



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

*Diseño de un molde complejo para
inyección de plásticos de una pieza
de la carrocería de una motocicleta*

MEMORIA PRESENTADA POR:

Miguel Sala Ivars

GRADO DE INGENIERIA MECÁNICA

Convocatoria de defensa: *Julio del 2021*

Autor: *Miguel Sala Ivars*

Tutor: *Octavio Ángel Fenollar Gimeno*

“Diseño de un molde complejo para inyección de plásticos de una pieza de la carrocería de una motocicleta”

RESUMEN

En este TFG se va a llevar a cabo el diseño de un molde complejo para la inyección de una pieza de plástico de la carrocería de una motocicleta, en concreto la careta del carenado. En él se va a realizar el diseño de cada una de las partes y elementos mecánicos que compondrán el molde, placas, postizos, correderas, expulsos, etc. Asimismo, se llevará a cabo la simulación del proceso de inyección para determinar presiones, tiempos de llenado y detectar posibles problemas en el proceso de inyección. Se seleccionarán los materiales para cada una de las piezas del molde y finalmente se realizará un estudio económico del coste del molde y de la amortización de este durante su vida en servicio. Se trata de un TFG en el que se desarrollan todas las competencias de un ingeniero mecánico.

Palabras clave: Diseño, Molde, Inyección, Plásticos, Careta Motocicleta,

“Disseny d'un molde complex per a la injecció de plàstics a partir d'una peça del cos d'una motocicleta”

RESUM

En aquest TFG es portarà a cap el disseny d'un molde complex per a la injecció de plàstics a partir d'una peça del cos d'una motocicleta, en concret la careta del carenat. En ell és realitzarà el disseny de cada una de les parts y elements mecànics que formaran el molde, plaques, postissos, correderes, expulsors, etc. A demes, es realitzarà una simulació del process de injecció per a determinar pressions, temps de plenat i detectar possibles problemes en el procés de injecció. Es seleccionaran el materials per a cada una de les parts del molde i finalment es realitzarà un estudi econòmic del cost del molde y de la amortizació de aquest durant la seua vida en servici. Es trata d'un TFG en el que es desenvoluparán totes les competencias d'un ingeniero mecànic.

Palabras clave: Disseny, Molde, Injecció, Plàstics, Careta Motocicleta.

“Design of a complex mould for plastic injection of a piece of the body of a motorcycle”

SUMMARY

The present work develops the design of a complex mold for the injection of a plastic part of the body of a motorcycle: the fairing mask. In this proposal, the design of each parts and mechanical elements that will make up the mould, plates, false molds, slides, ejectors, etc., will be created. In addition, the simulation of the injection process will be carried out to determine pressures, filling times and detect possible problems in the injection process. The materials for each of the parts of the mold will be selected and, finally, an economic study of the costs of the mold and its amortization during its life in service will be presented. Through this work, all the skills of a mechanical engineer are developed..

Key words: Design, Mould, Injection, Plastic, Motorcycle Mask

Tabla de contenido

| | |
|--|----|
| 1.- OBJETIVOS DEL PROYECTO | 9 |
| 2.- INTRODUCCIÓN | 11 |
| 2.1.- FUNDAMENTOS DE MOLDES | 13 |
| 2.1.1.- FUNCIÓN DEL MOLDE | 13 |
| 2.1.2.- TIPOS DE MOLDES SEGÚN SU APLICACIÓN..... | 13 |
| 2.1.2.1.- MOLDES DE SOPLADO | 14 |
| 2.1.2.2.- MOLDES DE TERMOCONFORMADO | 14 |
| 2.1.2.3.- MOLDES MOLDEO ROTACIONAL..... | 15 |
| 2.1.3.- CLASIFICACIÓN DE MOLDES..... | 16 |
| 2.2.3.1.- MOLDE DE DOS PLACAS | 16 |
| 2.2.3.2.- MOLDE DE TRES PLACAS | 17 |
| 2.2.- ESTRUCTURA BÁSICA DE UN MOLDE | 18 |
| 2.2.- ESTRUCTURA BÁSICA DE UN MOLDE | 19 |
| 2.3.- SISTEMAS DE UN MOLDE | 23 |
| 2.3.1.- SISTEMA DE INYECCIÓN | 23 |
| 2.3.1.1.- SISTEMA DE CANAL FRÍO..... | 23 |
| 2.3.1.2.- SISTEMA DE CÁMARA CALIENTE | 25 |
| 2.3.2.- SISTEMA DE REFIRGERACIÓN..... | 27 |
| 2.3.3.- SITEMA DE EXPULSIÓN | 29 |
| 2.3.3.1.- ELEMENTOS MÓVILES | 30 |
| 2.4.- MATERIALES DE FABRICACIÓN DE UN MOLDE | 33 |
| 2.5.- CICLO DE INYECCIÓN | 36 |
| 2.6.- ESTUDIO DE MERCADO | 39 |
| 2.6.1.- TIPOS DE CARETA | 39 |
| 2.6.1.1.- CARETA SIN FARO..... | 40 |
| 2.6.1.2.- CARETA CON UN FARO..... | 41 |
| 2.6.1.3.- CARETA BIFARO..... | 41 |
| 2.6.2.- TIPO DE ILUMINACIÓN..... | 42 |
| 2.6.2.1.- REFLECTOR CON BOMBILLA..... | 42 |
| 2.6.2.2.- PROYECTOR FRONTAL CON HALÓGENOS | 43 |
| 2.6.2.3.- FARO LED MULTIDIRECCIONAL | 43 |
| 2.7.- MATERIALES DE LA PIEZA..... | 46 |
| 2.7.1.- MATERIALES POLÍMERICOS..... | 46 |
| 2.7.2.- CLASIFICACION DE LOS MATERIALES PLÁSTICOS..... | 46 |

| | |
|--|-----------|
| 2.7.2.2.- POLIMEROS LINEALES | 47 |
| 2.7.2.3.- POLIMEROS RETICULARES..... | 47 |
| 2.7.2.4.- POLIMEROS ENTRECruzADOS..... | 48 |
| 2.7.3.- CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES..... | 48 |
| 2.8.- NORMATIVA APLICABLE..... | 52 |
| 3.- DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES | 54 |
| 3.1.- DISEÑO DE LA PIEZA..... | 56 |
| 3.1.1.- BOCETOS PRELIMINARES | 56 |
| 3.1.2.- SELECCIÓN DE COMPONENTES..... | 58 |
| 3.1.3.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA PIEZA | 61 |
| 3.1.4.- DISEÑO CAD | 61 |
| 3.1.4.1.- SOFTWARE DE DISEÑO..... | 61 |
| 3.1.4.2.- DISEÑO 3D DE LA PIEZA | 62 |
| 3.1.4.3.- RENDERIZADO DE LA PIEZA..... | 67 |
| 3.2.- METODOLOGIA DE DISEÑO..... | 69 |
| 3.3.- PLANTEAMIENTO DEL MOLDE | 73 |
| 3.4.- DISEÑO DEL MOLDE | 75 |
| 3.4.1.- REQUISITOS DE LA PIEZA A INYECTAR..... | 75 |
| 3.4.2.- DISEÑO DEL CROQUIS DEL MOLDE | 77 |
| 3.4.3.- DISEÑO DE LAS PLACAS..... | 84 |
| 3.4.3.1.- PLACAS DE AMARRE..... | 87 |
| 3.4.3.2.- PLACA HEMBRA..... | 88 |
| 3.4.3.3.- PLACA MOVIL | 88 |
| 3.4.3.4.- PLACA SUFRIDERA..... | 90 |
| 3.4.3.5.- CALZOS | 91 |
| 3.4.3.6.- PLACAS DE EXPULSIÓN..... | 91 |
| 3.4.4.- ELEMENTOS DE CADA SISTEMA | 92 |
| 3.4.4.1.- SISTEMA DE INYECCIÓN SELECCIONADO | 92 |
| 3.4.4.2.- SISTEMA DE EXPULSIÓN..... | 95 |
| 3.4.4.2.1.- SISTEMA DE LIBERACIÓN DE NEGATIVOS | 95 |
| 3.4.4.2.2.- EXPULSORES SELECCIONADOS..... | 98 |
| 3.4.4.3.- SISTEMA DE REFRRIGERACIÓN..... | 101 |
| 3.4.4.4.- SISTEMA DE GUIDADO | 104 |
| 3.5.- SELECCIÓN DE MATERIALES..... | 112 |
| 3.5.1.- SELECCIÓN DEL MATERIAL DE LA PIEZA..... | 112 |
| 3.5.2.- SELECCIÓN DEL MATERIAL PARA EL MOLDE..... | 113 |
| 3.5.2.1.- ACERO 1.1730 | 113 |

| | |
|---|------------|
| 3.5.2.2.- ACERO 1.2311 | 114 |
| 3.5.2.3.- ACERO 1.2344 | 115 |
| 4.- SIMULACIONES Y ANÁLISIS | 117 |
| 4.1.- SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DEL PROCESO DE INYECCIÓN..... | 117 |
| 4.1.1.- PREPARACIÓN DE LA SIMULACIÓN | 117 |
| 4.1.2.- SIMULACIÓN DE LA INYECCIÓN | 133 |
| 4.1.3.- SIMULACIÓN DE LA COMPACTACIÓN | 139 |
| 4.1.4.- SIMULACIÓN DE REFRIGERACIÓN..... | 142 |
| 4.1.5.- DEFORMACIONES Y CONTRACCIONES EN LA PIEZA | 146 |
| 5.- PROCESO DE FABRICACIÓN..... | 150 |
| 5.1- PROTOTIPADO DE LA PIEZA | 150 |
| 5.2.- PROCESO DE MECANIZADO DE LAS PLACAS | 157 |
| 6.- ESTUDIO ECONÓMICO | 163 |
| 6.1.- COSTE DE PRODUCCIÓN | 163 |
| 6.2.- COSTE DE FABRICACIÓN..... | 164 |
| 7.- CONCLUSIONES..... | 168 |
| 8.- BIBLIOGRAFIA | 170 |
| 9.- ANEXOS..... | 176 |
| I.- PLANOS | 176 |
| II.- FICHA TÉCNICA POLIMERO..... | 183 |

1.- OBJETIVOS DEL PROYECTO

Este proyecto tiene como objetivo principal, diseñar un molde de inyección para una pieza de la carrocería de una motocicleta, en concreto la careta, donde va situado el faro de iluminación del vehículo. Además del diseño del molde, se realizará el diseño de la careta misma, con las características estéticas y funcionales necesarias para su correcto funcionamiento, respetando la normativa que abarque este tipo de elementos.

