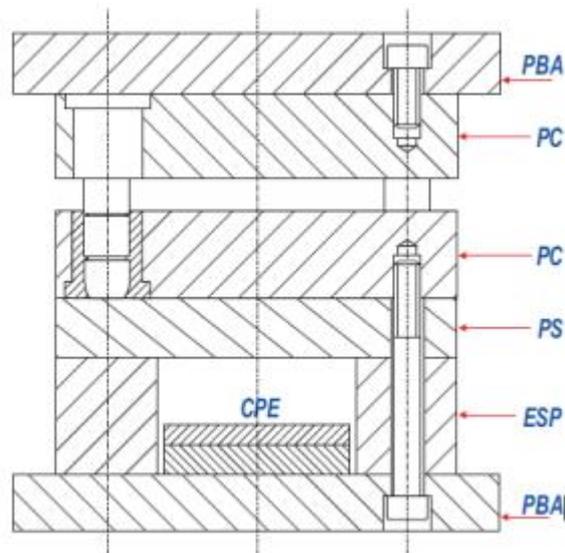
- Pasadores cilíndricos o casquillos de expulsión
- Por medio de placas de expulsión
- Por mordazas correderas
- Por empuje de aire comprimido

En lo referente a la matricería prima la imaginación del diseñador sobre todas las posibilidades que puede ofrecer la pieza para su fabricación. Es por ello que, retomando el tema de los tipos de expulsión, se pueden combinar varios de estos mecanismos según sea conveniente tanto por la geometría de la pieza, como la facilidad industrial de llevarlas a cabo, por no considerar cuestiones de presupuesto o

limitaciones de maquinaria o recursos. Por ello, en este proyecto se usará una expulsión que combina elementos de mordazas correderas con expulsores cilíndricos, que liberen la pieza para que los expulsores extraigan la geometría.

#### e. Composición del molde, visión general

Los moldes pueden fabricarse de muchas maneras distintas a día de hoy teniendo infinidad de posibilidades dependiendo de la creatividad del diseñador. Sin embargo, por regla general, suelen fabricarse los moldes que sigan más o menos una estructura como la que muestra la Figura inferior.



**Figura 3.** Esquema composición de placas

Se puede ver como se lleva a cabo la composición del molde, así como la posición que deben llevar las placas en todo momento y el sentido en el que se deben orientar las placas. Esto se debe a que las placas deberán llevar tanto elementos roscados como elementos pasantes en su montaje por lo que la orientación es de vital importancia para no tener incompatibilidades geométricas cuando se esté en una fase adelantada en el desarrollo del molde.

Retomando la Figura se va a proceder a nombrar en sentido descendente el nombre de las placas, así como la función que desempeña en el molde.

- **PBA. (Placas de amarre)**

Ambas placas, tanto la superior como la inferior son a priori y antes de mecanizar, idénticas en cuanto a geometría y espesor. Sin embargo, la funcionalidad es a simple vista la misma, son las placas que comunican el molde a la inyectora actuando de placas de sujeción entre estos elementos.

La placa PBA superior será la encargada de unir el molde a la inyectora por la



unidad inyectora de plástico de la máquina. En esta placa será donde se ubiquen los elementos centradores para facilitar la concentricidad entre la boquilla de la inyectora con el orificio que comunicará la cavidad en el interior del molde con el exterior de este.

Por otro lado, la placa PBA inferior, será sujeta por la parte móvil de la inyectora por medio de mordazas entre la prensa y la placa en cuestión. Además, en esta placa se ubicará el elemento mordaza que iniciará el movimiento de expulsión ya que es en esa mordaza donde se roscará la varilla expulsora de la prensa.

- **PC (Placas centrales, macho y hembra)**

A continuación se identificarán las dos placas centrales que serán las placas que más tiempo y trabajo conllevan tanto de diseño como de mecanizado. En ellas será donde se deben generar todas las cavidades necesarias tanto para la pieza como para todos los elementos auxiliares para producir la pieza. En estas placas se deben considerar las cavidades para todo tipo de elementos como pueden ser postizos, mechones guía, centradores, postizos para bebedero submarino, cavidad para las correderas como para su recorrido, taladrados de refrigeración, todos los roscados que sean necesarios... etc.

Gran parte de la eficiencia del molde y su calidad en la pieza final dependen de la precisión tanto del diseño como del mecanizado de estas placas. Se barajan medidas en el taller de décimas de milímetro o en algunos casos de necesitar de elementos que requieran pasar por un proceso de erosión (para postizos) de incluso centésimas de milímetro.

- **PS (Placa sufridera)**

La placa de sufridera se utiliza para llevar a cabo funciones de resistencia de impactos tanto de expulsión como de inyección o como placa auxiliar para extender la placa hembra para casos concretos donde exista riesgo de flexión de la placa macho. En este proyecto no será necesaria su aplicación.

- **ESP (Placas de calzo)**

Estas placas se utilizan a modo de zanco que aporte una distancia necesaria entre lo que será el conjunto de placas expulsoras hasta llegar a la placa macho. Dicha distancia de calzo vendrá determinada por el recorrido que se le quiera dar a la expulsión de la pieza, según ésta lo requiera.

- **CPE (Placas expulsoras)**

Finalmente, las placas expulsoras, que se componen de una placa superior de espesor menor que su contraparte. La superior generalmente contiene el cuerpo cilíndrico que penetrará en la placa macho llevando a cabo la expulsión. Por otro lado, la parte inferior es la encargada de contener los tornillos de unión hacia la parte superior, además en esta placa se deja el mecanizado de las cabezas de los expulsores de tal manera que queden encajados en esta placa. Gracias a que queden encajados y la tornillería de sujeción entre las dos placas, se dejan encerrados y bloqueados los expulsores en su interior.

### 3. Descripción del molde y sus elementos

#### a. Funcionamiento general del molde deseado

El molde se diseñará del tipo multicavidad de colada fría cónica (Según DIN 24 450), lo cual significa que será capaz de producir varias piezas por inyectada mediante distintas placas apiladas con lo mecanizados pertinentes en las respectivas placas del molde, con tal de asegurar la geometría de la cavidad de inyección. En este caso, el molde funcionará por un mecanismo muy simple de correderas guiado por mechones estandarizados. Gracias a esto, se pretenderá conseguir movimientos fluidos en las trayectorias de las correderas de la forma más suave y sin vibraciones.

Tras cada apertura del molde por el plano de partición se deberán alejar las correderas de su posición generadora de geometría, hacia una posición donde el saliente de la corredera deje una vía libre para la expulsión de la pieza.

Por otro lado, la expulsión se llevará a cabo por medio de expulsores cilíndricos sujetos y aprisionados entre las placas expulsoras con el fin de evitar juegos y/o oscilaciones en los trayectos de expulsión y retorno en distintas inyectadas en el molde.



*Figura 4. Ensamblaje completo del molde*

#### b. Material para la fabricación del molde

Una vez conocido tanto el tipo de molde que se pretende diseñar, así como las distintas placas que la componen, se debe ahora buscar el tipo de material del que deben estar hechas las placas que se necesitan. Así pues, las condiciones de entorno del proyecto giran sobre el prototipado de una nueva pieza para el mecanismo de un reposabrazos bajo pruebas. Con lo cual, no es un proyecto que esté pensado para llevarse a cabo con tiradas industriales de grandes cifras. Por lo tanto, se considera que el material para desarrollar el molde del prototipo debe ser de un material fácil de mecanizar, que ahorre tiempo de mano de obra y con ello que agilice el proceso de la

Enzo Giuliano Genovese Moreno

fase de prototipado del producto, para en un momento dado, hacer el molde final. Con lo cual se puede deducir que se busca un material fácil de mecanizar, que sea lo más barato posible, que le caracterice una alta conductividad térmica, que tenga buen comportamiento frente al desgaste y en ambientes corrosivos, todo bajo condiciones de dureza y pulibilidad del molde, por último, como compromiso medio ambiental, que sea lo más eco-friendly posible y todo lo reciclable que las condiciones permitan.

### 3.1 Selección del material para las placas

Antes de comenzar, se debe predefinir unos requisitos exigibles al material del molde, por tanto, se retoman las condiciones indicadas en el párrafo anterior y con ello se definen los siguientes criterios:

- Dureza “baja” para mecanizado
- Bajo coste
- Alta conductividad térmica
- Resistencia al desgaste y ambientes corrosivos
- Reciclable
- Resistencia a impactos
- Punto de fusión elevado (Mayor que el de los posibles plásticos inyectables)

La búsqueda de los materiales viables para este proyecto se hará por medio de Granta CES EduPack. Como primer paso, iniciamos Granta CES EduPack indicando que se va a usar en el nivel más alto de variedad de materiales es decir el “Level 3”, y con ello, la colección de materiales catalogados como *Bulk Materials*, es decir materiales en abundancia para fabricaciones industriales.

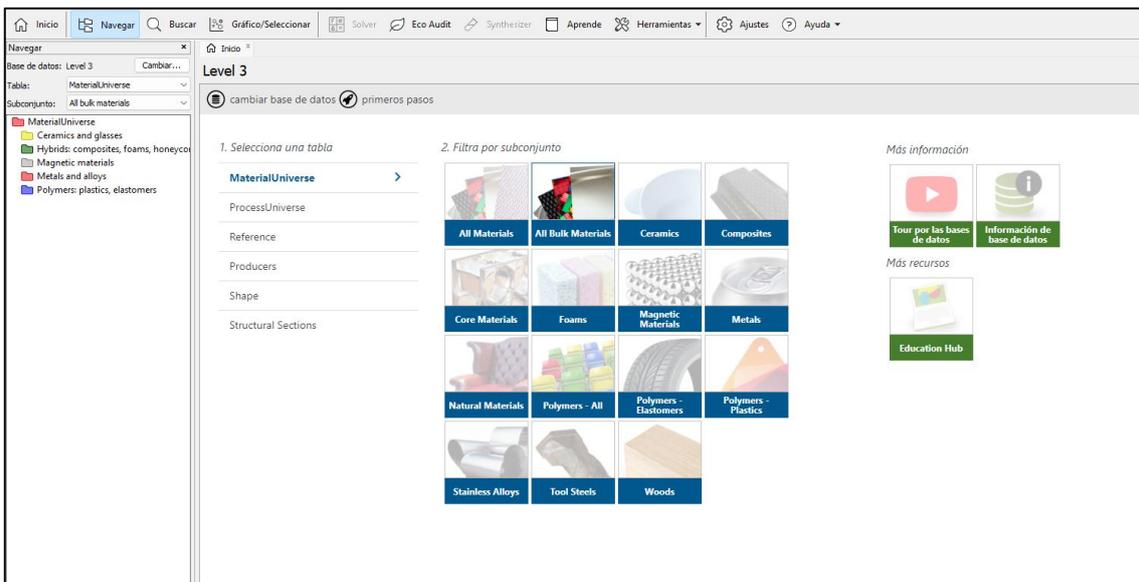


Figura 5. Entorno de Granta CES EduPack, Level 3, Bulk Materials

Seguidamente, se aplicará el primer criterio de filtrado, el cual será el precio por

Enzo Giuliano Genovese Moreno

kilogramo del material. Es importante destacar, que los precios de este software son aproximados. A día de hoy esos precios han subido notoriamente, pero a nivel cualitativo, ayudará a identificar el material/materiales necesarios. Por ello, se indica un valor arbitrario máximo de 10€/kg y mayor a 5€/kg. De ser necesario, si se precisa una segunda iteración de búsqueda con otros valores, puede ser modificado sin problema alguno. Gracias a esto, se observan los siguientes materiales como viables.

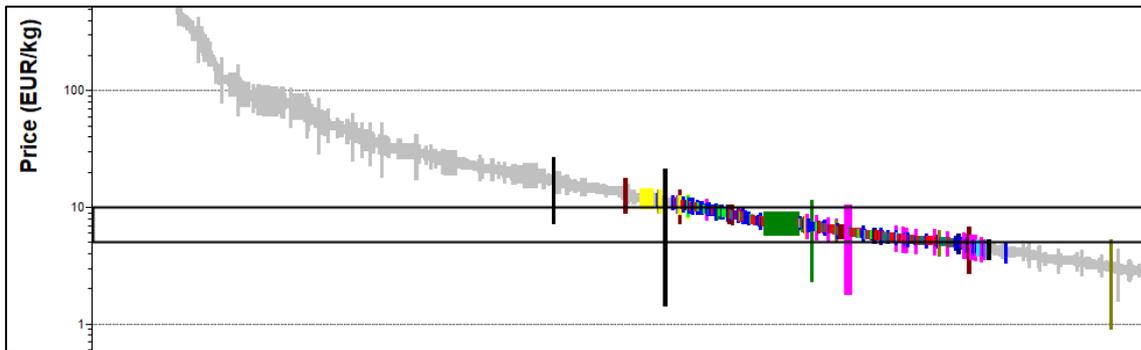


Figura 6. Criterio 1. Precio (€/kg)

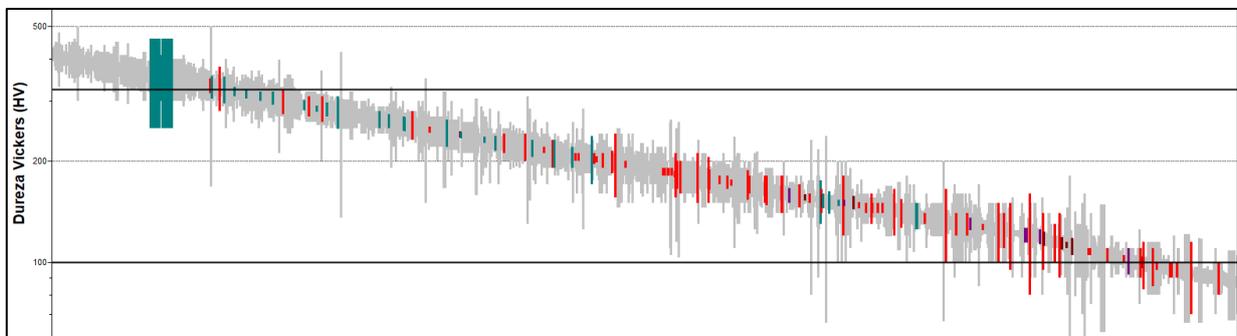
Con esta indicación se ha conseguido filtrar de la base de datos de 4181 materiales a unos 711 materiales con esos precios. El siguiente criterio será indicar que se necesitan materiales con puntos de fusión superiores a todos los plásticos. Así pues:



Figura 7. Criterio 2. Conductividad Térmica (W/m·°C)

El número de materiales ha descendido a los 272 materiales posibles, los cuales se están empezando a situar entorno (obviamente a metales debido al punto de fusión) centrándose en cobres, bronces, aceros y aluminios. Siguiendo con los criterios indicados, sigue la dureza necesitada, que tiene que ser alta pero que sea fácil de mecanizar.

Considerando que las herramientas de corte utilizadas en matricería son taladros y fresadoras CNC, se va a considerar que las herramientas no serán las mejores del mercado, hay que adaptarse a las limitaciones que en este caso posee la empresa encargada del diseño de este molde. Por tanto, no se dispone de fresas capaces de cortar materiales demasiado duros, siendo el máximo posible el mecanizar aceros sin templar con un desgaste aceptable de las herramientas. Considerando que los aceros templados tienen una dureza de 455 HV, se va a situar el máximo admisible en 325 HV como valor arbitrario y un mínimo de 100 HV.



**Figura 8.** Criterio 3. Dureza Vickers (HV)

Con este criterio se han eliminado los cobres como materiales factibles para la fabricación de moldes.

Así pues, se prosigue con la búsqueda indicando que debe tratarse de un material que resista bien ante desgastes por rozadura y condiciones de contacto, indicable en Granta CES EduPack como *Galling Resistance*; que también incluye resistencia a adhesiones, lo cual es ideal para la condición de desmoldeo de la pieza.

Granta, devuelve una clasificación por cajas separando en niveles de calidad con respecto al criterio indicado. En este proyecto se desea considerar unas prestaciones excelentes en este aspecto.

Finalmente se indica que debe tener una resistencia a la rotura de más de 400 MPa y hasta un valor máximo de 1000 Mpa. Gracias a todas estas indicaciones mostradas, se observa que el número de materiales aún es de 121, no obstante, esos materiales son variantes de aceros, aluminios y bronces. Ergo, se puede concluir que el molde deberá de estar fabricado con uno de esos materiales o en su defecto de la composición de estos. Pudiéndose destacar los aceros como material de fabricación principal en la industria, bien sea por aceros bonificados, cementados o incluso templados, para moldes de largas producciones.

Enzo Giuliano Genovese Moreno

Sin embargo, hay que hacer una lectura de los resultados facilitados por Granta CES EduPack, se indican los bronce como material viable, pero a día de hoy es inviable porque es demasiado caro y lento para usar en grandes escalas de producción.

Es por ello que se considera como el material más factible para el diseño y mecanizado del conjunto del molde el aluminio o el acero ante presupuestos ajustados. Ambos presentan un precio relativamente barato, facilidad de mecanizado, reciclabilidad y es un material que no se puede considerar como residuo una vez acabada su vida útil, puesto que siempre es reutilizable casi en su totalidad incluida la viruta generada.

Por último, como proceso de fabricación para la manipulación de las placas se usarán fresadoras de mínimo 3 ejes para el mecanizado de todos los elementos que se necesiten.

### 3.2 Inyectora

Desde un primer momento, el molde será diseñado para llevar a cabo la inyección del modelo prototipo, dentro de la empresa IDELT, con la cual hay acuerdos laborales entre la actual empresa IRRLOP, por tanto, los criterios de inyección son los que la empresa cooperadora en el proyecto pueda ser capaz de facilitar. En otras palabras, el diseño del molde deberá ser diseñado para que con la maquinaria que tienen disponible en IDELT, se pueda inyectar. Así pues, se indicarán en este proyecto cuáles son esas condiciones de inyección solicitadas por el cliente.

La inyectora donde se va a comenzar la fabricación es una Haitian 1200MA, que es capaz de ejercer una fuerza de cierre de 120 toneladas.



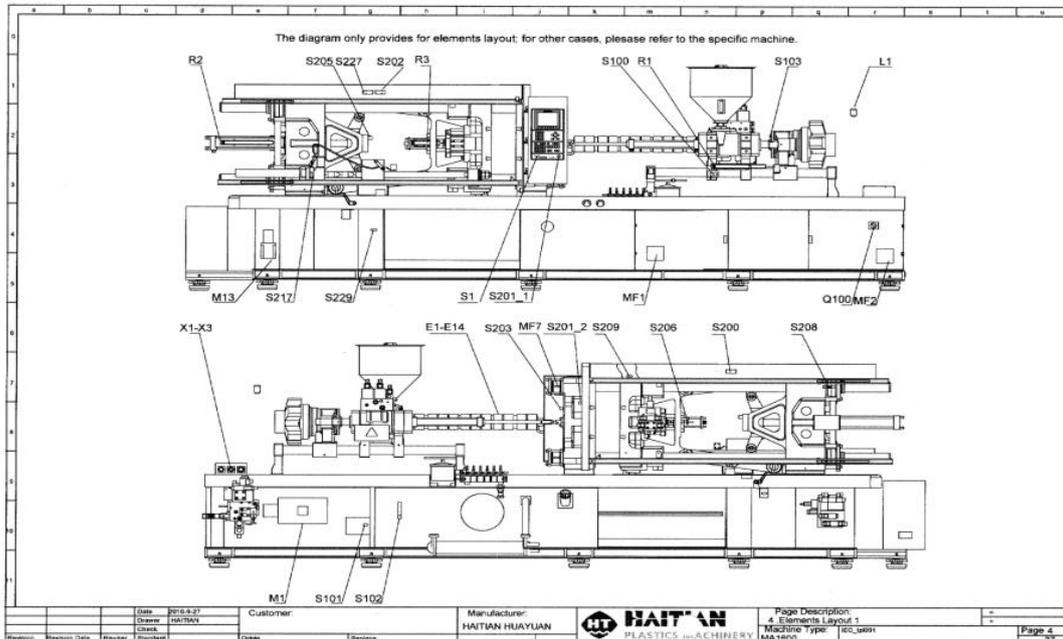


Figura 9 y 10. Inyectora de plástico Haitian MA1200.

Esta inyectora se caracteriza por la fuerza de cierre que puede ejercer, como se ha mencionado con anterioridad es de 120 toneladas. Esas 120 toneladas fuerza se pueden traducir considerando la superficie de aplicación, que es la superficie de las placas macho/hembra, como unos 100 MPa.

A modo de explicación general de las inyectoras de plástico, se puede ver en la figura del plano superior como claramente hay 3 partes identificables. Se observa la parte que atañe a la funcionalidad de inyección del plástico, se puede identificar por el cañón del husillo, así como la tolva que posee para la entrada de material al husillo. Esta parte de la máquina se caracteriza por estar a alta temperatura puesto que es ahí donde se funde el plástico a inyectar y presenta en el extremo la boquilla de inyección, por donde saldrá el plástico hacia el interior del molde por medio del bebedero.

Otra parte identificable es la parte correspondiente a la maquinaria que tiene la funcionalidad de prensa. Esta parte, se encarga de cerrar el molde por el plano de partición con la fuerza necesaria para que la inyección del plástico no sea capaz de abrir el molde. Además, también debe tener un movimiento de repliegue que abra el molde, para así distanciar la placa macho de la hembra y poder comenzar con el proceso de expulsión finalizando el ciclo de inyección. Esta parte de la máquina presenta una fuerza de cierre muy elevada (considerando que es una inyectora pequeña), puesto que independientemente del molde que se vaya a utilizar debe tener fuerza suficiente para cerrar con fiabilidad cualquier tipo de molde que (por dimensiones) entre en esta máquina.

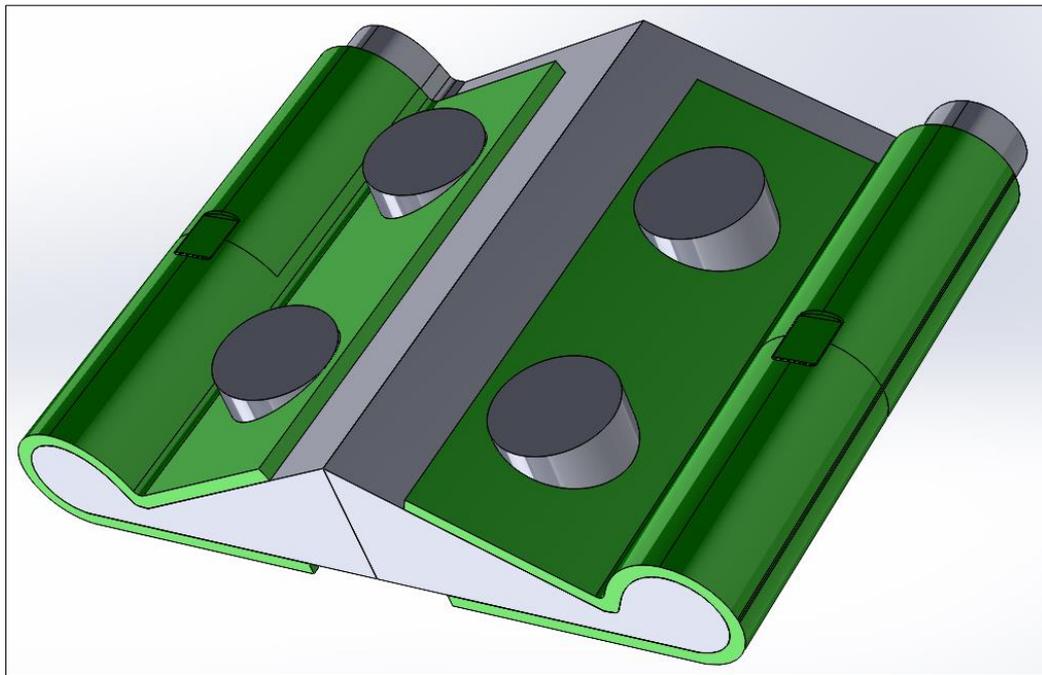
## 4. Proceso de diseño

### 4.1 Modelaje del bebedero en molde

Una vez observada la geometría de la pieza hay que considerar la disposición en molde para poder comenzar a diseñar las placas principales (El conjunto Macho/Hembra). Para ello, hay que estudiar distintas posibilidades para colocar la pieza en el molde, y además considerando el número de piezas que se van a fabricar por cada ciclo de inyección de la máquina. En este caso, el cliente no especificaba ninguna cuantía de fabricación por inyectada, por ello, se ha considerado hacer una inyectada de 4 piezas simultáneas.

A modo de ideas, se consideró que la pieza podría fabricarse en molde de dos formas distintas:

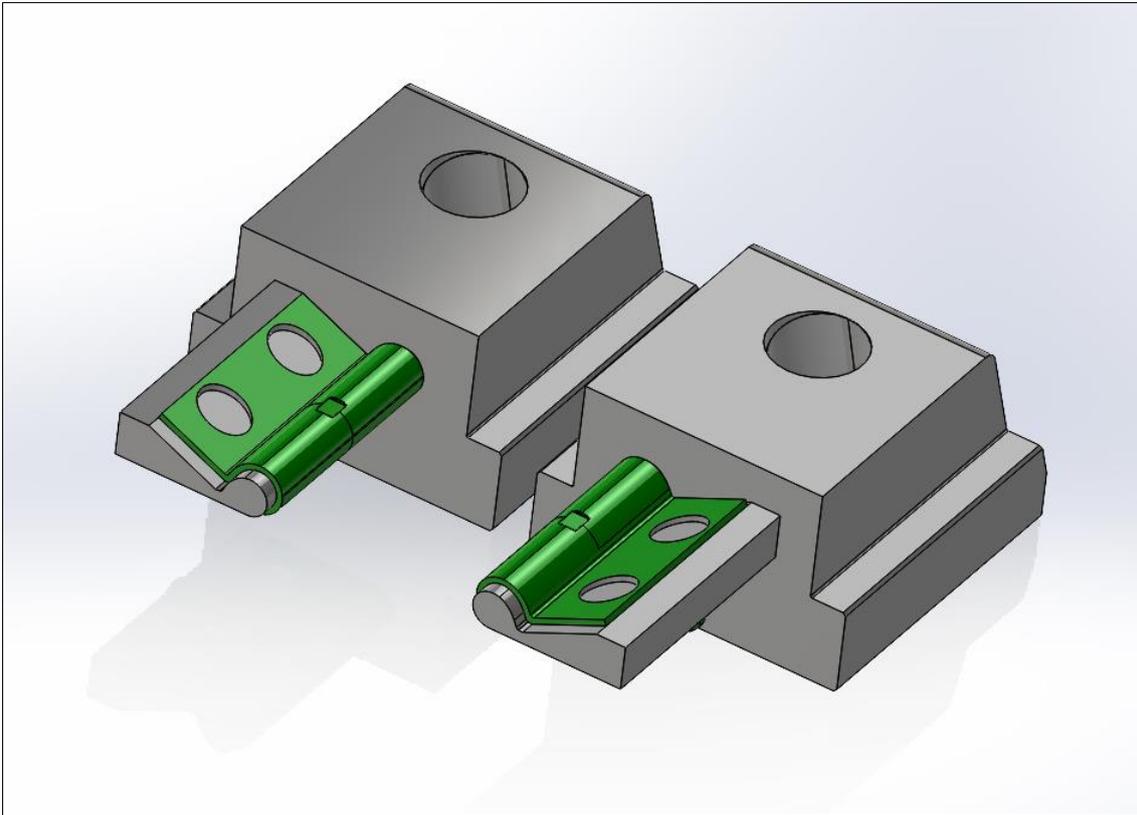
1. Mediante un inserto vertical, generar la pieza en ese inserto y extraerla verticalmente por el inserto hasta su liberación.



*Figura 11. Posible solución, inyección en inserto.*

Sin embargo, esto es completamente inviable, debido a el mecanismo de desmoldeo. Como se puede observar, se necesitarían de unos pequeños salientes para dejar las cavidades en la bisagra, por tanto, en el momento de la extracción sería imposible de extraer la pieza porque esto pequeños ejes bloquean la trayectoria a seguir en el desmoldeo. Con lo que necesariamente, en caso de tener en elemento móvil debe situarse en la dirección perpendicular a los agujeros salvaguardándolos

2. Inyección apoyada sobre la cara plana y geometría por elementos móviles.

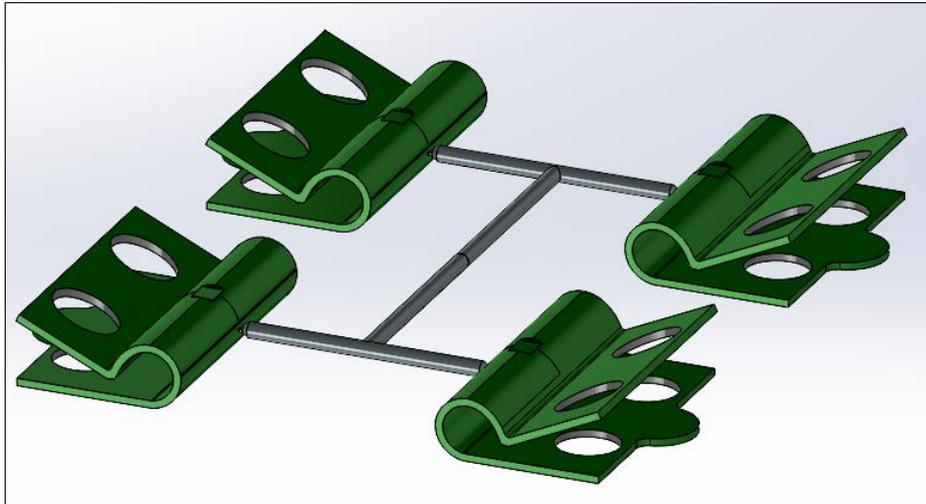


*Figura 12. Inyección sobre correderas*

Con esta idea, se pretende solucionar la problemática de los agujeros que posee la figura, de esta manera el desmoldeo sería más sencillo puesto que solo hay que desplazar el ancho de la sección para separar la pieza de las placas. Los agujeros se generarán por medio de los negativos de los agujeros en macho y hembra, por tanto, una vez el molde se abra, los agujeros de la parte superior (Hembra) se liberarán, con lo que una expulsión simple desde macho, sacará la pieza de los ejes presentes en la placa macho.

Sin embargo, el mecanismo queda más sencillo, pero ahora, será necesario desarrollar el mecanismo corredero que sea capaz de generar ese espacio interno de la figura. Este mecanismo de correderas se estudiará en subapartados de este documento, en el bloque de **Modelado de placa Macho/Hembra**.

Finalmente, conociendo que el modelo más viable en molde es la opción de la **figura 19**, se puede deducir que, si se quieren inyectar 4 piezas y en esa disposición con correderas, el bebedero deberá contener en el mismo plano 4 ramas de flujo de poliamida. Con lo cual, la organización del bebedero sería la siguiente:



*Figura 13. Distribución de las piezas*

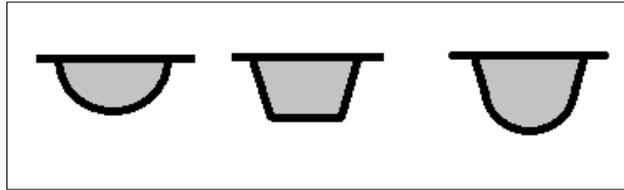
Necesariamente las bisagras deberán orientarse así para no molestar con las correderas. Además, todo el plástico inyectado en bebedero, es material perdido o que irá a triturado, lo cual, le da una segunda vida útil a ese plástico, pero las propiedades ya no son exactamente iguales a las de un material no inyectado, conocido vulgarmente como “virgen”. Por otro lado, se debe minimizar el recorrido de material en el bebedero puesto que canales más largos implican mayores pérdidas de presión comprometiendo la calidad de la pieza. Por tanto, gracias a esta distribución además se hace el menor recorrido posible de plástico en bebedero.

Por último, hay que considerar 2 aspectos primordiales para el diseño de los canales calientes de los bebederos, como son la entrada en pieza y el plano de partición. El bebedero debe situarse obligatoriamente sobre el plano de partición para así asegurarse que el molde al abrir libere por completo el bebedero, ya que en caso de rotura del bebedero o similares, podría significar para la producción para limpiar el molde de residuos de plástico pegados.

Respecto a la entrada en pieza, existen varios tipos de entrada en pieza. Normalmente priman 3 en la industria cada uno con sus ventajas y sus inconvenientes.

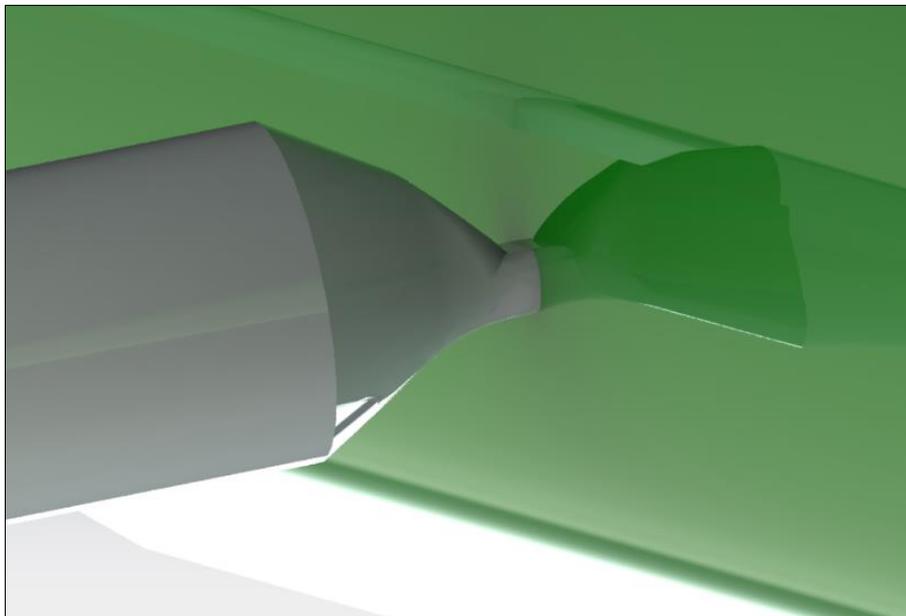
- Entrada circular
  - Flujo y refrigeración ideal por el bebedero
  - Poca área de entrada
  - Dificultad de mecanizado en placas (Precisión de CNC)
- Entrada rectangular
  - Flujo y refrigeración deficiente en cerca de las aristas
  - Buena sección de entrada
  - Muy fácil de mecanizar
- Entrada Híbrida
  - Buen flujo y refrigeración
  - Buena área de inyección

- Mecanizado de aceptable



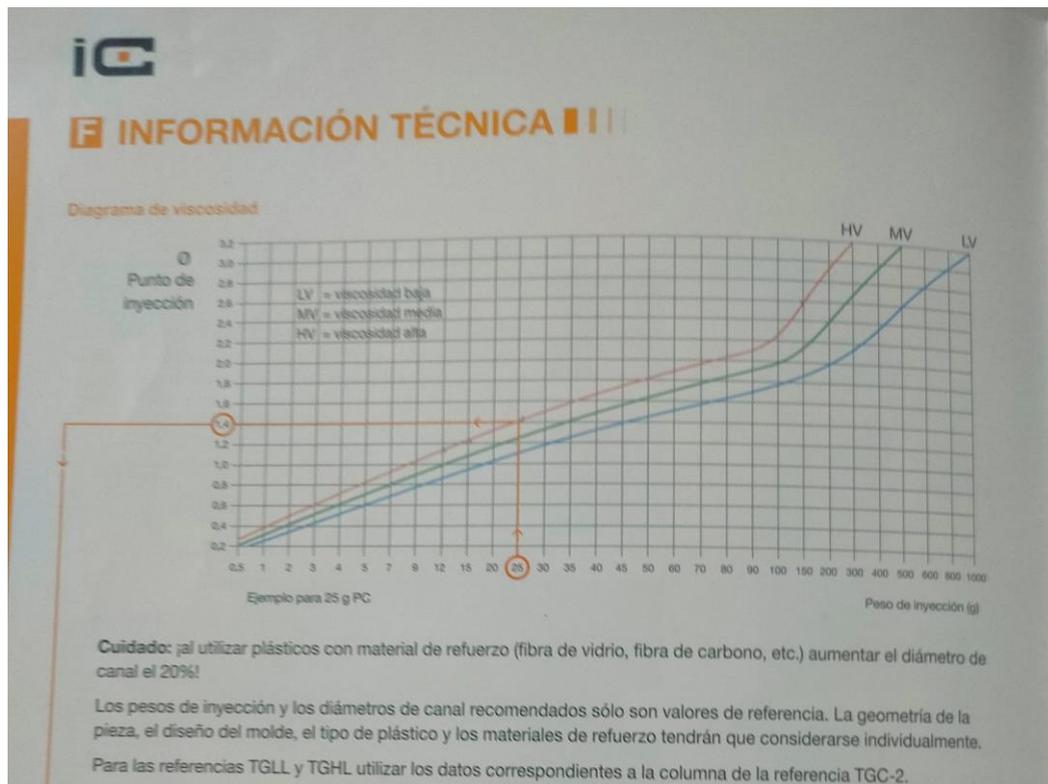
*Figura 14. Tipos de entrada en pieza*

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se opta por la entrada circular porque en este caso particular, IRRLOP dispone de fresas de punta redondeada de diferentes diámetros con lo cual el único inconveniente que presenta esa entrada queda subsanado. Por otro lado, en la figura 6, se puede observar por donde se hará la inyección del PA6.



*Figura 15. Entrada en pieza*

En esta figura se puede observar cómo hay que aproximar lo máximo posible el canal del bebedero a la pieza para que cuando se lleve a cabo la reducción de sección para la entrada se minimice el enfriamiento prematuro del plástico en su entrada a pieza (evitando cambios de sección bruscos que puedan producir atascos en el flujo). Por otro lado, la entrada a pieza debe tener una superficie tabulada según el peso de la pieza a fabricar. En este caso, la bisagra necesita una entrada de 4 mm<sup>2</sup> porque tiene un peso menor a los 2 gramos.



**Figura 16.** Gráfica de entrada en pieza necesaria

Se puede comprobar en la gráfica que para un valor en masa de pieza a inyectar de 2 gramos (La pieza en cuestión pesa 1.77 gramos cada una) se necesitará, considerando un plástico de viscosidad media, una entrada mínima de 4mm<sup>2</sup>.

## 4.2 Modelado de la placa macho y hembra.

En matricería se utilizan los nombres de placas macho y hembra puesto que una de las placas se inserta en la otra, no obstante, también se podría hablar de placa cavidad y placa de núcleo. En este caso, no hay ninguna inserción de una placa en la otra, sin embargo, la hembra/cavidad siempre suele situarse del lado de la inyección de plástico, con lo cual, se seguirá ese razonamiento para la nomenclatura de las placas.

### 4.2.1 Placa Macho

Como partida, y considerando que la superficie necesaria para la inyección de todas las piezas, mínimo debe ser de las dimensiones del bebedero, se va a usar una placa de 246x246 con un espesor de 66 mm. Además, se deben tener en cuenta todos los elementos que deberá contener la placa para su correcto funcionamiento, por eso se recurre al uso de esa placa con esas dimensiones.

En IRRLOP, se obtienen todas las materias primas posibles de empresas locales de Ibi, lo que facilita el trato y la agilidad de pedidos y repartos. Por ello, las placas que serán utilizadas corresponderán a una empresa local de elementos para matricería, Bru

y Rubio (CIF: B03005923). Así pues, debido a las justificaciones indicadas, también se usarán todos los elementos posibles de su catálogo.

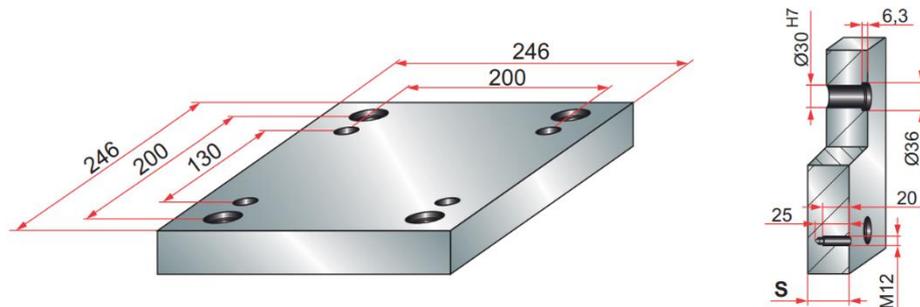


Figura 17. Placa de partida Macho. PC 246x246x66

La placa es de acero según la nomenclatura **UNE corresponde al 1.1730 (AISI 1045)**, correspondiente a acero al carbono para herramientas, no aleado. Denominada en catálogo como **PC 246x246x66 1.1730**

Para empezar, se realiza una resta booleana de sólidos entre el bebedero y la placa, lo cual dejará la geometría correspondiente a esa placa, dicha geometría se conoce como negativo. Como es evidente, se hará en la posición en la que queremos dejar las futuras correderas. Esto es importante a la hora de considerar que las placas tienen unos guíados en las esquinas de 30mm de diámetro, por lo que considerando que además tienen en dos de sus lados unas roscas para apretarla contra el resto de las placas y así asegurar su posición, hay que considerar la dirección en la que se desplazarán las correderas.