De esta manera, como objetivos, en primer lugar, se debe plantear a las características del molde. Es decir, para empezar a diseñar se definirá previamente la producción de la pieza, el número de piezas que se inyectarán y muchos más aspectos importantes a tener en cuenta a la hora de diseñar el molde.

Uno de los objetivos principales es conseguir la liberación de posibles contrasalidas en la pieza. Por ello se deberá diseñar un mecanismo con el que poder salvar dichos negativos. En este aspecto reside la complejidad del proyecto.

Por otro lado, otro objetivo que se refleja en el presente trabajo es la simulación de la inyectada, con su posterior análisis para poder definir los parámetros de inyectada de la máquina.

Por último, se pretende obtener un presupuesto donde poder reflejar los costes del proceso de diseño y fabricación del molde, así como la producción de la careta. De esta manera se podrá realizar un estudio de viabilidad del proyecto.

La motivación del autor ha sido la pasión por el diseño de la motocicleta, así como el interés por el mundo del molde y la inyección de plásticos, un sector de gran importancia en la industria y queriendo aprender para obtener una posibilidad de cambio en cuanto aspectos ecológicos se refiere.

2.- INTRODUCCI3N

2.- INTRODUCCIÓN

El tema principal de este trabajo está centrado en el procesado de polímeros por medio de moldes de inyección. La inyección por moldes es un método muy utilizado desde hace décadas al tener un proceso de producción muy elevado. Además de ir seguido de un aumento del uso del plástico en la gran mayoría de los objetos que nos rodean, ya sea en automoción como en objetos cotidianos del hogar.

Este proceso consiste básicamente en inyectar un polímero dentro de una cavidad por medio del bebedero, o también conocido como inyector, con el fin de que el material reproduzca fielmente la pieza. Dicha conformación de plásticos es un proceso de fabricación que generalmente se realiza sin arranque de viruta, por lo que se obtiene un producto totalmente terminado, sin ser necesario un post procesado de la pieza, excepto la eliminación de posibles rebabas.

El molde de inyección, en sí mismo es un sistema complejo, ya que para su correcto funcionamiento deben funcionar mecánicamente a la perfección un gran número de componentes, los cuales estarán sometidos también a grandes esfuerzos de tensión y temperatura a lo largo de muchos ciclos.

A parte del molde, se precisa de una máquina de inyección, la cual será la encargada de abrir y cerrar tantas veces como sea necesario para fabricar la pieza. Para ello, también tendrá que inyectar el material en el centro del molde, donde se encuentra la cavidad para que, una vez plastificado este, haya reproducido con la máxima exactitud nuestra pieza.

Así pues, a lo largo de este trabajo se verá desde el estudio de mercado para realizar nuestra pieza desde cero y diseñarla según las necesidades que tengamos, hasta el diseño completo del molde a partir de ella para poder fabricarla.

2.1.- FUNDAMENTOS DE MOLDES

2.1.- FUNDAMENTOS DE MOLDES

Para poder diseñar un molde, primero se va a explicar sus fundamentos, así como las características y aspectos principales para un correcto funcionamiento del mismo.

2.1.1.- FUNCIÓN DEL MOLDE

Un molde de inyección principalmente tiene como función la de reproducir una pieza original tantas veces como se demande, con el máximo interés en establecer una igualdad entre todas las piezas fabricadas.

Por otro lado, se encuentran las funciones operativas en si del molde. Estas son las siguientes:

- Cerrar el molde
- Transportar el material a la cavidad del molde
- Enfriar el plástico
- Abrir el molde
- Expulsar la pieza

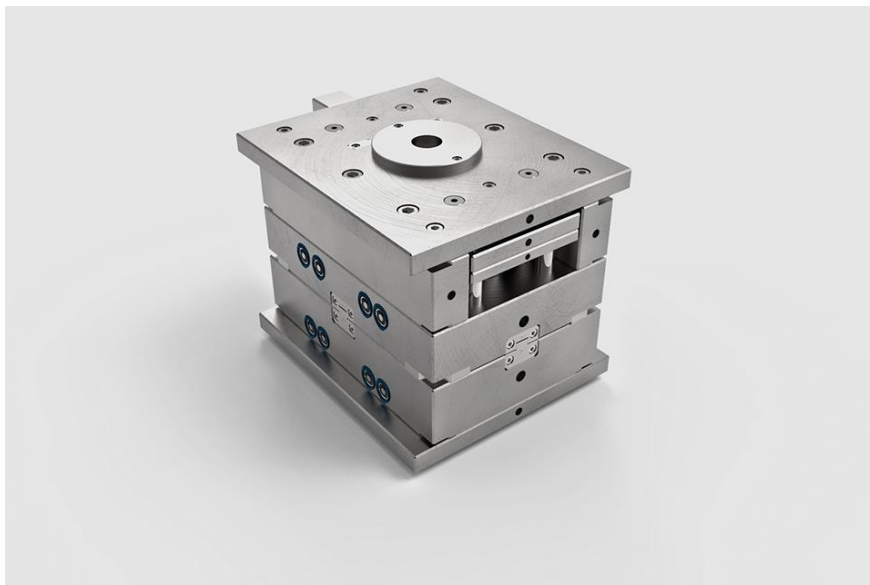


Ilustración 1 Molde de inyección

2.1.2.- TIPOS DE MOLDES SEGÚN SU APLICACIÓN

En cuanto a lo que a moldes se refiere, el conformado de plásticos se suele realizar de diferentes formas según las características que tenga nuestra pieza. Así pues, en general podemos diferenciar cuatro tipos de moldes según su tipo de aplicación:

- Moldes de inyección
- Molde de soplado
- Moldes de termoconformado
- Moldes moldeo rotacional

A continuación, en los siguientes puntos, explicaremos muy brevemente cada uno su funcionamiento y la característica de sus piezas para tener un conocimiento general a cerca de los moldes, exceptuando el molde de inyección que será el molde elegido para este proyecto y se irá explicando mejor a lo largo del trabajo.

2.1.2.1.- MOLDES DE SOPLADO

El moldeo por soplado se caracteriza por ser un proceso que fabrica piezas de con el interior hueco. El material utilizado normalmente es plástico, así pues, con la ayuda de calor y la presión del aire, se consigue expandir el material desde el interior hasta las paredes.

El tipo de piezas suelen ser botellas o recipientes huecos.

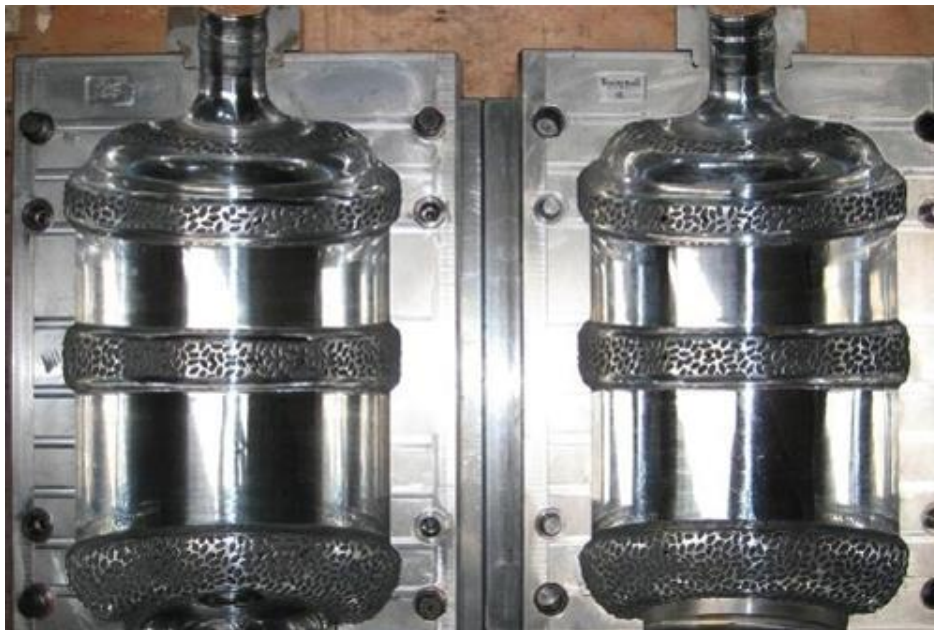


Ilustración 2 Molde de soplado

2.2.2.2.- MOLDES DE TERMOCONFORMADO

Este tipo de moldes viene caracterizado por su materia prima para fabricar. Se trata de una plancha o lamina rígida de termoplástico con un espesor uniforme que al calentarla y reblandecerla puede reproducir la forma de un molde por medio de la presión del vacío o por medio de un contra molde.

Se suelen utilizar la mayoría en tema de packaging, gracias a que puede copiar fácilmente la forma del producto.



Ilustración 3 Molde por Termocoformado

2.1.2.3.- MOLDES MOLDEO ROTACIONAL

Este tipo de molde para conformación de plásticos también consigue realizar piezas huecas. Para ello, se introduce el material en polvo o en estado líquido y el molde empieza a girar sobre dos ejes de manera que el material por fuerzas centrífugas se va adhiriendo a las paredes de este, creando así piezas de espesor continuo y huecas por el interior.

Con este tipo de proceso se pueden conseguir piezas de tamaño pequeño o grande.



Ilustración 4 Molde de moldeo rotacional

2.1.3.- CLASIFICACIÓN DE MOLDES

En este apartado, se centrará la clasificación de moldes del tipo de inyección, viendo las diferentes configuraciones y características que pueden presentar. Es interesante hacer una pequeña comparativa para poder escoger posteriormente cual se adapta mejor a nuestras necesidades.

Esta clasificación viene definida por dos tipos de molde de inyección, estos son los siguientes:

- Molde de dos placas
- Molde de tres placas

2.2.3.1.- MOLDE DE DOS PLACAS

El molde de dos placas es el tipo de molde más simple, el cual se utilizan los componentes y funciones más básicas en un molde de inyección. Este tipo de molde, gracias a su simplicidad es más económico a la hora de producir que el resto.

Sin embargo, en comparativa con el de tres placas, tiene algunas limitaciones como puedes ser la restricción en el camino del sistema de alimentación al plano de partición, además de las fuerzas adicionales en el molde por el material derretido que circula a través de este sistema de alimentación.

Un aspecto a tener en cuenta es que en este tipo el bebedero continuará sujeto a la pieza y será necesario un postproceso para eliminarlo, con lo que supone algún costo mayor este segundo proceso.

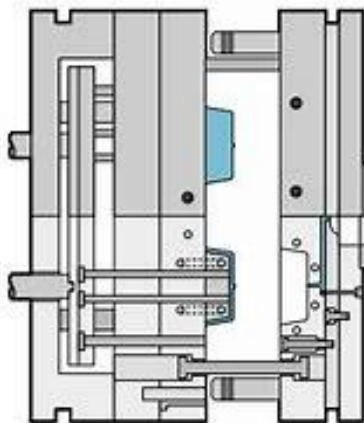


Ilustración 5 Molde de dos placas

2.2.3.2.- MOLDE DE TRES PLACAS

Este tipo de molde viene caracterizado principalmente por la incorporación de una tercera placa entre la placa de amarre y la de la cavidad. De esta manera a la hora de abrir el molde la parte del bebedero quedará separada automáticamente de la pieza original. Este aspecto es muy importante ya que el resultado final de la pieza es el último sin necesidad de un post procesado, a diferencia de los moldes de dos placas.

Sin embargo, la complejidad de este tipo de molde es mayor que el de dos. Esto implica que a priori, el diseño y fabricación del molde será mucho más caro que un molde simple de dos placas. Pero también hay que tener en cuenta lo anteriormente nombrado, ya que obtenemos una pieza terminada y ganamos tiempo y algo de dinero al no tener que separar el bebedero

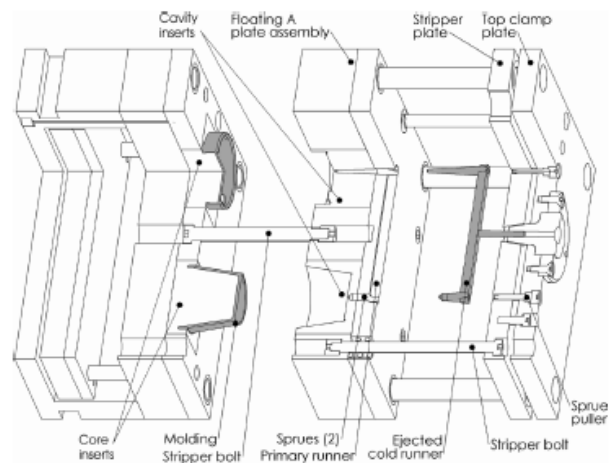


Ilustración 6 Molde de tres placas

2.2.- ESTRUCTURA BÁSICA DE UN MOLDE

2.2.- ESTRUCTURA BÁSICA DE UN MOLDE

En este apartado vamos a enumerar las diferentes partes del molde simple de dos placas de manera orientativa y su nomenclatura para tener una idea general de como está formado.

Se ha realizado un molde de ejemplo, en el cual mostraremos su Alzado y Planta en modo alámbrico, es decir, en líneas para poder observar mejor sus partes internas y externas.

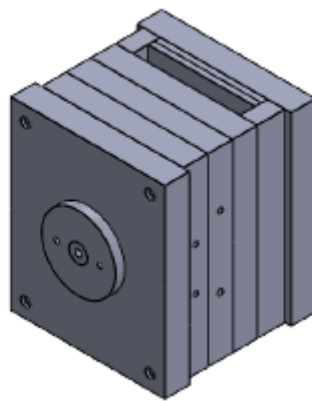


Ilustración 7 Molde representación partes básicas

- ALZADO

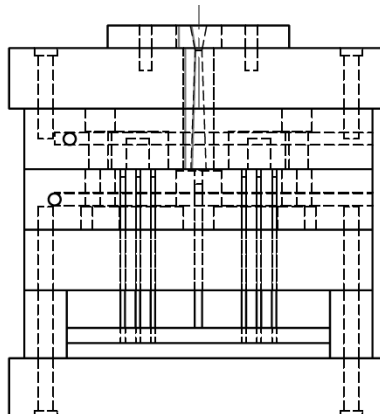


Ilustración 8 Alzado molde básico

- **PLANTA**

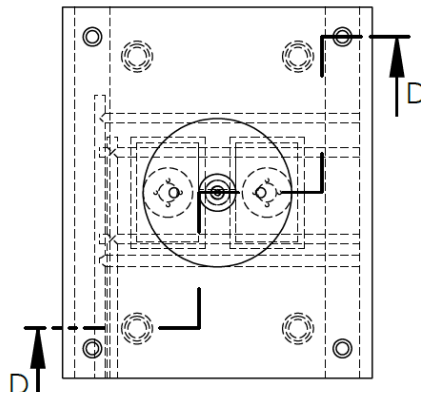
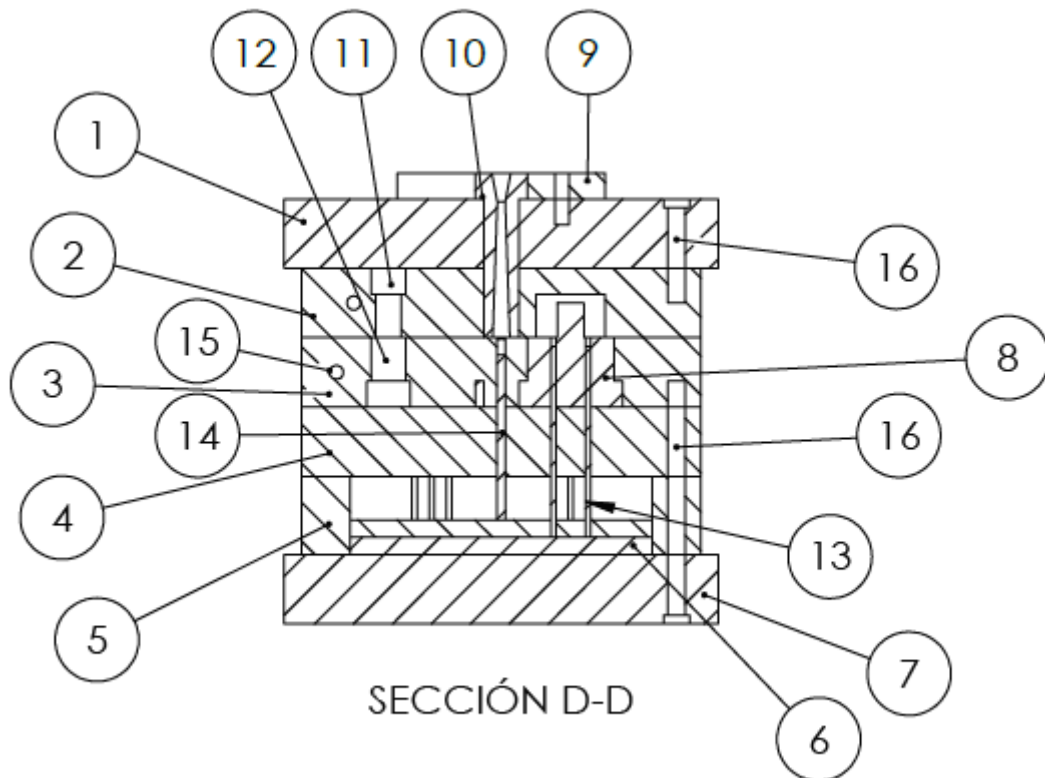


Ilustración 9 Planta molde básico

En la siguiente ilustración, observaremos la sección D-D que corta a la planta donde se enumerarán todas sus partes esenciales.



- | | |
|---------------------------|-------------------------------|
| 1.- PLACA AMARRE SUPERIOR | 9.- DISCO CENTRADOR |
| 2.- PLACA HEMBRA | 10.- BEBEDERO |
| 3.- PLACA MACHO | 11.- GUÍA |
| 4.- PLACA SUFRIDERA | 12.- CASQUILLO |
| 5.- CALZOS | 13.- EXPULSORES |
| 6.- PLACAS EXPULSORAS | 14.- EXPULSOR CENTRAL |
| 7.- PLACA AMARRE | 15.- CANALES DE REFRIGERACIÓN |
| 8.- MACHOS/POSTIZOS | 16.- TORNILLOS |

2.3.- SISTEMAS DE UN MOLDE

2.3.- SISTEMAS DE UN MOLDE

En este apartado, se va a mostrar los diferentes sistemas que tiene un molde para su funcionamiento total. Se explicará y mostrará los tipos de variedades que existe en cada sistema. Así pues, los sistemas más importantes que se van a tener en cuenta son los siguientes:

- Sistema de inyección
- Sistema de refrigeración
- Sistema de expulsión
- Sistema de guiado

Con estos sistemas podemos tener una visión general del funcionamiento y uso de los moldes de inyección. Se trata de las partes más importantes a la hora de inyectar una pieza, desde el inicio de la inyección del plástico, pasando por su refrigeración y terminando por la expulsión de esta. Cada una tiene diferentes variantes y opciones, según el tipo de pieza o producción que se vaya a llevar a cabo.