Es importante recordar tal y como se ha mencionado en el apartado anterior (Modelaje del bebedero en molde), que hay que situar el bebedero a la hora de llevar a cabo la resta booleana, de tal manera que el bebedero quede contenido en el plano de partición. Siendo más exactos, si el bebedero es de sección circular, que quede medio círculo contenido en la placa macho y la otra mitad en lo que será la placa hembra.

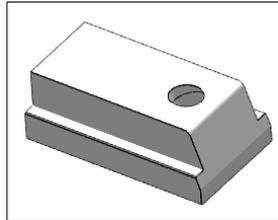
Por otro lado, se mecanizará intencionadamente una hendidura circular con un ángulo de convergencia hacia la otra cara del macho de 1°. Esto se hace para poder situar una aguja expulsora y facilitar la expulsión del bebedero en el futuro proceso de desmoldeo. Además, gracias a la hendidura, se asegurará que el bebedero quede adherido (por el rechupe del plástico) al macho, que es donde estará acoplado el sistema de expulsión de la pieza y no a la hembra el cual sería un retraso importante en la producción, porque quedaría en una disposición difícil de extraer y se realizaría manualmente.

#### 4.2.1.1 Correderas

Seguidamente, se necesitarán de las correderas para poder llevar a cabo la inyección y desmoldeo de las piezas según el concepto indicado en el Apartado 2.2. Así

pues, será necesario un elemento estandarizado que pueda servir como elemento móvil en el que se pueda mecanizar fácilmente la geometría necesitada en el propio elemento.

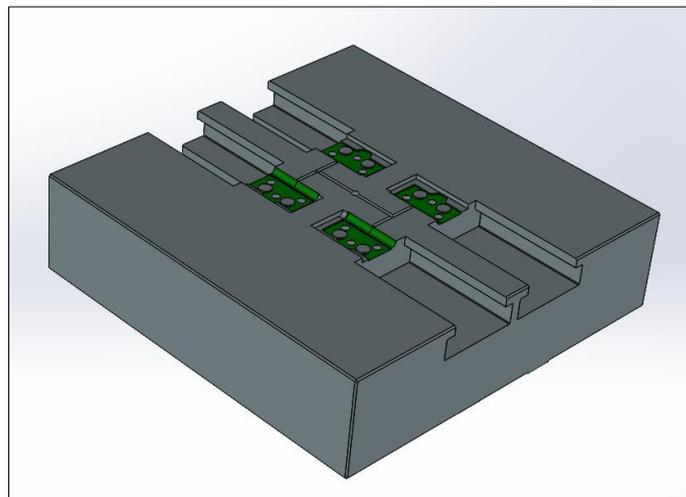
Otro proveedor para elementos de matricería, pero con un catálogo mucho más amplio es Meusburguer, empresa alemana que facilita elementos normalizados y estandarizados para el diseño y fabricación de moldes. Entre su oferta, se haya el elemento E3017, que corresponde a un bloque macizo de acero según norma UNE 1.2311.



**Figura 18.** E3017 30x40x90 de Meusburguer.

En el conjunto de documentación de este proyecto se adjuntarán los planos para el mecanizado de estas correderas, aunque solo se indica una acotación de una de las correderas, puesto que son simétricas 2 y 2.

Por tanto, una vez se dispone de las correderas con la geometría correcta se sitúan por medio de referencias en el entorno CAD de Unigraphics NX 1899, en la posición exacta que ocuparán con el molde cerrado y después se vacían las zonas de trayectoria de las correderas hasta un valor que ahora se calculará. A continuación, se muestra una figura del aspecto que tendrá la placa macho en este punto del diseño.

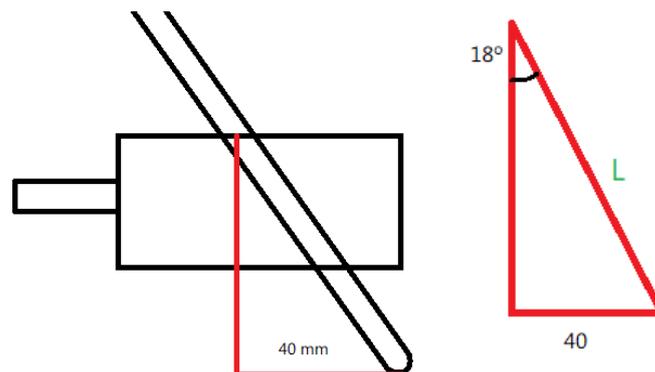


**Figura 19.** Placa macho con negativo de correderas y bebedero

La pieza mide de largo 36.72mm, por lo cual necesitamos que como mínimo, la corredera sea capaz de desplazarse esa distancia. Además, a modo de sujeción se va a dejar una distancia pequeña de unos 3 mm para que el voladizo de la corredera asiente al otro lado de la pieza y que debido a las fuerzas del flujo de plástico no flechte

modificando la geometría. Por ello consideramos unos 40mm de desplazamiento mínimo necesario.

Teniendo en cuenta que la corredera se mueve debido a una guía situada a  $18^\circ$ , significa que desde el inicio del mechón guía hasta el final deberá tener una proyección horizontal sobre el macho de 40mm, considerando toda la longitud perdida contenida en la hembra. Así pues, por medio de trigonometría, se puede calcular que el mechón deberá de tener una longitud de 140mm

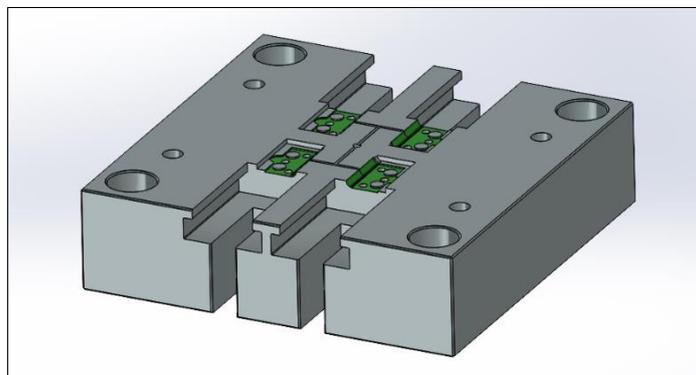


**Figura 20.** Esquema cálculo longitud mechón guía.

$$L = \frac{40 \text{ mm}}{\sin(18^\circ)} = 129.44 \text{ mm}$$

Como se puede deducir, no hay ningún elemento que tenga las medidas exactas necesarias, aunque en cualquier caso siempre podría ser mecanizable en cualquier taller. No obstante, se opta por obtener el mechón guía de una longitud de 140mm.

Se puede ver en el esquema, los mechones van a sobresalir tanto por debajo como por fuera de lo que será la placa del macho, por ello habrá que realizar una sustracción del material que ocupa la trayectoria del mechón en su movimiento. Así pues, tendrá el siguiente aspecto la placa macho.



**Figura 21.** Macho con las cavidades de las correderas + bebedero



Además de esto, podemos observar que la corredera tiene que desplazarse tanto, que quedan 3/4 partes de la corredera sobresaliendo del macho. Esto no es para nada conveniente puesto que pueden existir dificultades a la hora de volver a cerrar el molde porque la corredera se haya descentrado una vez haya llegado al extremo del desplazamiento. Ergo se necesitarán de extensiones en el macho a modo de “balcones” o “pasarelas” que contengan y mantengan las correderas centradas en su posición.

Por último, se necesitará taladrar tanto en el macho como a posteriori en la hembra, un taladrado en cada placa distanciado unos 25mm donde se insertarán unos pasadores que se usarán para ubicar el cierre de seguridad BR6040. Ese seguro impedirá que el molde se abra, poniendo en compromiso la seguridad del operario durante el transporte del molde entre las distintas inyectoras o el almacén.

### Estudio de resistencia de la placa macho

La placa macho será la encargada de padecer todos los esfuerzos provenientes de la fuerza de cierre y de inyección de la máquina. Por lo tanto, como diseñador del molde, se debe conocer en qué magnitud puede afectar esa fuerza a la condición de la placa macho. De tal manera **se procede a** estudiar el comportamiento de esta placa por medio de una **simulación en estático en SolidWorks**.

1. Primero se importa el archivo proveniente del software NX, donde se han generado estos sólidos, y se pasa por el diagnóstico de importación ante la posibilidad de que se produzcan errores en la importación. Este paso es necesario y muy importante ante la posibilidad de que de muchos fallos el mallado del sólido para llevar a cabo la simulación.
2. Seguidamente, se indica cual será la superficie de apoyo para el estudio. En este caso será la parte contraria al plano de partición del molde.
3. A continuación, se indica que la placa será sometida a un esfuerzo de presión constante y homogéneo de 70 MPa para así poder comprobar sus tensiones por medio de Von-Mises.
4. Se genera el mallado con una condición de calidad media, que es la predeterminada por SolidWorks que tiene una buena calidad para este estudio.
5. Finalmente, se inicia la simulación obteniéndose los siguientes resultados.

Se puede comprobar como los puntos que mayor concentración de tensiones van a tener son las aristas que quedan en voladizo correspondientes al guiado horizontal de las 4 correderas. Por otro lado, la placa tiene taladrados que no modifican el comportamiento de la placa ante este esfuerzo de compresión incluso en la geometría de pieza no se producen concentraciones de tensión. Esto puede ser un buen indicio de

Enzo Giuliano Genovese Moreno

que la integridad del molde no estaría en compromiso ante alguna ligera sobrepresión de inyección, aunque se puede observar que holgadamente podría resistirla.

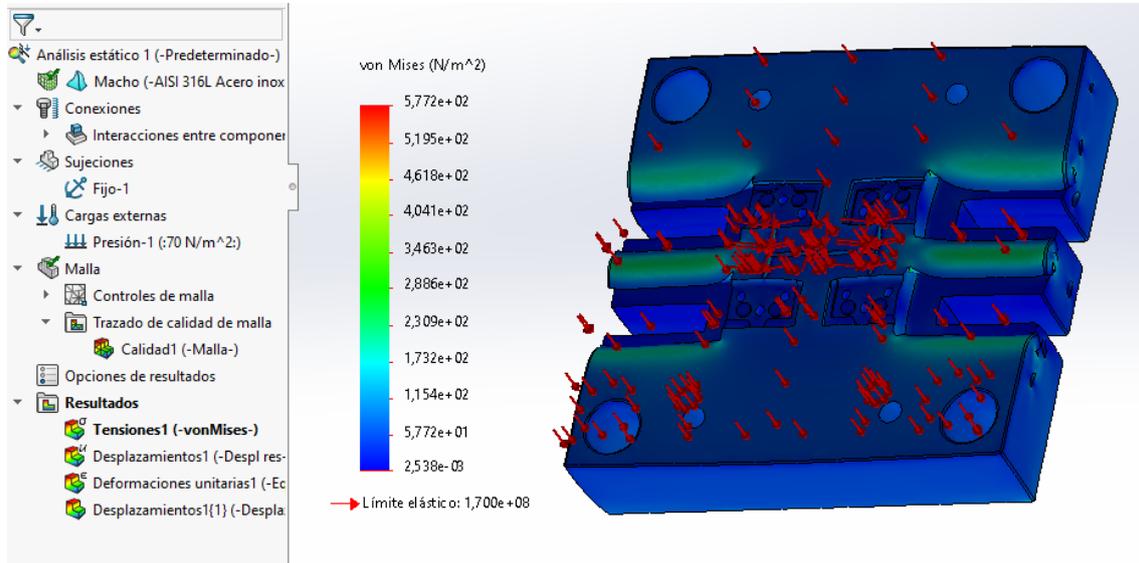


Figura 22. Tensión de Von Mises

Con este análisis, se puede también observar el desplazamiento que va a sufrir la placa. Según el software, el desplazamiento máximo se produce en los labios del guiado de la corredera, teniendo un desplazamiento de 5.13946 e-11 metros. Lo cual solo por las magnitudes que se han obtenido en el estudio son completamente ínfimas para una placa de acero con ese espesor.

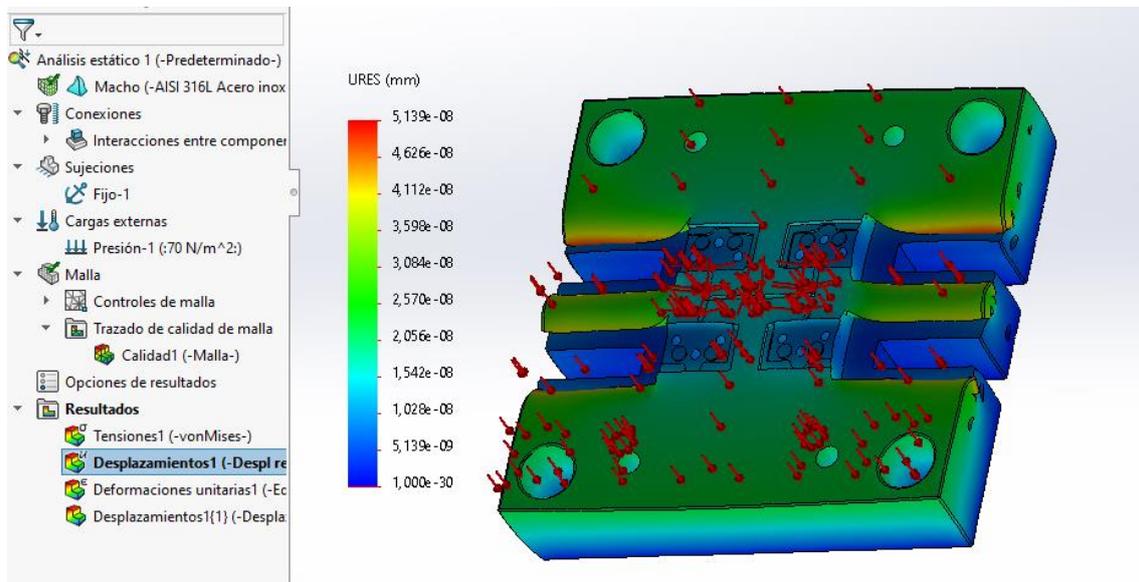


Figura 23. Desplazamientos observables

Gracias a este análisis se puede asegurar que la placa con más esfuerzos a Enzo Giuliano Genovese Moreno

soportar, tiene la resistencia mecánica suficiente para no comprometer la seguridad de ningún trabajador, así como la viabilidad de este proyecto.

#### 4.2.1.2 Pasarelas

Las extensiones necesarias para asegurar el posicionamiento y guiado de las correderas se realizarán por medio de unos bloques de acero de la misma aleación que la placa macho. Serán una prolongación de la geometría que tiene el macho, salvo por la condición de que, en su límite exterior, tendrá un perímetro cerrado.

La geometría de estos dos balcones seguirá el perfil exacto que se puede ver en la cara frontal de la figura 31. Es importante mencionar que todos los elementos que puedan ser manipulados por operarios de taller deberán tener, al menos en sus aristas de más fácil acceso, los cantos matados por medio de un chaflán (1mmx45°), por lo que, en estas pasarelas, también se deberán mecanizar. Por tanto, la geometría sería la siguiente:

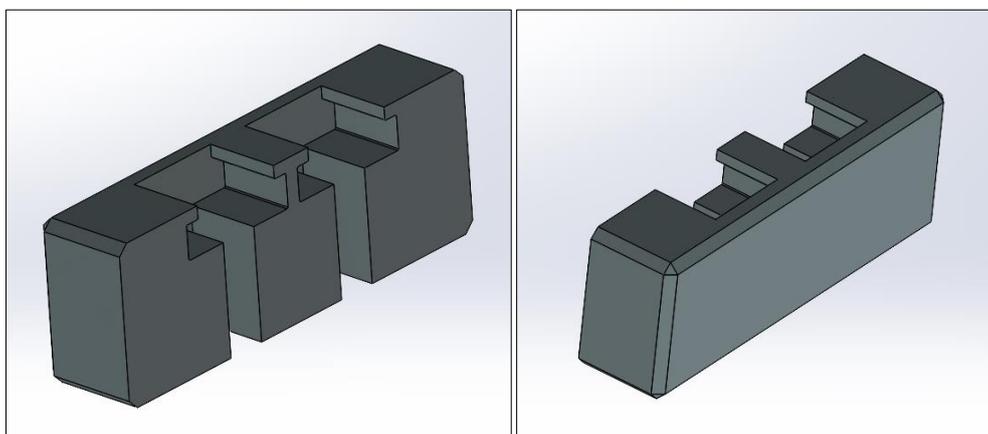
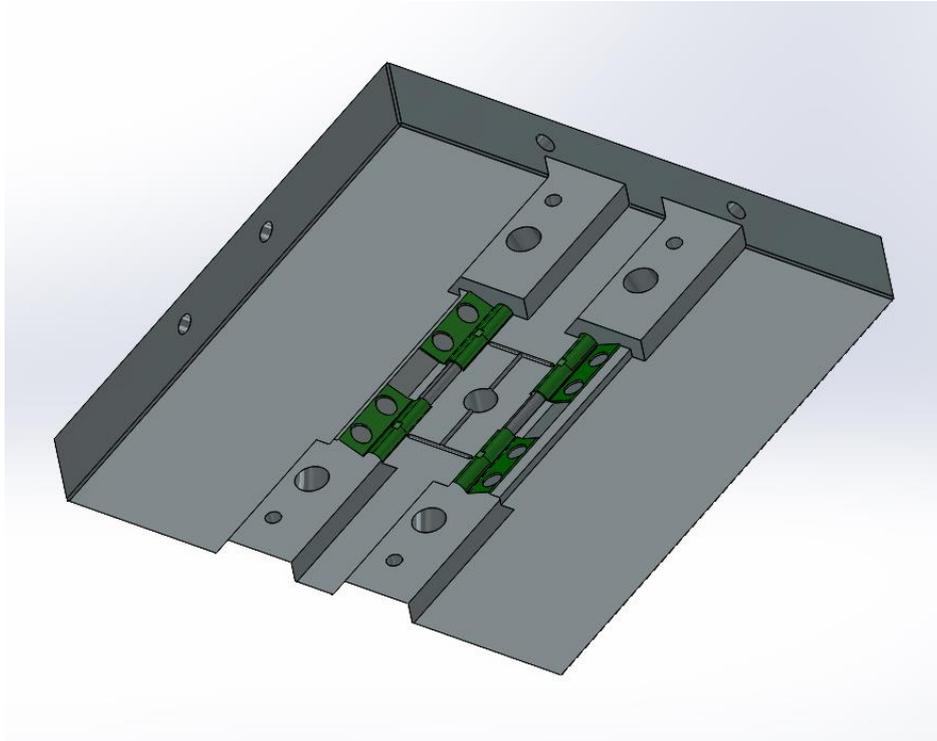


Figura 24. Pasarelas

#### 4.2.2 Placa Hembra

El modelado de esta placa, es más sencillo que el procedimiento seguido en el macho. Se parte de la geometría generada por el negativo del bebedero, y se vacía la geometría que van a ocupar las correderas en su desplazamiento de liberación. Sin olvidar dejar la cavidad para el inserto del que será el cono del bebedero.

Seguidamente se van acoplando los elementos necesarios para el guiado en el movimiento de la corredera.



**Figura 25.** Placa hembra PC-246x246x36

Una vez generadas las cavidades del bebedero y de las correderas, se hacen los agujeros del mechón guía de las correderas. Estos mechones deben situarse en un ángulo de inclinación de  $18^\circ$ , y considerando que la corredera tiene  $20^\circ$  en su agujero, esta desalineación permite que sea un contacto puntual entre corredera y mechón, con el fin de mejorar el tiempo de vida útil tanto del mechón como de corredera. En la figura anterior se puede ver el agujero que corresponde al mechón guía, es el agujero de mayor diámetro situado en la cara de contacto entre corredera-placa hembra. El pequeño agujero situado cerca, corresponde al del tornillo de fijación de la cuña.

El inserto de la cuña se ubica justo detrás de la corredera en su posición de molde cerrado y atornillada a la hembra. La cuña facilita y corrige la posible holgura que pueda tener la corredera en su posicionamiento de cierre. Una vez ubicados estos dos elementos, en la placa hembra solo queda el mecanizarle los taladrados de refrigeración, que se explicarán más adelante.

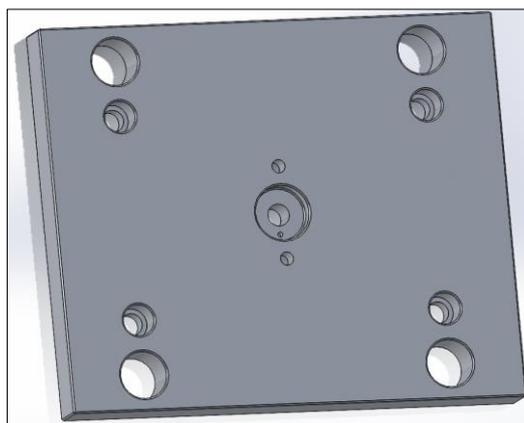
### 4.3 Placas de amarre

#### 4.3.1 Placa de amarre superior

Las placas de amarre son muy importantes puesto que es la placa que une el interior del molde a la inyectora, por lo tanto, deberá contener centrado preciso para la inyección además de que es la placa que contiene los 4 mechones guía principales que

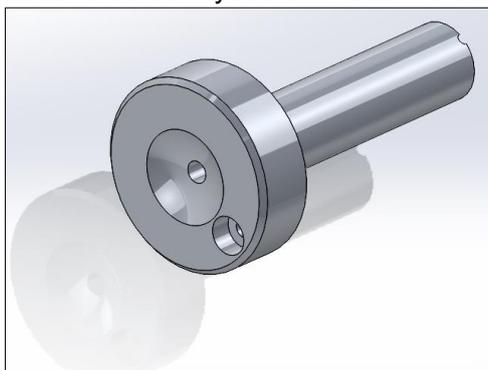
harán de guía para todo el molde en su conjunto.

Así pues, en primera instancia se recurre a la placa facilitada por Bru y Rubio, la correspondiente a la denominada **PBA-EU 246x246x27** también del material **acero 1.1730**. En esta placa, no hay mucho trabajo de taller salvo el mecanizar un pequeño cilindro que corresponde a la cabeza de la boquilla de inyección del bebedero, así como el agujero pasante que conectará al plano de partición atravesando la hembra por completo. Además, la placa trae 4 agujeros pasantes para tornillos M12 que presionarán la hembra contra la placa de amarre y así quedarán sujetas la una a la otra.



**Figura 26.** Placa de amarre superior. PBA-EU 246x246x27

Por último, también se deberá realizarle 3 taladros que corresponderán a dos agujeros para roscado de tornillos de sujeción del disco centrador, y un pequeño taladro para un tornillo M4 que bloquee el giro de la boquilla-bebedero. Esta no debe girar porque puede bloquear los canales de inyección mecanizados en macho y hembra.



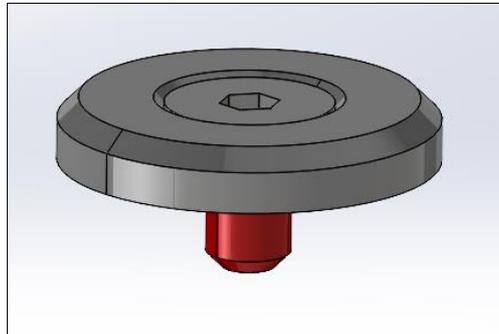
**Figura 27.** Boquilla – Bebedero BRB3x100mm. Con canal de bebedero mecanizado

Esta boquilla se compra de una longitud superior a la necesaria puesto que así podrá recortarse y mecanizarles las salidas a los canales del bebedero.

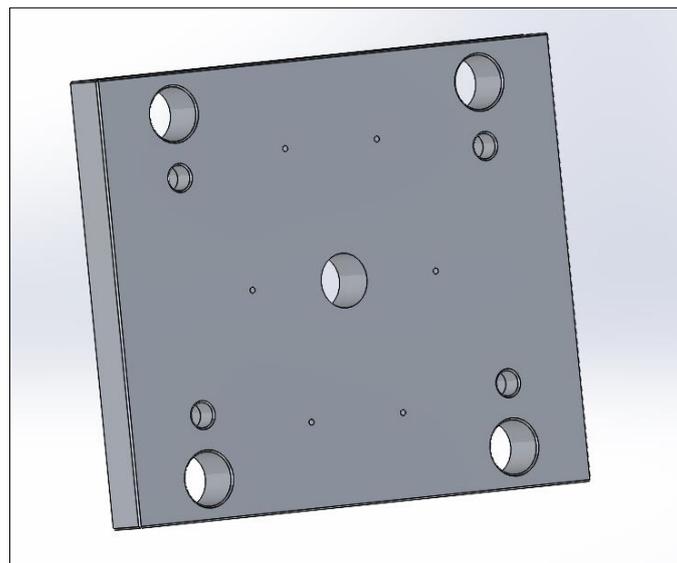
#### 4.3.2 Placa de amarre inferior

La funcionalidad de la placa de amarre inferior es también la de conectar la máquina inyectora al molde, sin embargo, esta vez, esta placa centra el movimiento del pistón expulsor de la inyectora. Por lo que a grosso modo, es una placa de amarre idéntica a la superior pero que posee un agujero pasante que tiene la medida del elemento de empuje del pistón de la inyectora. Es decir, se deja la cavidad para que el eje impulsor tenga conexión directa e inmediata a ambas placas expulsoras, para que así tengan el movimiento que permite que puedan extraer la pieza del molde una vez abierto.

Por último, de manera opcional, se pueden hacer unos pequeños taladros para tornillos, en estas roscas se ensamblarán los TPS, que son pequeños topes metálicos que se roscan a la placa de amarre por el lado interno del molde, para que en el retorno de las placas expulsoras, cuando el pistón acabe la expulsión, no golpee directamente la placa de amarre.



**Figura 28.** TPS. Tope mecánico de seguridad.

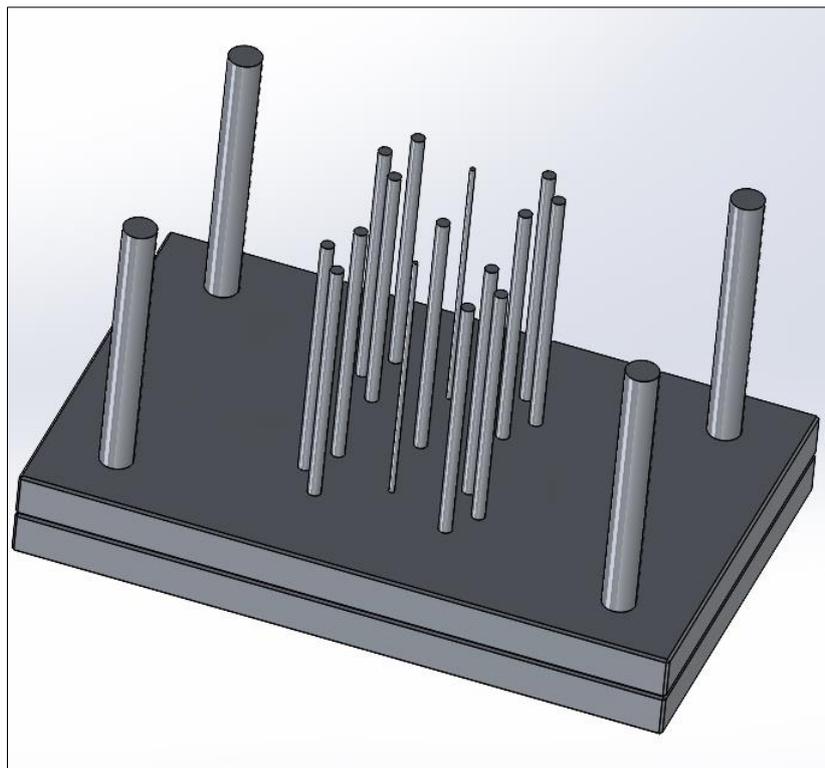


**Figura 29.** Placa de amarre inferior. PBA-EU 246x246x27

#### 4.4 Dimensionar placas móviles. Mecanismo de Expulsión.

Primero que nada, se va a proceder a explicar el mecanismo de expulsión de este molde. El mecanismo de expulsión utilizado es el más común en el mundo de la matricería puesto que se centra en expulsores lineales cilíndricos sin camisa, encerrados entre **placas expulsoras CPE-P 246x246**. La placa superior es de 12mm de altura y la inferior de 17mm, ambas sujetas por tornillería entre ellas.

El mecanismo consiste en dejar encerradas entre las placas todas las agujas expulsoras que contactarán con la pieza una vez se inyecte el plástico. Por medio de una mordaza (BR1515), el pistón hidráulico de la inyectora, empujará las placas expulsoras, de tal manera que la mordaza empujará o recogerá las placas según la fase en la que este el ciclo de inyección. Con el desplazamiento de las placas también se moverán las agujas expulsoras en dirección a la hembra, y como el molde ya estará abierto por el plano de partición, las agujas empujarán la pieza fuera del macho, y por su propio peso y la poca sección de las agujas, caerá en la cuba de recogida de la máquina debido a que no habrá tanta adherencia a la poca sección que tiene en las agujas.

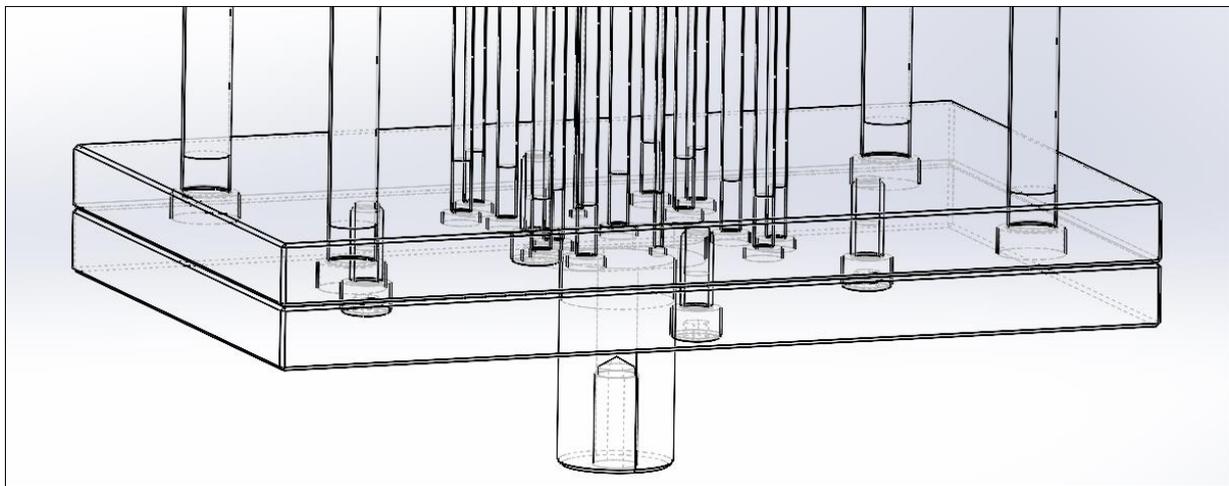


*Figura 30. Mecanismo de expulsión.*

Se pueden ver 13 agujas de expulsión de 5mm de diámetro, 4 de 12.5mm y 2 de 1mm que serán las encargadas de expulsar el bebedero del canal de alimentación a pieza. Como es evidente se elegirán las de la longitud que sea igual o mayores de las que se necesita, por lo que pueden ser recortadas a la altura necesaria.

Por otro lado, se puede observar cómo esos 4 expulsores de 12.5mm, no empujan ninguna parte de lo que va a ser la pieza a desmoldear, esto se debe a que son retornadores. Si hay un cierre con demasiada fuerza o con una pequeña desalineación en el plano de partición, estos retornadores absorberán el impacto de las placas y corregirán posibles desalineaciones justo en el momento de cierre del molde.

En la siguiente figura se podrá observar cómo queda el conjunto expulsor mediante una vista alámbrica que permita mostrar la composición de expulsor-placas. Además, se puede ver el acoplamiento BR1515 que permite el ensamblar el pistón de la maquina inyectora a las placas de expulsión. El elemento BR1515 corresponde al saliente de la parte inferior del conjunto, contiene un roscado para introducir el eje del pistón por el roscado.



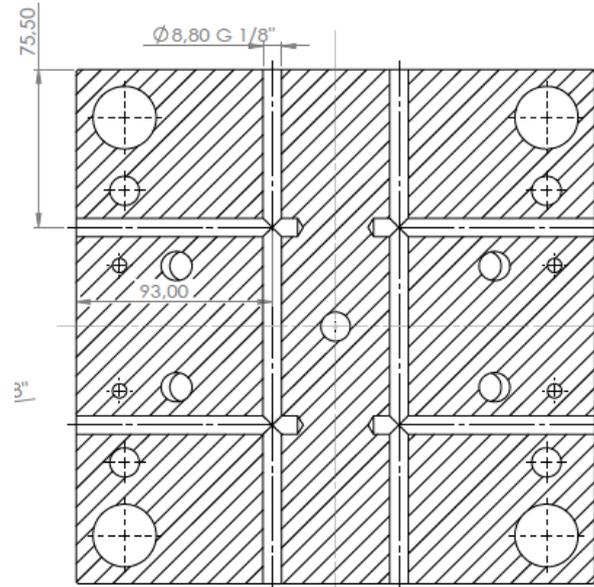
*Figura 31. Composición del conjunto expulsor.*

#### 4.5 Circuitos de refrigeración

La refrigeración se lleva a cabo por medio de taladrados por las placas macho y hembra por aquellas trayectorias rectas que pasen lo más próxima posible a la pieza sin llegar a interferir o a acercarse demasiado a alguna superficie mecanizada anteriormente. Hay que evitar que la refrigeración se aproxime a otras geometrías por el riesgo de que se debiliten mucho algunas zonas de las placas. Además, de que un taladrado demasiado apurado podría comunicar superficies que no deberían estar en contacto, por lo que pone el riesgo el valor de la placa. Lo más común es dejar la refrigeración a un radio de 5mm desde el límite del taladrado a alguna figura.

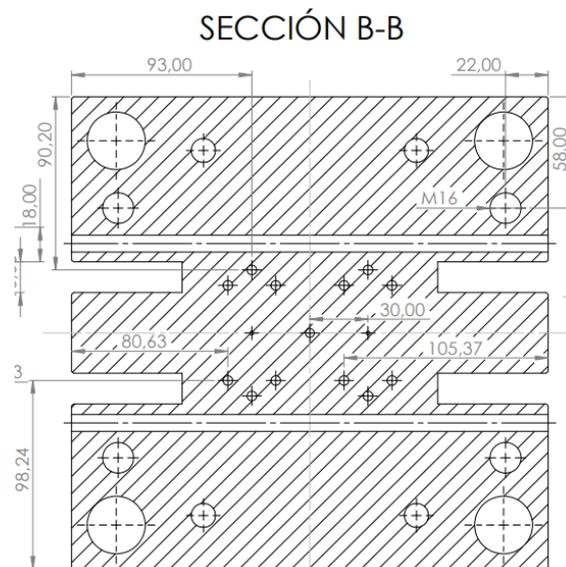
A modo de vista general, todos los taladrados se realizan con secciones de 1/8" de diámetro. Por otro lado, mecanizarán en todas las entradas y salidas de los distintos taladrados, unos roscados Withworth/Gas, o bien para situar las entradas de las mangueras de agua o bien unas juntas tóricas o tapones roscados que taponen las salidas a exterior no deseadas del agua refrigerante. Así pues, se adjuntan las vistas seccionadas de las placas macho y hembra del circuito de refrigeración. Las entradas de agua de la hembra se harán por el lateral más cercano a las correderas, puesto que las pasarelas cubrirán que estos elementos no sufran impactos en su

transporte. De tal manera, que el agua haga un recorrido en forma de C por cada mitad de la placa. El resto de salidas se taponarán.



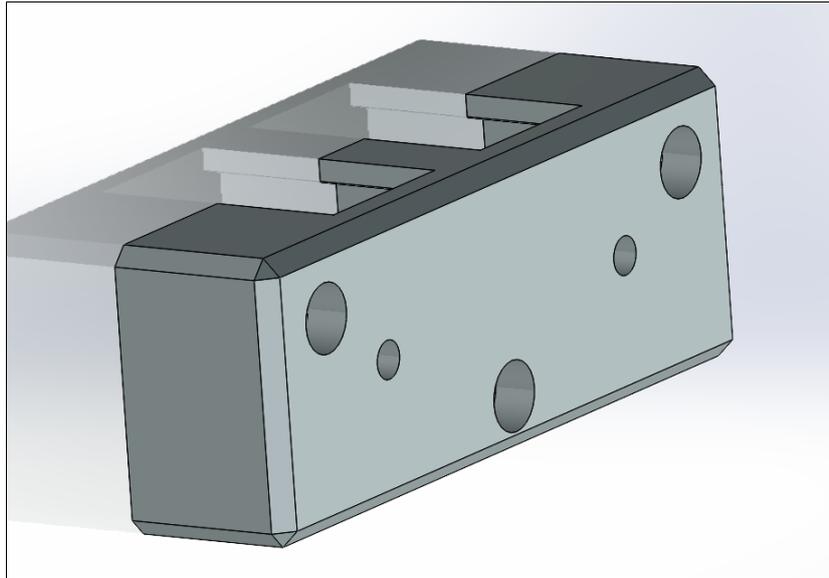
Vista de refrigeración

**Figura 32.** Refrigeración de placa hembra



**Figura 33.** Refrigeración placa macho

La placa macho no tiene mejor refrigeración porque las agujas expulsoras tapan las posibles trayectorias verticales, y la sección ocupada por las correderas bloquea las horizontales. No obstante, en las pasarelas, se harán taladros alineados a los del macho para poder llevar el agua por esos taladros a los del macho por medio de las entradas de manguera. Como se puede ver en la figura inferior, los taladrados con mayor diámetro son para alojar las cabezas de los tornillos de sujeción, y los dos pequeños para roscar las entradas de mangueras.



**Figura 34.** Pasarela con taladros de sujeción y refrigeración.

Finalmente, se indicará que, para llevar a cabo la refrigeración, se usarán las boquillas de agua, según el catálogo de Bru y Rubio denominadas BR84 y los tapones roscados BR94 para tapar las salidas de agua no deseadas. Ambos elementos correspondientes a la medida diametral de 1/8 de pulgada.

#### 4.6 Elementos auxiliares utilizados

A continuación, se enumerarán los elementos auxiliares empleados para el diseño del molde desarrollado, sin incluir la tornillería.

1. BR00 x4 D1-22 D2-30 M36 L55
2. BR10 x8 D1-22 D2-30 L-66



Figura 35. Centrado de placas molde. BR00 y BR10

Para el centrado entre placas, se usan estos elementos BR10, que corresponde a un mechón recto, que atravesará las placas de amarre superior y hembra hasta llegar al macho, donde se encontrará el alojamiento del BR00. El elemento BR00 es un casquillo hueco que tiene el diámetro suficiente como para ubicar en su cavidad el mechón proveniente del BR10, se sitúa entre el calzo y la placa macho, en los labios huecos que quedan entre estos dos cuerpos. Por último, se sitúa otro BR00 entre la placa de amarre inferior y los calzos. Con esta disposición se debe asegurar por completo la imposibilidad de desalineamiento del molde, puesto que por mucho que abra el molde el BR10 seguirá contenido en el casquillo del macho.