2.3.1.- SISTEMA DE INYECCIÓN

El sistema de inyección de un molde, o también conocido como sistema de alimentación viene definido por el conjunto de mazarota, canales de distribución y entrada, elementos que permiten el paso de material plástico desde el punto en el que termina la máquina, es decir, la boquilla de la máquina, hasta la o las cavidades que reproducen la pieza a través de un orificio que permite el llenado de la pieza.

Dentro de los diferentes sistemas de inyección se puede clasificar en dos grupos según el tipo de sistema utilizado. Se trata de un **sistema de canal frío** y un sistema de **cámara caliente**.

2.3.1.1.- SISTEMA DE CANAL FRÍO

En primer lugar, en los moldes convencionales y en su gran mayoría tienen un sistema de canal frío. Este significa que también se inyecta el plástico del bebedero y con ello, al enfriarse, sigue adherido a la pieza. Para después eliminar esta parte, se requiere un post procesado, o un molde de tres placas. Así pues, estos bebederos que no forman parte de la pieza deben reciclarse. Finalmente supone gastos suplementarios, además de perder las propiedades iniciales de la materia prima.

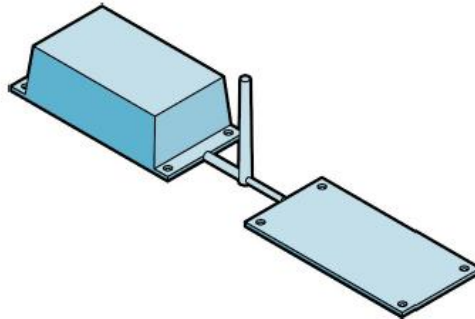


Ilustración 10 Sistema de canal frío

Con este tipo de sistema, es necesario crear un sistema de canales cuya finalidad es la de recibir la masa, dirigirla hacia la cavidad del molde y distribuirla. De esta manera es posible que la materia plástica llegue al interior de la cavidad.

Es de gran importancia entonces, la correcta disposición, así como la forma de este tipo de sistemas de alimentación para la calidad de la pieza.

Los factores que más influyen en la alimentación son los siguientes: En primer lugar, la masa debe llegar a la cavidad conducida por dichos canales con la mayor rapidez, sin obstáculos y el trayecto más corto para evitar pérdidas de presión y discontinuidades de fluidez en la pieza.

Existen tres tipos de distribución de los canales, en Serie, Simétrico y Radial. A continuación, se explicarán con una ilustración:

- **Distribución en Serie**

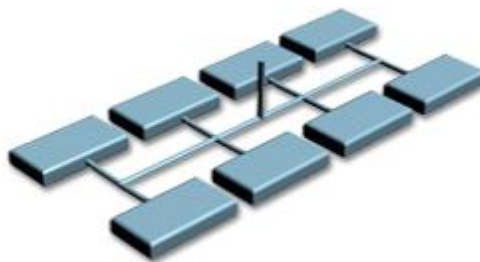


Ilustración 11 Distribución en Serie

- **Distribución Simétrica**

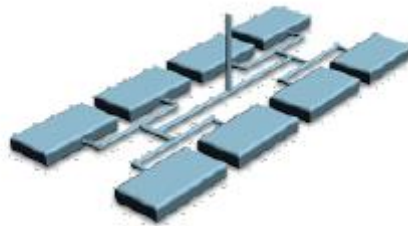


Ilustración 12 Distribución Simétrica

- **Distribución Radial**

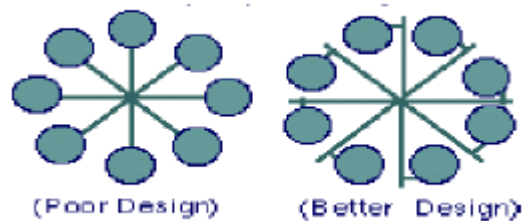


Ilustración 13 Distribución Radial

2.3.1.2.- SISTEMA DE CÁMARA CALIENTE

En segundo lugar, tenemos el sistema de cámara caliente cuya finalidad es la de conducir el plástico fundido desde el cilindro de plastificación hasta la cavidad del molde. Durante todo este tiempo debe mantener el polímero a una temperatura uniforme hasta la cavidad del molde.

Este sistema de alimentación se basa en un bebedero de mazarota, una conexión con la unidad de inyección, un colector, encargado de distribuir el termoplástico fundido por dentro, y las boquillas las cuales guiarán el material al interior de la cavidad.

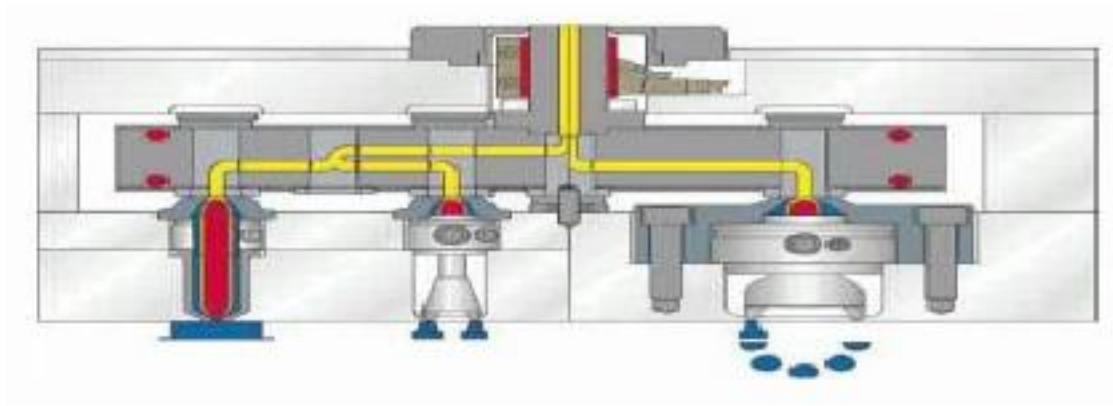


Ilustración 14 Sistema de Cámara Caliente

Este tipo de sistema puede ser una buena solución al problema de pérdida de material y

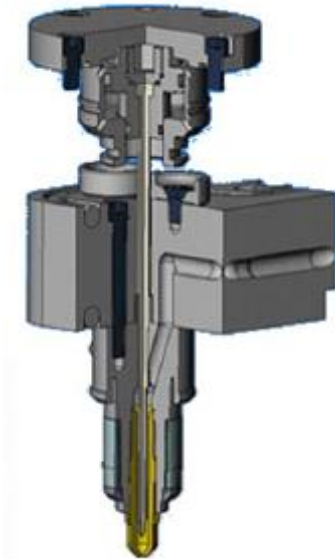


Ilustración 15 Mecanismo Cámara Caliente

necesidad de un postproceso como puede pasar en el canal frío, ya que, en este, no se desperdicia material en el bebedero al mantenerse fundido en el interior, obteniendo así la pieza terminada con la inyección.

Sin embargo, es un sistema más complejo y algo más caro, debido a la complejidad del mecanismo, pero haciendo un balance con las pérdidas en el canal frío puede ser ventajoso si el tipo de producción es elevado.

2.3.2.- SISTEMA DE REFIRGERACIÓN

El sistema de refrigeración dentro de un molde tiene una gran importancia en cuanto a la productividad, la rentabilidad y la calidad de la pieza. Es un aspecto en el cual hay que tener un riguroso miramiento en su diseño para que el molde funcione correctamente.

El diseño de este sistema debe realizarse siguiendo el principio del cono, es decir, la pieza debe enfriarse uniformemente, desde el borde exterior hacia el punto de colada. Así pues, la mazarota no deberá solidificarse demasiado pronto para que actúe un tiempo suficiente la presión residual. La diferencia de temperaturas entre refrigerante y metal debe ser del orden de 2 a 5 °C. Y, por otro lado, el salto térmico entre entrada y salida del refrigerante debe ser de 2 a 3°C.

La refrigeración del molde, junto al enfriamiento de la pieza, se lleva a cabo mediante un sistema de canales por el que circula agua o algún otro líquido refrigerante. Con esto, se pretende generar un flujo del refrigerante de régimen turbulento para conseguir una mayor difusión de la temperatura. Para que el régimen del flujo del refrigerante sea turbulento el número de Reynolds debe ser mayor a 10000.

En cuanto a la elección de la temperatura del molde se tendrán en cuenta exigencias económicas y técnica de producción.

De este modo, existen diferentes tipos de distribuciones del sistema de refrigeración. A continuación, se muestran con imágenes los diferentes tipos.

- Disposición rectilínea en serie

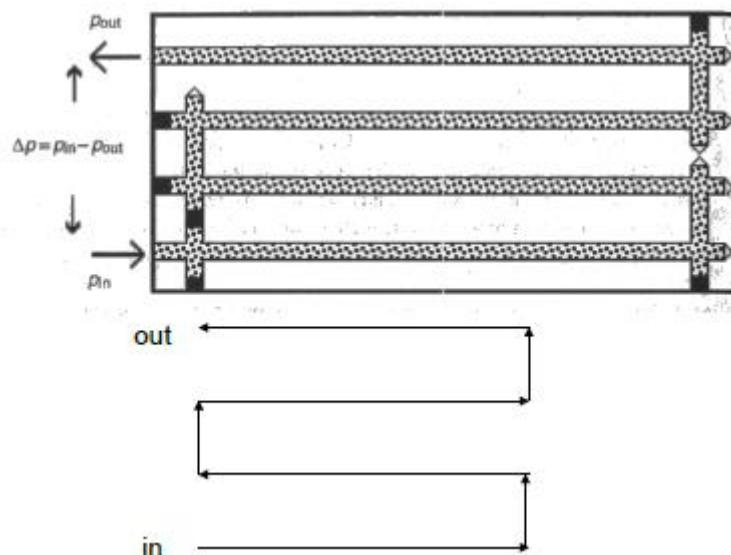


Ilustración 16 Disposición rectilínea en serie

- Disposición rectilínea en paralelo

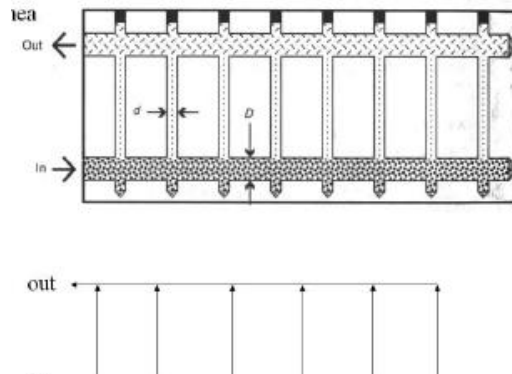


Ilustración 17 Disposición rectilínea en paralelo

Ahora se distinguirán los diferentes sistemas de refrigeración para núcleos y piezas de sección circular:

- Disposición en paralelo o Bubblers

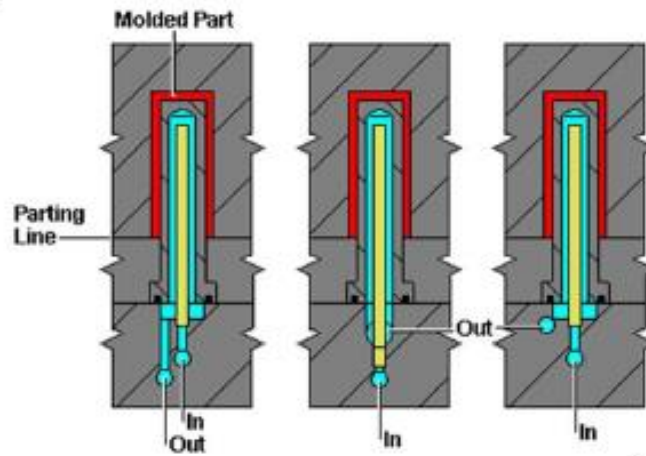


Ilustración 18 Disposición en paralelo o Bubblers

- **Disposición en serie o Baffles**

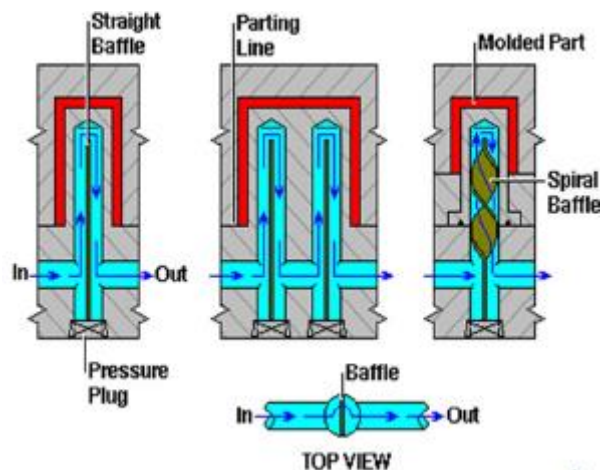


Ilustración 19 Disposición en serie o Baffles

2.3.3.- SISTEMA DE EXPULSIÓN

Una parte esencial en el funcionamiento de un molde es el de la expulsión de la pieza. Este es la última parte de nuestro ciclo de inyección, donde una vez la pieza solidificada y tras la apertura del molde, se expulsa con la ayuda de un sistema de expulsión, el cual la empuja para sacarla del molde y poder cerrar posteriormente, pudiendo empezar de nuevo el ciclo.

Este sistema tiene los siguientes objetivos de funcionamiento:

- Principalmente, permitir la extracción de la pieza del interior del molde.
- Normalmente se debe adaptar a la forma de la pieza.
- Para la correcta extracción debe vencer las fuerzas ocasionadas por la contracción.
- Se debe evitar marcar la pieza por la presión ejercida sobre la misma en el momento del desmoldeo

Así pues, es necesario diseñar unos expulsores que empujen la pieza. Para ello se diseña una placa expulsora donde irán los expulsores, los cuales estarán en contacto con la pieza. Al

accionar esta placa, este desplazamiento moverá los expulsores y con ello la extracción de la pieza.

Este desplazamiento se puede representar por cuatro formas distintas de desmoldeo:

- Por presión en la dirección de desmoldeo.
- Por presión en la dirección de desmoldeo mediante una excéntrica
- Por tracción en la dirección de desmoldeo
- Por tracción perpendicular a la dirección de desmoldeo

El tipo de desplazamiento más utilizado en el sector de los moldes es el de presión en la dirección de desmoldeo, por su fácil diseño y simplicidad a la hora de funcionar. A lo cual, la placa expulsora se desplaza cuando el perno choca con un tope fijo de la máquina de inyección durante el proceso de apertura.

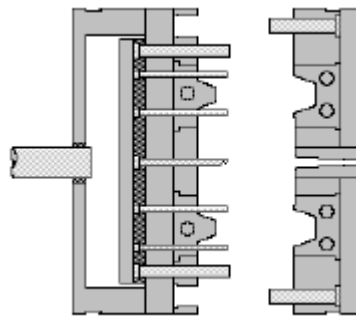


Ilustración 20 Placa expulsora accionada con los expulsores en su posición final de extracción

2.3.3.1.- ELEMENTOS MÓVILES

Este tipo de elementos son los que dan un plus de complejidad en cuanto al diseño del molde. Esto se utilizan en piezas con una geometría más complicada, es decir, que tengan algún tipo de negativos o resaltes que exijan una forma especial de desmoldeo.

El conjunto de elementos móviles, junto a sus guías y elementos de bloqueo deben ser robusto ya que van a tener que soportar muchos ciclos y no pueden deformarse porque una simple deformación de estos podría ocasionar daños irreparables en el molde.

Para hacer efectiva el desmoldeo de las piezas, se tendrá que descomponer el movimiento de apertura de la máquina donde se puedan desplazar de forma lateral, permitiendo así la liberación de dichos negativos.

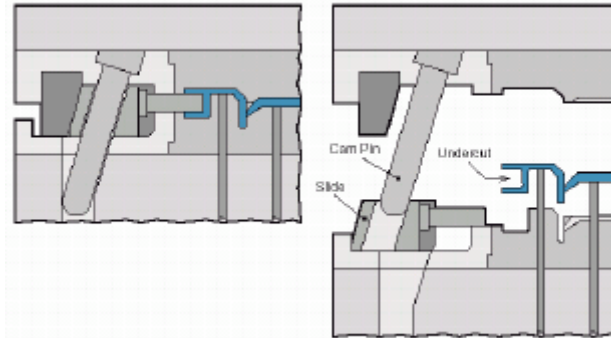


Ilustración 21 Sistema de corredera estándar

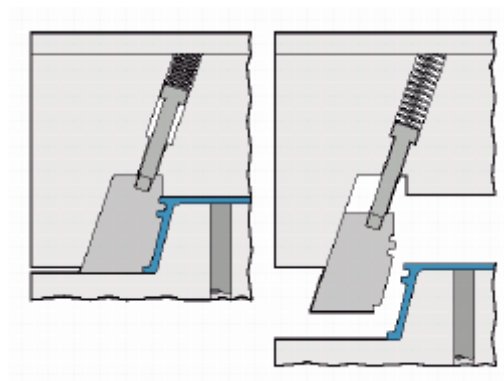


Ilustración 22 Sistema de correderas con pistón retornador

Aparte de las correderas, también existen los llamados “Patines” para conseguir liberar los negativos de la pieza. Estos basan su funcionamiento en el balanceo de un tipo de expulsor que se adapta a la forma de la pieza y al abrirse el molde, gracias a la geometría del patín, consigue liberar el negativo.

También son un buen recurso a la hora de suplir estos problemas, y minimizar los gastos de producción.

Todo esto dependerá de la geometría de la pieza a moldear, su posición dentro del molde y su sistema de desmoldeo utilizado.

2.4.- MATERIALES DE FABRICACIÓN DE UN MOLDE

2.4.- MATERIALES DE FABRICACIÓN DE UN MOLDE

La elección de un material para un molde, en el que se va a fabricar una pieza, vendrá definido por consideraciones generalmente económicas que dependen de los siguientes factores.

- Exigencias de la pieza a fabricar
- Costes de la fabricación del molde
- El tiempo de ciclo
- El número total de pieza a fabricar

Sin embargo, estas condiciones no van relacionadas con las propiedades mecánicas y térmicas del material. Tampoco contempla la facilidad de elaboración y fabricación de este.

Normalmente el material utilizado para el tipo de moldes de altas producciones es el acero. El acero es un material el cual está formado por una aleación de hierro y carbono, teniendo entre 0.8% y 2% en masa del carbono en su composición. Se trata de un material con muy buenas propiedades mecánicas como térmicas. Consecuentemente es el más utilizado para este tipo de procesos.

Para conseguir una máxima utilidad del molde, es muy importante y necesario tener en cuenta que los materiales usados en la fabricación de este tengan las siguientes propiedades. Estas son:

- **Alta resistencia al desgaste**

En cuanto al desgaste del molde se refiere, es un factor para tener muy en cuenta ya que la gran mayoría de piezas para aumentar su rigidez utilizan fibra de vidrio, materiales minerales o pigmentos de coloración entre otros tipos de aditivos y cargas que son altamente abrasivos.

Así pues, es muy importante que la elección del material o el recubrimiento de las superficies sea capaz de aguantar este tipo de exigencias.

- **Alta estabilidad de medidas**

Un factor muy importante dentro de los moldes es las altas temperaturas que exigen los plásticos de elevada resistencia térmica en el interior de las paredes del molde. Estas pueden llegar hasta 250 °C. Para ello se deben tener en cuenta aceros con una elevada temperatura de revenido. Si no lo tenemos en cuenta, puede ocasionar cambios en la estructura y en sus medidas.