3. Cuña – E3022 Meusburguer

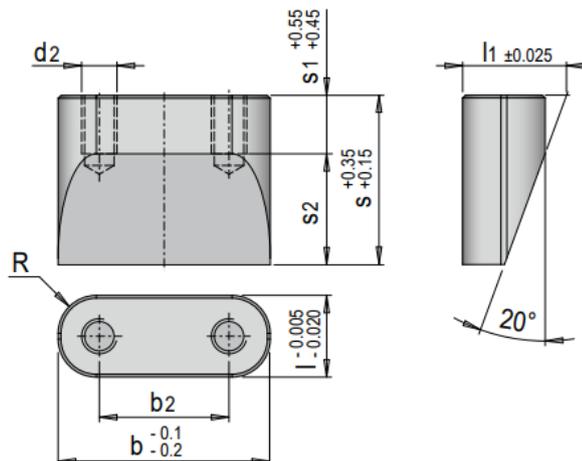
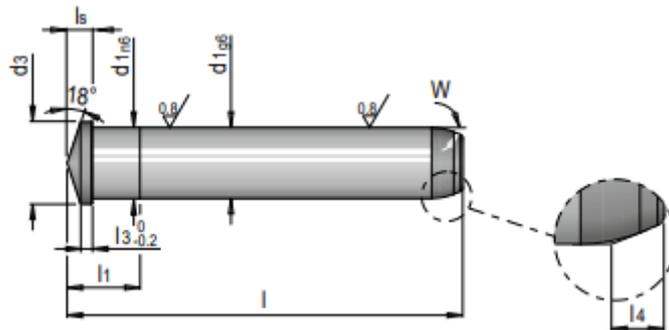


Figura 36. Cuña para corredera

Como ya se ha mencionado en el bloque correspondiente al diseño de la placa hembra, esta cuña se encarga de fijar la posición de la corredera en el momento de cierre para evitar y corregir posibles holguras/desalineaciones que se puedan producir debido al uso del propio molde.

#### 4. Mechón – Corredera E1032 Meusburguer



**Figura 37.** Mechón E1032

Un par de mechones como el que se muestra, son los encargados del guiado de las correderas en su desplazamiento de apertura y cierre del molde. La diferencia de ángulos entre el mechón ( $18^\circ$ ) y la corredera ( $20^\circ$  en su agujero pasante interior), genera un contacto puntual, que permite el deslizamiento y con ello el empuje de la corredera tanto en el movimiento de desmoldeo de figura, como en el de cierre del molde para la próxima inyección.

#### 5. Mordaza para pistón. BR1515 12x61

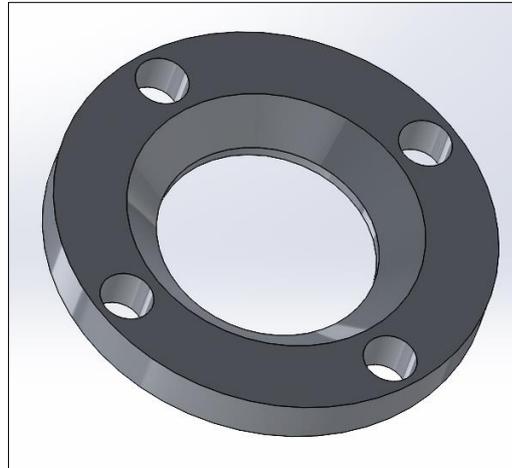


**Figura 38.** Mordaza para pistón BR1515 12x61

Es el elemento de unión entre el molde y la inyectora de plástico en lo referente a la expulsión de la pieza. La varilla expulsora de la máquina roscará en el interior de este elemento, para que, gracias al movimiento de la rodillera de la máquina, impulse o recoja la varilla lo que, debido al roscado y el BR1515, mueva también las agujas expulsoras según convenga en cada fase del procedimiento de fabricación.

#### 6. Boquilla para bebedero. BRB3 (Ver Figura 34)

7. Disco centrador. BRDC (70mm de diámetro exterior; 8 mm de sección)



*Figura 39. Disco centrador D70*

Este disco centrador, se ocupa de ubicar, bloquear y asegurar, el molde con la boquilla de entrada del plástico al molde, por lo tanto, es un elemento importante. Tal vez, no necesariamente importante para el mecanismo del molde, pero si para su funcionamiento. Facilita enormemente el trabajo al operario, puesto que realmente, si se mecanizase el alojamiento para la boquilla del bebedero en la placa de amarre, el anillo, a priori no tendría función alguna, pero su presencia agiliza el proceso de instalación en máquina y considerando que es un procedimiento industrial para producciones de gran volumen, se convierte en un elemento importante.

8. Entradas de agua BR84



*Figura 40. Boquilla de refrigeración BR84*

Es la herramienta que permite acoplar las mangueras que cerrarán el circuito de refrigeración de la máquina por el interior del molde, de tal manera que se mantengan unas temperaturas idóneas para la fabricación constante de piezas.

9. Tapón roscado para agua. BR94



*Figura 41. Tapón roscado de refrigeración BR94*

Para cerrar todos los taladrados necesarios en los cambios de dirección del recorrido de agua en el interior del molde, se insertan estos roscados para tapar las salidas al exterior no deseadas. Hay mucha variedad de estos elementos; algunos con juntas tóricas, otros tapones que no llevan rosca externa, otros que presentan un cierto ángulo de tapón... etc.

10. Cierre de seguridad BR6040



*Figura 42. Cierre de seguridad durante manipulación/transporte BR6040*

Elemento de seguridad para cuando se está operando con el molde. Este elemento, por medio de dos tornillos que se ubican uno en el agujero pasante de la derecha de la figura y el otro en el centro del ranurado (estos tornillos que se pueden enganchar entre la placa macho y hembra), permite el transporte del molde sin correr el riesgo de que se abra el molde durante su traslado, lo cual sería nefasto para la integridad del molde, por no mencionar la salud del operario que se encuentre manipulándolo.



## 5. Conclusiones

Tras el desarrollo del estudio de material para el molde, las distintas consideraciones para la distribución del bebedero en molde, así como la disposición de la pieza. El método de desmoldeo conjuntando las mordazas correderas con una expulsión simple por medio de expulsores cilíndricos y finalmente las simulaciones satisfactorias de la pieza. Gracias a esto se puede concluir que el molde es tanto viable para su fabricación, como para la fabricación de este elemento bisagra-soporte en el lote prototipo que especificó el cliente de 1000 piezas (250 inyectadas).

Por otro lado, es destacable que en lo referente a la matricería pueden existir miles de soluciones posibles ante un molde, con más o menos viabilidad económica. No obstante, desde la experiencia que me han otorgado estos años de estudios del grado de ingeniería mecánica en la UPV EPSA, se ha considerado que la solución del molde es válida y que satisface por completo las exigencias tanto del cliente, como del propio proyecto con lo que atañe a su valor y cometido académico.

Finalmente, este molde prototipo sería completamente viable para su fabricación total, con lo que se podría obtener por su conjunto de diseño y fabricación por la cuantía de **9.628,28 € (NUEVE MIL SEISCIENTOS VEINTIOCHO EUROS CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS)** como valor de venta al cliente. Lo cual, dentro del mercado es un precio que se adapta perfectamente a los precios de la competencia ante moldes de estas dimensiones tan pequeñas y esta complejidad.



## Bibliografía

- [1] Norma ISO 228-1 Roscas BSP o "GAS"
- [2] Norma DIN 24 450 – Tipos de colada
- [3] Nomenclatura para aceros UNE
- [4] Norma DIN E16 750 "Moldes de inyección para materiales plásticos"
- [5] Hans Gastrow, "Moldes de inyección para plásticos – 100 casos prácticos", Ed. Hanser
  
- [6] [MatWeb](#) - Base de datos de materiales de libre acceso.
- [7] Elementos CAD prediseñados por catálogos de [Bru y Rubio](#)
- [8] Elementos CAD prediseñados por catálogos de [Meusburger](#)
- [9] Presentación del manual de usuario HAITIAN MA1200.  
- Autor: China Plastic Machinery (Propietario de máquina)
  
- [10] [Tecnología de los plásticos](#) (Blog donde aporta indicaciones de cálculo)
- [11] Norma UNE 157 001:2014 (Caracterización de planos)
- [12] Norma UNE-EN ISO 16396-1:2015 (Bases para las especificaciones sobre la poliamida)

## Listado de figuras y tablas

Cabe destacar que las imágenes que no se indique fuente se obtienen del trabajo del propio estudiante. Por tanto, no pertenece a ninguna propiedad intelectual identificable a día de la redacción de este proyecto.

Se hará un listado de las figuras en función de su ubicación entre los distintos documentos según el orden natural de aparición.



## Documento 1. MEMORIA

- Figura 1.** Pieza soporte bisagra de reposabrazos
- Figura 2.** Ciclo de inyección (Fuente: [Plastics Technology Mexico](#))
- Figura 3.** Esquema composición de placas  
(Fuente: [TFG de Carlos García Abellán UPV](#))
- Figura 4.** Ensamblaje completo del molde
- Figura 5.** Entorno de Granta CES EduPack, Level 3, Bulk Materials  
(Fuente: Granta CES EduPack)
- Figura 6.** Criterio 1. Precio (€/kg) (Fuente: Granta CES EduPack)
- Figura 7.** Criterio 2. Conductividad Térmica (W/m.°C)  
(Fuente: Granta CES EduPack)
- Figura 8.** Criterio 3. Dureza Vickers (HV) (Fuente: Granta CES EduPack)
- Figura 9.** Inyectora de plástico Haitian MA1200.  
(Fuente: Poster de fabricante Haitian)
- Figura 10.** Inyectora de plástico Haitian MA1200.  
(Fuente: Poster de fabricante Haitian)
- Figura 11.** Posible solución, inyección en inserto.
- Figura 12.** Inyección sobre correderas.
- Figura 13.** Distribución de las piezas
- Figura 14.** Tipos de entrada en pieza
- Figura 15.** Entrada en pieza
- Figura 16.** Gráfica de entrada en pieza necesaria.  
(Fuente: [Catálogo de Innova components](#))
- Figura 17.** Placa de partida Macho. PC 246x246x66
- Figura 18.** E3017 30x40x90 de Meusburger. (Fuente: [Meusburger](#))
- Figura 19.** Placa macho con negativo de correderas y bebedero.
- Figura 20.** Esquema cálculo longitud mechón guía.
- Figura 21.** Macho con las cavidades de las correderas + bebedero
- Figura 22.** Tensión de Von-Mises (Fuente: SolidWorks)
- Figura 23.** Desplazamientos observables (Fuente: SolidWorks)
- Figura 24.** Pasarelas
- Figura 25.** Placa hembra PC-246x246x36 (Fuente: [Bru y Rubio](#))
- Figura 26.** Placa de amarre superior. PBA-EU 246x246x27  
(Fuente: [Bru y Rubio](#))
- Figura 27.** Boquilla – Bebedero BRB3x100mm. Con canal de bebedero mecanizado
- Figura 28.** TPS. Tope mecánico de seguridad. (Fuente: [Bru y Rubio](#))
- Figura 29.** Placa de amarre inferior. PBA-EU 246x246x27  
(Fuente: [Bru y Rubio](#))
- Figura 30.** Mecanismo de expulsión.
- Figura 31.** Composición del conjunto expulsor.
- Figura 32.** Refrigeración de placa hembra
- Figura 33.** Refrigeración placa macho
- Figura 34.** Pasarela con taladrados de sujeción y refrigeración.
- Figura 35.** Centrado de placas molde. BR00 y BR10 (Fuente: [Bru y Rubio](#))
- Figura 36.** Cuña para corredera. (Fuente: [Meusburger](#))
- Figura 37.** Mechón E1032. (Fuente: [Meusburger](#))



- Figura 38.** Mordaza para pistón BR1515 12x61 (Fuente: [Bru y Rubio](#))  
**Figura 39.** Disco centrador D70 (Fuente: [Bru y Rubio](#))  
**Figura 40.** Boquilla de refrigeración BR84 (Fuente: [Bru y Rubio](#))  
**Figura 41.** Tapón roscado de refrigeración BR94 (Fuente: [Bru y Rubio](#))  
**Figura 42.** Cierre de seguridad durante manipulación/transporte BR6040.  
(Fuente: [Bru y Rubio](#))

#### **Documento 2. Anexos**

- Figura 1.** Gráfica de estimación de presión de inyección (Fuente: [Blog con indicaciones de cálculo para moldes](#))  
**Tabla 1.** Coeficientes de viscosidad según material (Fuente: [Blog con indicaciones de cálculo para moldes](#))  
**Figura 2.** Base de datos SolidWorks Plastics (Fuente: SolidWorks Plastics)  
**Figura 3.** Punto de inyección. (Fuente: SolidWorks Plastics)  
**Figura 4.** Calidad del mallado. (Fuente: SolidWorks Plastics)  
**Figura 5.** Tiempo de llenado. (Fuente: SolidWorks Plastics)  
**Figura 6.** Tiempo de compactación. (Fuente: SolidWorks Plastics)  
**Figura 7.** Tiempo de refrigeración. (Fuente: SolidWorks Plastics)  
**Figura 8.** Rechupes. (Fuente: SolidWorks Plastics)  
**Figura 9.** Recomendación de presión de inyección. (Fuente: SolidWorks Plastics)  
**Figura 10.** Presión de inyección – Tiempo (Fuente: SolidWorks Plastics)

#### **Documento 4. Pliego de condiciones**

- Figura 1.** Instalación en máquina.

**Trabajo Fin de Grado:**

*Diseño de molde de inyección para soporte bisagra de  
reposabrazos*

# **DOCUMENTO 2.**

# **ANEXOS.**

**Alumno:** Enzo Giuliano Genovese Moreno

**Tutor:** Miguel Ángel Peydró Rasero

**Curso:** 2021 – 2022

Grado de Ingeniería Mecánica UPV EPSA

Enzo Giuliano Genovese Moreno

Universidad Politécnica de Valencia - EPSA  
Curso 2021- 2022



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

**Trabajo Final de Grado: Diseño de molde de  
inyección para soporte bisagra de  
reposabrazos**  
Tutor: Miguel Ángel Peydró Rasero (UPV EPSA)  
Curso 2021-2022

**Trabajo Fin de Grado:**

*Diseño de molde de inyección para soporte bisagra de  
reposabrazos*

# ANEXO 1: Cálculos

**Alumno:** Enzo Giuliano Genovese Moreno  
**Tutor:** Miguel Ángel Peydró Rasero  
**Curso:** 2021 – 2022

Grado de Ingeniería Mecánica UPV EPSA

Enzo Giuliano Genovese Moreno

Universidad Politécnica de Valencia - EPSA  
Curso 2021- 2022



## **ANEXO 1. Cálculos**

### *Tabla de contenido*

1. Cálculos .....	4
1.1 Cálculo de la masa a inyectar.....	4
1.2 Presión de inyección .....	4
1.3 Fuerza de cierre .....	6
2. Simulaciones .....	6
2.1 Parámetros para simulación .....	7
2.2 Tiempo de llenado .....	10
2.3 Tiempo de compactación .....	10
2.4 Tiempo de refrigeración.....	11
2.5 Rechupes esperables.....	12
2.6 Conclusiones de la simulación .....	13



## 1. Cálculos

El diseño del molde se considerará válido si es capaz de soportar todos los esfuerzos a los que será sometido en su funcionamiento. Es por ello, que se va a proceder a estudiar diferentes cálculos manuales, que se realizarán en este anexo, y así poder compararlos con los resultados obtenidos por el software CAD SolidWorks. SolidWorks dispone de módulos/complementos que añaden más funcionalidades al software, y gracias a ello, se llevarán a cabo las simulaciones que se consideren necesarias.

### 1.1 Cálculo de la masa a inyectar

Como primer paso, se va a proceder a la estimación de la masa de la pieza a moldear. Gracias al propio software SolidWorks es fácilmente obtenible cual es el volumen de la pieza. Según las propiedades físicas de la pieza estimada por SolidWorks, 1.583 centímetros cúbicos aproximadamente.

Por otro lado, en la base de datos online de MATWEB, se puede comprobar la densidad del plástico PA6. En su base de datos, se puede comprobar que se baraja un valor de 1.13 gramos por centímetro cúbico.

Con ello, se puede obtener la masa de la pieza:

$$\rho = \frac{m}{v} \rightarrow m = \rho \cdot v = 1.13 \left[ \frac{g}{cm^3} \right] \cdot 1.583 [cm^3] = 1.79 \text{ gramos}$$

El valor obtenido es totalmente acorde con el obtenido del software CAD, el cual ha determinado una masa de 1.77 gramos.

### 1.2 Presión de inyección

Otro cálculo a efectuar es la presión de inyección que deberá ser capaz de soportar el molde. Además del cálculo manual, se va a proceder a comparar el resultado obtenido con la simulación efectuada más adelante.

Para la obtención de este parámetro se necesitará conocer los siguientes datos:

- Distancia máxima que debe recorrer el material desde su punto de inyección, hasta el punto más lejano posible.
  - Se ha observado una distancia máxima de 74.39mm que se va a mayorar a 75mm
  - Por otro lado, consultando los planos correspondientes a la pieza, se observa que el espesor es constante en toda la pieza y es de 1mm.

Por lo tanto, se procede a calcular el ratio entre estos dos valores medidos:

$$RF = \frac{\text{Distancia máxima}}{\text{Espesor mínimo}} = \frac{75 \text{ mm}}{1 \text{ mm}} = 75$$

Seguidamente, con este valor obtenido, se procede a consultar una gráfica que relaciona estas dos medidas para así estimar una presión necesaria de inyección.

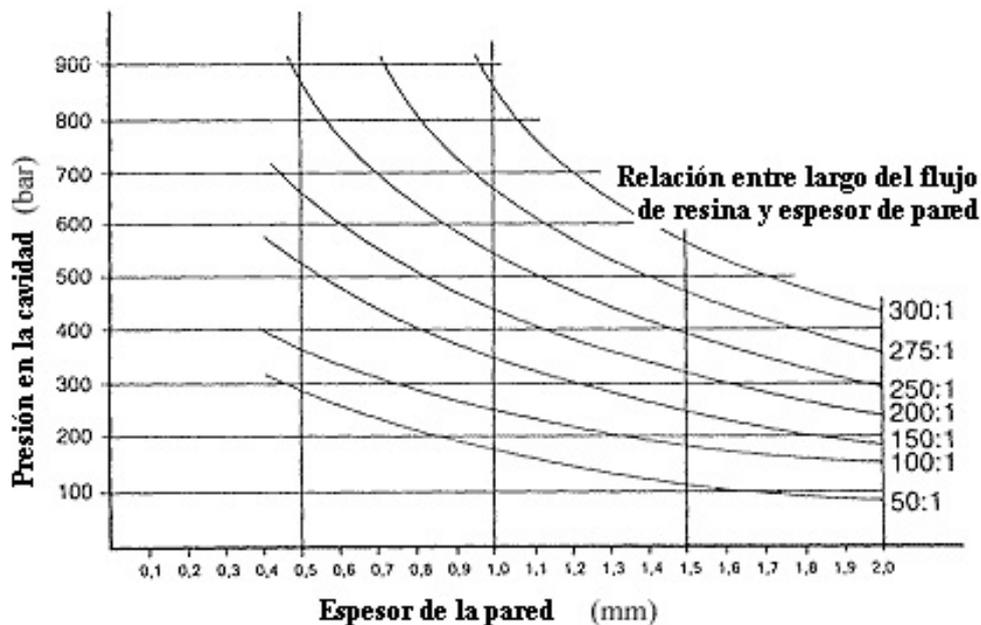


Figura 1. Gráfica de estimación de presión de inyección

Considerando que se tiene una relación de 75 y un espesor de 1mm, se puede comprobar que la presión necesaria deberá aproximarse a los 220 bares que aproximadamente serán 22 MPa. Sin embargo, se debe considerar además un factor de viscosidad del plástico utilizado. En líneas generales, se considera como coeficiente válido de viscosidad para la poliamida valores comprendidos entre 1.2 y 1.4. Esto se puede comprobar en la tabla siguiente.

RESINA	FACTOR POR VISCOSIDAD
GPPS (PS)	1
PP	1 - 1.2
PE	1 - 1.3
PA6 o PA66, POM	1.2 - 1.4
Celulósicos	1.3 - 1.5
ABS, ASA, SAN	1.3 - 1.5
PMMA	1.5 - 1.7
PC, PES, PSU	1.7 - 2.0
PVC	2

Tabla 1. Coeficientes de viscosidad según material

Enzo Giuliano Genovese Moreno

Universidad Politécnica de Valencia - EPSA  
Curso 2021- 2022



Por lo tanto, se obtiene una presión de inyección de 28.6 MPa considerando un coeficiente de 1.3 para la viscosidad.

### 1.3 Fuerza de cierre

La fuerza de cierre necesaria para este molde se obtendrá del producto del área proyectada de la pieza en el macho por la presión previamente estimada.

Así pues, se pueden considerar los siguientes valores:

- 782.87 mm<sup>2</sup> como valor para el área proyectada (21.32x36.72 [mm])
- Presión de inyección de 28.6 MPa

$$F_c = \text{Área proyectada} \cdot \text{Presión} = 782.87 [mm^2] \cdot 28.6 [MPa] \\ = 22390 [N] = 2189 [kp] = 2.19 [Tm]$$

La fuerza de cierre (**F<sub>c</sub>**) es de unos **22.39 kN**, que mediante cambio de unidades se puede hablar de **2.19 Toneladas fuerza**.

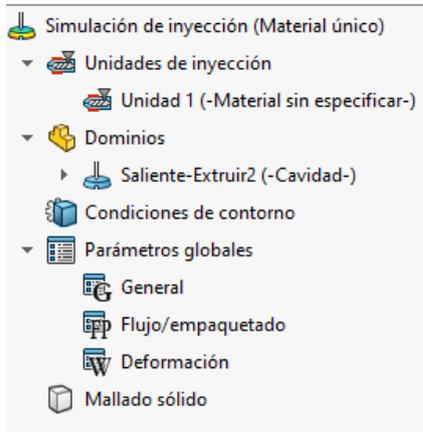
Por tanto, tras estos cortos cálculos, se puede estimar que la presión de inyección necesaria es de 28.6 MPa y que, a su vez, serán necesarias 2.19 toneladas de fuerza de cierre de la inyectora. Estos cálculos se consideran para un inyectora de una única pieza por lo que, considerando que el molde diseñado tiene 4 cavidades, hay que considerar estos valores finales.

- **Fuerza de cierre necesaria: 8.76 Toneladas**
- **Presión de inyección necesaria: 114 MPa.**

## 2. Simulaciones

Seguidamente, se va a proceder a insertar estos valores calculados en el software CAD de SolidWorks. De esta manera, se podrá comprobar si los cálculos son correctos y viables como solución para la búsqueda de parámetros de inyección.

El primer paso en la simulación será comprobar el tiempo de llenado de la pieza. No obstante, hay que preparar previamente el software para llevar a cabo las simulaciones. Para ello se procede iniciando un nuevo estudio desde el complemento de SolidWorks Plastics, y se indicarán todos los parámetros necesarios.



Una vez seleccionada la operación se pide un nombre para el estudio y si se desea simular para un elemento sólido o un elemento de estructura de lámina. Tras esto, se puede comenzar a indicar las condiciones del entorno para la inyección y los parámetros necesarios para simular. Se destaca, la cantidad de unidades a inyectar, el tipo de material (SolidWorks incorpora una base de datos con las temperaturas características de cada material); se debe seleccionar el sólido que se va a simular (Dominio) así como la temperatura donde trabajará la máquina en condiciones industriales. Finalmente se indicarán tanto la calidad del mallado como el sentido

de la gravedad para la simulación, además del estudio que se quiere hacer, una inyección general, un estudio del flujo del plástico o la deformación del material tras inyección.

## 2.1 Parámetros para simulación

El material del que serán las piezas a inyectar, en este caso es PA6. Este material aparece en la base de datos de SolidWorks, así pues, se selecciona el PA6 genérico, puesto que el cliente no ha especificado más información.

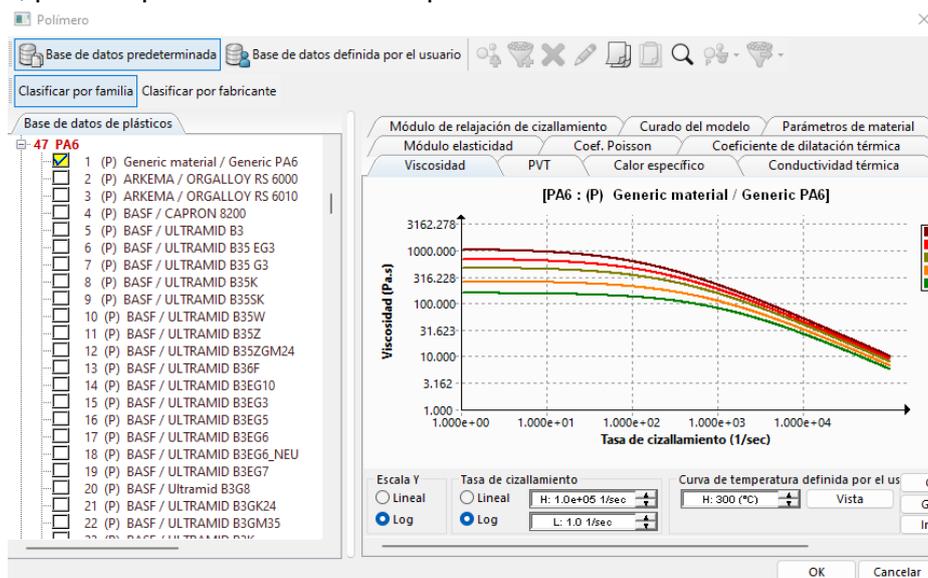


Figura 2. Base de datos Solidworks Plastics

Tras indicar el material, automáticamente se insertan las temperaturas de trabajo ideales que registra la base de datos de SolidWorks. Lo único que hay que modificar es la fuerza/presión máxima de cierre, el cual se indicara que son unos 120 MPa, que son los máximos que dispone la Haitian 1200 MA.

A continuación, se indica que el porcentaje de flujo a inyectar debe ser del 98% y que el 2% restante corresponda a la fase de compactación/empaquetado. Automáticamente, Solidworks estima que se mantendrá la compresión durante 1.9

Enzo Giuliano Genovese Moreno

Universidad Politécnica de Valencia - EPSA  
Curso 2021- 2022

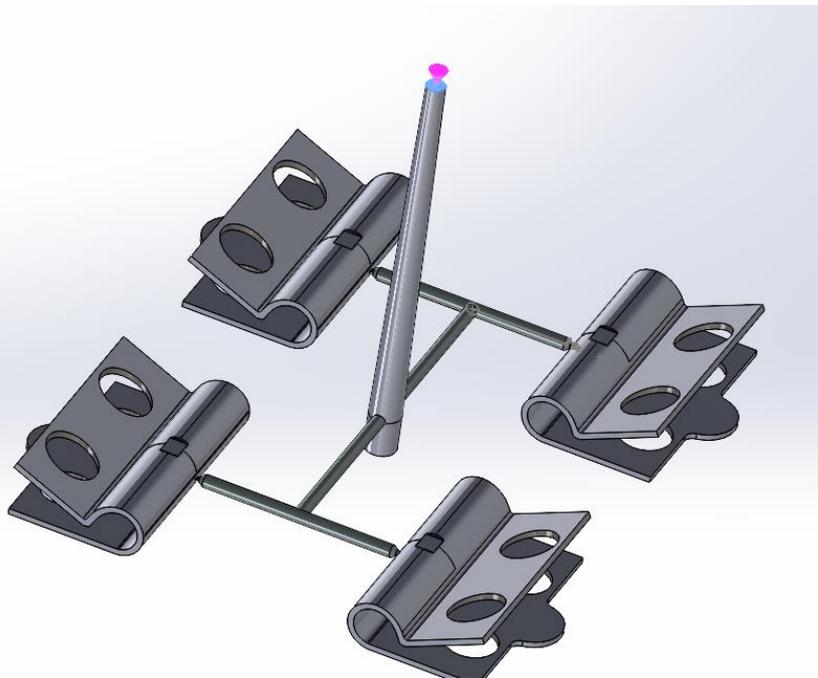
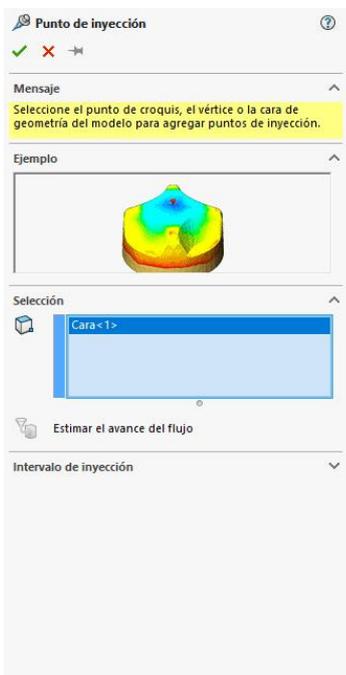
segundos con un tiempo de refrigeración de 3.5 segundos.

- **Dominio**

Se continúa con el procedimiento de simulación indicando el sólido que se quiere simular. SolidWorks identifica todo el sólido automáticamente, con lo que no hay nada que indicar.

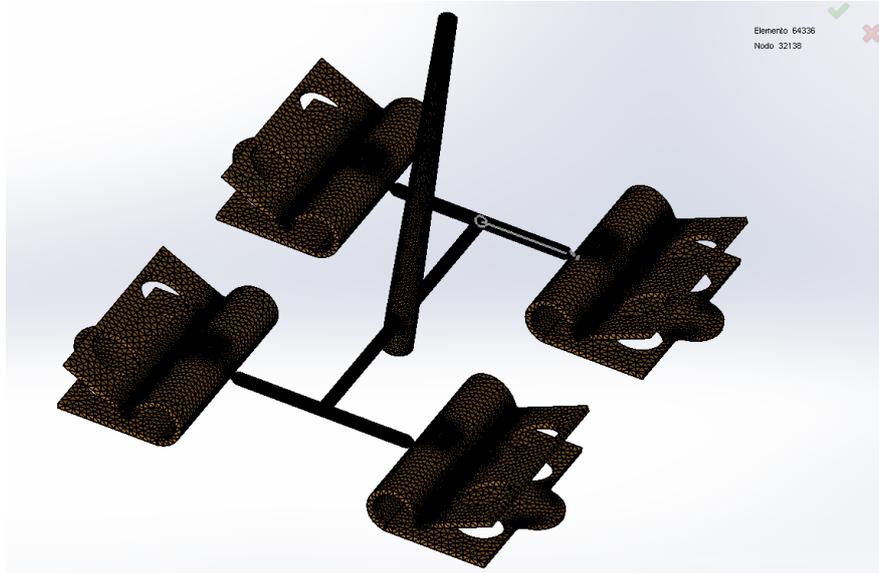
- **Condiciones de entorno**

Para las condiciones de entorno se procede haciendo abriendo un panel desplegable sobre esta operación y ahí se selecciona el punto de inyección. Por tanto, se va a proceder a indicar el punto por donde va a entrar el plástico a el conjunto bebedero-pieza. Se indica el punto superior del canal de llenado como punto de inyección.



*Figura 3. Punto de inyección*

Por último, se indica en los botones restantes la dirección y sentido de la gravedad y se indica la calidad del mallado que se va a simular para llevar a cabo el estudio.



*Figura 4. Calidad del mallado*

Se valida el mallado y ahora se finaliza el estudio iniciando el cálculo del flujo+empaquetado+deformación del plástico en la inyección.

## 2.2 Tiempo de llenado

Una vez finalizada la simulación se pueden observar los siguientes resultados en cuanto al tiempo de llenado de las cuatro cavidades. Se puede ver como SolidWorks es capaz de estimar el llenado en 0.6720 segundos.

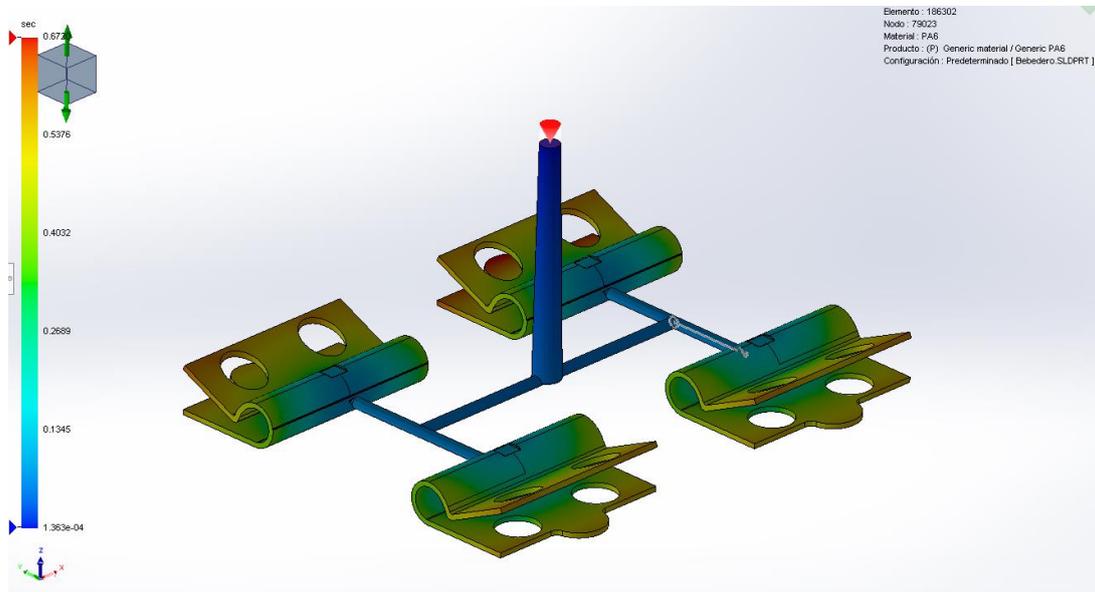
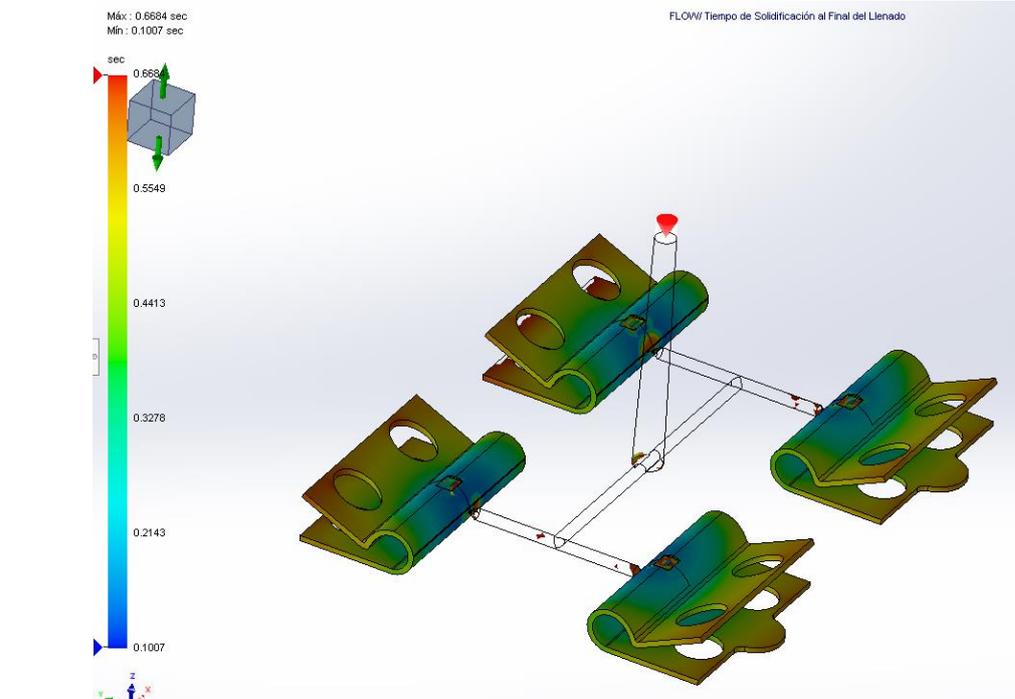


Figura 5. Tiempo de llenado

## 2.3 Tiempo de compactación

Seguidamente, se puede comprobar el resultado referente al tiempo de compactación del plástico tras el llenado de las distintas cavidades. De esta manera, se puede comprobar que se estiman unos 0.6684 segundos de tiempo de compactación.



Enzo Giuliano Genovese Moreno

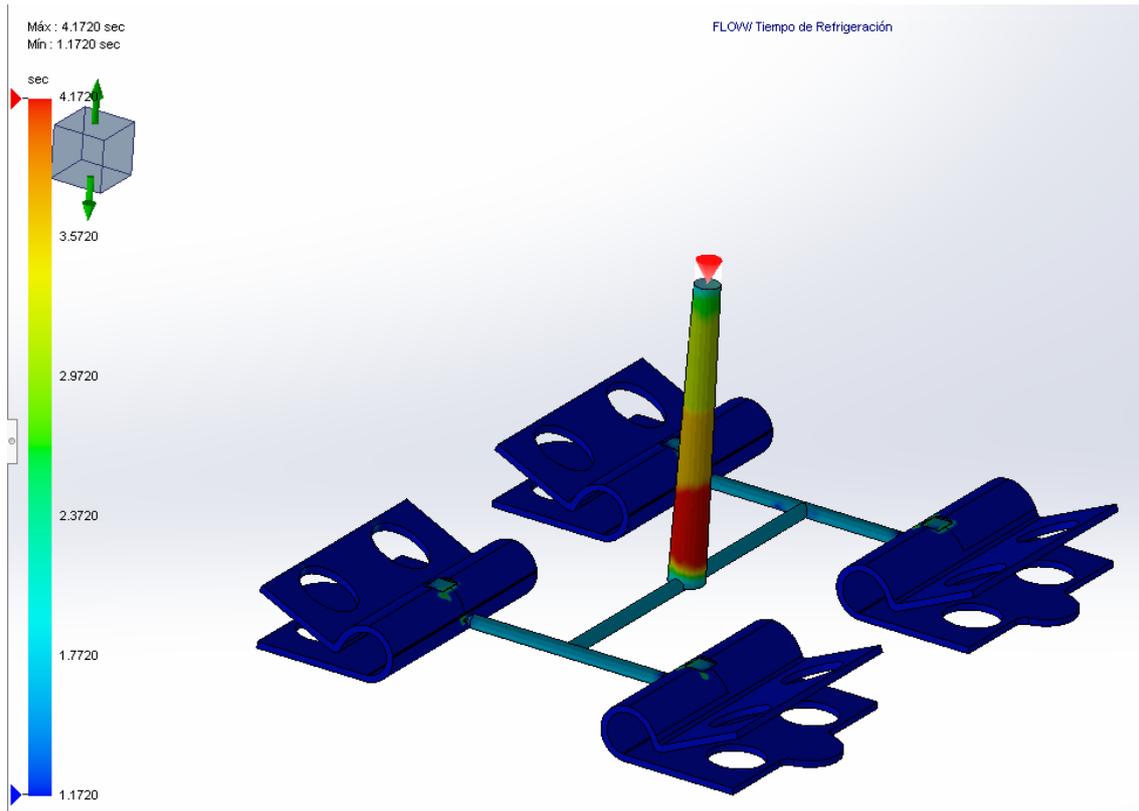
Universidad Politécnica de Valencia - EPSA  
Curso 2021- 2022

**Figura 6.** Tiempo de compactación

## 2.4 Tiempo de refrigeración

Tras la compactación llega la fase de refrigeración, donde el molde debe permanecer cerrado mientras se espera el tiempo necesario para que enfríe. Se procede de esta manera para sea seguro tanto como para el trabajador como para la propia integridad de la pieza la liberación.

SolidWorks estima que el tiempo de refrigeración es de 4.1720 segundos.



**Figura 7.** Tiempo de refrigeración

## 2.5 Rechupes esperables

El primer paso en el diseño de moldes es considerar la contracción que sufrirá la pieza una vez sea fabricada. Como se sabe, todos los plásticos una vez inyectados, en el proceso de enfriamiento se ejercen fuerzas de contracción debido a que, gracias a las altas temperaturas de su inyección, han sufrido un cambio de fase a un estado pastoso (Temperatura ligeramente superior a la de fusión) que facilita su moldeo. Así pues, una vez la temperatura desciende en el ciclo de inyección, el plástico contrae sobre todas las superficies que intersecan al molde.

En este caso particular del proyecto, el cliente ya nos facilita la pieza donde ya se le ha aplicado el factor de contracción de la poliamida (PA6) con la que se llevará a cabo la fabricación de la pieza. Esa contracción en distintas infografías se puede encontrar como porcentaje de contracción, rechupe, o en términos anglosajones como *Shrinkage*.

El cliente ha indicado que el sólido facilitado ya tiene un factor de escala del 1.00125 con lo cual, **se puede identificar que ha considerado una retracción del 1,25%**.

Gracias a ese coeficiente de retracción se asegura que con el rechupe que sufre la pieza, que según SolidWorks es de 0.1 milímetros, las medidas no se vean demasiado alteradas.