Para superar esta exigencia, se suelen utilizar aceros bonificados con fácil mecanizado por arranque de viruta.

- **Alta resistencia a la corrosión**

Este aspecto es muy importante en cuanto a la elección del material. El molde se enfrenta a componentes agresivos como pueden ser los equipamientos protectores contra incendios, o simplemente por el mismo material, pueden originar ataques químicos en las superficies. Así pues, es de gran importancia utilizar aceros de alta resistencia a la corrosión para alargar su vida útil. Aparte también se puede tratar con recubrimientos superficiales.

- **Buena conductividad térmica**

La conductividad térmica del molde es de gran importancia a la hora de utilizar termoplásticos parcialmente cristalinos para inyectar. Para poder mejorar esta propiedad se suelen utilizar aceros de diferente aleación.

2.5.- CICLO DE INYECCIÓN

2.5.- CICLO DE INYECCIÓN

El ciclo de inyección se podría definir como el conjunto de pausas y movimientos que realiza la máquina para la obtención de la pieza. Estas pausas y movimientos están prefijados por nosotros con el fin de que el resultado de la pieza, así como su ciclo sea el óptimo. Estos son los siguientes:

- *Tiempo de cierre del molde*, durante el cual actúa el sistema de cierre y la máquina ejecuta el movimiento necesario.
- *Tiempo de avance de la unidad de inyección*, durante el cual la unidad de inyección, la cual se encuentra separada del molde, avanza hasta que la boquilla se posa sobre el bebedero.
- *Tiempo de Llenado*, en el que el pistón o husillo avanza realizando la inyección del material.
- *Tiempo de compactación*, durante el cual el molde permanece cerrado y el polímero comienza a enfriarse en el molde. Cuando el material empieza a enfriarse se contrae, con lo que será necesario introducir más material dentro de la cavidad para compensar la contracción. Esta fase es muy importante ya que afecta al peso y tamaño de la pieza. Este termina cuando el material de la entrada del molde solidifica.
- *Tiempo de retroceso de la unidad de inyección*. Una vez finalizado el tiempo de compactación la unidad de inyección retrocede y empieza el movimiento rotatorio del husillo.
- *Tiempo de plastificación*, en el cual las cadenas del polímero se reorganizan para volver a una estructura estable en el que empieza a solidificar el plástico.
- *Tiempo de enfriamiento*, es el necesario para enfriar el polímero. Este empieza al mismo tiempo que el llenado, cuando toca las paredes frías del molde y finaliza cuando se extrae la pieza.
- *Tiempo de apertura del molde*, durante el cual se abre el molde, para poder realizar la extracción de la pieza.

En la siguiente imagen podemos observar la duración relativa de las diferentes etapas del ciclo de inyección.

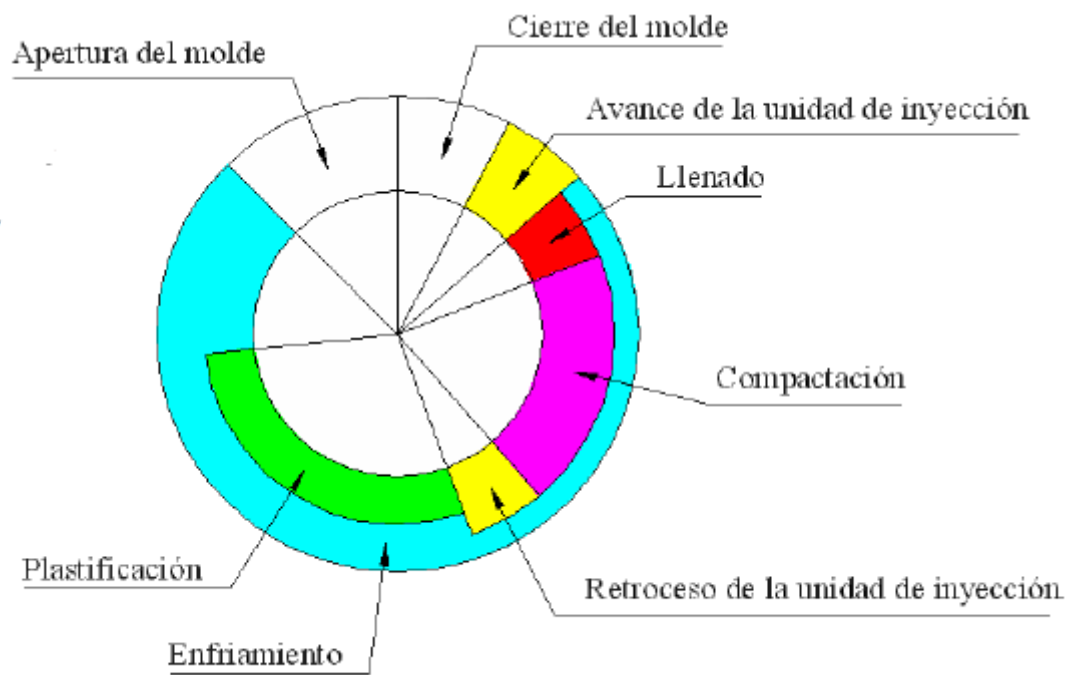


Ilustración 23 Etapas ciclo de inyección

2.6.- ESTUDIO DE MERCADO

2.6.- ESTUDIO DE MERCADO

En este apartado se va a realizar un estudio preliminar del mercado en relación con los diferentes tipos de caretas que existen, así como los diferentes tipos de iluminación utilizados en la actualidad. Con esto, se consigue una amplia visión que ayudará a seleccionar nuestro tipo de careta y poder adaptarla a nuestras necesidades.

Este estudio también se ha centrado en los tipos de moto, por su estética y características, como son las de Enduro, Cros o Trail, aunque se puede ajustar a cualquier otro tipo de motocicleta si se desea.

La careta forma parte de del carneado de la motocicleta, es decir, forma parte del conjunto de piezas que protegen y cubren el exterior de la moto, con la finalidad de tener una mejor aerodinámica y protección de los elementos más importantes de la moto. En este caso, se trata del plástico donde va ubicado el faro, el elemento de iluminación del vehículo, situado en la parte frontal. Estas suelen tener una infinidad de colores y diseños ya que aparte de tener una una función de protección y aerodinámica, también son un elemento estético.



Ilustración 24 Honda XR 600

2.6.1.- TIPOS DE CARETA

En este apartado se ha credo una diferenciación según un elemento principal de la motocicleta, este es el foco. El foco es una de las características de seguridad más esenciales e importante en cuanto a una moto de calle se trata. Con su función principal de iluminar la carretera y las condiciones de tráfico, permite que el vehículo sea visible en la calzada.

Para poder diferenciar los tipos de careta en el mercado, se ha creado tres grupos diferentes

basados según el tipo de faro utilizado:

- Sin faro
- Un faro
- Bifaro

2.6.1.1.- CARETA SIN FARO

Este tipo de careta se diferencia por no tener ningún tipo de iluminación principal en carretera. Así pues, como la norma indica, este tipo de caretas no serían aptas para motocicletas que vayan a circular por carretera. Normalmente este tipo de careta es utilizado en motos de cros, ya que estas prescinden de matriculación y por tanto no pueden circular. Son utilizadas en circuitos privados.



Ilustración 25 Careta sin faro de moto husqvarna

Este tipo de caretas, normalmente se conocen como porta números, ya que son utilizadas para llevar el número del piloto en las carreras.

Además, aparte de llevar el número, tienen una función estética y de seguridad, ya que protege los mandos de la motocicleta y al conductor de cualquier impacto de proyectiles, provenientes de la calzada.



Ilustración 26 Careta porta números

2.6.1.2.- CARETA CON UN FARO

Este tipo de careta ya incluye un faro homologado según la normativa. La mayoría de las motocicletas suelen llevar este tipo de careta.



Ilustración 27 Careta poliesport con faro

Como observamos en las dos imágenes, la forma del faro puede variar su diseño, ya que pueden tener una forma circular, rectangular o hasta triangular como vemos en la *ilustración 4*.



Ilustración 28 Careta con faro estilo ktm

2.6.1.3.- CARETA BIFARO

Por último, se encuentran las caretas bifaro, con la característica de que cuentan con dos faros en vez de uno. Esto permite un tipo de iluminación y un diseño de la careta mas peculiar y estético. Normalmente el tipo de iluminación utilizado en este tipo son dos faros halógenos.



Ilustración 29 Caretas Bifaro

2.6.2.- TIPO DE ILUMINACIÓN

Otro aspecto interesante a la hora de diseñar nuestra careta es el tipo de iluminación que llevará. Así pues, se ha realizado un pequeño estudio de los diferentes tipos de iluminación que hay hoy día.

Los faros, así como las motocicletas se han ido actualizando, así como su tecnología a través del tiempo. Con ello podemos ver y distinguir tres tipos:

- Faro tipo Reflector con bombilla
- Faro tipo Proyector frontal con halógenos
- Faro tipo LED multidireccionales

2.6.2.1.- REFLECTOR CON BOMBILLA

Este tipo de reflector es un foco muy simple que ha existido desde los principios de las motocicletas.

Este se basa como una clásica bombilla de filamento de tungsteno fijada en el interior de una carcasa con material reflectante que lo rodea. Con esto se consigue reflejar y enfocar hacia adelante la mayor cantidad de luz.



Ilustración 30 Faro clásico con bombilla

2.6.2.2.- PROYECTOR FRONTAL CON HALÓGENOS

Este tipo de faro viene en una carcasa compacta sin la necesidad de un gran reflector. Para poder mejorar sus características de reflexión y extender su potencia, viene provisto con una lente de aumento en el frente. Se trata de un faro moderno y de alta tecnología con lo que es bastante costosa.



Ilustración 31 Faro proyector frontal con halógenos

2.6.2.3.- FARO LED MULTIDIRECCIONAL

Los faros LED es una incorporación actualizada a las motocicletas ya que tiene unas características compactas en cuanto a la construcción y unas propiedades de iluminación muy ventajosas.

Las ventajas de este tipo de iluminación son destacables por su eficiencia. Este tipo de iluminación consume muy poca energía y una vida útil larga, aunque como inconveniente, estas no son reparables. Pero, sin embargo, en general, es una elección buena en cuanto a faros de automóviles se refiere



Ilustración 32 Faro tipo LED multidireccional

2.7.- MATERIALES DE LA PIEZA

2.7.- MATERIALES DE LA PIEZA

En este apartado, se van a estudiar los diferentes materiales que son factibles en el proceso de industrialización de la pieza. Observando cual es el material utilizando actualmente para las caretas de moto, nos centraremos en el estudio de materiales poliméricos sabiendo ya que en un principio son materiales con grandes características técnicas y muy usado en la industria.

2.7.1.- MATERIALES POLÍMERICOS

Se denominan materiales poliméricos, aquellos cuya estructura está basada en la formación por repetición de la unidad básica conocida como monómero. Los monómeros son moléculas formadas por átomos de hidrogeno, carbono y oxigeno fundamentalmente. Este proceso de enlaces covalentes se denomina polimerización.

Los polímeros o plásticos se tratan de unos materiales sintéticos obtenidos por el hombre a partir de derivados del petróleo, aunque en los últimos años se están estudiando otras maneras de obtención a partir de productos naturales.

Junto a la materia prima utilizada para su fabricación, también es muy común el añadir aditivos a dichas reacciones químicas. Estos aditivos tienen como finalidad, mejorar las propiedades y características del plástico.

Una vez nombrado estos aspectos, podemos distinguir los componentes principales de los plásticos son en general:

- **Materia básica:** Forma parte de la formación de los polímeros debido a los enlaces de las reacciones químicas de los monómeros.
- **Aditivos:** Su objetivo es mejorar las cualidades del polímero.
- **Cargas:** En ocasiones se le añaden a la materia básica con el propósito de abaratar costes e incluso mejorar su propiedades químicas, físicas o mecánicas.
- **Catalizadores:** No siempre se utilizan, pero tienen como misión iniciar y acelerar el proceso de la reacción química.

2.7.2.- CLASIFICACION DE LOS MATERIALES PLÁSTICOS

Estos materiales se pueden clasificar en función de su estructura en tres grandes grupos. Por los Polímeros lineales, los Polímeros Reticulares y Polímero Entrecruzados. En los siguientes apartados se profundizará más para ver que le caracterizan a cada uno.

2.7.2.2.- POLIMEROS LINEALES

Los polímeros lineales, también conocidos como Termoplásticos, durante el proceso de obtención, la funcionalidad $f=2$ da lugar a polímeros de naturaleza lineal. Es decir, su estructura molecular es, en su gran mayoría, lineal, con o sin ramificaciones. Estas cadenas lineales pueden permitir el deslizamiento entre las cadenas.

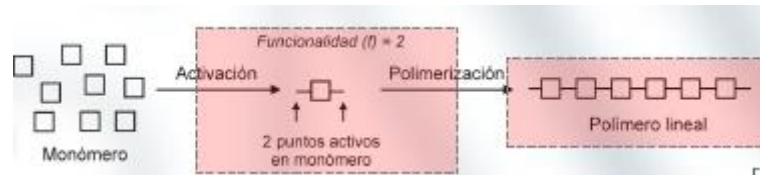


Ilustración 33 Enlace de polímeros lineales

Este tipo de materiales pueden ser recalentados y reformados varias veces, sin que esto, pueda afectar significativamente a sus propiedades. Así pues, son materiales que tienen la posibilidad de deformarse elástica y plásticamente. A unas temperaturas razonables, pueden alcanzar un estado de plasticidad que permite que sea un material moldeable fácilmente.

2.7.2.3.- POLIMEROS RETICULARES

Los polímeros reticulares están fabricados de manera permanente por reacciones químicas. Esto implica que dichos materiales no se puedan refundir ni almacenar. A elevadas temperaturas se degradan por calentamiento. También son mayormente conocidos como Materiales Termoestables.

La funcionalidad en este proceso de obtención es $f > 2$ con lo que se consiguen polímeros de naturaleza reticular, es decir, forma una red tridimensional.

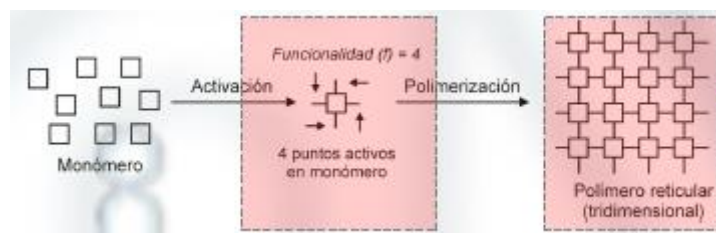


Ilustración 34 Enlaces polímeros reticulares

Respecto a sus propiedades mecánicas, encontramos un material, en general, duró y rígido aún a temperaturas elevadas. Esto implica ser un material altamente frágil a la vez.

2.7.2.4.- POLIMEROS ENTRECruzADOS

En este último grupo, se trata de polímeros lineales pero que sus propiedades mecánicas son muy pobres. Para mejorar su comportamiento, se ve sometido a un proceso denominado vulcanización el cual consiste en reticular las cadenas y mejorar sus propiedades.

Con esto se consiguen redes tridimensionales poco tupidas, con la consecuencia de que el material se deforme elásticamente.

Estos materiales también son conocidos como elastómeros o gomas. Estos son capaces de recuperar su forma original o casi totalmente cuando son deformados de manera elevada.

2.7.3.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

En este apartado se tendrán en cuenta diferentes materiales para poder comparar sus propiedades y características y así poder tener un mejor abanico de posibilidades y que nuestra elección del material sea la óptima para nuestra pieza.

El primer criterio pues para la selección del material tiene que ser la aplicabilidad técnica que precise la pieza y la calidad con la cual queramos que quede finalmente.

En un principio nuestra búsqueda se centrará en materiales termoplásticos, ya que gracias a sus buenas propiedades mecánicas y sus características como puede ser su gran maleabilidad, podremos obtener un gran resultado según las características técnicas que requiere nuestra pieza.

Para realizar una búsqueda del material adecuada es necesario buscarlos por sus propiedades más importantes como criterios de búsqueda. Así pues, tendremos en cuenta las propiedades mecánicas, térmicas, eléctricas, así como las características de deformación, resistencia química y, por último, pero no menos importante el precio. Así pues, hemos realizado unas tablas donde muestran las propiedades, ventajas y desventajas de cada material.

| PET (1): Polyethylene terephthalate | |
|--|--|
| PROPIEDADES: | |
| Ligereza, resistencia al impacto, rígido/semi-rígido | |
| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
| Fuerte y rígido Protección frente agua y oxido Buenas propiedades electricas | Alta contracción Degradación del color Humos dañinos |

Tabla 1 Propiedades PET

| HDPE (2): High-density polyethylene | |
|---|--|
| PROPIEDADES: | |
| Inerte, termicamente estable, resistente y de alta resistencia a la tracción | |
| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
| Barato Alta resistencia química Propiedades eléctricas Sensación cerosa Buen comportamiento de fricción | Menos rígido que el PP Fácil de quemar Mala resistencia a los rayos UV Alta contracción |

Tabla 2 Propiedades HDPE

| PVC (3): Polycinyl chloride | |
|---|---|
| PROPIEDADES: | |
| Aislante, químicamente inerte | |
| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
| Resistencia ácida y alcalina Inífungo Rígido y fuerte | Quebradizo por debajo 0°C El sobrecalentamiento degrada Alta densidad para termoplásticos |

Tabla 3 Propiedades PVC

| LDPE (4): Low-density polyethylene | |
|---|---|
| PROPIEDADES: | |
| Aislante, químicamente inerte, flexible | |
| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
| Barato Química y resistente a la hidrólisis Alta resistencia al impacto Buena procesabilidad | Baja resistencia a la tracción Baja rigidez Mala resistencia UV Alta contracción |

Tabla 4 Propiedades LDPE

| PP (5): Polypropilene | |
|---|--|
| PROPIEDADES: | |
| Peso ligero, estabilidad dimensional térmica, buena procesabilidad | |
| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
| Alta resistencia Rendimiento mecánico y termico Resistencia al impacto y flujo Excelente estética Peso ligero | Quebradizo por debajo 0°C Alta permeabilidad a los gases Mala resistencia a los gases Mala resistencia a los rayos UV Sigue ardiendo |

Tabla 5 Propiedades PP

| PS (6): Polystyrene | |
|--|--|
| PROPIEDADES: | |
| Claro, brillante, duro, rígido | |
| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
| Barato Baja contracción Buen aislante Bueno en baja temperatura | Frágil Mala resistencia al desgaste Mala resistencia química |

Tabla 6 Propiedades PS

2.8.- NORMATIVA APLICABLE

2.8.- NORMATIVA APLICABLE

En cuanto a la normativa se refiere, considerando nuestra careta como un dispositivo obligatorio de alumbrado, esta se verá reflejada en el **Real decreto 2822/1998**, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Vehículos.

Centrándonos en lo que nos concierne, tenemos:

Artículo 16. Dispositivos obligatorios de alumbrado y señalización óptica

Punto 2. Toda motocicleta deberá estar provista de:

Luz de cruce.

Luz de carretera.

Luz de frenado.

Luz de la placa posterior de matrícula.

Luz de posición delantera.

Luz de posición trasera.

Catadióptrico trasero no triangular.

Y por otro lado, como nuestra careta será utilizada para mejorar las propiedades estéticas y funcionales de la motocicleta, sustituyéndola por la original, se considerará una reforma del vehículo.

Este se ve reflejado en el **Real Decreto 866/2010**, el cual es el encargado de regular las tramitaciones de las reformas de vehículos.