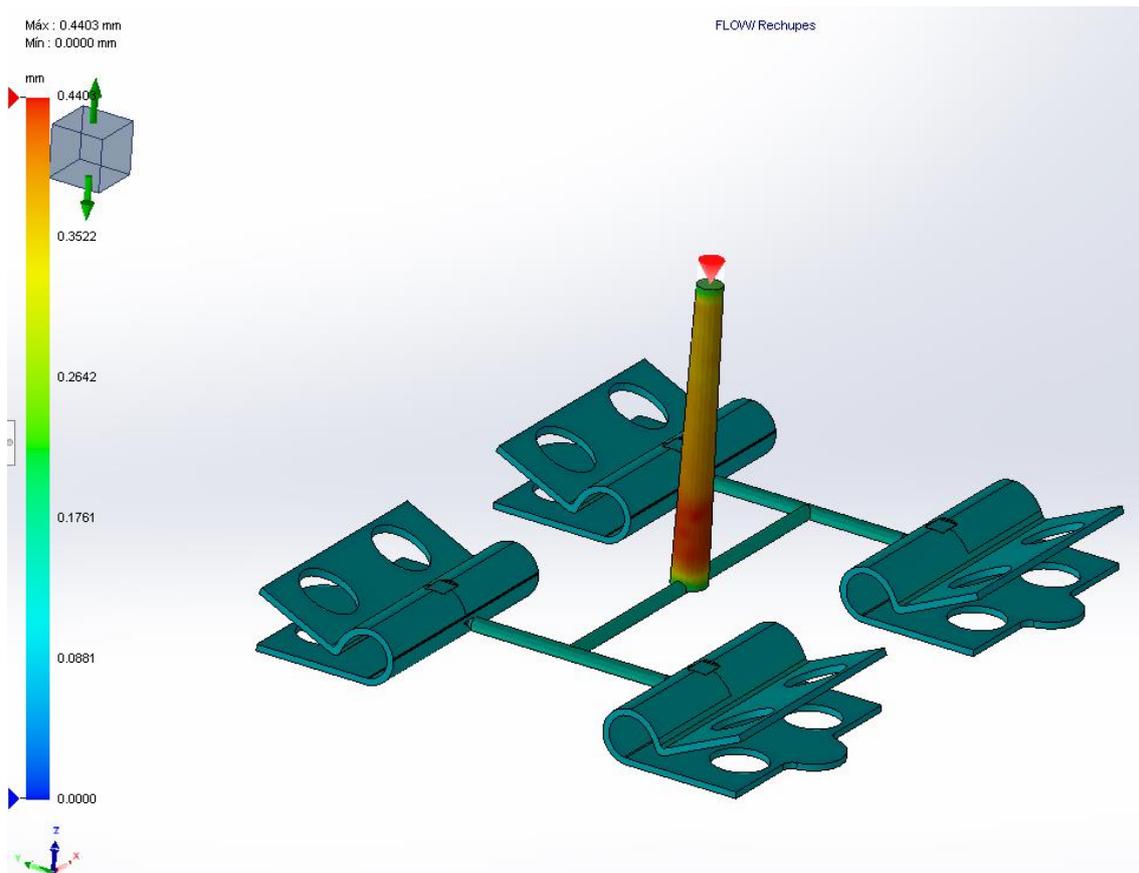


Figura 8. Rechupes

## 2.6 Conclusiones de la simulación

Según se ha podido calcular anteriormente, se necesita una presión de inyección aproximada de 114 MPa. Posteriormente, tras las simulaciones efectuadas, se ha podido comprobar que este valor calculado es totalmente correcto. **SolidWorks Plastics, ha identificado** según sus propios cálculos o estimaciones que la **presión de inyección** a la cual ya se puede **obtener la geometría es de 102.3 MPa**.

Considerando la diferencia entre lo que SolidWorks ha estimado como presión mínima de inyección, y la obtenida por el cálculo manual, se puede ver como tienen una diferencia de resultados de 2.7 MPa. Con lo que, bajo ese pequeño margen de diferencia, se determina que todos los cálculos manuales efectuados son totalmente correctos.



Figura 9. Recomendación de presión de inyección.

Por otro lado, observando la siguiente gráfica se puede ver dónde SolidWorks Plastics identifica que será necesaria esa presión de inyección. Que es justo en la fase de compactación del material.

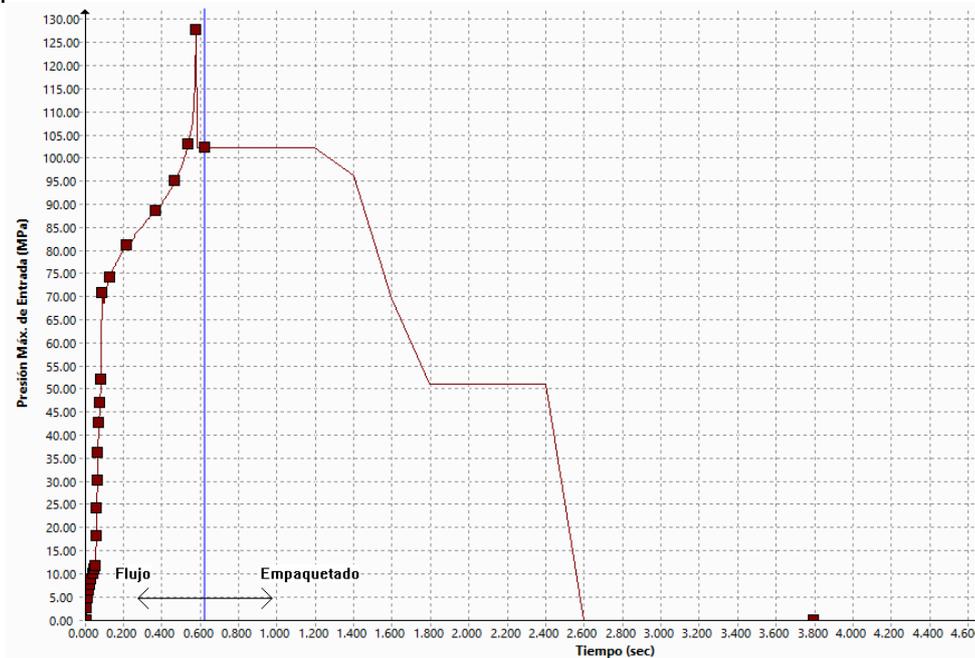


Figura 10. Presión de inyección - Tiempo

**Trabajo Fin de Grado:**

*Diseño de molde de inyección para soporte bisagra de reposabrazos*

# **ANEXO 2:**

## **Especificaciones**

### **HAITIAN 1200 MA**

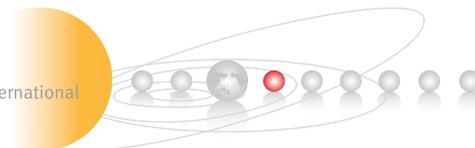
**Alumno:** Enzo Giuliano Genovese Moreno

**Tutor:** Miguel Ángel Peydró Rasero

**Curso:** 2021 – 2022

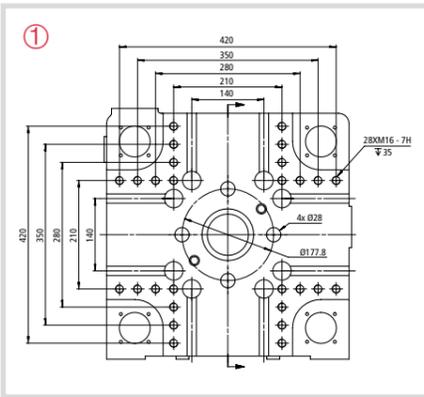


Haitian **Mars<sup>2S</sup>** Series  
Specifications / Europe  
600 - 10,000 kN



# STANDARD Equipment 600-10,000 kN

- Platen layout Euromap 2
- Mechanical robot interface
- Oil filtration By-pass filter up to 530 tons  
Independent oil filtration (600 - 1,000 tons)
- Fast coupling for ejector pin with European design
- Parts dropping zone with photo cell monitoring (60-250 tons)
- Central lubrication with oil
- Stainless steel hopper
- Standard manifold for 6 zones
- Electrical socket box (3x 400 V - 16 A)
- Set of mold clamps + spare parts box
- Alarm light (3 color light)
- CE certification



**Image ①**  
Platen layout according to Euromap 2

**Image ②**  
By-pass filter

**Image ③**  
Sockets 3-phase + N + GD (3x 16 A), equipped with circuit breaker

**Image ④**  
Set of 8 mold clamps for T-Slot or thread

**Image ⑤**  
Set of mold clamp and spare parts box (filter, nozzle, screw tips, thermocouple heater bands, tool box)

**Image ⑥**  
KEBA 1080-12" – standard option for ECO package

# ECO Package 600-5,300 kN

## OPTIONS INSIDE:

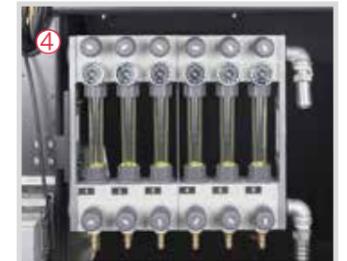
- 2 hydraulics core puller (< 530 tons) ①
- 2 air valves 10 mm ②
- Robot interface Euromap 67

## CONTROLLER:

- KEBA 1080-12" with keypad and color screen
- Option: KEBA 2885-15" with color touch screen

## PERFORMANCE:

- Reduced servo motor performance by 10-15% compared to "UNIVERSAL pack"
- 1 injection unit per clamping unit



# UNIVERSAL Package

## OPTIONS INSIDE:

- 2 air valves 10 mm
- Install bearing slide plate for hopper
- Close-loop temperature control on feeding zone
- Standard central lubrication with oil
- Min. and max. mold height with limit switch
- Closed-loop oil temperature control
- 2 hydraulic core puller (up to 4,700 kN)
- 4 hydraulic core puller (from 5,300 kN)
- Proportional valve control mold open/close
- Robot interface Euromap 67 ③
- Glass tube flow meter ④
- Nozzle movement controlled by stroke sensor

## CONTROLLER:

- KEBA 1080 with 12" with keypad and color screen
- Option: KEBA 2885-15" with color touch screen ⑤

## PERFORMANCE:

- Increased servo motor power (+10-15% compared to "ECO pack")
- Choice of 3 different injection unit sizes per clamping unit



# Specification

**ECO** cost efficient Mars II S eco Series  
600 - 5,300 kN

**ECO** cost efficient Mars II S eco Series  
600 - 5,300 kN

## MA600 II S

## MA900 II S

### CLAMPING UNIT

Clamping force	kN
Mold opening force	kN
Mold platen dimension	mm
Distance between tie bars (h x v)	mm
Mold opening stroke	mm
Max. mold height	mm
Min. mold height	mm
Ejector stroke	mm
Ejector force	kN
Minimum mold dimension (l x w)	mm

### INJECTION UNIT

Screw diameter	mm
Screw L/D ratio	L/D
Shot size (theoretical)	cm <sup>3</sup>
Injection weight (PS)	g
Injection stroke	mm
Injection speed	mm/s
Injection speed rate (PS)	g/s
Injection pressure	Mpa
Plasticizing capacity (PS)	g/s
Screw speed	rpm
Nozzle stroke	mm
Nozzle force	kN

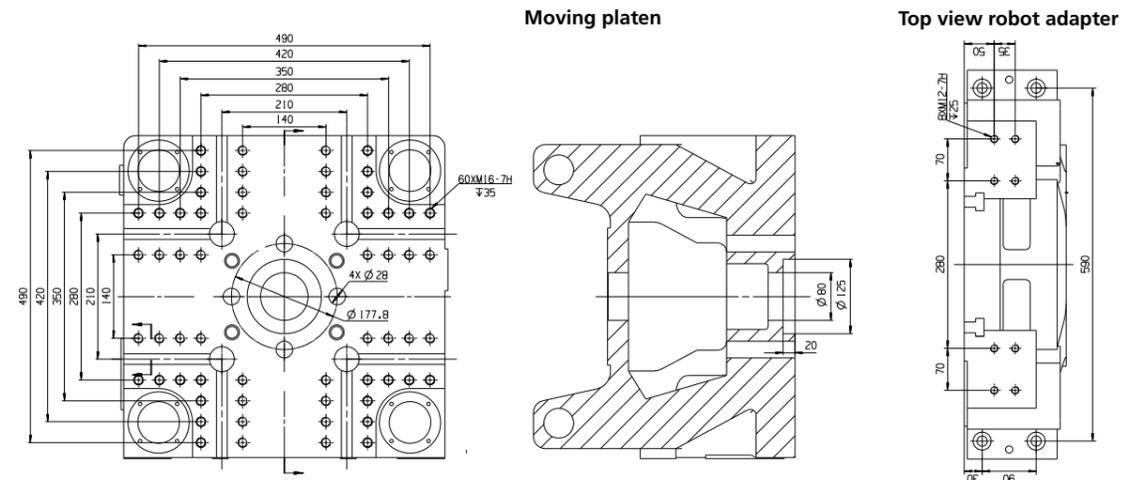
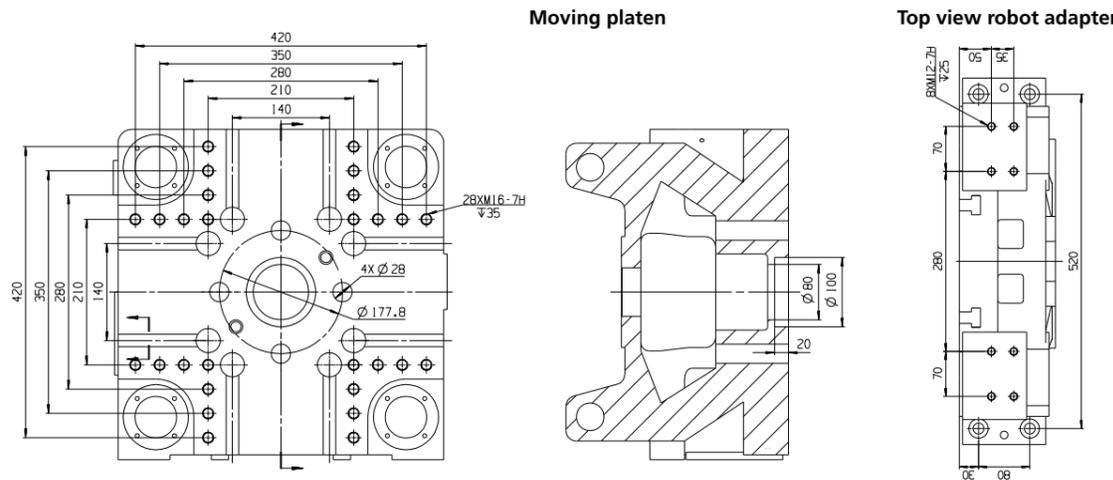
### OTHERS

Maximum hydraulic pressure	bar
Servo motor power	kW
Heating power	kW
Machine dimensions (l x w x h)	m
Machine weight	t
Oil tank capacity	l

### Platen dimensions

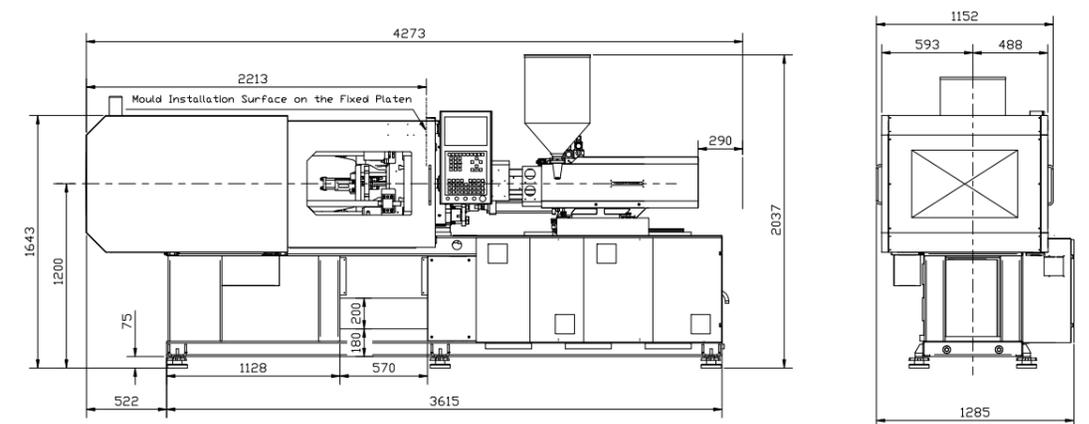
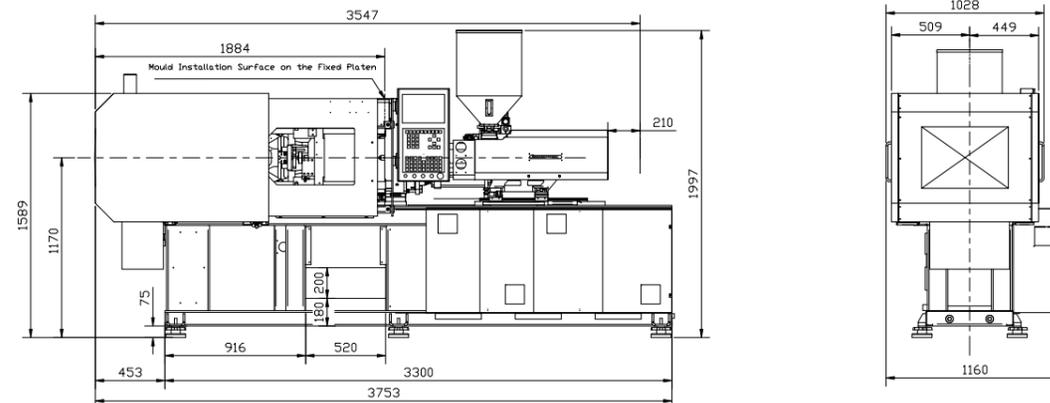
Moving and fixed platen with the same layout.  
The ejector holes  $\varnothing$  is valid only for moving platen.

	600						900											
Clamping force	600						900											
Mold opening force	38						57											
Mold platen dimension	470 x 470						540 x 540											
Distance between tie bars (h x v)	310 x 310						360 x 360											
Mold opening stroke	270						310											
Max. mold height	330						390											
Min. mold height	120						150											
Ejector stroke	70						100											
Ejector force	22						33											
Minimum mold dimension (l x w)	220 x 220						250 x 250											
	130			280			130			280			400					
Screw diameter	24	24	28	28	32	36	40	24	28	32	32	36	36	40	40	36	40	45
Screw L/D ratio	23.3	23.3	20	20	22.5	20	18	23.3	20	22.5	22.5	20	20	18	18	23.3	21	18.7
Shot size (theoretical)	50	50	68	68	121	153	188	50	68	121	121	153	153	188	188	173	214	270
Injection weight (PS)	46	46	62	62	110	139	172	45	62	110	110	139	139	171	171	157	194	246
Injection stroke	110			150				110			150			170				
Injection speed	124 / 146			123				146			104 / 123			118				
Injection speed rate (PS)	51	60	70	82	90	114	141	60	82	76	90	97	114	119	141	109	135	171
Injection pressure	250	250	184	184	234	185	150	250	184	234	234	185	150	150	150	229	186	147
Plasticizing capacity (PS)	5.1	6	7.4	8.6	12.5	16.5	20.0	6	8.6	10.5	12.5	13.9	16.5	16.8	20.0	17.8	21.8	28.8
Screw speed	0-265 / 0-310			0-285				0-310			0-240 / 0-285			0-275				
Nozzle stroke	210			290				210			290			325				
Nozzle force	24.7			24.7				24.7			24.7			41.2				
Maximum hydraulic pressure	200			200				200			200			200				
Servo motor power	7.5 / 11			13				11			11 / 13			15				
Heating power	6.25			7.85				6.25			7.85			11.45				
Machine dimensions (l x w x h)	3.76 x 1.16 x 2.00			3.95 x 1.16 x 2.01				4.14 x 1.29 x 2.03			4.28 x 1.29 x 2.04			4.61 x 1.29 x 2.07				
Machine weight	2.5			2.58				3.42			3.5			3.7				
Oil tank capacity	120			120				150			150			150				



### Machine dimensions

We reserve the right to make changes as a result of further technical advantages.



# Specification

**ECO** cost efficient Mars II S eco Series  
600 - 5,300 kN

**ECO** cost efficient Mars II S eco Series  
600 - 5,300 kN

## CLAMPING UNIT

Clamping force	kN
Mold opening force	kN
Mold platen dimension	mm
Distance between tie bars (h x v)	mm
Mold opening stroke	mm
Max. mold height	mm
Min. mold height	mm
Ejector stroke	mm
Ejector force	kN
Minimum mold dimension (l x w)	mm

## INJECTION UNIT

Screw diameter	mm
Screw L/D ratio	L/D
Shot size (theoretical)	cm <sup>3</sup>
Injection weight (PS)	g
Injection stroke	mm
Injection speed	mm/s
Injection speed rate (PS)	g/s
Injection pressure	Mpa
Plasticizing capacity (PS)	g/s
Screw speed	rpm
Nozzle stroke	mm
Nozzle force	kN

## OTHERS

Maximum hydraulic pressure	bar
Servo motor power	kW
Heating power	kW
Machine dimensions (l x w x h)	m
Machine weight	t
Oil tank capacity	l

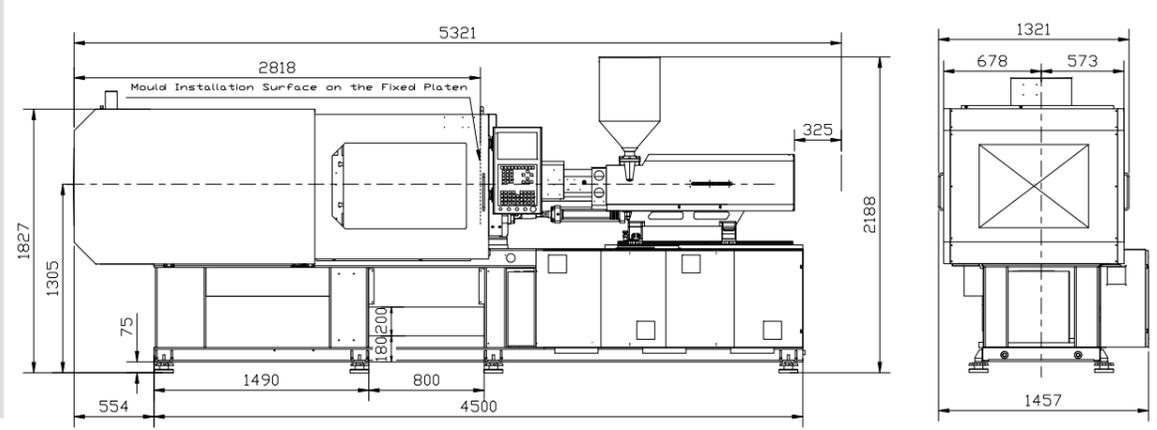
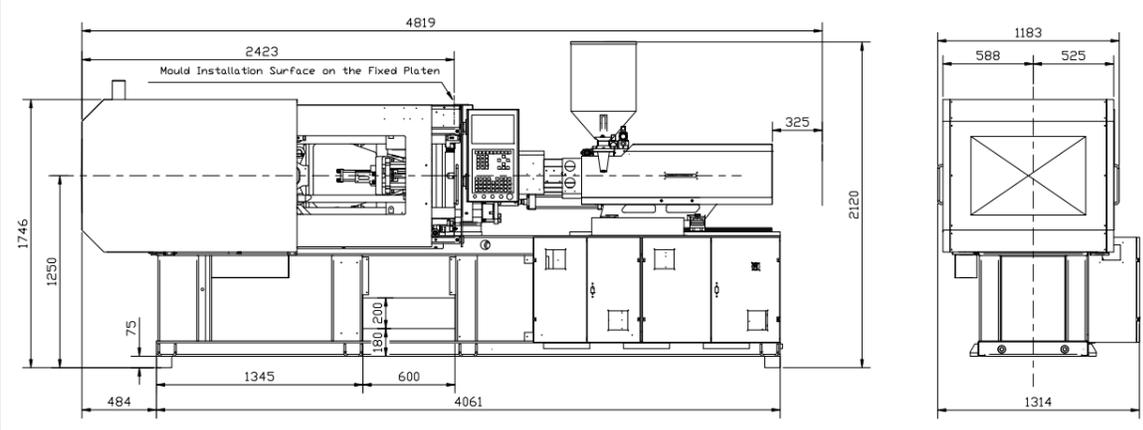
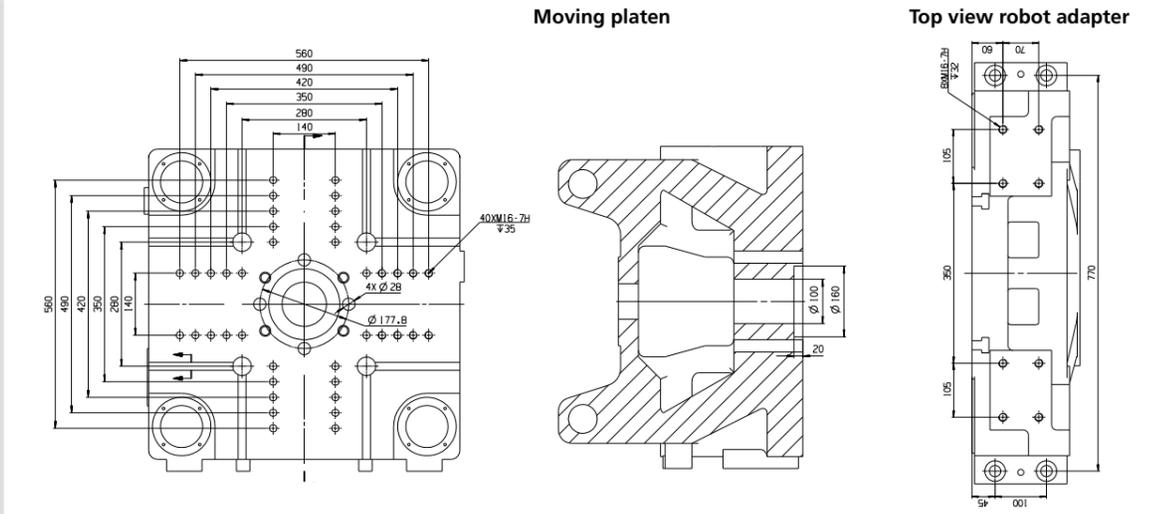
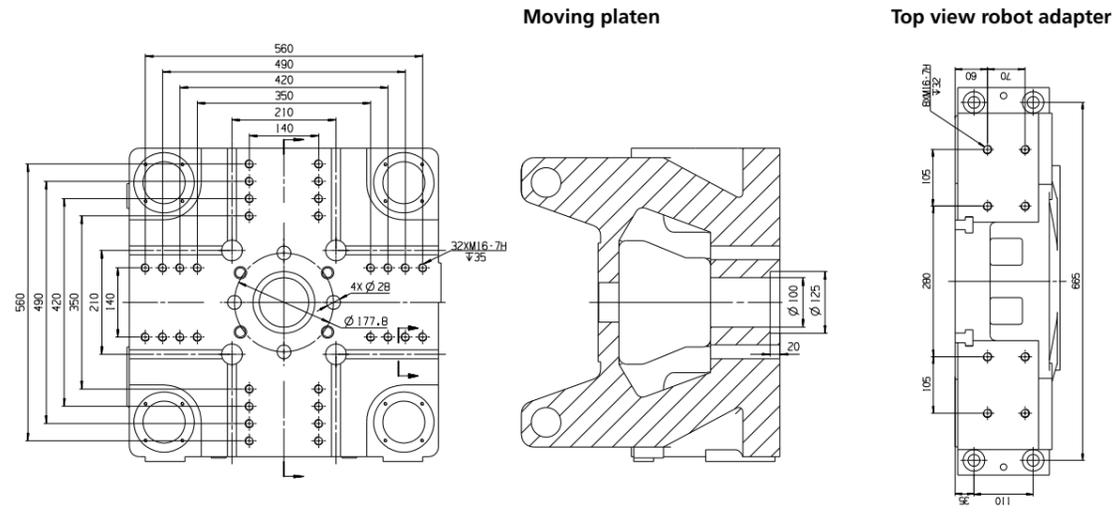
## Platen dimensions

Moving and fixed platen with the same layout.  
The ejector holes  $\varnothing$  is valid only for moving platen.

## Machine dimensions

We reserve the right to make changes as a result of further technical advantages.

	MA1200 II S												MA1600 II S											
	1200												1600											
	80												105											
	615 x 615												700 x 700											
	410 x 410												470 x 470											
	360												430											
	450												520											
	150												180											
	120												140											
	33												33											
	290 x 290												330 x 330											
	280			400			570			400			570			750								
	32	36	40	36	36	40	40	45	45	40	45	50	36	40	45	40	40	45	45	50	50	45	50	55
	22.5	20	18	23.3	23.3	21	21	18.7	18.7	22.5	20	18	23.3	21	18.7	22.5	22.5	20	20	18	18	22.2	20	18.2
	121	153	188	173	173	214	214	270	270	253	320	395	173	214	270	253	253	320	320	395	395	334	412	499
	110	139	172	157	157	194	194	246	246	230	291	359	157	194	246	230	230	291	291	359	359	304	375	454
	170												201											
	123												118											
	100 / 118												120											
	90	114	141	92	109	114	135	144	171	137	174	215	109	135	171	111	137	141	174	174	215	166	205	248
	234	185	150	229	229	186	186	147	147	225	178	144	229	186	147	225	225	178	178	144	144	223	180	149
	12.5	16.5	20.0	14.9	17.8	18.2	21.8	24.1	28.8	21.2	28.1	35.3	17.8	21.8	28.8	17.0	21.2	22.6	28.1	28.4	35.3	23.9	30.0	36.7
	0-285												0-255											
	0-230 / 0-275												0-205 / 0-255											
	290												325											
	41.2												49.5											
	200												200											
	13												15											
	7.85												11.45											
	4.55 x 1.32 x 2.09			4.82 x 1.32 x 2.12			4.93 x 1.32 x 2.14			5.22 x 1.46 x 2.18			5.33 x 1.46 x 2.19			5.62 x 1.46 x 2.29								
	4.15												4.48											
	170												170											



# Specification

**ECO** cost efficient Mars II S eco Series  
600 - 5,300 kN

**ECO** cost efficient Mars II S eco Series  
600 - 5,300 kN

## CLAMPING UNIT

Clamping force	kN
Mold opening force	kN
Mold platen dimension	mm
Distance between tie bars (h x v)	mm
Mold opening stroke	mm
Max. mold height	mm
Min. mold height	mm
Ejector stroke	mm
Ejector force	kN
Minimum mold dimension (l x w)	mm

## INJECTION UNIT

Screw diameter	mm
Screw L/D ratio	L/D
Shot size (theoretical)	cm <sup>3</sup>
Injection weight (PS)	g
Injection stroke	mm
Injection speed	mm/s
Injection speed rate (PS)	g/s
Injection pressure	Mpa
Plasticizing capacity (PS)	g/s
Screw speed	rpm
Nozzle stroke	mm
Nozzle force	kN

## OTHERS

Maximum hydraulic pressure	bar
Servo motor power	kW
Heating power	kW
Machine dimensions (l x w x h)	m
Machine weight	t
Oil tank capacity	l

## Platen dimensions

Moving and fixed platen with the same layout.  
The ejector holes  $\varnothing$  is valid only for moving platen.

## Machine dimensions

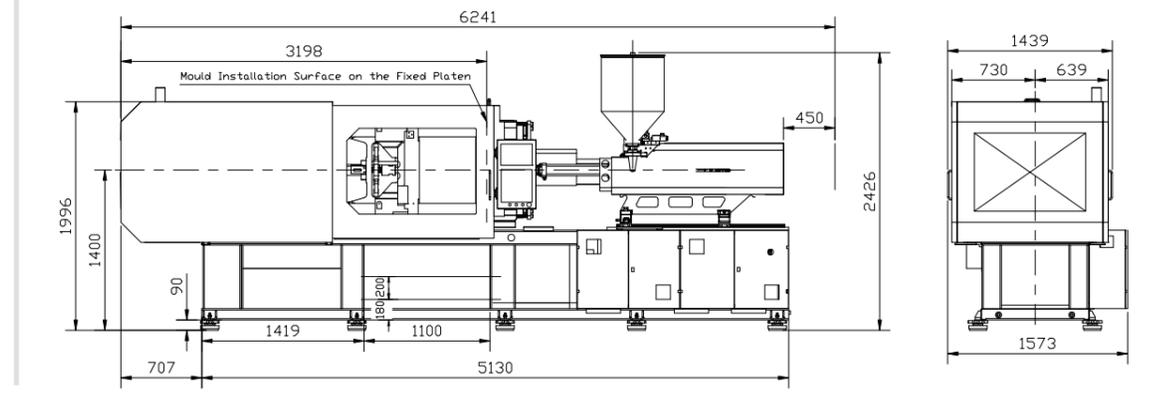
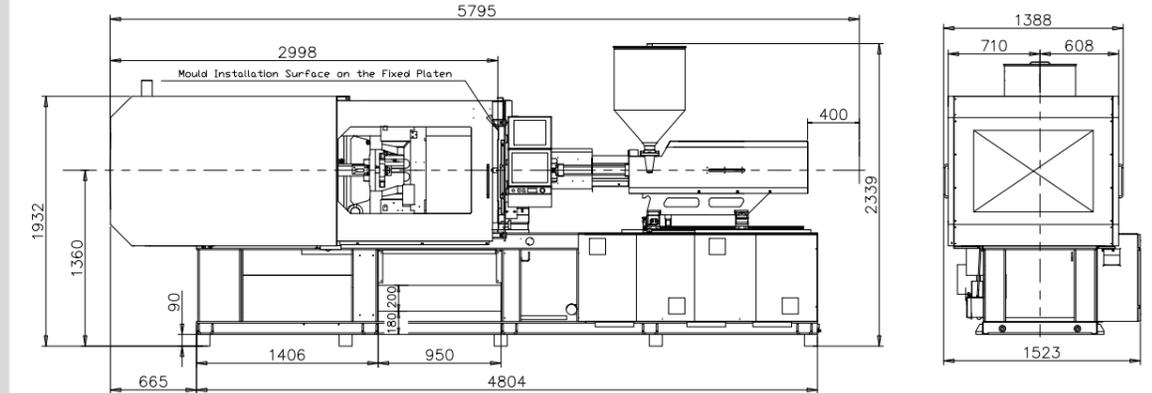
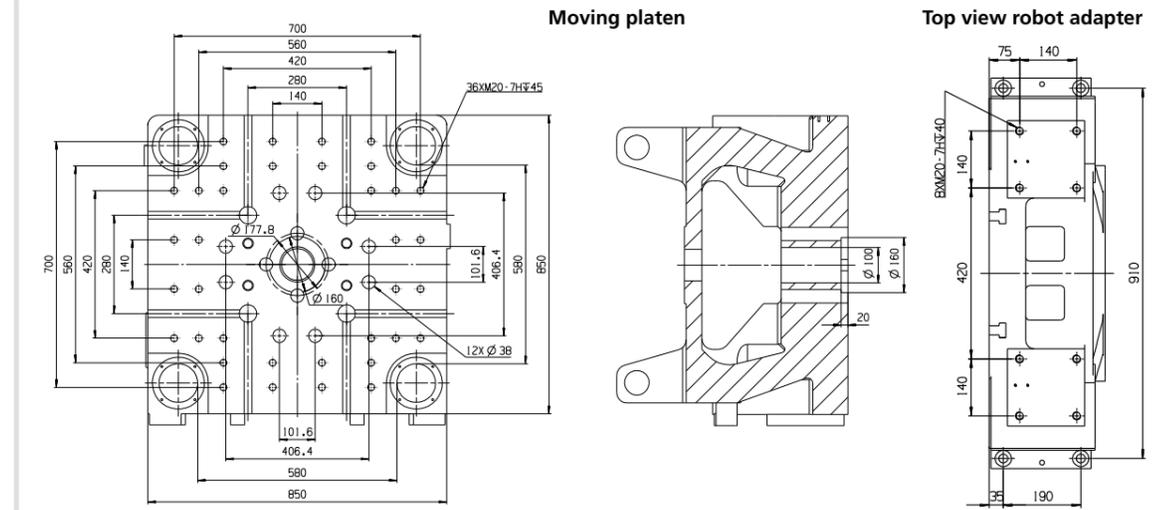
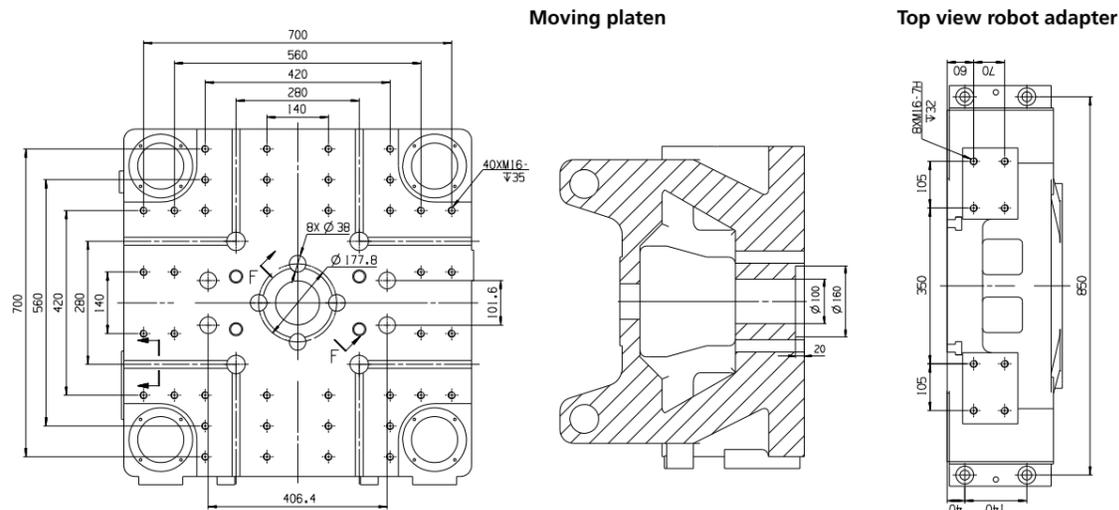
We reserve the right to make changes as a result of further technical advantages.

### MA2000 II S

Clamping force	2000											
Mold opening force	130											
Mold platen dimension	790 x 790											
Distance between tie bars (h x v)	530 x 530											
Mold opening stroke	490											
Max. mold height	550											
Min. mold height	200											
Ejector stroke	140											
Ejector force	62											
Minimum mold dimension (l x w)	370 x 370											
<b>INJECTION UNIT</b>	<b>570</b>			<b>750</b>						<b>1000</b>		
Screw diameter	40	45	50	45	45	50	50	55	55	50	55	60
Screw L/D ratio	22.5	20	18	22.2	22.2	20	20	18.2	18.2	22	20	18.3
Shot size (theoretical)	253	320	395	334	334	412	412	499	499	471	570	679
Injection weight (PS)	230	291	359	304	304	375	375	454	454	429	519	618
Injection stroke	201			210						240		
Injection speed	120			95/114						125		
Injection speed rate (PS)	137	174	215	139	166	171	205	207	248	223	270	322
Injection pressure	225	178	144	223	223	180	180	149	149	224	185	155
Plasticizing capacity (PS)	21.2	28.1	35.3	20.3	23.9	25.5	30.0	31.2	36.7	38.1	46.7	55.3
Screw speed	0-255			0-170 / 0-200						0-235		
Nozzle stroke	325			400						450		
Nozzle force	49.5			49.5						99		
<b>OTHERS</b>	<b>200</b>			<b>200</b>						<b>200</b>		
Maximum hydraulic pressure	18.5			18.5 / 22						30		
Servo motor power	11.45			18.65						21.45		
Heating power	5.50 x 1.53 x 2.25			5.80 x 1.53 x 2.34						6.04 x 1.53 x 2.39		
Machine dimensions (l x w x h)	6.95			7.1						7.4		
Machine weight	250			250						250		
Oil tank capacity	340			340						340		

### MA2500 II S

Clamping force	2500											
Mold opening force	165											
Mold platen dimension	850 x 850											
Distance between tie bars (h x v)	580 x 580											
Mold opening stroke	540											
Max. mold height	580											
Min. mold height	220											
Ejector stroke	150											
Ejector force	62											
Minimum mold dimension (l x w)	410 x 410											
<b>INJECTION UNIT</b>	<b>750</b>			<b>1000</b>						<b>1350</b>		
Screw diameter	45	50	55	50	50	55	55	60	60	55	60	65
Screw L/D ratio	22.2	20	18.2	22	22	20	20	18.3	18.3	21.8	20	18.5
Shot size (theoretical)	334	412	499	471	471	570	570	679	679	618	735	863
Injection weight (PS)	304	375	454	429	429	519	519	618	618	562	669	785
Injection stroke	210			240						260		
Injection speed	114			93 / 125						128		
Injection speed rate (PS)	166	205	248	165	223	200	270	238	322	277	329	386
Injection pressure	223	180	149	224	224	185	185	155	155	223	188	160
Plasticizing capacity (PS)	23.9	30.0	36.7	28.4	38.1	34.8	46.7	41.2	55.3	45.9	54.5	60.6
Screw speed	0-200			0-175 / 0-235						0-255		
Nozzle stroke	400			450						450		
Nozzle force	49.5			99						99		
<b>OTHERS</b>	<b>200</b>			<b>200</b>						<b>200</b>		
Maximum hydraulic pressure	22			22 / 30						37		
Servo motor power	18.65			21.45						25.05		
Heating power	6.00 x 1.58 x 2.38			6.25 x 1.58 x 2.43						6.44 x 1.58 x 2.43		
Machine dimensions (l x w x h)	8.1			8.4						8.7		
Machine weight	340			340						340		
Oil tank capacity	340			340						340		



# Specification

**ECO** cost efficient Mars II S eco Series  
600 - 5,300 kN

**ECO** cost efficient Mars II S eco Series  
600 - 5,300 kN

## CLAMPING UNIT

Clamping force	kN
Mold opening force	kN
Mold platen dimension	mm
Distance between tie bars (h x v)	mm
Mold opening stroke	mm
Max. mold height	mm
Min. mold height	mm
Ejector stroke	mm
Ejector force	kN
Minimum mold dimension (l x w)	mm

## INJECTION UNIT

Screw diameter	mm
Screw L/D ratio	L/D
Shot size (theoretical)	cm <sup>3</sup>
Injection weight (PS)	g
Injection stroke	mm
Injection speed	mm/s
Injection speed rate (PS)	g/s
Injection pressure	Mpa
Plasticizing capacity (PS)	g/s
Screw speed	rpm
Nozzle stroke	mm
Nozzle force	kN

## OTHERS

Maximum hydraulic pressure	bar
Servo motor power	kW
Heating power	kW
Machine dimensions (l x w x h)	m
Machine weight	t
Oil tank capacity	l

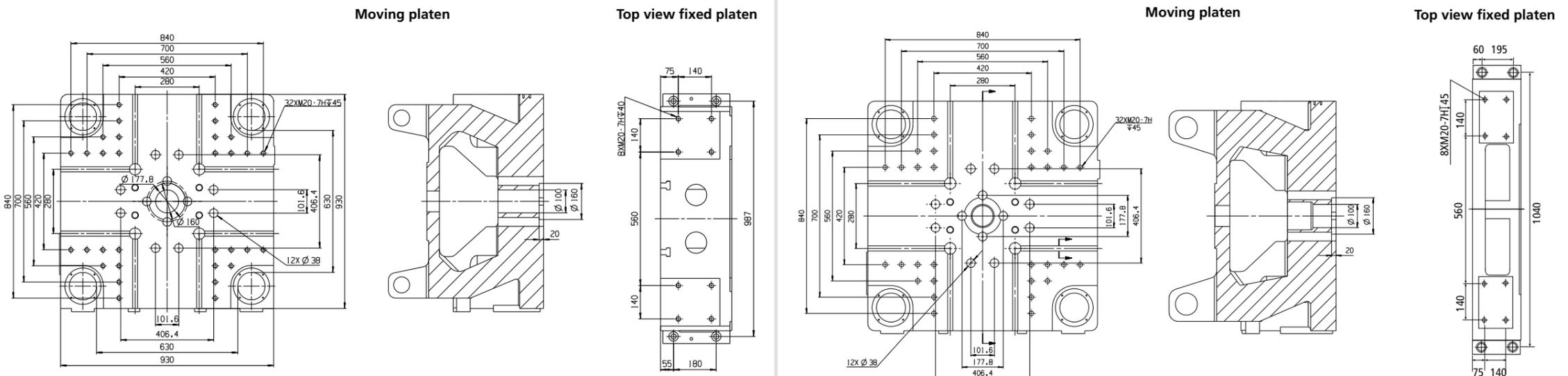
### MA2800 II S

### MA3200 II S

Clamping force	2800											3200																		
Mold opening force	180											200																		
Mold platen dimension	930 x 930											990 x 990																		
Distance between tie bars (h x v)	630 x 630											680 x 680																		
Mold opening stroke	590											640																		
Max. mold height	630											680																		
Min. mold height	230											250																		
Ejector stroke	150											160																		
Ejector force	62											62																		
Minimum mold dimension (l x w)	440 x 440											475 x 475																		
<b>INJECTION UNIT</b>	<b>1000</b>					<b>1350</b>					<b>1700</b>					<b>1350</b>					<b>1700</b>					<b>2250</b>				
Screw diameter	50	55	60	55	60	65	65	60	65	70	55	60	65	60	65	70	70	65	70	75	80									
Screw L/D ratio	22	20	18,3	21,8	21,8	20	18,5	18,5	21,7	20	18,6	21,8	20	18,5	21,7	21,7	20	18,6	18,6	21,5	20	18,7	17,5							
Shot size (theoretical)	471	570	679	618	618	735	735	863	792	929	1078	618	735	863	792	792	929	929	1078	1078	1068	1239	1423	1619						
Injection weight (PS)	429	519	618	562	562	669	669	785	720	846	981	562	669	785	720	720	845	845	981	981	972	1128	1295	1473						
Injection stroke	240											260																		
Injection speed	125											103 / 128																		
Injection speed rate (PS)	223	270	322	224	277	266	329	313	386	289	339	394	277	329	386	289	289	339	339	394	394	351	407	467	531					
Injection pressure	224	185	155	223	223	188	188	160	160	213	182	157	223	188	160	213	213	182	182	157	157	212	183	159	140					
Plasticizing capacity (PS)	38,1	46,7	55,3	36,9	45,9	43,8	54,5	48,7	60,6	51,1	56,7	64,4	45,9	54,5	60,6	51,1	51,1	56,7	56,7	64,4	64,4	58,7	67,3	76	84					
Screw speed	0-235											0-205 / 0-255																		
Nozzle stroke	450											450																		
Nozzle force	99											99																		
<b>OTHERS</b>	<b>200</b>											<b>200</b>																		
Maximum hydraulic pressure	200											200																		
Servo motor power	30											30 / 37																		
Heating power	21,45											25,05																		
Machine dimensions (l x w x h)	7.12 x 1.65 x 2.47											7.12 x 1.65 x 2.47																		
Machine weight	10,7											11																		
Oil tank capacity	440											440																		

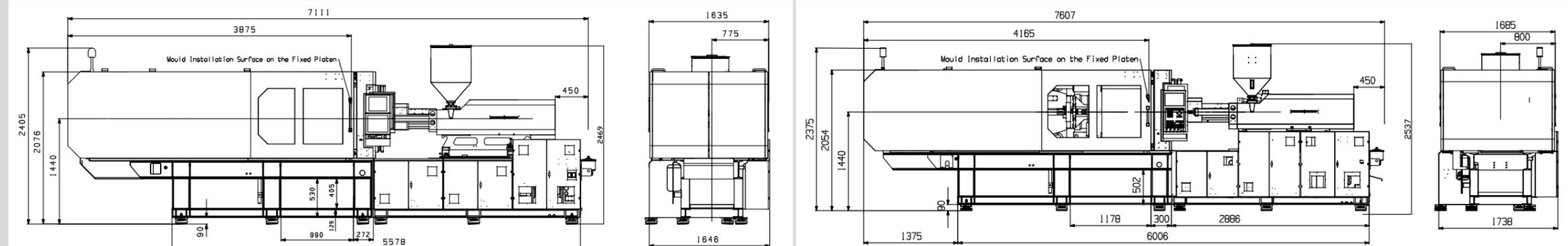
## Platen dimensions

Moving and fixed platen with the same layout.  
The ejector holes Ø is valid only for moving platen.



## Machine dimensions

We reserve the right to make changes as a result of further technical advantages.



# Specification

**ECO** cost efficient Mars II S eco Series  
600 - 5,300 kN

**ECO** cost efficient Mars II S eco Series  
600 - 5,300 kN

## CLAMPING UNIT

Clamping force	kN
Mold opening force	kN
Mold platen dimension	mm
Distance between tie bars (h x v)	mm
Mold opening stroke	mm
Max. mold height	mm
Min. mold height	mm
Ejector stroke	mm
Ejector force	kN
Minimum mold dimension (l x w)	mm

## INJECTION UNIT

Screw diameter	mm
Screw L/D ratio	L/D
Shot size (theoretical)	cm <sup>3</sup>
Injection weight (PS)	g
Injection stroke	mm
Injection speed	mm/s
Injection speed rate (PS)	g/s
Injection pressure	Mpa
Plasticizing capacity (PS)	g/s
Screw speed	rpm
Nozzle stroke	mm
Nozzle force	kN

## OTHERS

Maximum hydraulic pressure	bar
Servo motor power	kW
Heating power	kW
Machine dimensions (l x w x h)	m
Machine weight	t
Oil tank capacity	l

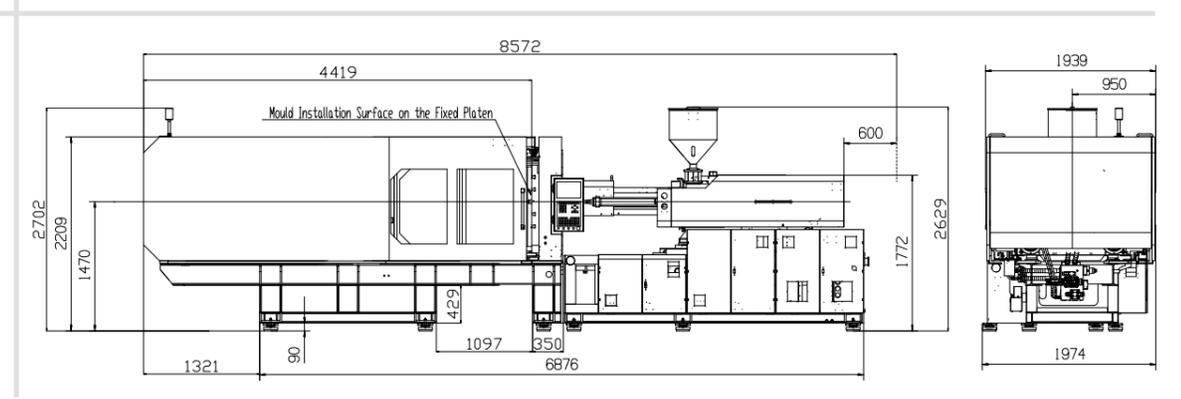
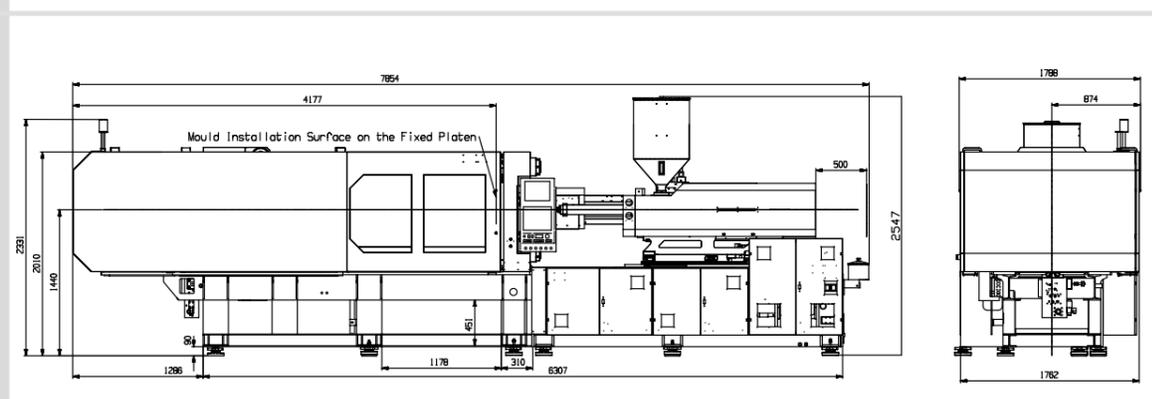
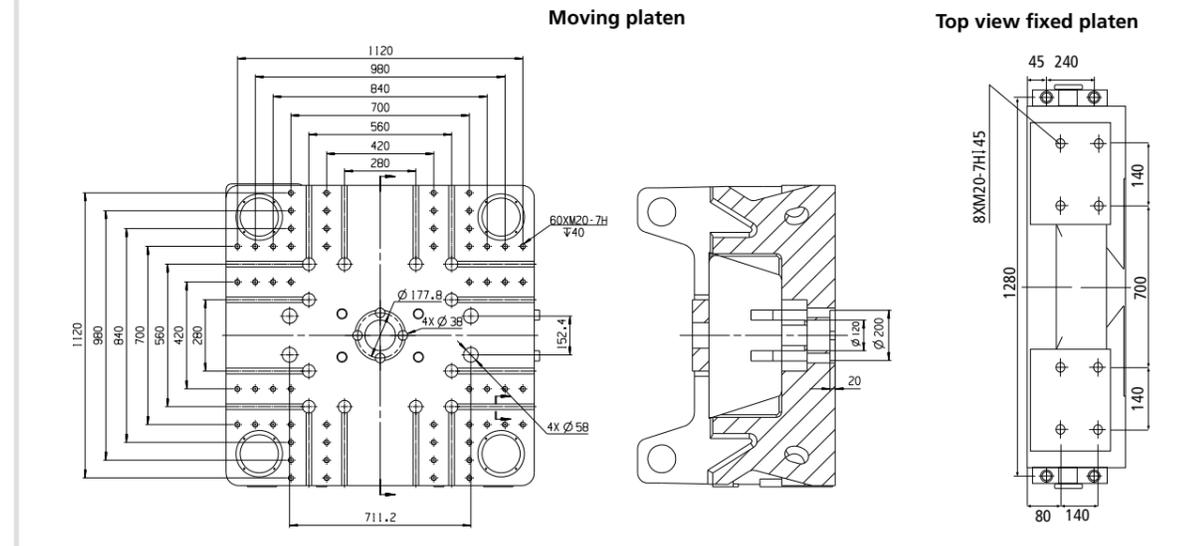
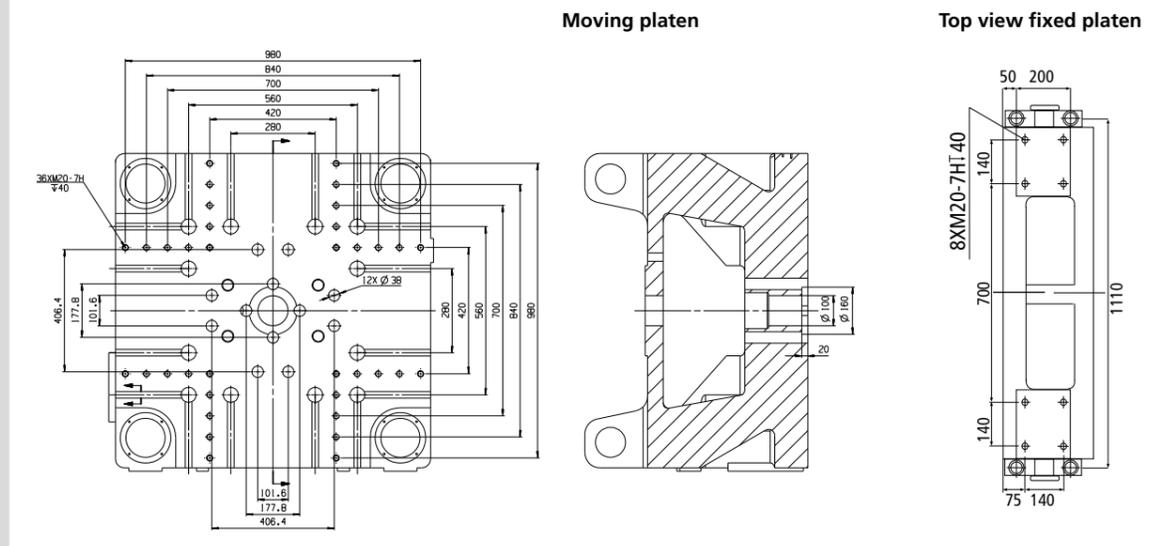
## Platen dimensions

Moving and fixed platen with the same layout.  
The ejector holes Ø is valid only for moving platen.

## Machine dimensions

We reserve the right to make changes as a result of further technical advantages.

	MA3800 II S												MA4700 II S																		
	3800												4700																		
	240												300																		
	1046 x 1046												1210 x 1180																		
	730 x 730												820 x 800																		
	700												780																		
	730												780																		
	280												320																		
	180												200																		
	110												110																		
	510 x 510												580 x 560																		
	1700				2250				3200				2250				3200				4500										
	60	65	70	65	65	70	70	75	75	80	80	70	80	85	90	65	70	75	80	70	70	80	80	85	85	90	90	80	85	90	100
	21.7	20	18.6	21.5	21.5	20	20	18.7	18.7	17.5	17.5	22.9	20	19.1	17.8	21.5	20	18.7	17.5	22.9	22.9	20	20	19.1	19.1	17.8	17.8	22	20.7	19.6	17.6
	792	929	1078	1068	1068	1239	1239	1423	1423	1619	1619	1424	1860	2100	2354	1068	1239	1423	1619	1424	1424	1860	1860	2100	2100	2354	2354	2212	2497	2799	3456
	720	846	981	972	972	1127	1127	1295	1295	1473	1473	1296	1693	1911	2142	972	1128	1295	1473	1296	1296	1693	1693	1911	1911	2142	2142	2013	2272	2547	3145
	280				322				370				322				370				440										
	112				96 / 116				113				116				95 / 113				120										
	289	339	394	291	351	337	407	387	467	441	531	395	516	583	653	351	407	467	531	332	395	434	516	489	583	549	653	551	622	698	861
	213	182	157	212	212	183	183	159	140	140	224	172	152	136	212	183	159	140	224	224	172	172	152	152	136	136	197	175	156	126	
	51.1	56.7	64.4	49.3	58.7	56.6	67.3	64	76	71	84	67.9	89.5	98.2	111	58.7	67.3	76	84	56.6	67.9	74.6	89.5	81.9	98.2	92.6	111.0	80.3	88.8	101.0	123.4
	0-225				0-185 / 0-220				0-210				0-220				0-175 / 0-210				0-180										
	450				500				600				500				600				600										
	99				99				99				99				99				99										
	200				200				200				200				200				200										
	37				37 / 45				55				45				45 / 55				65										
	28.65				36.4				37.6				36.4				37.6				42.6										
	7.85 x 1.79 x 2.54				7.86 x 1.79 x 2.55				8.33 x 1.79 x 2.60				8.45 x 1.98 x 2.58				8.58 x 1.98 x 2.71				9.02 x 2.07 x 2.97										
	14.4				14.7				15.4				17.8				18.5				21.2										
	540				540				540				640				640				800										



# Specification

**ECO** cost efficient Mars II S eco Series  
600 - 5,300 kN

## CLAMPING UNIT

Clamping force	kN
Mold opening force	kN
Mold platen dimension	mm
Distance between tie bars (h x v)	mm
Mold opening stroke	mm
Max. mold height	mm
Min. mold height	mm
Ejector stroke	mm
Ejector force	kN
Minimum mold dimension (l x w)	mm

## INJECTION UNIT

Screw diameter	mm
Screw L/D ratio	L/D
Shot size (theoretical)	cm <sup>3</sup>
Injection weight (PS)	g
Injection stroke	mm
Injection speed	mm/s
Injection speed rate (PS)	g/s
Injection pressure	Mpa
Plasticizing capacity (PS)	g/s
Screw speed	rpm
Nozzle stroke	mm
Nozzle force	kN

## OTHERS

Maximum hydraulic pressure	bar
Servo motor power	kW
Heating power	kW
Machine dimensions (l x w x h)	m
Machine weight	t
Oil tank capacity	l

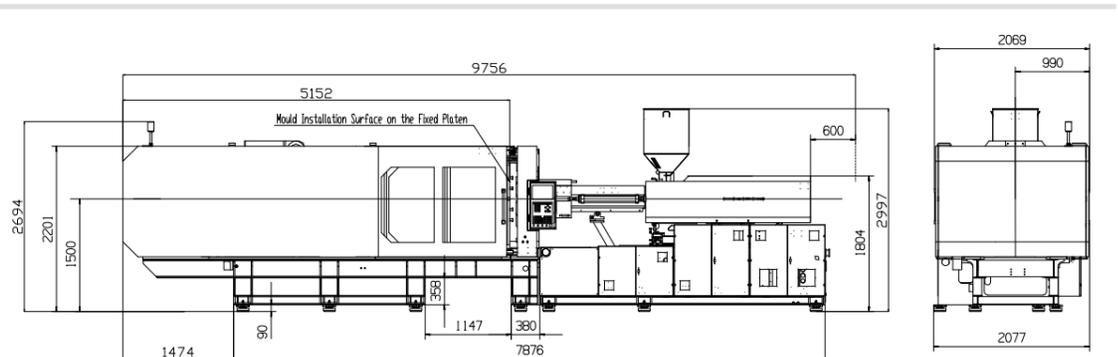
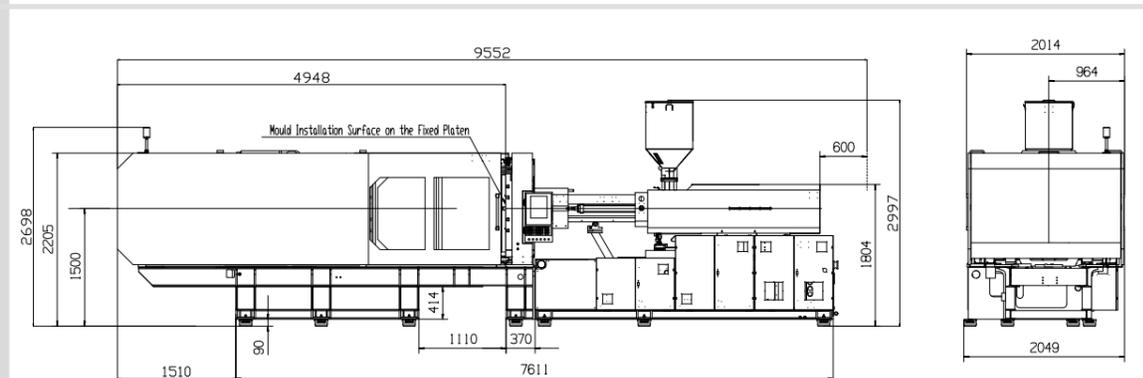
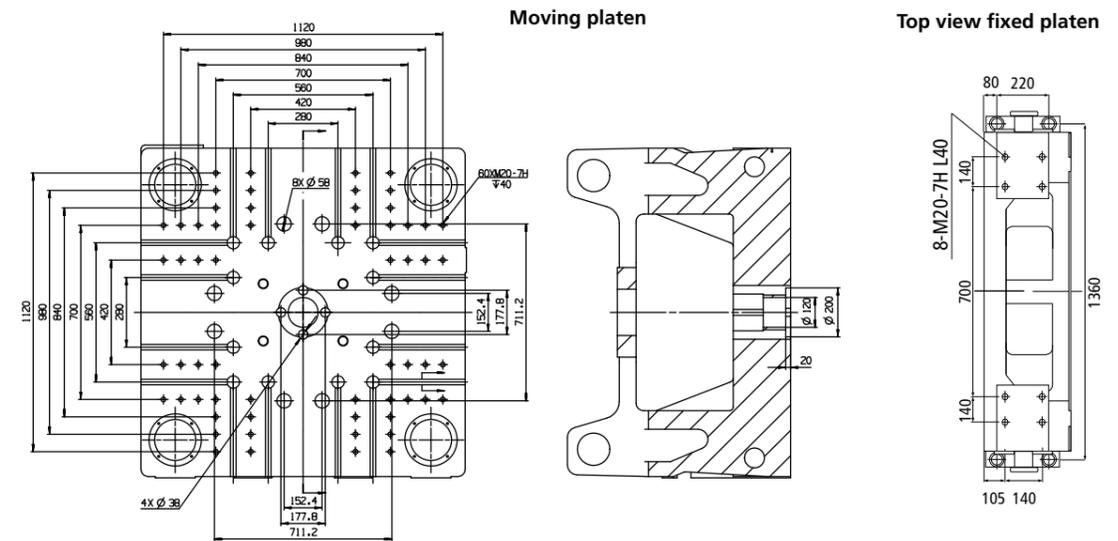
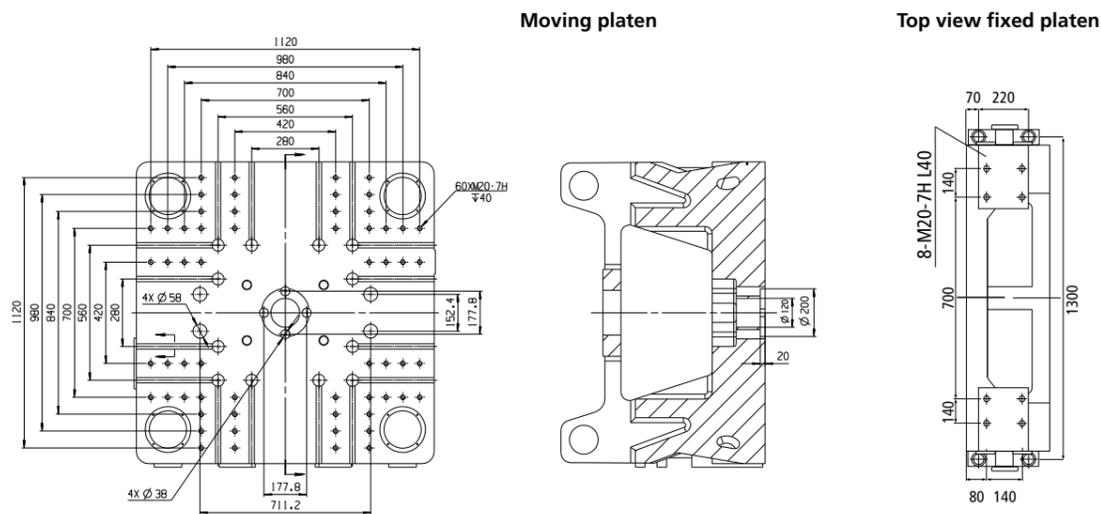
## Platen dimensions

Moving and fixed platen with the same layout.  
The ejector holes Ø is valid only for moving platen.

## Machine dimensions

We reserve the right to make changes as a result of further technical advantages.

	MA5300 II S												MA6000 II S																							
	3200						4500						5000						3200						4500						5000					
Clamping force	5300												6000																							
Mold opening force	350												380																							
Mold platen dimension	1240 x 1250												1300 x 1320																							
Distance between tie bars (h x v)	840 x 830												880 x 880																							
Mold opening stroke	850												900																							
Max. mold height	850												880																							
Min. mold height	350												380																							
Ejector stroke	220												240																							
Ejector force	158												158																							
Minimum mold dimension (l x w)	590 x 580												620 x 620																							
Screw diameter	70	80	85	90	80	80	85	85	90	90	100	100	80	90	100	110	70	80	85	90	80	85	90	100	80	90	100	110								
Screw L/D ratio	22.9	20	19.1	17.8	22	22	20.7	20.7	19.6	19.6	17.6	17.6	24.8	22	19.8	18	22.9	20	19.1	17.8	22	20.7	19.6	17.6	24.8	22	19.8	18								
Shot size (theoretical)	1424	1860	2100	2354	2212	2212	2497	2497	2799	2799	3456	3456	2262	2863	3534	4276	1424	1860	2100	2354	2212	2497	2799	3456	2262	2863	3534	4276								
Injection weight (PS)	1296	1692	1911	2142	2013	2013	2272	2272	2547	2547	3145	3145	2058	2605	3216	3892	1296	1692	1911	2142	2013	2272	2547	3145	2058	2605	3216	3892								
Injection stroke	370						440						370						440																	
Injection speed	113						98 / 120						113						120																	
Injection speed rate (PS)	395	516	583	653	449	551	507	622	568	698	702	861	492	623	769	930	395	516	583	653	551	622	698	861	492	623	769	930								
Injection pressure	224	172	152	136	197	197	175	175	156	156	126	126	226	179	145	120	224	172	152	136	197	175	156	126	226	179	145	120								
Plasticizing capacity (PS)	67.9	89.5	98.2	111.0	64.7	80.3	71.5	88.8	81.4	101.0	99.4	123.4	73.8	92.6	114	134	67.9	89.5	98.2	111.0	80.3	88.8	101.0	123.4	73.8	92.6	114	134								
Screw speed	0-210						0-145 / 0-180						0-210						0-180																	
Nozzle stroke	600						600						600						600																	
Nozzle force	99						99						99						99																	
Maximum hydraulic pressure	200						200						200						200																	
Servo motor power	55						55 / 65						55						65																	
Heating power	37.6						42.6						37.6						42.6																	
Machine dimensions (l x w x h)	9.13 x 2.05 x 2.66						9.56 x 2.05 x 3.00						9.95 x 2.31 x 3.08						9.35 x 2.08 x 2.66						9.76 x 2.08 x 3.00						10.16 x 2.33 x 3.08					
Machine weight	23.3						26						26.5						26.3						29											
Oil tank capacity	800						800						880						800						880											



# Specification

## CLAMPING UNIT

Clamping force	kN
Mold opening force	kN
Mold platen dimension	mm
Distance between tie bars (h x v)	mm
Mold opening stroke	mm
Max. mold height	mm
Min. mold height	mm
Ejector stroke	mm
Ejector force	kN
Minimum mold dimension (l x w)	mm

## INJECTION UNIT

Screw diameter	mm
Screw L/D ratio	
Shot size (theoretical)	cm <sup>3</sup>
Injection weight (PS)	g
Injection stroke	mm
Injection speed	mm/s
Injection speed rate (PS)	g/s
Injection pressure	Mpa
Plasticizing capacity (PS)	g/s
Screw speed	rpm
Nozzle stroke	mm
Nozzle force	kN

## OTHERS

Maximum hydraulic pressure	bar
Servo motor power	kW
Heating power	kW
Machine dimensions (l x w x h)	m
Machine weight	t
Oil tank capacity	l

## Platen dimensions

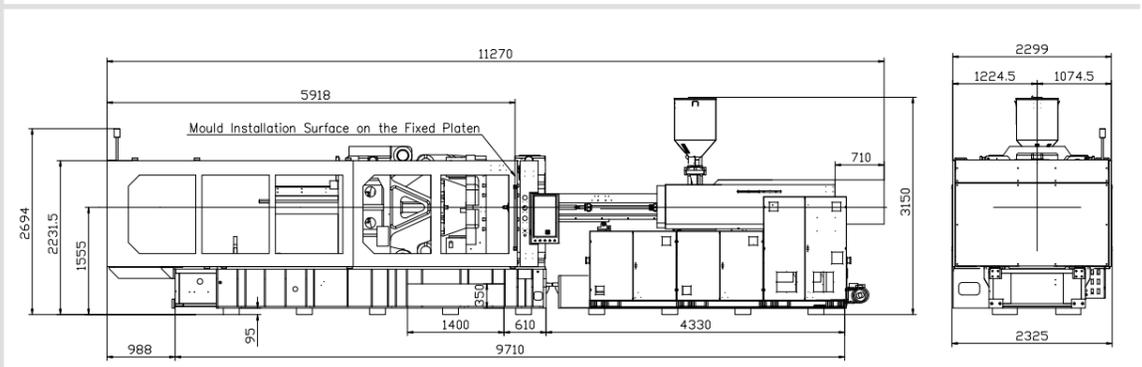
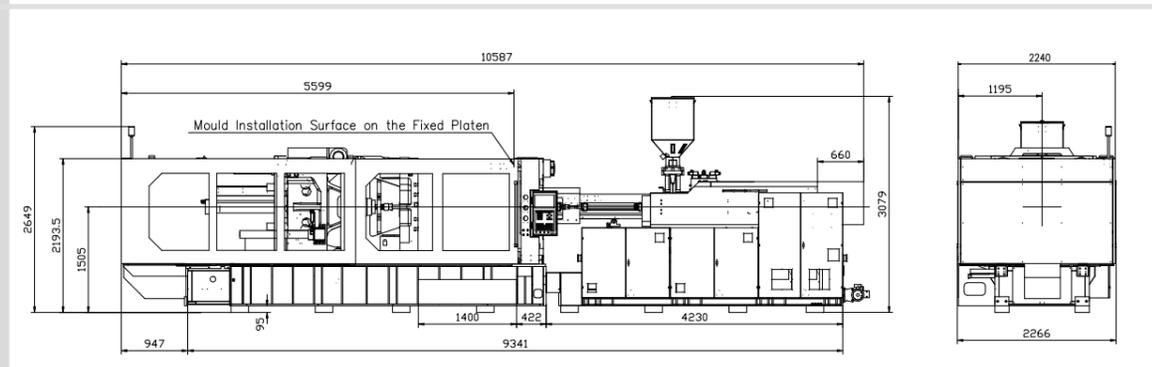
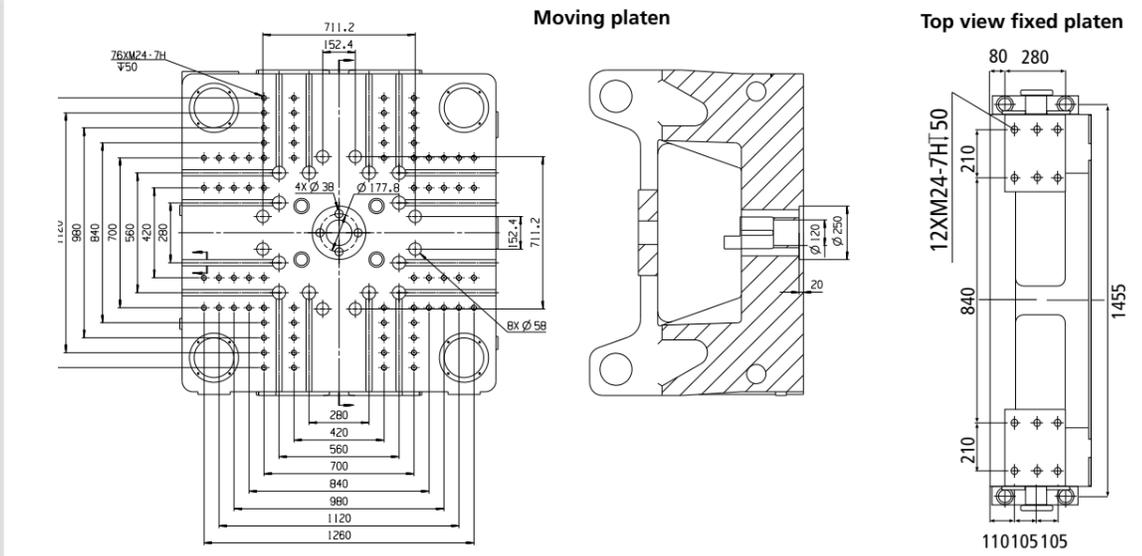
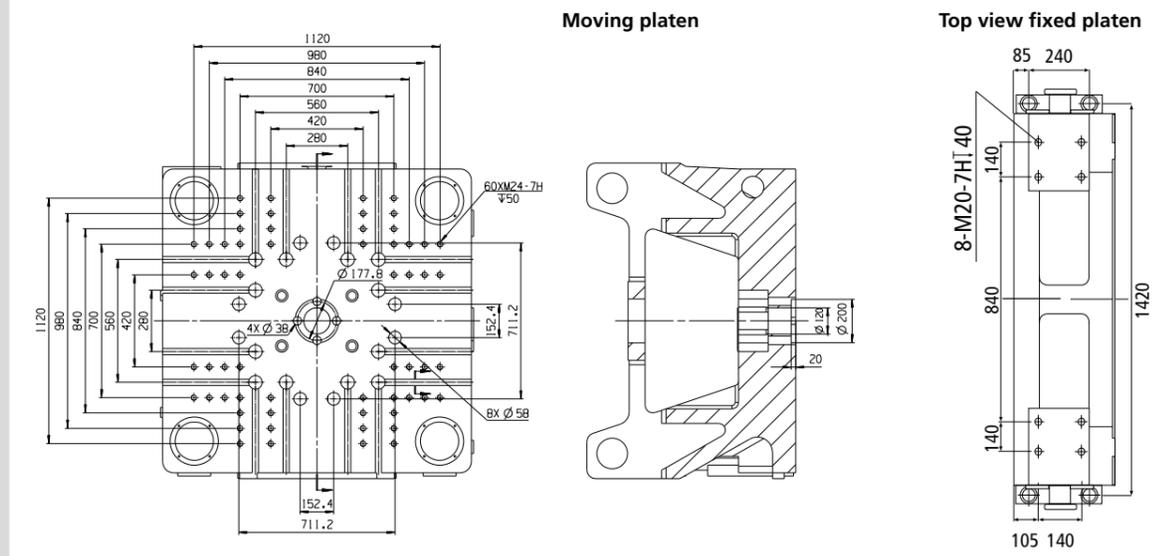
Moving and fixed platen with the same layout.  
The ejector holes Ø is valid only for moving platen.

## Machine dimensions

We reserve the right to make changes as a result of further technical advantages.

	MA7000 II S	MA8000 II S
--	-------------	-------------

	7000												8000											
	430												520											
	1405 x 1386												1465 x 1485											
	960 x 940												1000 x 1000											
	970												1040											
	940												1000											
	400												420											
	260												280											
	186												186											
	670 x 655												700 x 700											
	4500				5000				6800				5000				6800				8400			
	80	85	90	100	80	90	100	110	90	100	110	120	80	90	100	110	90	100	110	120	100	110	120	130
	22	20.7	19.6	17.6	24.8	22	19.8	18	24.4	22	20	18.3	24.8	22	19.8	18	24.4	22	20	18.3	24.2	22	20.2	18.6
	2212	2497	2799	3456	2262	2863	3534	4276	2990	3691	4467	5316	2262	2863	3534	4276	2990	3691	4467	5316	4006	4847	5768	6769
	2013	2272	2547	3145	2058	2605	3216	3891	2721	3359	4065	4838	2058	2605	3216	3891	2721	3359	4065	4838	3645	4410	5249	6160
	440				450				470				450				470							
	120				107				99				107				99							
	551	622	698	861	492	623	769	930	573	707	855	1018	492	623	769	930	573	707	855	1018	705	853	1015	1191
	197	175	156	126	226	179	145	120	219	178	147	123	226	179	145	120	219	178	147	123	213	176	148	126
	80.3	88.8	101.0	123.4	73.8	92.6	114	134	88.8	109	129	151	73.8	92.6	114	134	88.8	109	129	151	100	120	139	160
	0-180				0-151				0-134				0-151				0-134							
	600				660				710				660				710							
	99				99				99				99				99							
	200				200				200				200				200							
	65				22 + 45				22 + 55				22 + 45				22 + 55				37 + 55			
	42.6				49.5				75.55				49.5				75.55				76.95			
	10.35 x 2.27 x 3.01				10.59 x 2.27 x 3.08				10.94 x 2.32 x 3.10				10.92 x 2.33 x 3.13				11.28 x 2.33 x 3.15				11.75 x 2.37 x 3.16			
	31.5				32				34				36				38				40			
	800				880				1000				880				1000				1150			



# Specification

## CLAMPING UNIT

Clamping force	kN
Mold opening force	kN
Mold platen dimension	mm
Distance between tie bars (h x v)	mm
Mold opening stroke	mm
Max. mold height	mm
Min. mold height	mm
Ejector stroke	mm
Ejector force	kN
Minimum mold dimension (l x w)	mm

## INJECTION UNIT

Screw diameter	mm
Screw L/D ratio	L/D
Shot size (theoretical)	cm <sup>3</sup>
Injection weight (PS)	g
Injection stroke	mm
Injection speed	mm/s
Injection speed rate (PS)	g/s
Injection pressure	Mpa
Plasticizing capacity (PS)	g/s
Screw speed	rpm
Nozzle stroke	mm
Nozzle force	kN

## OTHERS

Maximum hydraulic pressure	bar
Servo motor power	kW
Heating power	kW
Machine dimensions (l x w x h)	m
Machine weight	t
Oil tank capacity	l

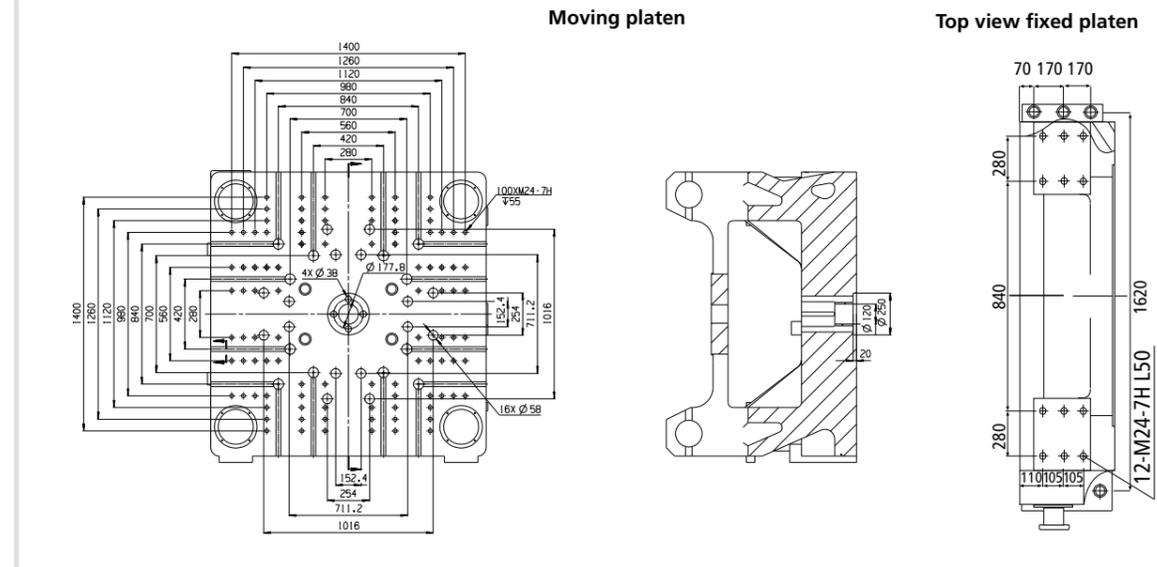
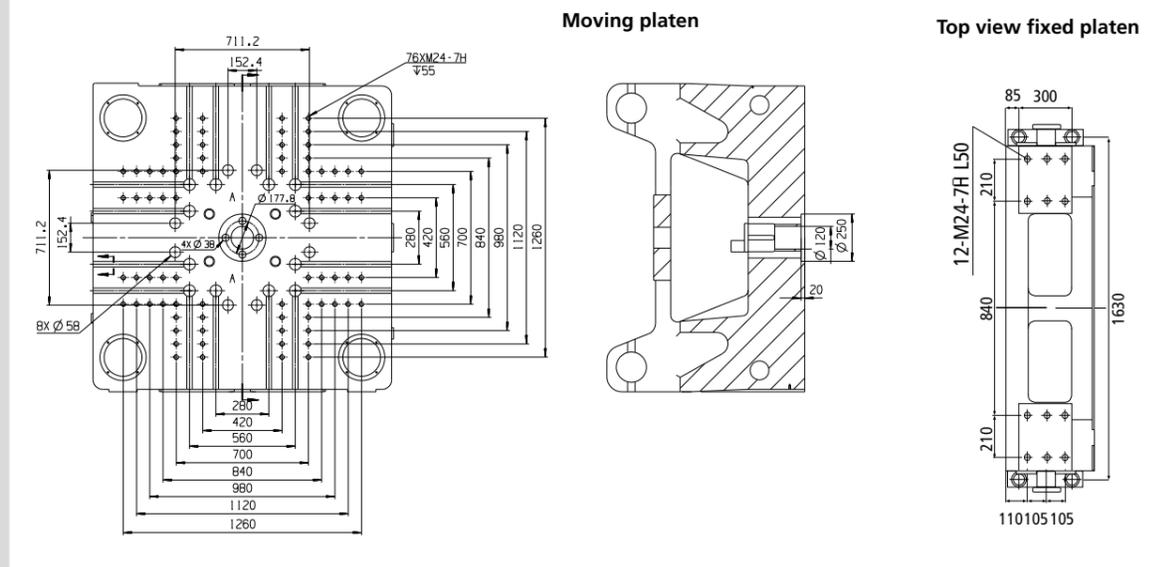
## Platen dimensions

Moving and fixed platen with the same layout.  
The ejector holes  $\varnothing$  is valid only for moving platen.

## Machine dimensions

We reserve the right to make changes as a result of further technical advantages.

	MA9000 II S												MA10000 II S											
	9000												10000											
	600												660											
	1580 x 1600												1650 x 1690											
	1080 x 1080												1160 x 1160											
	1120												1220											
	1080												1160											
	450												500											
	300												320											
	186												215											
	760 x 760												810 x 810											
	5000				6800				8400				6800				8400							
	80	90	100	110	90	100	110	120	100	110	120	130	90	100	110	120	100	110	120	130				
	24.8	22	19.8	18	24.4	22	20	18.3	24.2	22	20.2	18.6	24.4	22	20	18.3	24.2	22	20.2	18.6				
	2262	2863	3534	4276	2990	3691	4467	5316	4006	4847	5768	6769	2990	3691	4467	5316	4006	4847	5768	6769				
	2058	2605	3216	3892	2721	3359	4065	4838	3645	4410	5249	6160	2721	3359	4065	4837	3645	4410	5249	6160				
	450				470				510				470				510							
	107				99				99				99				99							
	492	623	769	930	573	707	855	1018	705	853	1015	1191	573	707	855	1018	705	853	1015	1191				
	226	179	145	120	219	178	147	123	213	176	148	126	219	178	147	123	213	176	148	126				
	73.8	92.6	114	134	88.8	109	129	151	100	120	139	160	88.8	109	129	151	100	120	139	160				
	0-151				0-134				0-115				0-134				0-115							
	660				710				760				710				760							
	99				99				99				99				99							
	200				200				200				200				200							
	22 + 45				22 + 55				37 + 55				22 + 55				37 + 55							
	49.5				75.55				76.95				75.55				76.95							
	11.38 x 2.44 x 3.13				11.72 x 2.44 x 3.15				12.18 x 2.49 x 3.16				11.80 x 2.51 x 3.19				12.39 x 2.51 x 3.20							
	43				45				47				49				51							
	880				1000				1150				1000				1150							





#### **PREMIER MOULDING MACHINERY**

Official UK Sales & Service Partner for Haitian International  
Ladymead Business Park, Quainton, Aylesbury, Bucks, HP22 4AN  
Sales - 01296 655 555 • Service - 01296 653 037  
e-mail: [sales@haitian.co.uk](mailto:sales@haitian.co.uk)  
[www.haitian.co.uk](http://www.haitian.co.uk)

#### **HAITIAN INTERNATIONAL HOLDINGS LIMITED**

No.1688 Haitian Road. Xiaogang. Beilun.  
Ningbo. Zhejiang.  
P.R.China 315801  
e-mail: [haitian@mail.haitian.com](mailto:haitian@mail.haitian.com)  
[www.haitian.com](http://www.haitian.com)

#### **NINGBO HAITIAN HUAYUAN MACHINERY CO.. LTD.**

Export Processing Zone. Ningbo 315800 China  
Tel.: +86-574-86177242  
Fax: +86-574-86221864  
e-mail: [haitian@mail.haitian.com](mailto:haitian@mail.haitian.com)  
[www.haitian.com](http://www.haitian.com)

#### **HAITIAN INTERNATIONAL GERMANY GMBH**

Haitianstrasse 1  
92263 Ebermannsdorf  
Germany  
Tel. +49-9438-9439-0  
Fax +49-9438-9439-350  
[info@haitiangermany.com](mailto:info@haitiangermany.com)  
[www.haitiangermany.com](http://www.haitiangermany.com)



**Trabajo Fin de Grado:**

*Diseño de molde de inyección para soporte bisagra de reposabrazos*

# **ANEXO 3: Impresión en 3D del molde diseñado**

**Alumno:** Enzo Giuliano Genovese Moreno

**Tutor:** Miguel Ángel Peydró Rasero

**Curso:** 2021 – 2022

Grado de Ingeniería Mecánica UPV EPSA



A continuación, se presentarán las imágenes de la impresión 3D llevadas a cabo. Este modelado 3D se ha hecho con la finalidad de mostrar claramente las distintas placas del molde para que quede evidenciado el funcionamiento del molde.

De esta manera, se procede a adjuntar las distintas imágenes de este molde desarrollado.

El modelado se ha llevado a cabo con las siguientes indicaciones:

- PLA color Plata
- Escala al 30% del tamaño real

Tras muchos intentos para determinar la mejor relación calidad tiempo de impresión sin desperdicio de material. Se determinó que a este tamaño quedaban reflejados todos los elementos esenciales del molde. Por otro lado, tornillería y mechones no han sido modelados, solo placas principales con 4 pines para el montaje.



AMARRE SUPERIOR

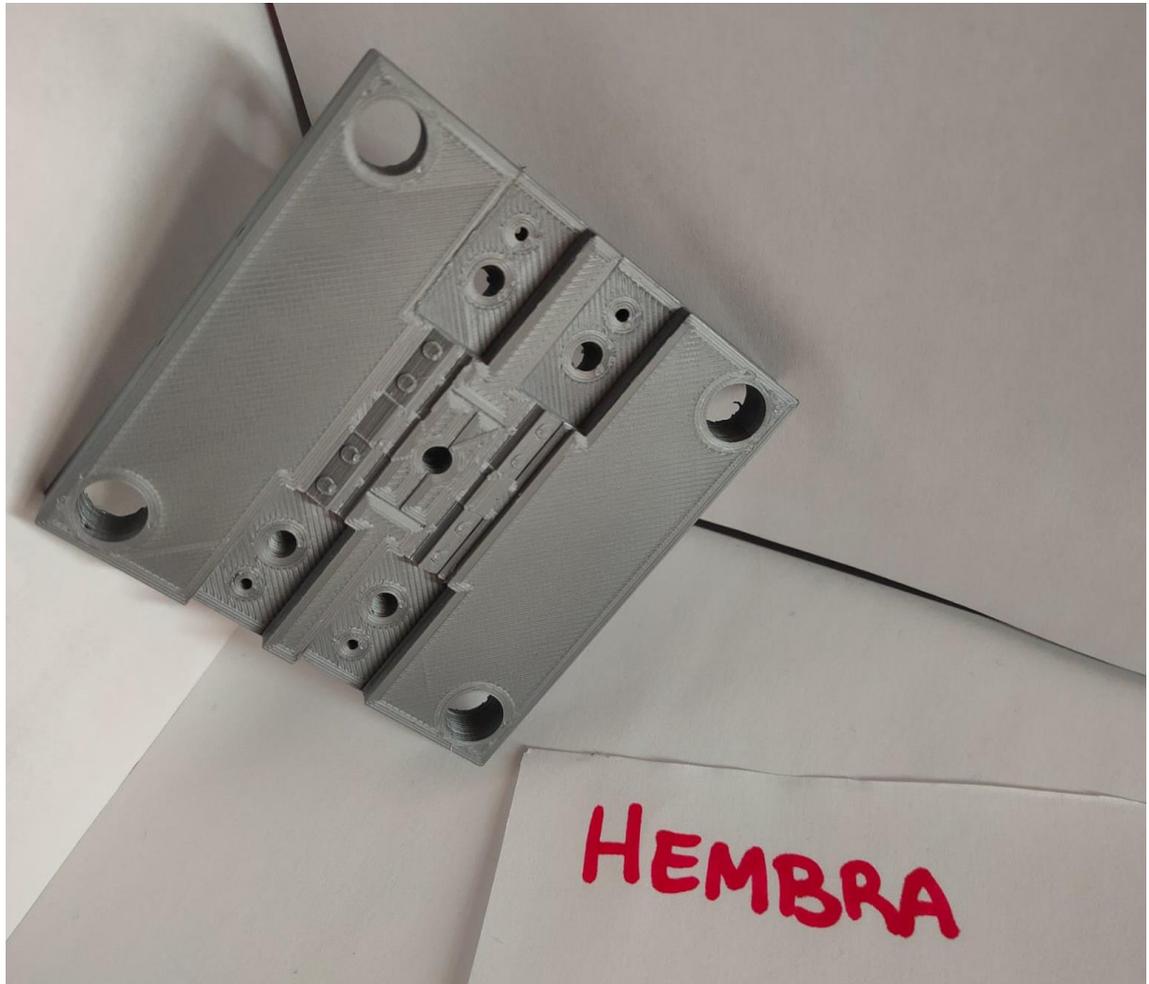




Esta es la placa de amarre superior y se caracteriza por ser la placa por la que entrará el plástico de la inyectora al molde. Se puede ver la cavidad para el BRB3 así como los agujeros para el disco centrador BRDC.



PLACA HEMBRA



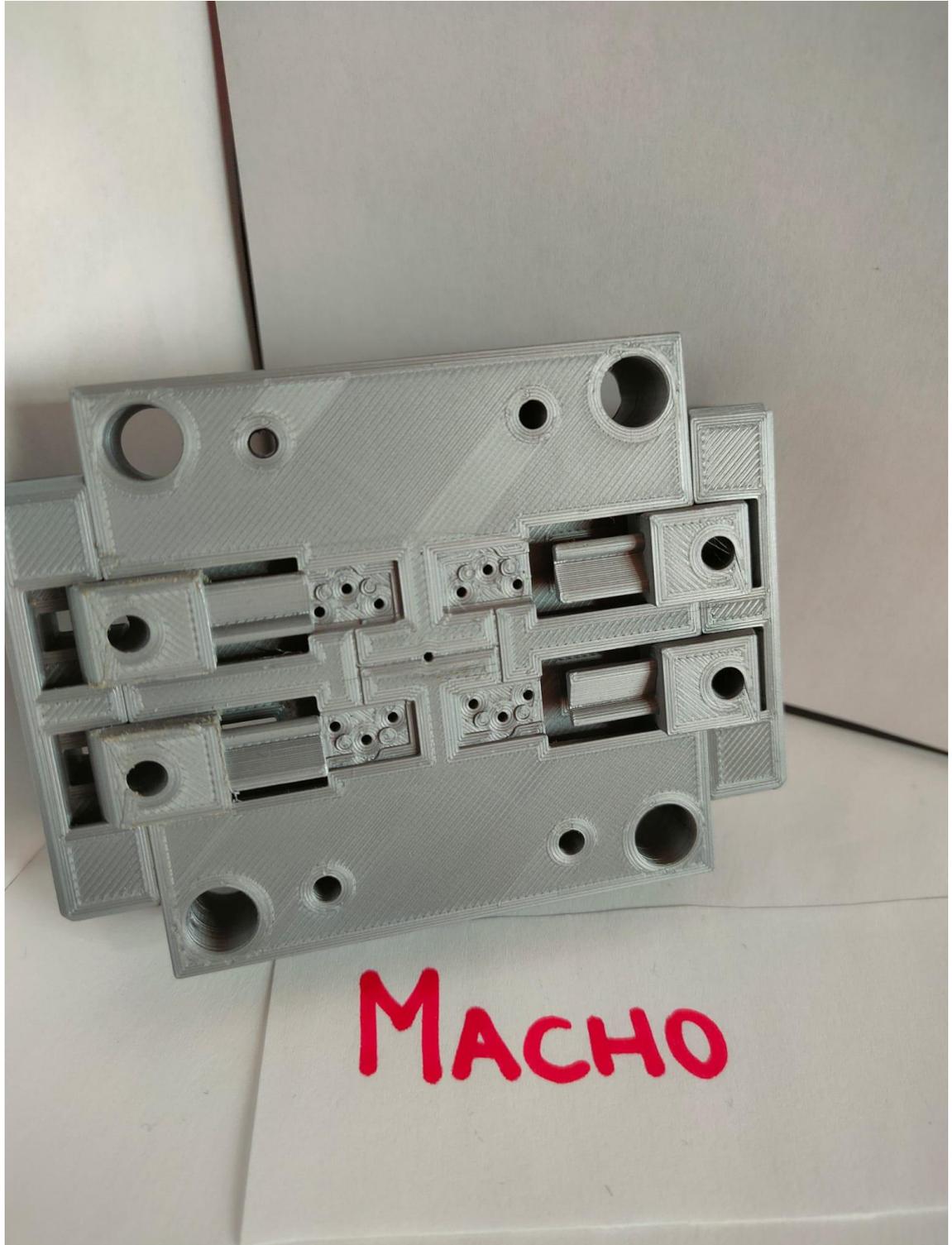


Esta placa hembra se caracteriza, por además de contener la cavidad de la figura y el bebedero, por tener las cavidades de desplazamiento de las correderas que van en el macho.

Por otro lado, en el lado del reverso se pueden ver 4 agujeros entre el centro de la placa y los laterales. Esos agujeros están hechos a  $18^\circ$  de inclinación que es donde se ubicarán los mechones guía de las correderas, que permita el desbloqueo de las correderas. Además hay 4 taladros para la sujeción de las cuñas y 4 para los tornillos de sujeción que vienen del amarre superior.

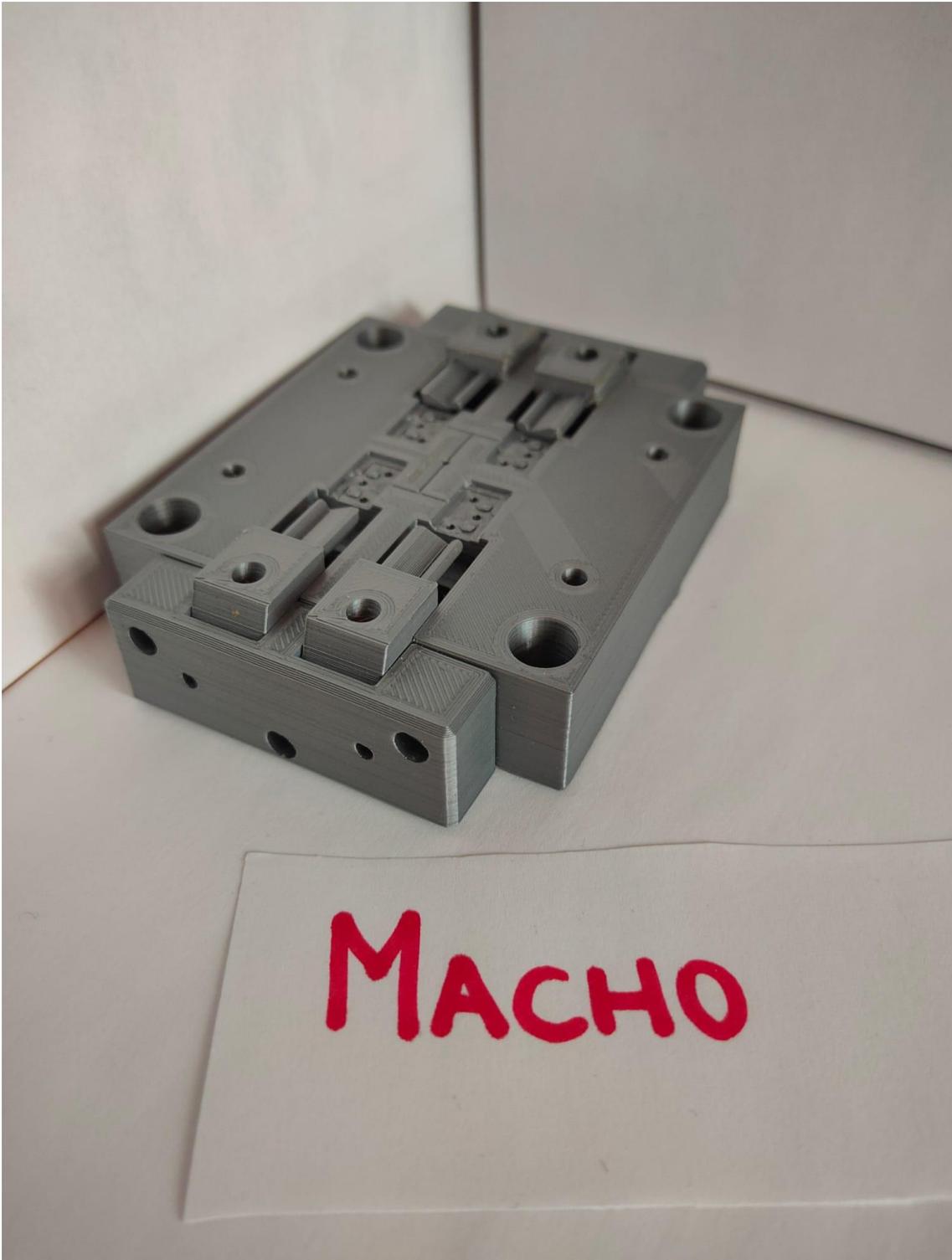


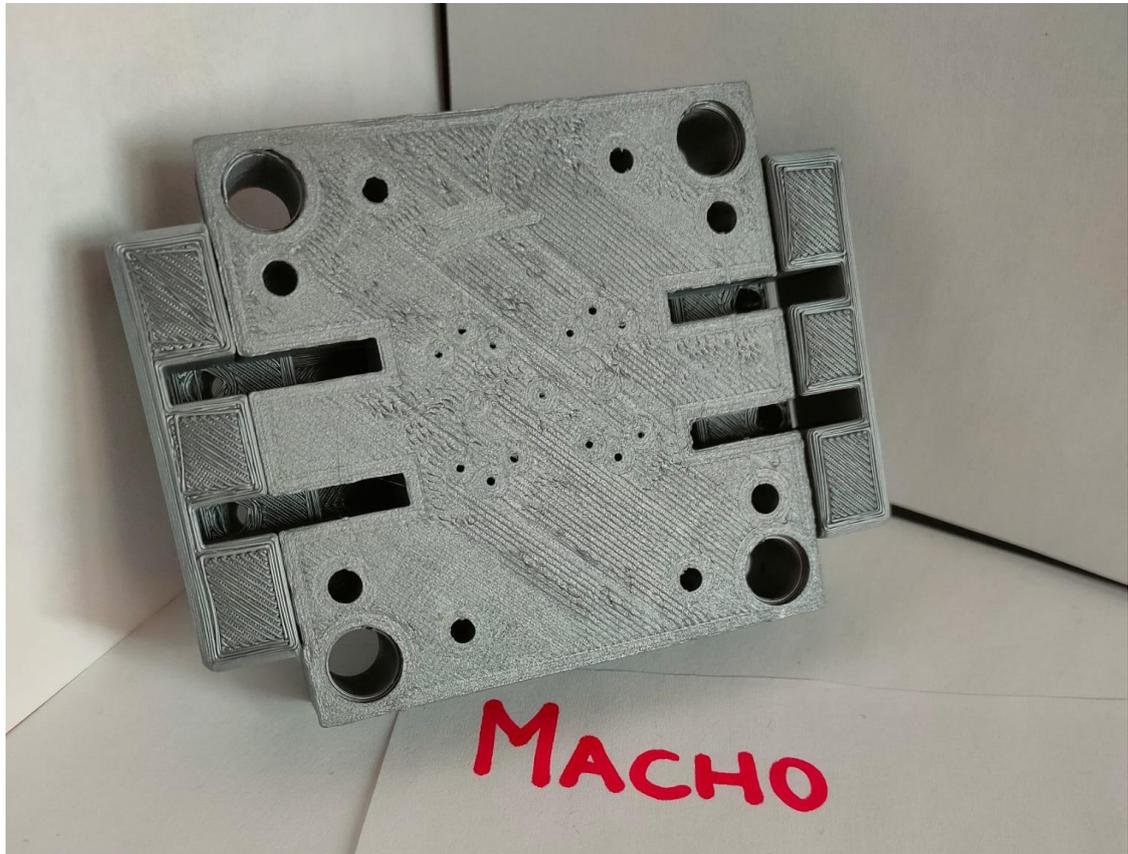
PLACA MACHO, CORREDERAS Y PASARELAS



Enzo Giuliano Genovese Moreno

Universidad Politécnica de Valencia - EPSA  
Curso 2021- 2022





El macho se caracteriza por contener las correderas y que, como tal, necesitará de las pasarelas que extiendan el recorrido máximo de éstas. Por el lado del reverso de la placa se pueden observar todos los taladros para los expulsores. Además, se pueden ver los taladros para los tornillos de sujeción que vienen del amarre inferior.

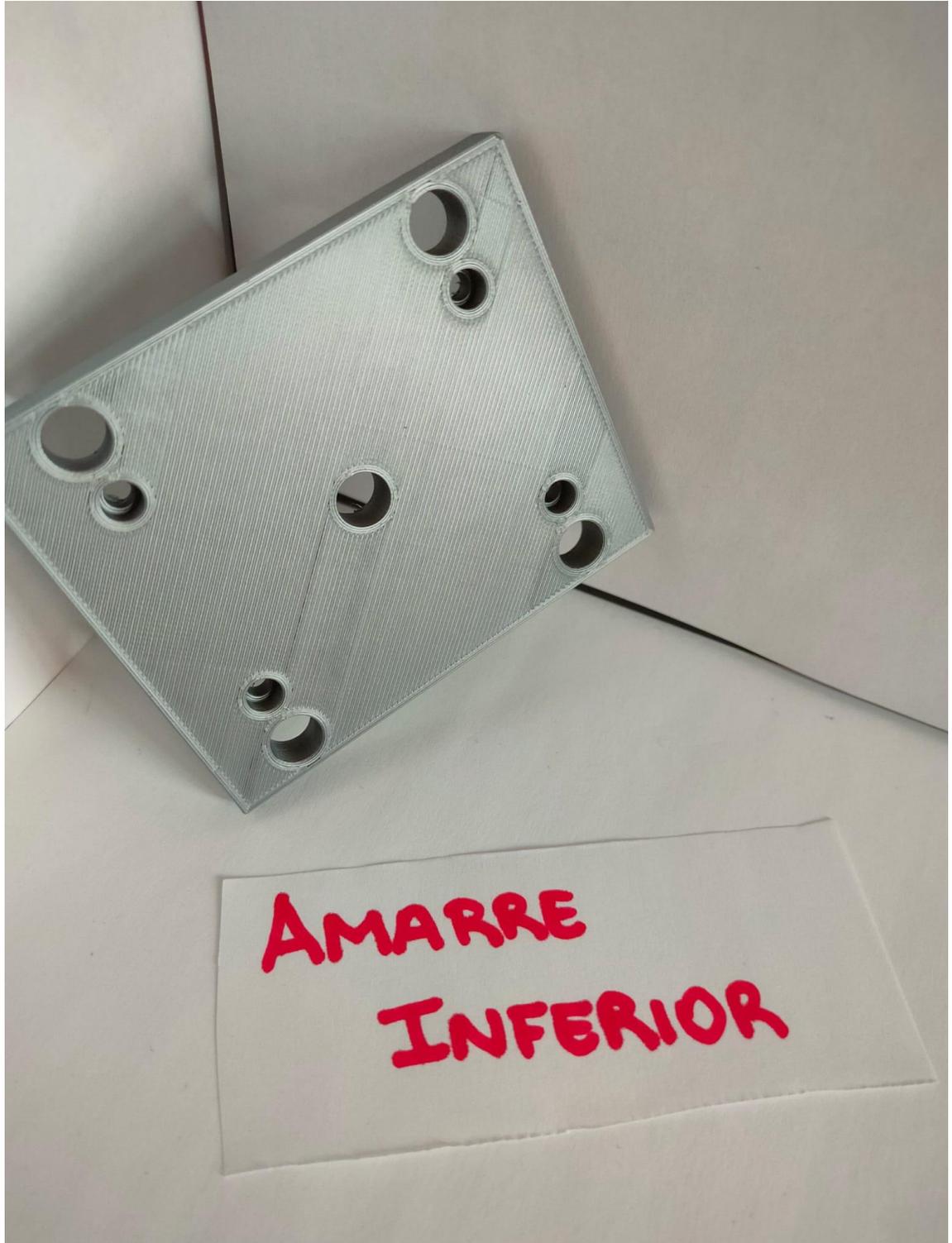


**CALZOS**





**AMARRE INFERIOR**







**PINES**



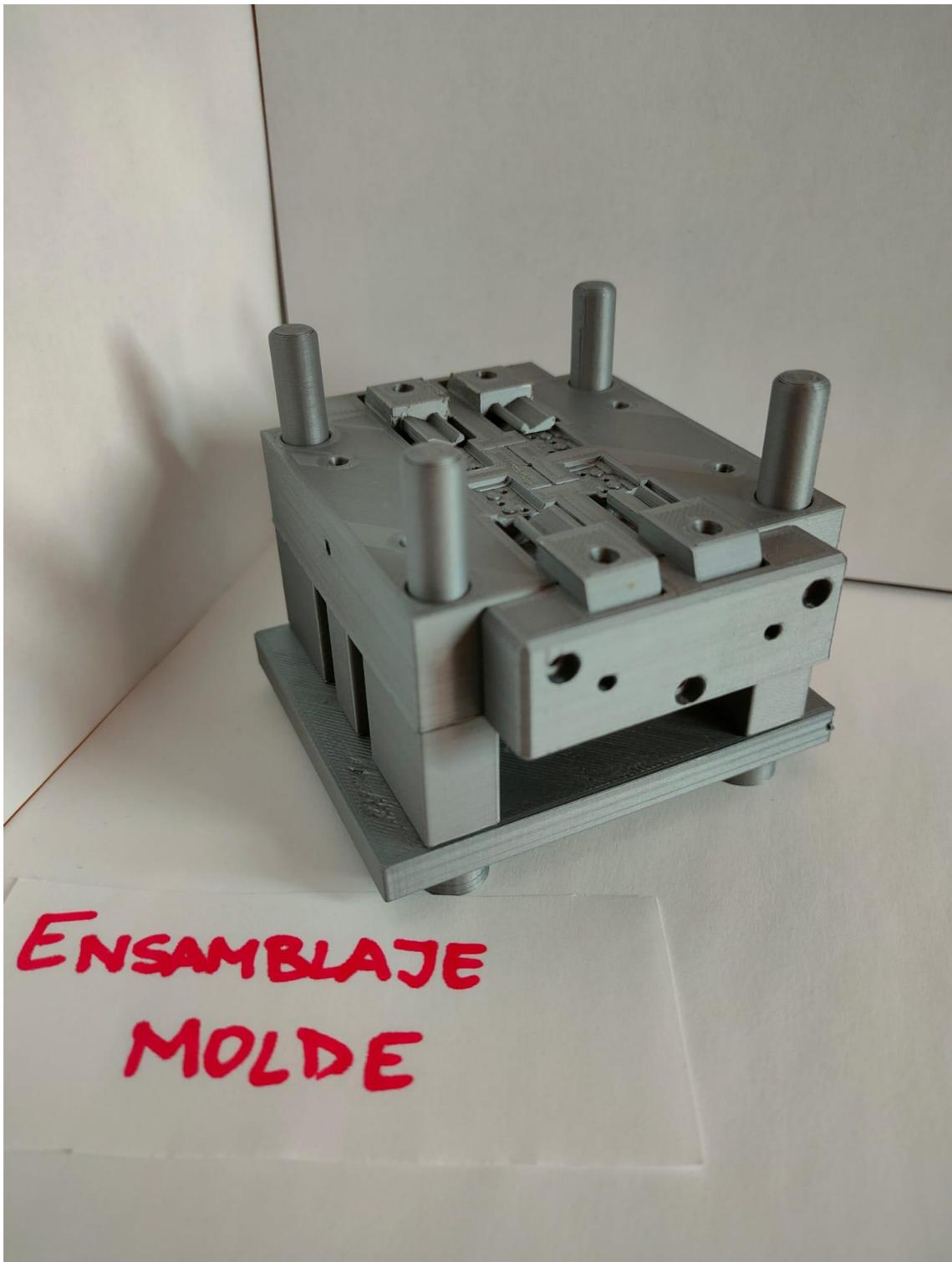
Enzo Giuliano Genovese Moreno

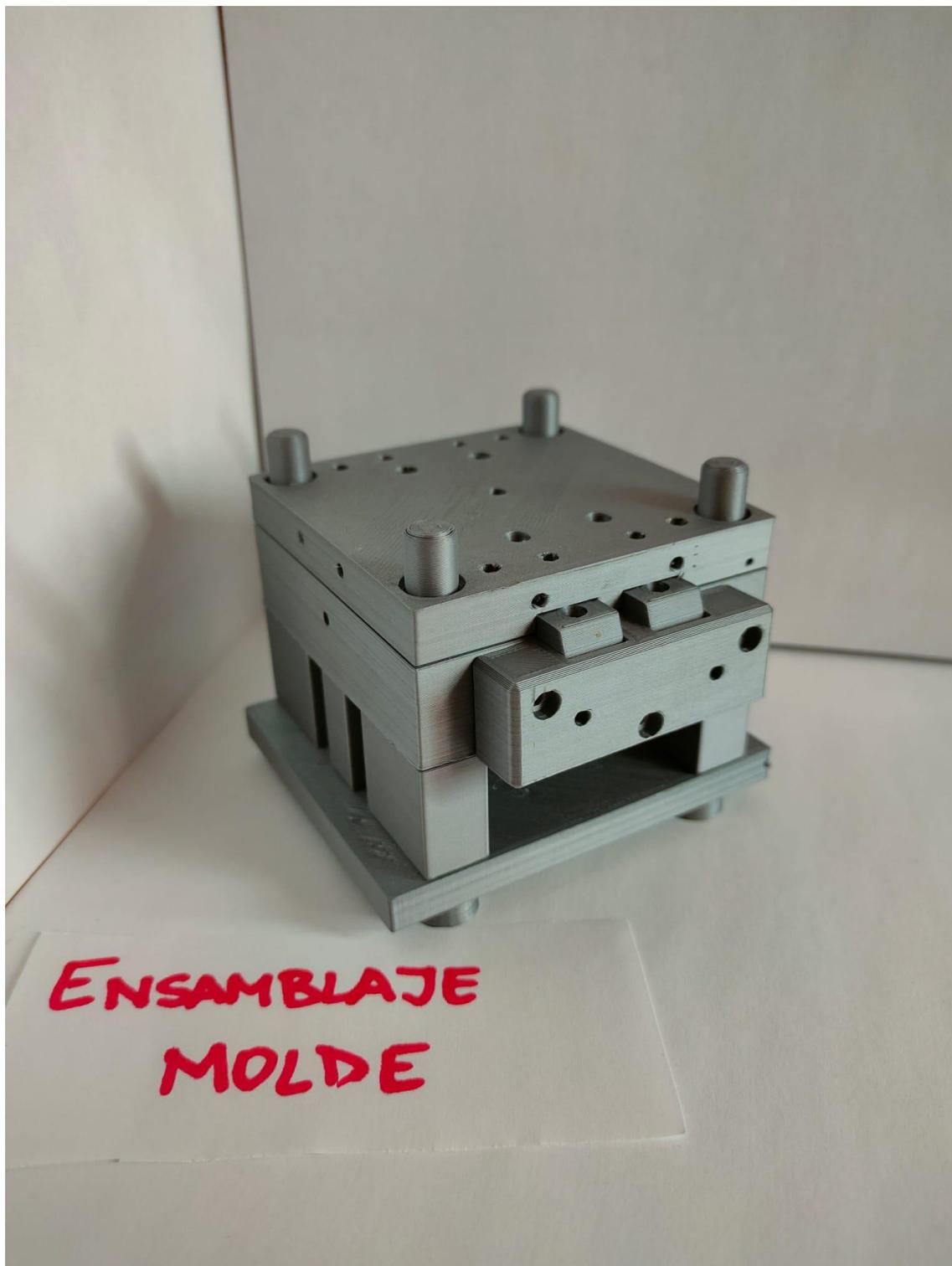
Universidad Politécnica de Valencia - EPSA  
Curso 2021- 2022

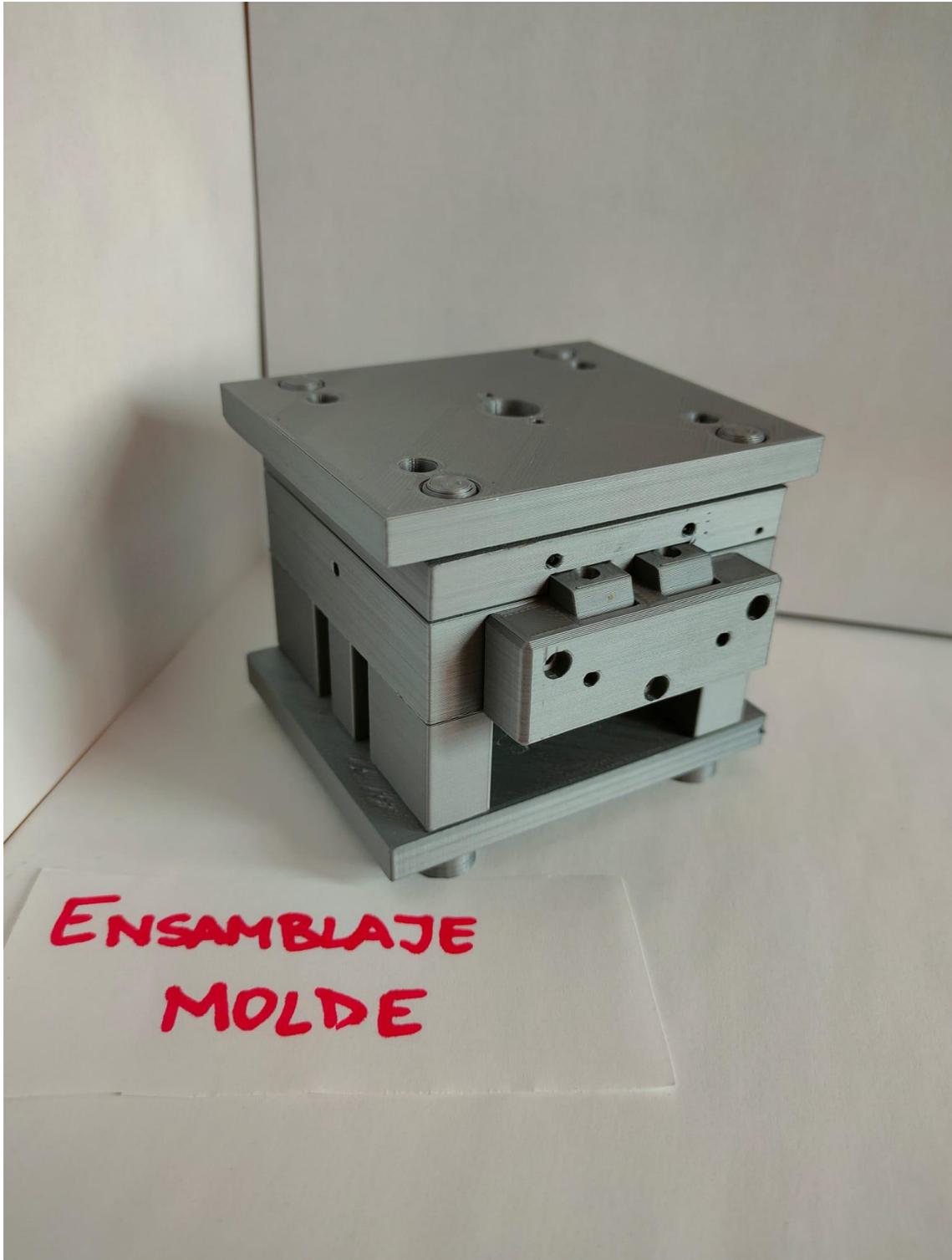


### ENSAMBLAJE DEL MOLDE











Tal y como se puede comprobar, se han utilizado los pines como base principal, como si se tratase del conjunto de mechones y casquillos (BR00 y BR10). Gracias a los pines se consiguen montar el molde sin que afecte bruscamente a la estética del molde.

Como ya se ha comentado anteriormente, los elementos ajenos a las placas salvo las correderas, no se han fabricado por que no se considera elemento del molde, si no como elementos auxiliares.

**Trabajo Fin de Grado:**

*Diseño de molde de inyección para soporte bisagra de reposabrazos*

# **ANEXO 4:**

## **Ensamblaje del molde**

### **Siemens NX 1899**

**Alumno:** Enzo Giuliano Genovese Moreno

**Tutor:** Miguel Ángel Peydró Rasero

**Curso:** 2021 – 2022



## **Aspectos a considerar antes de abrir el ensamblaje.**

Junto a este documento se hará entrega de una carpeta con los distintos archivos utilizados en el modelado del molde. Es importante mencionar que el molde ha sido diseñado en Siemens NX / Unigraphics en su versión 1899.

Con esto, se debe indicar que no se hace responsable de la mala importación de sólidos en caso de su apertura por otros softwares, así como la falta de restricciones/relaciones de ensamblaje. Por ejemplo, abrir los archivos de NX en el entorno de SolidWorks trae problemas de importación, como por ejemplo, que los ejes no coinciden entre los softwares, donde SolidWorks identifica la altura en el eje Y, NX lo hace en Z. Por lo tanto, se observaría que en SolidWorks el molde aparecería tumbado, en una posición incorrecta en su representación. Además SolidWorks no importa la relaciones de posición existentes entre los distintos sólidos, y no conserva el nombre de las piezas originales. Por último, pueden existir fallos de estructura en los sólidos como estructuras laminares de espesor 0, etc.

Por otro lado, para la poder abrir bien el archivo de ensamblaje se necesitarán todos los archivos utilizados en la misma carpeta donde se encuentra el archivo del ensamble.

Finalmente, en caso de querer abrir el modelado 3D, el archivo que contiene el ensamblaje completo es el denominado como “Ensamblaje Molde” en formato: *.prt* .

**Trabajo Fin de Grado:**

*Diseño de molde de inyección para soporte bisagra de reposabrazos*

# **DOCUMENTO 3.**

# **PLANOS.**

**Alumno:** Enzo Giuliano Genovese Moreno

**Tutor:** Miguel Ángel Peydró Rasero

**Curso:** 2021 – 2022

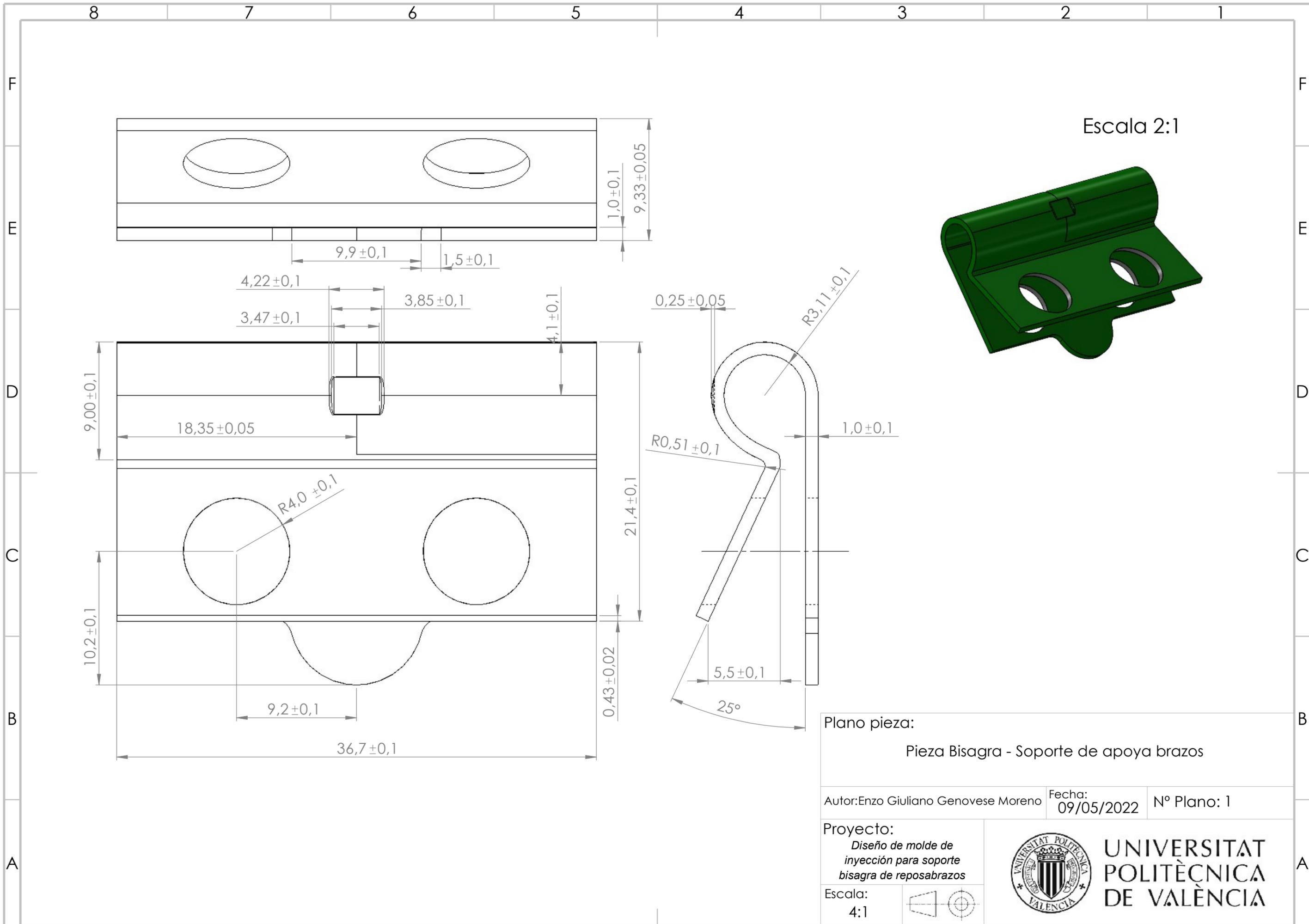
Grado de Ingeniería Mecánica UPV EPSA



## Documento 3. Planos

### *Tabla de contenido*

1. Plano 1. Pieza Soporte – Bisagra Reposabrazos
2. Plano 2. Pieza con bebedero de fabricación
3. Plano 3. PC – 246x246x66 (Placa Macho)
4. Plano 4. PC - 246x246x36 (Placa Hembra)
5. Plano 5. ESP – EU 246x246x76 (Calzos)
6. Plano 6. PBA-EU 246x246x27 (Amarre superior)
7. Plano 7. PBA-EU 246x246x27 (Amarre inferior)
8. Plano 8.1. CPE-P 246x246x12 (P. Móvil Superior)
9. Plano 8.2 CPE-P 246x246x17 (P. Móvil Inferior)
10. Plano 9. Correderas (E3017)
11. Plano 10. Ensamblaje General



Escala 2:1



Plano pieza:  
Pieza Bisagra - Soporte de apoya brazos

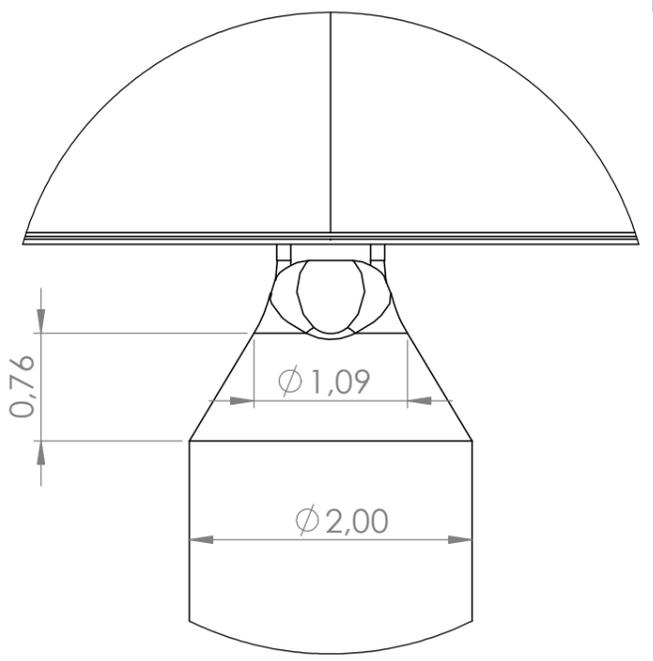
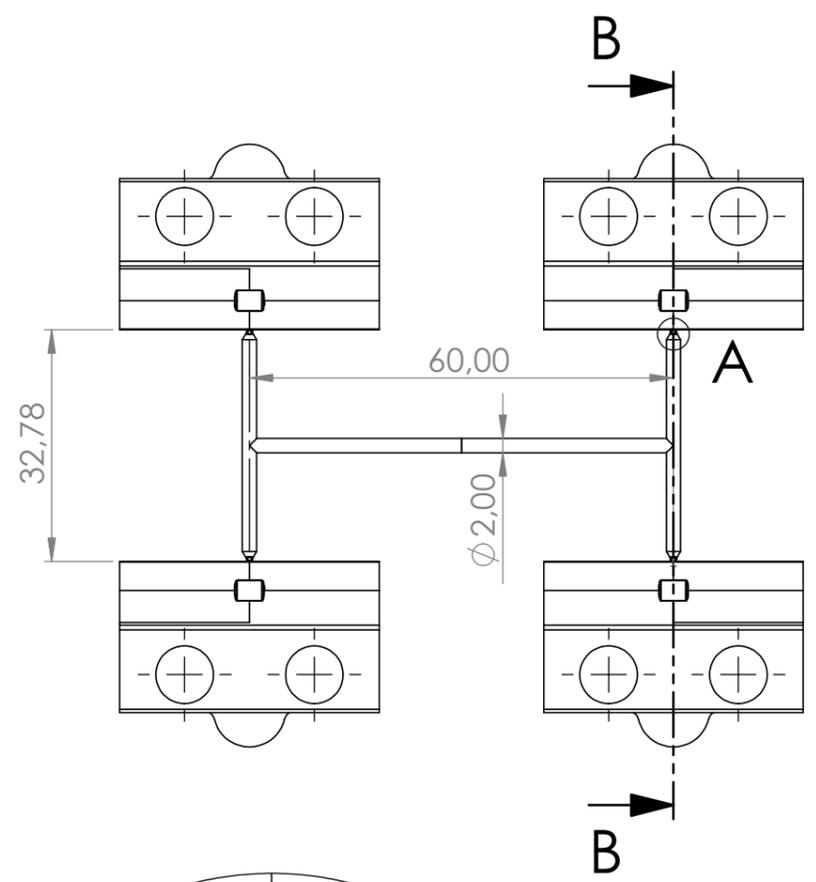
Autor: Enzo Giuliano Genovese Moreno Fecha: 09/05/2022 N° Plano: 1

Proyecto:  
Diseño de molde de  
inyección para soporte  
bisagra de reposabrazos

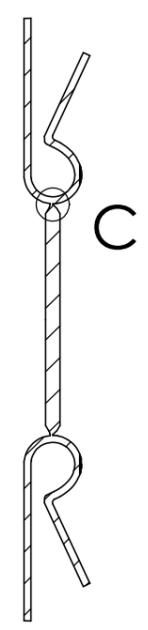
Escala:  
4:1



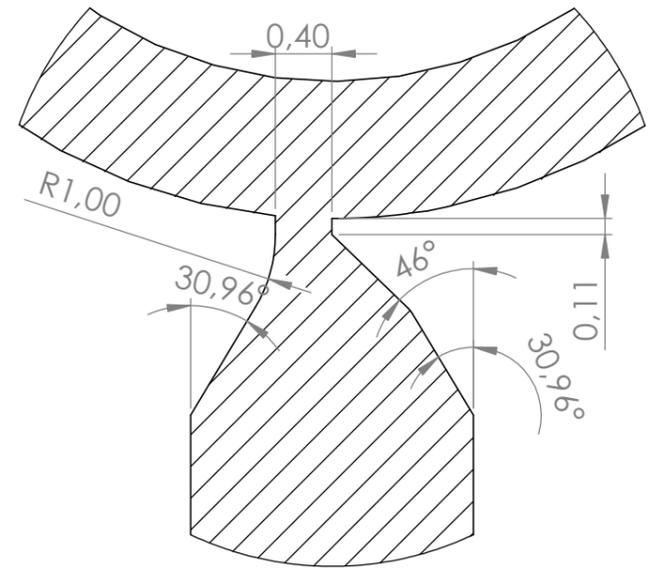
UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



**DETALLE A**  
ESCALA 20 : 1



**SECCIÓN B-B**



**DETALLE C**  
ESCALA 20 : 1

Plano pieza:	Observaciones:
Pieza con bebedero de fabricación	Los redondeos presentes en el bebedero son de 0,2mm

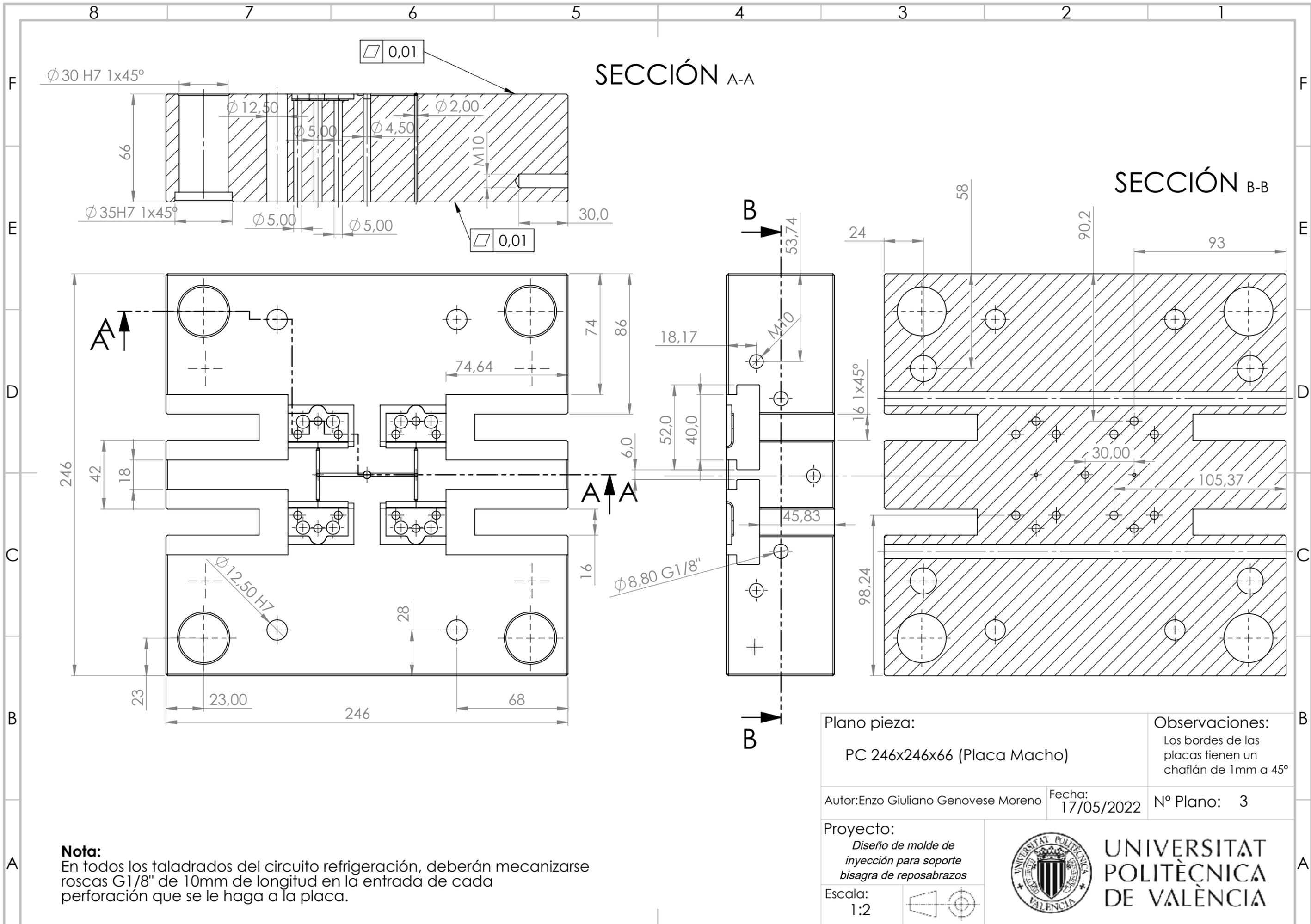
Autor: Enzo Giuliano Genovese Moreno	Fecha: 10/05/2022	Nº Plano: 2
--------------------------------------	-------------------	-------------

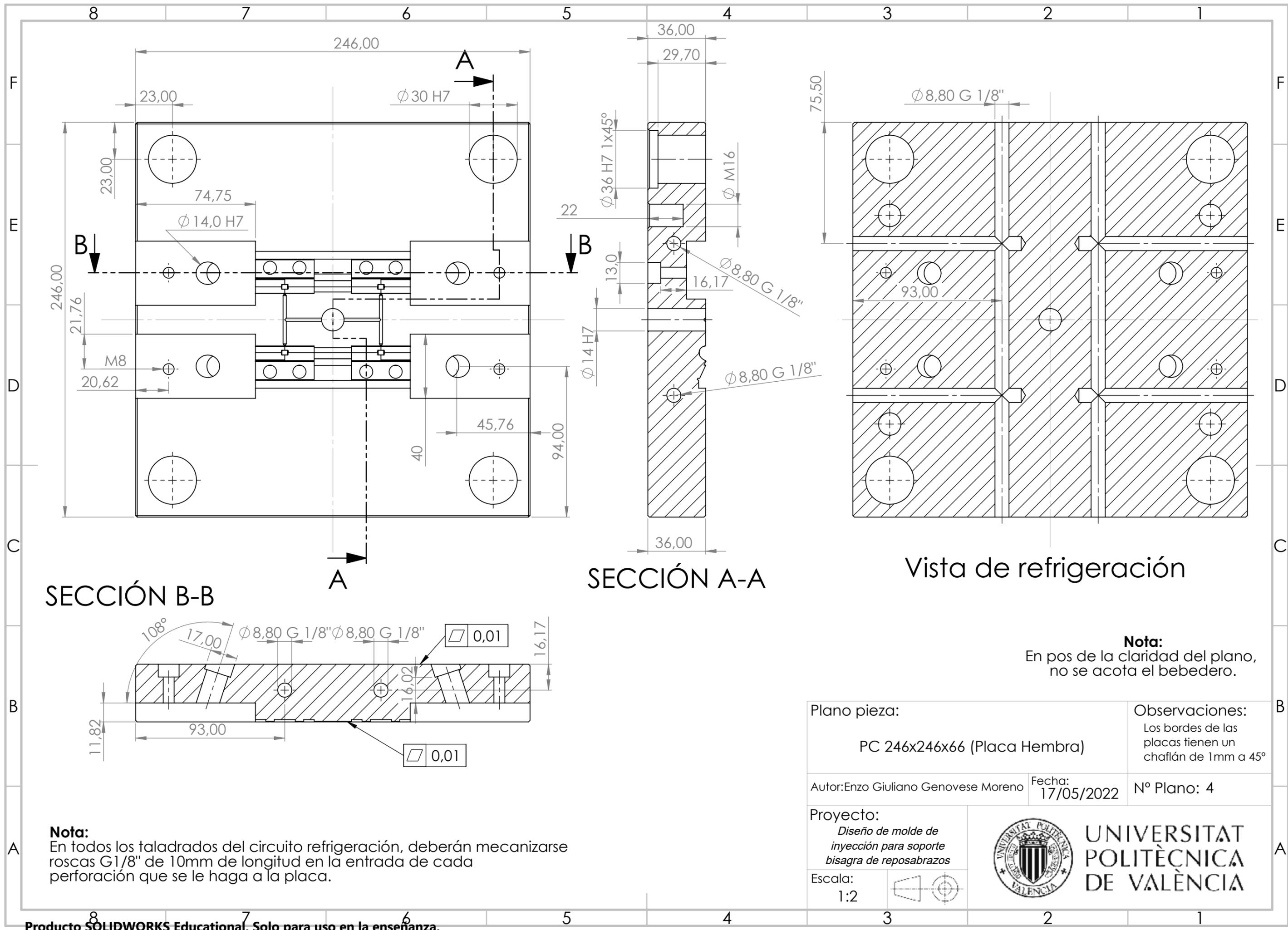
Proyecto:  
*Diseño de molde de inyección para soporte bisagra de reposabrazos*

Escala:  
1:1



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**





SECCIÓN B-B

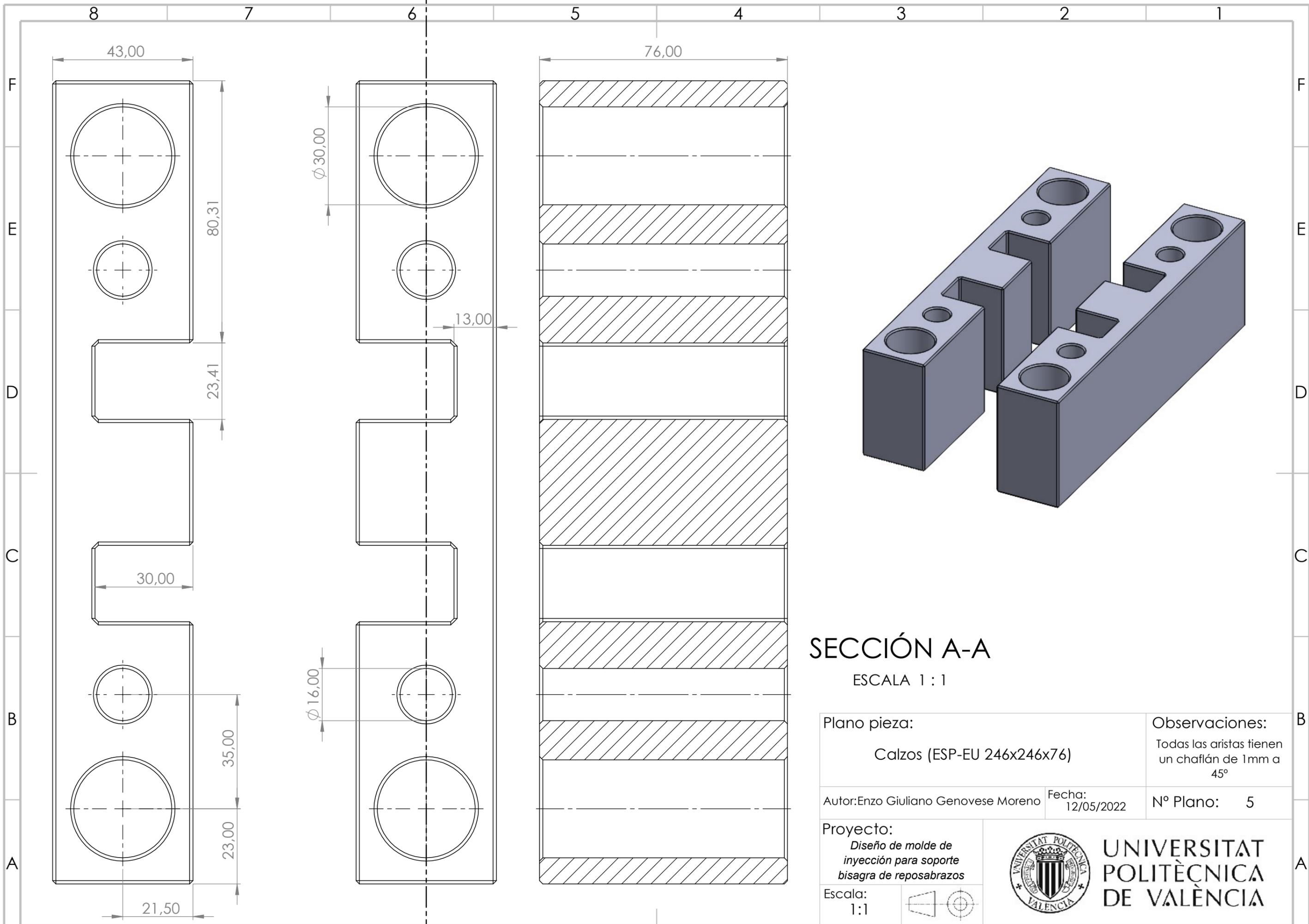
SECCIÓN A-A

Vista de refrigeración

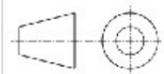
**Nota:**  
 En todos los taladrados del circuito refrigeración, deberán mecanizarse roscas G1/8" de 10mm de longitud en la entrada de cada perforación que se le haga a la placa.

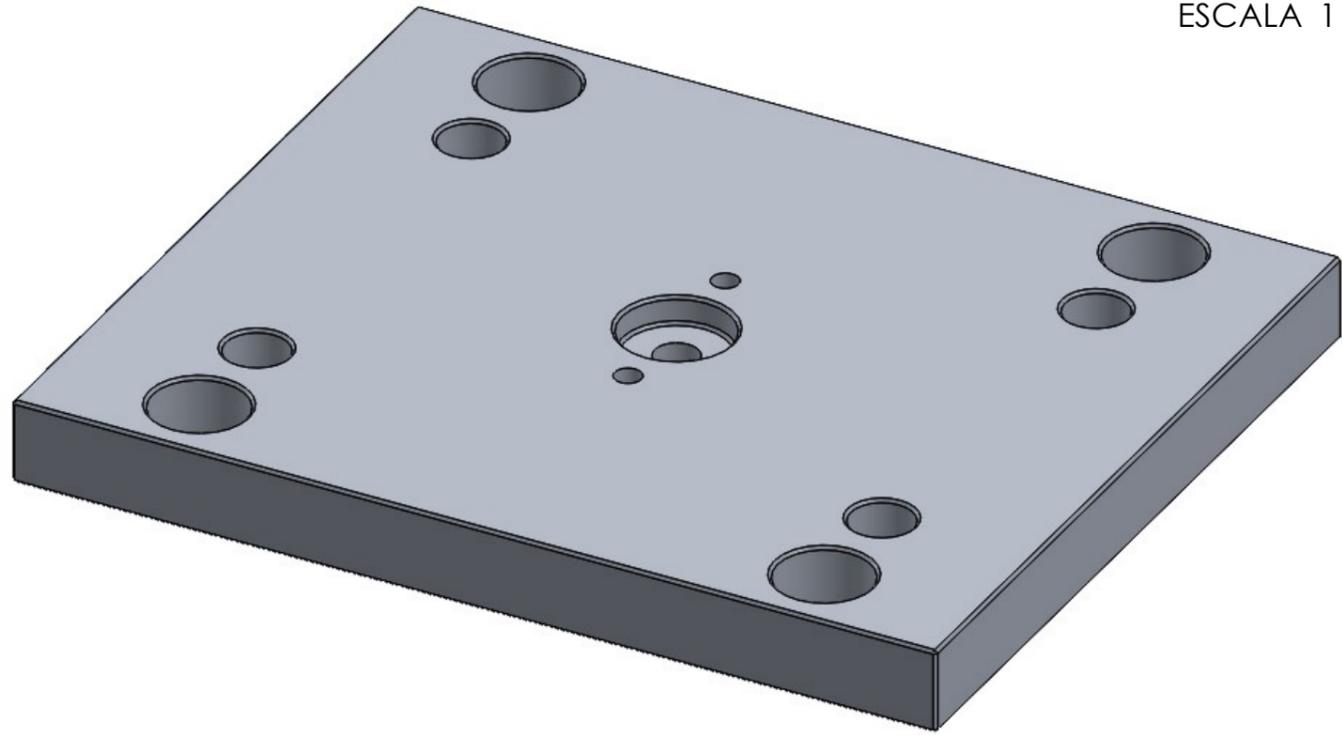
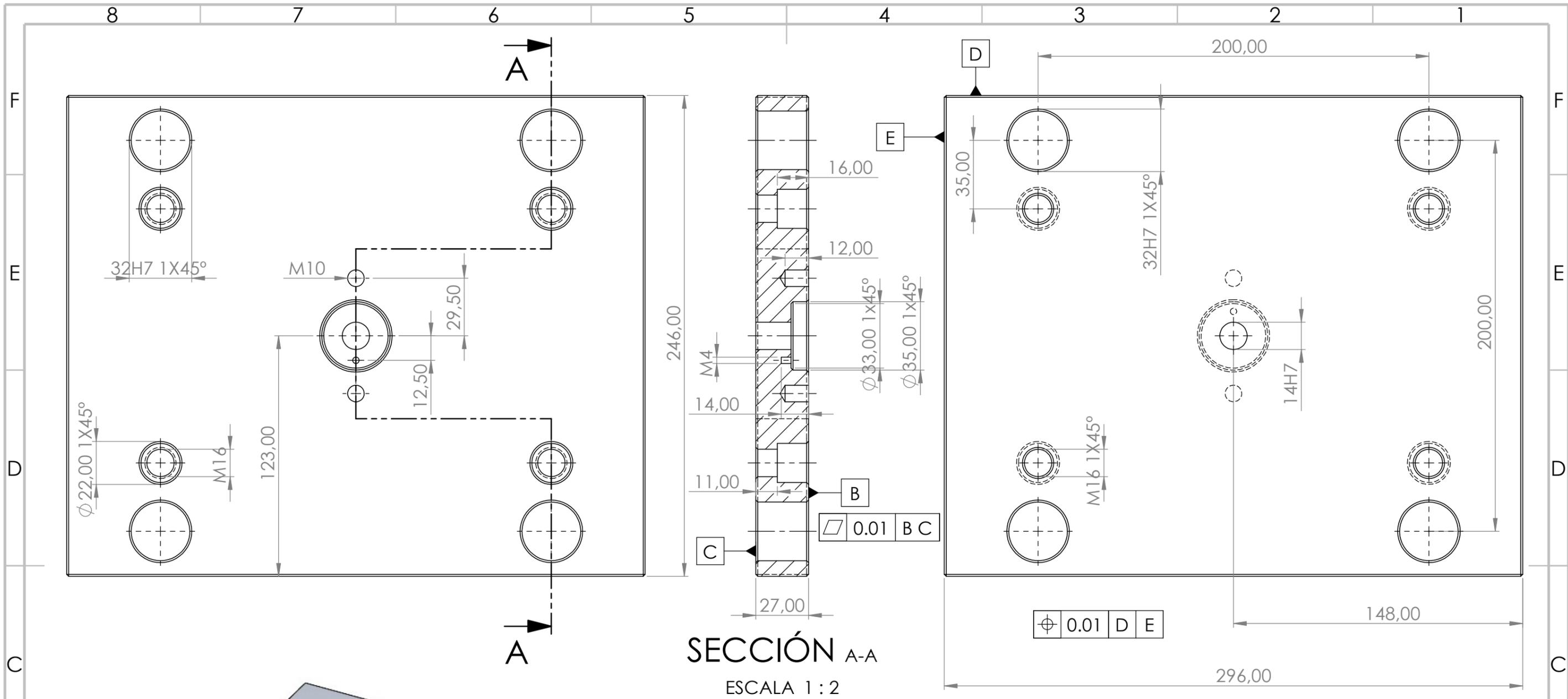
**Nota:**  
 En pos de la claridad del plano, no se acota el bebedero.

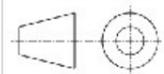
Plano pieza:		Observaciones:
PC 246x246x66 (Placa Hembra)		Los bordes de las placas tienen un chaflán de 1mm a 45°
Autor: Enzo Giuliano Genovese Moreno	Fecha: 17/05/2022	Nº Plano: 4
Proyecto: Diseño de molde de inyección para soporte bisagra de reposabrazos		 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>
Escala: 1:2		

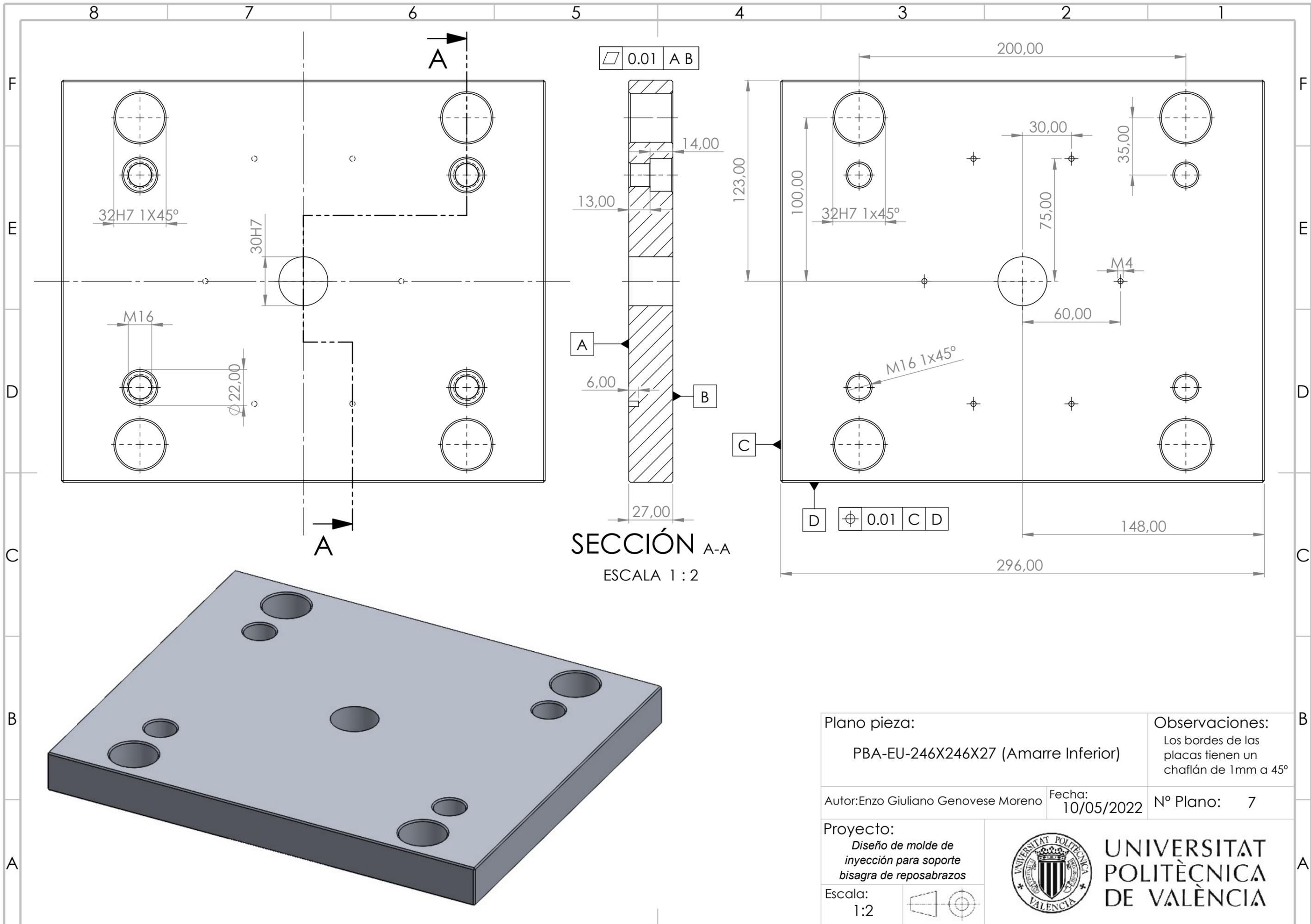


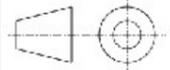
**SECCIÓN A-A**  
 ESCALA 1 : 1

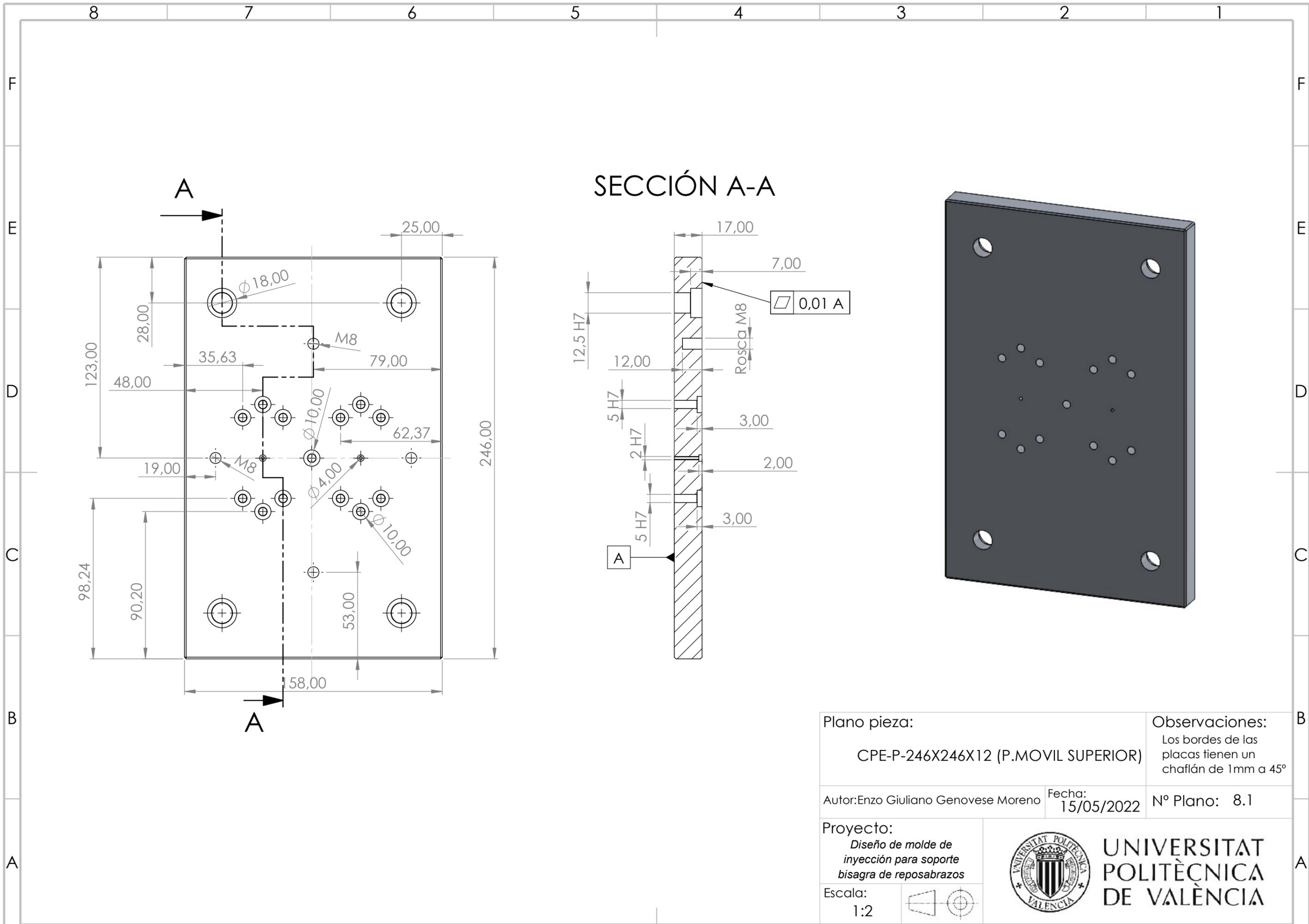
Plano pieza:		Observaciones:
Calzos (ESP-EU 246x246x76)		Todas las aristas tienen un chaflán de 1mm a 45°
Autor: Enzo Giuliano Genovese Moreno	Fecha: 12/05/2022	Nº Plano: 5
Proyecto: <i>Diseño de molde de inyección para soporte bisagra de reposabrazos</i>	 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>	
Escala: 1:1 		



Plano pieza:		Observaciones:
PBA-EU-246x246X27 (AMARRE SUPERIOR)		Los bordes de las placas tienen un chaflán de 1mm a 45°
Autor: Enzo Giuliano Genovese Moreno	Fecha: 10/05/2022	Nº Plano: 6
Proyecto: <i>Diseño de molde de inyección para soporte bisagra de reposabrazos</i>		 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>
Escala: 1:2		

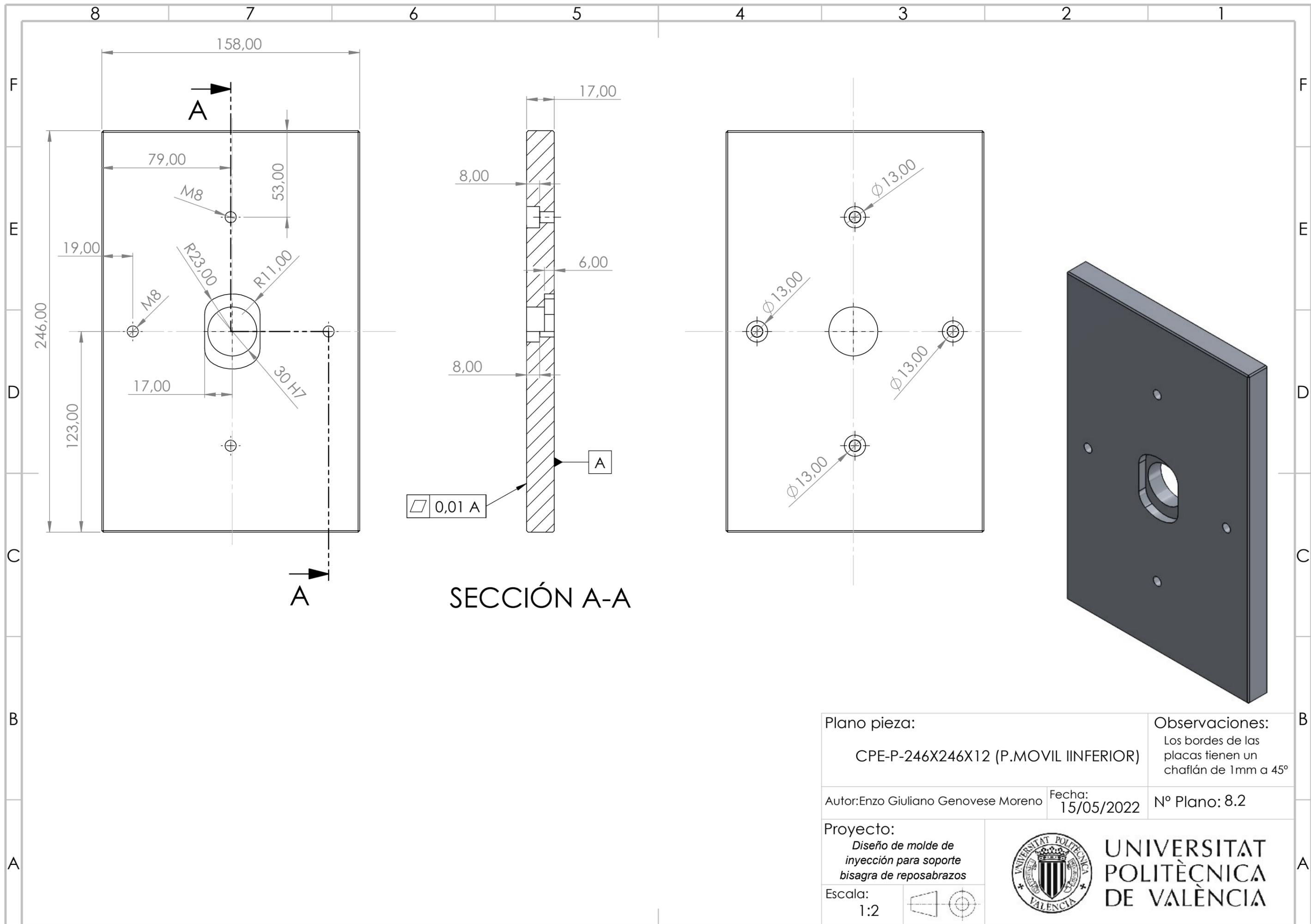


Plano pieza:		Observaciones:
PBA-EU-246X246X27 (Amarre Inferior)		Los bordes de las placas tienen un chaflán de 1mm a 45°
Autor: Enzo Giuliano Genovese Moreno	Fecha: 10/05/2022	Nº Plano: 7
Proyecto:	 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>	
<i>Diseño de molde de inyección para soporte bisagra de reposabrazos</i>		
Escala: 1:2		



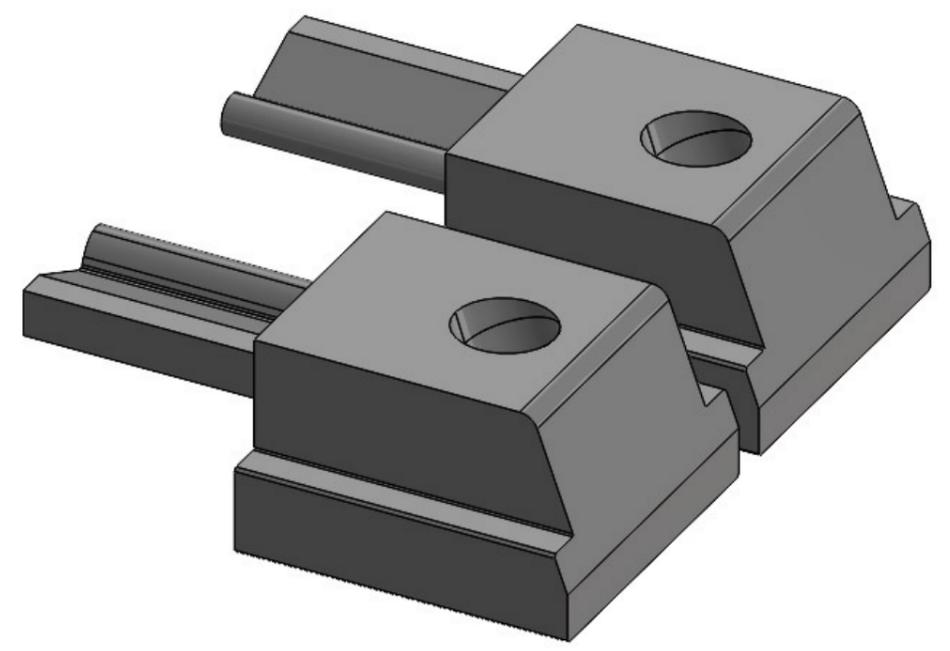
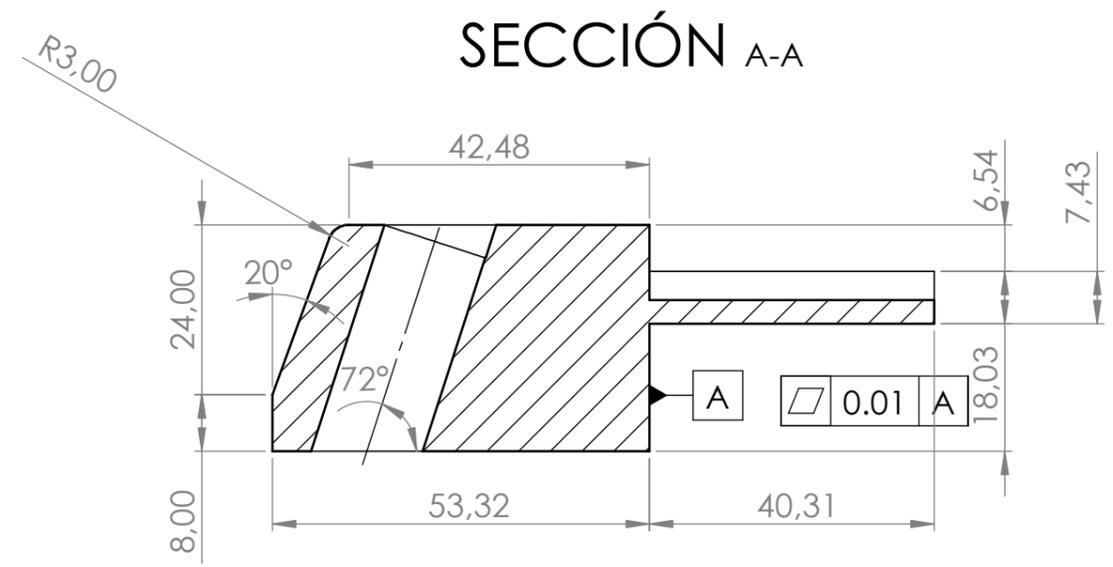
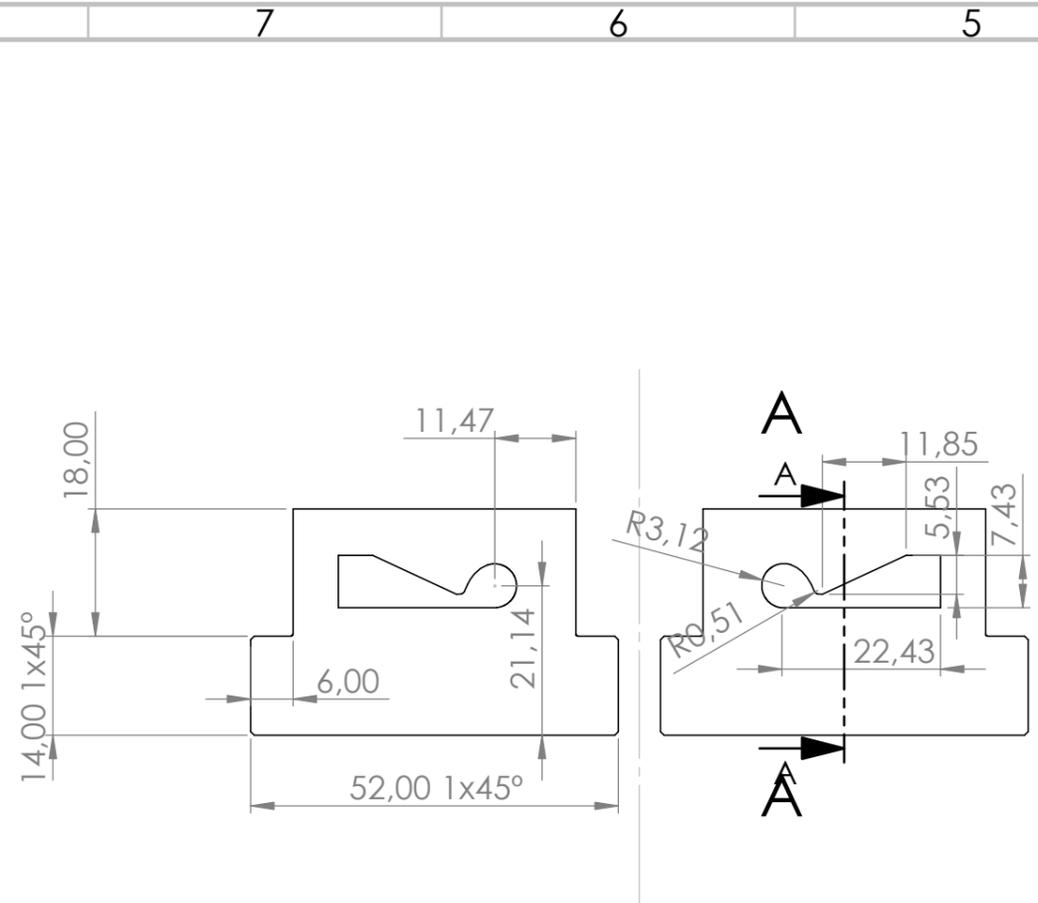
SECCIÓN A-A

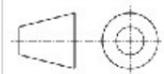
Plano pieza: CPE-P-246X246X12 (P.MOVIL SUPERIOR)		Observaciones: Los bordes de las placas tienen un chaflán de 1mm a 45°
Autor: Enzo Giuliano Genovese Moreno	Fecha: 15/05/2022	Nº Plano: 8.1
Proyecto: <i>Diseño de molde de inyección para soporte bisagra de reposabrazos</i>	 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>	
Escala: 1:2		

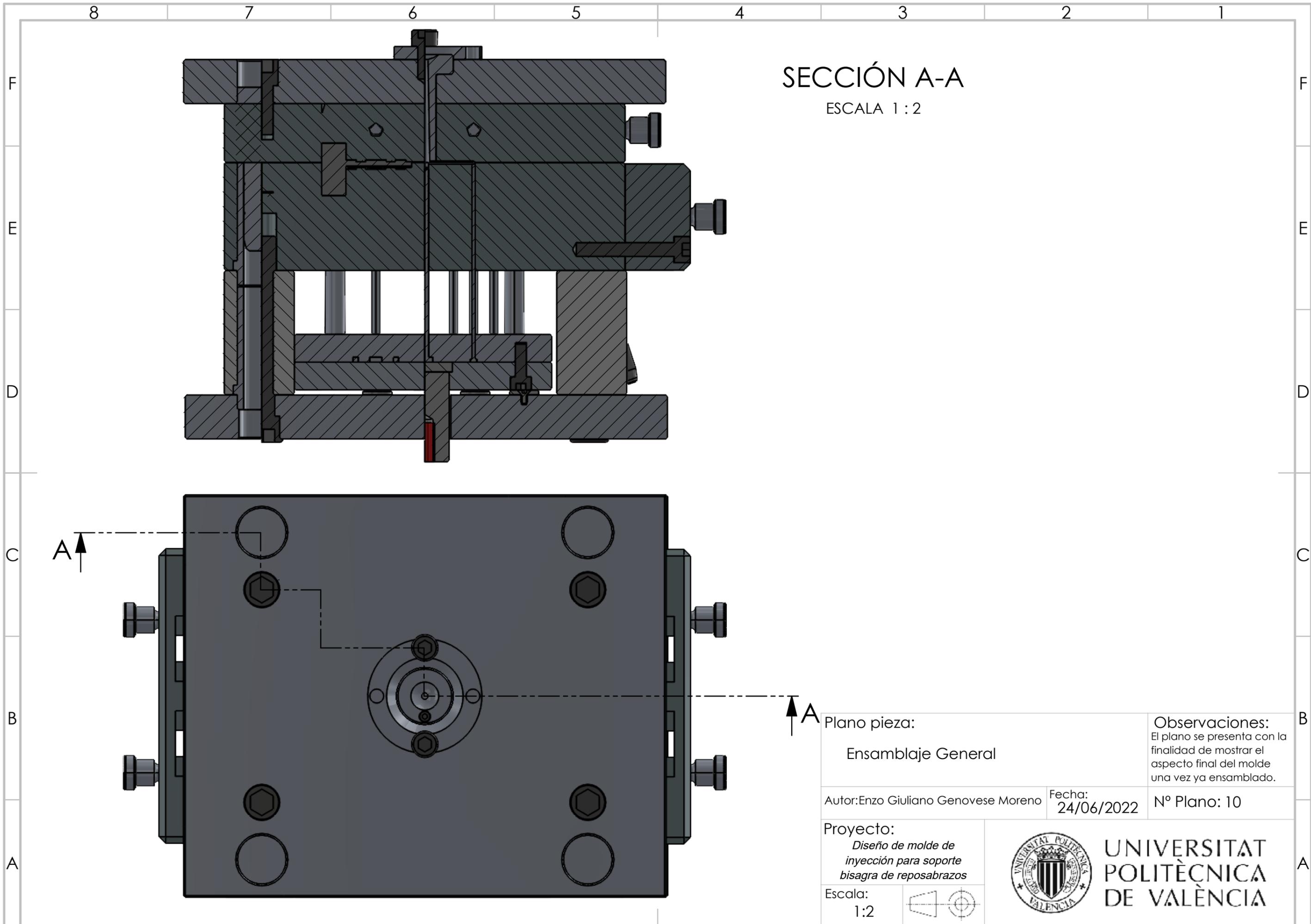


SECCIÓN A-A

Plano pieza: CPE-P-246X246X12 (P.MOVIL IINFERIOR)		Observaciones: Los bordes de las placas tienen un chaflán de 1mm a 45°
Autor: Enzo Giuliano Genovese Moreno		Fecha: 15/05/2022
Nº Plano: 8.2		
Proyecto: Diseño de molde de inyección para soporte bisagra de reposabrazos		 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>
Escala: 1:2		



Plano pieza:		Observaciones:
Correderas (E3017)		
Autor: Enzo Giuliano Genovese Moreno	Fecha: 12/05/2022	Nº Plano: 9
Proyecto:	 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>	
<i>Diseño de molde de inyección para soporte bisagra de reposabrazos</i>		
Escala: 1:1		



SECCIÓN A-A  
 ESCALA 1 : 2

Plano pieza:  
 Ensamblaje General

Observaciones:  
 El plano se presenta con la finalidad de mostrar el aspecto final del molde una vez ya ensamblado.

Autor: Enzo Giuliano Genovese Moreno    Fecha: 24/06/2022    N° Plano: 10

Proyecto:  
*Diseño de molde de inyección para soporte bisagra de reposabrazos*

Escala:  
 1:2



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

**Trabajo Fin de Grado:**

*Diseño de molde de inyección para soporte bisagra de reposabrazos*

# **DOCUMENTO 4.**

## **Pliego de condiciones.**

**Alumno:** Enzo Giuliano Genovese Moreno

**Tutor:** Miguel Ángel Peydró Rasero

**Curso:** 2021 – 2022

Grado de Ingeniería Mecánica UPV EPS



## Tabla de contenido

Pliego de condiciones.....	3
<b>1. Consideraciones generales para instalación en máquina.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Indicaciones para la seguridad del operario.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Procedimiento de puesta en marcha general.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Condiciones de uso y mantenimiento .....</b>	<b>5</b>
<b>3.1 Mantenimiento en su uso diario .....</b>	<b>5</b>



## Pliego de condiciones.

En este bloque se procederá a indicar las condiciones que se deben considerar a la hora de trabajar con el molde, así como el mantenimiento que se debe hacer de este.

### 1. Consideraciones generales para instalación en máquina.

A continuación, se indicará cual es el procedimiento general necesario para la instalación del molde en la máquina inyectora correspondiente, en este caso concreto, se dispone de una Haitian 1200MA. Dicha máquina se caracteriza por tener unas 120 toneladas de fuerza máxima de cierre.

#### 1.1 Indicaciones para la seguridad del operario

Es importante mencionar, que por muy pequeño que sea el molde, no deja de ser un conjunto de placas de acero macizo de gran espesor atornilladas entre sí. Pese a los chaflanes y redondeos que posee, cualquier caída sobre el operario puede conllevar daños importantes, puesto que se barajan cifras de cientos de kilos. Ergo, se recomienda encarecidamente la máxima precaución y prevención de riesgos en el ámbito laboral en lo referente a la manipulación del molde. Por otro lado, en lo que atañe a la inyectora de plástico, pese a no pertenecer a este proyecto, se recomienda no escatimar en prevención de accidentes. Estas, son máquinas de muchísima fuerza de cierre que pueden causar accidentes fatales, destacando la pérdida de brazos/manos/dedos o incluso la vida del operario durante, justamente, el procedimiento del cambio de moldes.

Además de recomendar la máxima atención posible durante el procedimiento de instalación (**evitar distracciones**). Como condiciones de uso de este molde, se indicará que no se debe operar ni manipular el molde en posesión de abalorios como anillos o pendientes, estos podrían engancharse en algún lugar y poner en compromiso la seguridad del operario. Por otro lado, para detallar el procedimiento a seguir se va partir del supuesto en el que la inyectora esté desocupada, por lo tanto, no tiene anclado ningún molde previo.

### 2. Procedimiento de puesta en marcha general

Así pues, lo primero de todo sería recoger el molde con un puente grúa, para el transporte hacia la inyectora y aproximarla al puesto de trabajo por el lado más cómodo que permita la inserción dentro de la cavidad de la inyectora. En el caso particular de este proyecto, se procede a insertar el molde en la inyectora por la cara superior, entre los ejes guía del cierre de la placa móvil de la inyectora. Se deja el molde de tal manera que el disco centrador del molde quede encajado en la cavidad donde entra la boquilla de la inyectora a la cavidad de cierre de la propia máquina. El anillo centrador, además de centrar el molde también proporciona una ligera superficie de apoyo para que el operario, mientras el puente grúa aún sujeta el molde más o menos en la posición de encaje, pueda cerrar el molde poco a poco y así encajar el molde en los alojamientos firmemente. Tras esto, por medio de mordazas roscadas se anclan las placas de amarre,

Enzo Giuliano Genovese Moreno

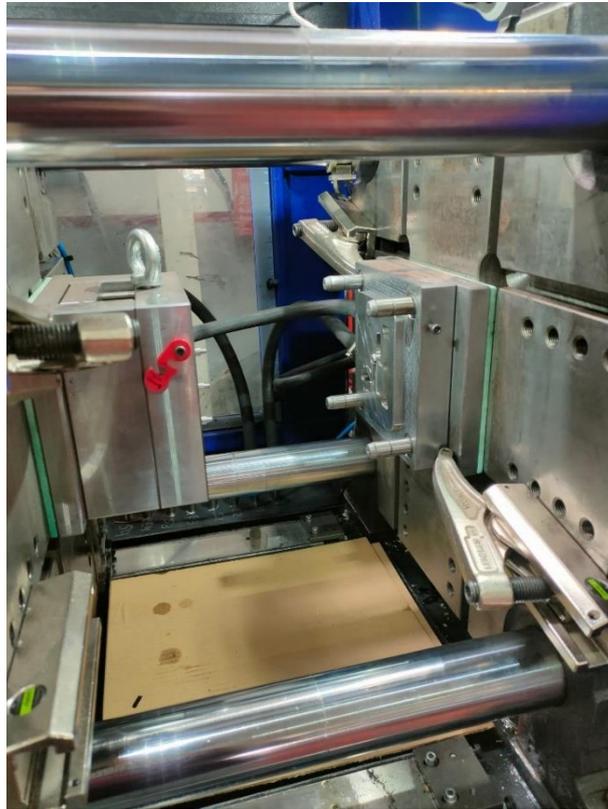


tanto la superior como la inferior del molde, a los platos de la inyectora, de tal manera que una vez fijadas se pueda soltar el gancho del puente grúa y el molde no corra el riesgo de caerse. En este caso concreto, el molde no destaca por tener un tamaño excesivamente grande por lo que, según las herramientas, puede que solo se pueda anclar una placa de amarre por cada lado de la inyectora.

Una vez ubicado el molde dentro de la inyectora, se asegura que el acoplamiento de la varilla de expulsión de la inyectora quede bien roscado y sujeto al molde por medio del BR1515 mencionado en apartados anteriores. También hay que asegurar el acoplamiento de la inyectora a la varilla de expulsión por medio de un anillo de presión que bloquee el agarre entre varilla expulsora y la rodillera. Tras esto, hay que trasladarse a la parte trasera de la inyectora y conectar las mangueras a las distintas boquillas del molde a las boquillas de refrigeración de la inyectora. Es importante respetar los circuitos de refrigeración presentes en la inyectora, en este caso, la Haitian tiene circuitos de salida de agua y retorno situadas en parejas en una única fila. Hay que poner atención de no instalar mal las mangueras de refrigeración puesto que corre el riesgo de que algún componente del grupo de refrigeración de la inyectora se dañe.

Finalmente, se abre el circuito de refrigeración para que saque del molde el aire contenido en las cavidades y tras ello, ya se debe ir al ordenador de la propia máquina he indicarle los parámetros necesarios para su correcto funcionamiento. A modo de recomendación, los operarios más veteranos recomiendan no insertar los valores obtenidos de las simulaciones desde el primer momento, puesto que ante la posibilidad de que hubiese un error en la simulación, no revienta el molde ante una posible sobrepresión en su inyección que el molde no llegue a soportar. Por ello se recomienda empezar con presiones inferiores e ir poco a poco aproximándose a las indicaciones de

la simulación, si las inyectadas son buenas.



*Figura 1. Instalación en máquina.*

### 3. Condiciones de uso y mantenimiento

Hilando con el apartado anterior se va a proceder a indicar la correcta manipulación del molde en cualquier instante. Como se puede observar en las imágenes anteriores, hay un pequeño gancho de color rojo, corresponde al elemento de cierre de seguridad BR6040. Este cierre siempre que se traslade el molde deberá estar bloqueado para evitar cierres o aperturas indeseadas y con ello posibles accidentes.

Como se puede presuponer, ya se ha mencionado con anterioridad que el molde tiene un peso considerable aun teniendo unas dimensiones pequeñas. Por esto, no se recomienda situarse demasiado cerca del molde durante su transporte con el puente grúa, por si hubiese alguna pieza mal anclada y caiga sobre los pies del operario o sobre la propia cabeza. Por estos motivos, se recomienda llevar los zapatos de seguridad o inclusive casco en cualquier fábrica.

#### 3.1 Mantenimiento en su uso diario

En lo referente al mantenimiento de los moldes, se recomienda revisar cada cierto número de inyectadas en máquina o cada cierto periodo de tiempo el estado del molde por si presenta daños en el acabado superficial, o si hay algún elemento que se

Enzo Giuliano Genovese Moreno



haya deteriorado por rozamientos debido a pequeñas oscilaciones o vibraciones. Por otro lado, también existe la posibilidad de que se obstruyan las entradas de plástico del bebedero a la pieza. Ante este inconveniente se debe parar la producción de la máquina, extraer el molde, y evitando dañar las superficies del molde, proceder a desatascar el tapón de plástico por medio de algún objeto punzante precalentado lo suficiente como para permitir el fundido inmediato del plástico al contacto con el objeto, sin dañar el molde. Además, es de vital importancia para la integridad del molde que se engrasen los elementos móviles a fin de evitar un desgaste excesivo. Se recomienda que se mantengan engrasados los mechones ensamblados al amarre superior. En el desplazamiento del mechón pueden ocurrir pequeños impactos y rozamientos indebidos entre el propio mechón y los casquillos de guiado.

Finalmente, cuando el molde no esté en uso, y se proceda a su almacenaje, se recomienda rociar el plano de partición del molde con silicona para que actúe de película protectora de agentes oxidantes o a modo de película de protección ante un entorno ácido que pueda dañar las superficies del molde que sean críticas para la producción de la pieza. A modo de seguridad, también es recomendable no dejar el molde almacenado en ninguna ubicación que presente demasiada altura con respecto del suelo.

**Trabajo Fin de Grado:**

*Diseño de molde de inyección para soporte bisagra de reposabrazos*

# **DOCUMENTO 5.**

## **Presupuesto**

**Alumno:** Enzo Giuliano Genovese Moreno

**Tutor:** Miguel Ángel Peydró Rasero

**Curso:** 2021 – 2022

Grado de Ingeniería Mecánica UPV EPSA

## **Tabla de contenido**

DISEÑO.....	4
1. Consideraciones de pieza .....	4
2. Conceptualización del molde.....	4
3. Diseño del bebedero .....	5
4. Diseño de placas.....	5
TALLER .....	5
5. Adquisición de materias primas.....	5
6. Proceso de mecanizado en fresadora .....	5
7. Trabajo manual de taller y ensamblaje.....	5
8. Prueba de inyección y envío .....	6
Estudio económico .....	6

**Presupuesto de materiales suministrados BRU Y RUBIO**

**Presupuesto de materiales suministrados Meusburguer**



En este documento, se pretende abordar las cuestiones económicas para el desarrollo de este proyecto gestionado por la empresa contratada (IRR-LOP). IDELT, empresa cliente, ha determinado las condiciones geométricas que debe satisfacer el molde gracias al cuerpo facilitado por ellos mismos para su fabricación.

Para un correcto desarrollo del presupuesto, se debe considerar todos los pasos y aspectos que van a llevar desde la adquisición de las materias primas hasta el producto acabado y listo para su entrega.

Es por ello que se van a considerar los siguientes pasos para presupuestar el molde:

## **DISEÑO**

1. Consideraciones de entrada de colada en pieza (Si no lo facilita el cliente).
2. Conceptualización del molde.
3. Diseño de bebedero.
4. Diseño de placas.

## **TALLER**

5. Adquisición de materias primas.
6. Proceso de mecanizado en fresadora.
7. Trabajo de manual de taller y ensamblaje del molde.
8. Prueba de inyección y envío.

Aunque algunos de estos apartados puedan subagruparse en otros de la misma lista, se considerará ese esquema de proceso que hay que presupuestar a priori.



## DISEÑO

### 1. Consideraciones de pieza

El primer paso se trata de considerar las condiciones que aporte el cliente sobre que caras del objeto son completamente cruciales para la utilidad de la pieza. O, dicho de otro modo, si son caras que van a presentar funcionalidad alguna o si son caras que quedarán fuera de vista o que son caras de valor nulo para la funcionalidad del objeto. Esto es muy importante para el diseño puesto que hay que estudiar la viabilidad de poder inyectar la pieza por las caras que no serán molestia para el funcionamiento, o que dejen una marca desagradable en la estética del producto. Así pues, centrándose en el caso particular de este proyecto se indicaba que la pieza debía estar inyectada por la cara exterior de la sección que contiene el agujero transversal. Gracias a esto, el cliente ha acelerado un poco el proceso de la conceptualización del molde. Con lo cual, no llevará mucho más tiempo el apartado primero, de esta manera, el cliente consigue rebajar el precio del proyecto un poco (puesto que rebaja el tiempo de trabajo de diseño), puesto que además es un cliente regular.

Por lo expuesto, no procede el cobro de este apartado al cliente.

### 2. Conceptualización del molde

Seguidamente, el diseñador debe proceder con la gestión de lo que van a ser los canales de colada y el cómo se va a ubicar la pieza. Además de como situar la pieza y su orientación para la resolución más sencilla y fácil posible para llevar a cabo la fabricación del molde, debe gestionar también el número de cavidades que puede llegar a fabricar por cada inyectada (salvo que el cliente lo indique expresamente, esto queda a cargo del diseñador).

Es en este momento cuando las condiciones indicadas en el apartado anterior tomarán el peso en el diseño del molde. Por ejemplo, en caso que el cliente indicase que la entrada de colada en pieza no deba dejar ninguna clase de marca en la superficie de inyección, se deberá recurrir a insertos de colada para entrada en submarino lo cual complicara el futuro diseño del molde. Por tanto, esas consideraciones deberán verse reflejadas en este apartado. Según la cantidad de exigencias que presente el cliente, este paso puede aumentar los costes de mano de obra del diseñador.

Por otro lado, hay que estudiar la pieza desde todos sus ángulos y cerciorarse de que las caras de la figura no presenten ángulos en contrasalida; si se va a necesitar de algún elemento móvil, y por supuesto, ver según su geometría y su ubicación en pieza, como es de viable un método de desmoldeo u otro. Por lo general, este es el paso más importante, puesto que encarar la resolución pasando por alto algún detalle geométrico significaría desechar el molde cuando se observa alguna incompatibilidad que imposibilite la fabricación de ese molde. Por ejemplo, que una cara presente un pequeño ángulo que haga imposible el desmoldeo, con el plano de partición considerado.



### 3. Diseño del bebedero

Finalmente, el diseñador comenzará el proceso de diseño en 3D de lo que va a ser el bebedero con las piezas a fabricar con la aplicación de todas las condiciones indicadas previamente. También se estudiaron otras posibles soluciones, opciones y procedimientos para el modelaje del bebedero, tal y como se expone en el documento de memoria de este mismo proyecto, concretamente en el apartado 4.1 y 4.2.

### 4. Diseño de placas

En este aspecto es donde radica el mayor peso del diseño en el presupuesto. En este punto es donde se procede a modelar todas las cavidades que se necesitarán para todos los insertos; postizos; cavidades para las correderas; redondeos que faciliten al encargado del mecanizado el proceso de programar el mecanizado en fresadora; los circuitos de refrigeración de ambas placas (macho y hembra); el estudio y diseño de las correderas que se necesitan para generar la cavidad de la pinza.

Por otro lado, en este apartado también se incluye el tiempo de obtención de planos de las placas. Esto se hace para que los operarios del taller lleven a cabo las tareas que en la fresadora no se puedan hacer.

## TALLER

### 5. Adquisición de materias primas

En este punto se consideran los gastos en materiales necesarios para la producción del molde. Para esto se recurre a distintos proveedores buscando la mejor oferta para no caer en sobrecostes innecesarios.

### 6. Proceso de mecanizado en fresadora

Este aspecto es el de mayor peso en el presupuesto y para presupuestarlo, se deben considerar las horas de trabajo tanto de la máquina como del trabajador que ubica la pieza en máquina, así como asignar parámetros. Por otro lado, las piezas necesitarán de distintas posiciones de fresado por lo cual se necesita mano de obra para manipular la placa por el taller y dentro de la fresadora.

Como es evidente influirá la cantidad de piezas a mecanizar y cuánto tiempo lleva cada pieza en total en uso de fresadora.

### 7. Trabajo manual de taller y ensamblaje

Se considerarán las horas efectuadas por el operario para aquellas labores que necesiten de un trabajo manual, tanto como para mecanizados que no se puedan hacer en fresadora, como labores del ensamblaje del molde



## 8. Prueba de inyección y envío

El molde una vez ensamblado, será probado en la inyectora que dispone la empresa. Esto se debe a que así se puede asegurar el correcto funcionamiento del molde con unas pocas inyectadas, con el objetivo de que al cliente le llegue un molde listo para funcionar.

## Estudio económico

Considerando la tesitura de un proyecto como este, no es procedente realizar un estudio económico sobre sus posibilidades de mercado. Puesto que se trata de un proyecto personalizado según las necesidades del cliente, no se trata de un producto industrial. El cliente solicita un molde único que sea capaz de generar la pieza que ellos desean, puesto que será un diseño propio y único.

Por otro lado, se puede estimar que los costes de fabricar un molde como este que solicita el cliente, al ser un molde pequeño y simple, no tendrá un coste demasiado elevado. Por lo que el presupuesto obtenido se considera aceptable para el proyecto solicitado.

## Presupuesto

### Diseño

#### 1. Consideraciones de entrada de colada en pieza

	Cantidad	Precio	Coste	
Horas	0	- €	- €	Total - €

#### 2. Conceptualización del molde

	Cantidad	Precio	Coste	
Horas	3	40,00 €	120,00 €	Total 120,00 €

#### 3. Diseño del bebedero

	Cantidad	Precio	Coste	
Horas	4	40,00 €	160,00 €	Total 160,00 €

#### 4. Diseño de placas

	Cantidad	Precio	Coste	
Horas diseño	35	40,00 €	1.400,00 €	Total 1.560,00 €
Horas revisión	4	40,00 €	160,00 €	

### Taller

#### 5. Adquisición de materias primas

Elemento	Cantidad	Precio	Coste
PC - 1730 246x246x66	1	173,68 €	173,68 €
PC - 1730 246x246x36	1	122,71 €	122,71 €
BRB3-12x100	1	30,77 €	30,77 €
BRDC - 070x08	1	12,93 €	12,93 €
TPS	6	1,92 €	11,52 €
A-5x100	13	1,09 €	14,17 €
A-12,5x100	4	3,82 €	15,28 €
A-1x100	2	2,01 €	4,02 €
BR1515 - 12x61	1	15,47 €	15,47 €
CPE 246x12x17	1	104,07 €	104,07 €
BR84 - G1/8	4	2,40 €	9,60 €
BR94 - G1/8	4	0,46 €	1,85 €
BR6040/1	1	13,27 €	13,27 €
BR00- 30x036x055	4	14,04 €	56,16 €
BR10 - 30x066	8	19,06 €	152,48 €
E1032/14x140	4	12,50 €	50,00 €
E3022/24/32	4	96,00 €	384,00 €
E3017/32/40/90	4	242,00 €	968,00 €

Importe neto	2.139,98 €
IVA (+21%)	449,40 €

**Total 2.589,38 €**

#### 6. Proceso de mecanizado en fresadora

Pieza	Cantidad	Horas	Precio Fresadora	Horas operario	Mano obra operario	Coste
Macho	1	14	40,00 €	3	15,00 €	605,00 €
Hembra	1	10	40,00 €	3	15,00 €	445,00 €
Correderas	4	4	40,00 €	0,5	15,00 €	670,00 €
Amarre superior	1	3	40,00 €	0,5	15,00 €	127,50 €
Amarre inferior	1	3	40,00 €	0,5	15,00 €	127,50 €
Placa expuls. Sup	1	2	40,00 €	0,5	15,00 €	87,50 €
Placa expuls. Inf	1	2	40,00 €	0,5	15,00 €	87,50 €
Pasarelas	2	6	40,00 €	1	15,00 €	510,00 €

**Total 2.660,00 €**

7. Trabajo manual de taller y ensamblaje

Labor	Horas	Mano obra operario	Coste
Taladrados	3	15,00 €	45,00 €
Recorte de expulsores	3		45,00 €
Atornillados	1		15,00 €
Mecanizado roscas	3		45,00 €
Taladros refrigeración	3		45,00 €
Ensamblaje molde	20		300,00 €

Suministros taller	50,00 €
<b>Total</b>	<b>545,00 €</b>

8. Prueba de inyección y envío

Labor	Horas encargado	Mano de obra encargado	Peso del material (Kg)	Precio unitario material (PA6)	Coste
Instalación del molde	2	25,00 €	5	3,40 €	50,00 €
Preparación inyectora	1	25,00 €			25,00 €
Tiempo de prueba	2	25,00 €			67,00 €
Extracción del molde	2	25,00 €			50,00 €
Envío			65,44	2,00 €	130,88 €

<b>Total</b>	<b>322,88 €</b>
--------------	-----------------

**Precio final**

Apartado	Bloque	Importe	Importe bloque
1. Consideraciones de entrada de colada en pieza	<b>DISEÑO</b>	- €	1.840,00 €
2. Conceptualización del molde		120,00 €	
3. Diseño del bebedero		160,00 €	
4. Diseño de placas		1.560,00 €	
5. Adquisición de materias primas	<b>TALLER</b>	2.589,38 €	6.117,26 €
6. Proceso de mecanizado en fresadora		2.660,00 €	
7. Trabajo manual de taller y ensamblaje		545,00 €	
8. Prueba de inyección y envío		322,88 €	

<b>Coste Total</b>	<b>7.957,26 €</b>
--------------------	-------------------

	<b>Precio bruto</b>	<b>7.957,26 €</b>
<b>Impuestos</b>	<b>IVA (+21%)</b>	<b>1.671,02 €</b>
<b>TOTAL A PAGAR</b>		<b>9.628,28 €</b>

El molde de inyección de plástico para soporte bisagra de reposabrazos, tiene un precio final al cliente de **9.628,28€ (NUEVE MIL SEISCIENTOS VEINTIOCHO EUROS CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS)**.



**BRU Y RUBIO SL**  
 POL. IND. L'ALFAÇ, II - C/.HUELVA, 19  
 APART. 16  
 IBI 03440 (ALICANTE)  
 ESPAÑA  
 TELÉFONO 96 555 31 99 - FAX 966 555 168  
 pedidos@bruyrubio.com  
 www.bruyrubio.com

PROFORMA	
FECHA	NUMERO
17/06/2022	244640

N / N° CIF	S / N° CIF	CLIENTE
B03005923	0	1/99.999

ENZO (ESTUDIANTE UNIV VALENCIA)  
 .  
 03440 IBI  
 ALICANTE (ESPAÑA)  
 0

Le atendió: LUIS PRIETO REIG  
 UN=UNIDADES / ML=MILLARES / CE=CENTENAS

CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	UN	IMPORTE
22289	PC - 1730 - 246X246X 66	1,000	173,680	UN	173,68
22286	PC - 1730 - 246X246X 36	1,000	122,710	UN	122,71
1887	BRB3/12x100 BEBEDERO DE INYECCION	1,000	30,770	UN	30,77
1859	BRDC/070X08 DISCO CENTRADOR	1,000	12,930	UN	12,93
2373	TOPE PLACA EXPULSORA TPS/18	6,000	1,920	UN	11,52
9182	A/05'00x0100 EXPULSOR NITRURADO OXIDADO DIN1530/ISO6751	13,000	1,090	UN	14,17
9339	A/12'50x0100 EXPULSOR NITRURADO OXIDADO DIN1530/ISO6751	4,000	3,820	UN	15,28
39597	A/01'00x0100 EXPULSOR NITRURADO OXIDADO DIN1530/ISO6751	2,000	2,010	UN	4,02
47032	INSERTO ROSCADO PARA EXPULSION BR1515/12X61	1,000	15,470	UN	15,47
22281	CPE - 1730 - 246X12X17 (246X246)	1,000	104,070	UN	104,07
39482	BR84/08.1150/G1/8 RACOR RECTO MACHO	4,000	2,400	UN	9,60
2172	TAPON REFRIGERACION BR94-G1/8	4,000	0,463	UN	1,85
38589	GATILLO DE SEG. BR6040/1	1,000	13,270	UN	13,27
34248	BR00/30x036x055 GUIA CON CENTRADOR	4,000	14,040	UN	56,16
34853	BR10/30x066 CASQUILLO GUIA CON CENTRADOR	8,000	19,060	UN	152,48
888888	PESO TOTAL 65.44 KG.	1,000	0,000	UN	0,00

IMPORTE NETO	BASE IMPONIBLE	I.V.A.	RECARGO EQUIV.	TOTAL
737,98	737,98	21,00% 154,98		892,96€

IRR-LOP

León 19B  
 ES-03440 Ibi  
 Cortés Jaime  
 247363

Meusburger Georg GmbH & Co KG  
 Kesselstr. 42 | 6960 Wolfurt | Austria  
 T +43 5574 6706 - 0  
 F +43 5574 6706 - 11

Pedido N1343

Fecha: 27.06.2022

<http://www.meusburger.com>

Pos	Denominación	Unid.	EUR/1	Valor en EUR
10	E 1032/14 x 140 Guía inclinada	4	12,50 %	37,50
20	E 3022/24/32 Cuña de presión	2	↑ 96,00 %	153,60
30	E 3017/ 32/ 40/ 90 Corredera, guiado	4	242,00 %	774,40
Suma total excl. IVA.				965,50



Observación sobre pedido...

↑  
 PRECIO SIN  
 DESCUENTOS