Este texto considera que una reforma es:

“toda modificación, sustitución, actuación, incorporación o supresión efectuada en un vehículo después de su matriculación”

Estos reales decretos se han extraído del *Boletín Oficial del Estado*.



Ilustración 35 Boletín oficial del estado

3.- DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES

3.- DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES

En este apartado, se van a abordar todos los aspectos de diseño tanto de la careta de la motocicleta como el diseño del molde. Además, se seleccionarán con su debida justificación todos los elementos necesarios para completa el producto y por la parte del molde, los elementos que se deban comprar para el funcionamiento correcto del mismo. Se diseñará cada parte de los sistemas anteriormente nombrados.

Finalmente, se seleccionará los materiales de fabricación, tanto de la pieza como del molde.

PARTE DE DISEÑO DEL LA PIEZA

3.1.- DISEÑO DE LA PIEZA

3.1.- DISEÑO DE LA PIEZA

En este apartado se tendrán en cuenta el diseño de la pieza, desde su concepto inicial con un bocetado a mano hasta su final diseño con un programa CAD, con el que obtendremos la solución final de nuestra careta, la cual cumplirá con todas las exigencias técnicas y estéticas que le hayamos planteado.

3.1.1.- BOCETOS PRELIMINARES

Para poder desarrollar un producto de manera eficiente, es aconsejable bocetar primero su diseño. Así pues, un boceto sirve como guía para poder exponer en papel una idea general antes de obtener un resultado final.

Por otro lado, se han escogido dos líneas de diseño que condicionarán nuestra pieza con diferentes características. Esta línea se basa en la careta de la moto *Husqvarna* y de una moto *Honda* del modelo *XR*.

En primer lugar, se analiza la geometría de la careta *Husqvarna*. En la *ilustración 12*, se observa sus características generales.



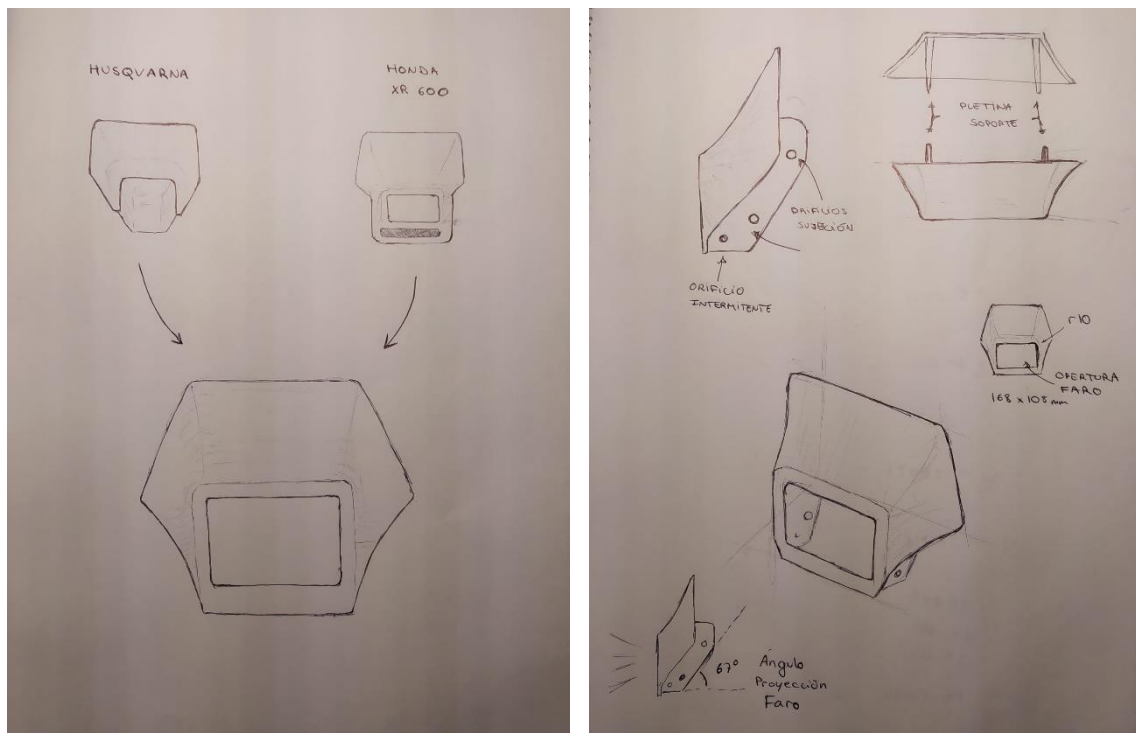
Ilustración 36 Careta Husqvarna

En segundo lugar, se tiene como segunda línea directriz del diseño la de *Honda XR*. En la siguiente ilustración nos quedamos con los detalles que más nos gustan.



Il·lustraci3 37 Careta Honda XR 600

Tras haber analizado dichos aspectos, se procede a obtener el boceto de nuestra pieza. En la ilustraci3 siguiente se observar3 el dise1o preliminar de nuestra careta.



Il·lustraci3 38 Bocetos preliminares de la careta

3.1.2.- SELECCIÓN DE COMPONENTES

En este apartado se abordará la decisión de adquirir los diferentes componentes que permitirán hacer el conjunto final de nuestra careta, ya que el único elemento que se fabricará por nuestra parte será el plástico de la careta.

Es importante tener en cuenta el total de elementos que tiene el conjunto antes de diseñar la pieza, ya que, los que se tengan que comprar no podrán ser modificados. Es decir, el único elemento que se puede adaptar a los otros es el plástico de la careta.

Se ha decidido comprar los complementos siguientes.

- FARO
- INTERMITENTES

Para el elemento encargado de iluminar la calzada, se ha elegido el siguiente foco LED con las siguientes características técnicas y dimensiones.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS FARO LED 4X6

- POTENCIA:
30W (Luz De Carretera)
20W (luz de cruce)
- LUMENS:
4500LM (Luz De Carretera)
3000LM (luz de cruce)
Voltaje: 12-24V



Ilustración 39 Faro LED 4x6

DIMENSIONES

4X6 PULGADAS

- LARGO: 168 mm
- ALTO: 108 mm
- ANCHO: 68 mm

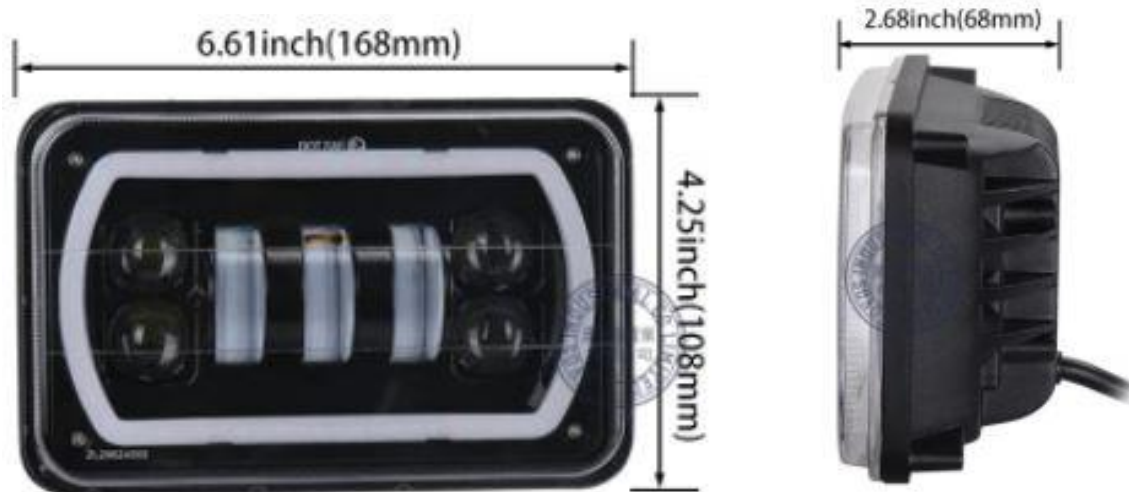


Ilustración 40 Dimensiones Faro LED

Así bien, este faro está homologado para su uso ya que viene provisto de las luces de posición, de cruce y carretera como dice el reglamento.

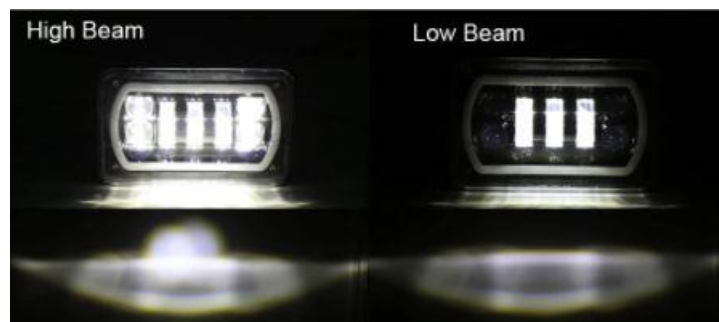


Ilustración 41 Luces faro LED

Se ha seleccionado este faro por sus buenas características de iluminación y por su estética moderna, la cual conseguirá hacer un gran reestyling de nuestra pieza.

Para los intermitentes, que son el siguiente elemento que se ha decidido comprar, pasamos a ver sus características.

INTERMITENTES PUIG OPEN

- Diseño único con un centro abierto
- Estructura de plástico ABS resistente
- Lente transparente
- Varios LED de alta calidad
- Dimensiones: 60mm de largo x 25mm de ancho
- Montaje, métrica de 10mm



Ilustración 42 Intermitentes Puig Open

Como se observa en la *ilustración 18*, son unos intermitentes con una estética moderna, siguiendo la misma la línea del conjunto total de la careta, así como el tipo de iluminación es tipo LED, lo que mejora su eficiencia y calidad.

3.1.3.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA PIEZA

Una vez conocidos los distintos elementos y detalles de nuestra pieza, se procede a delimitar sus características técnicas más importantes, para que recojan su funcionalidad y estética a la vez, y conseguir un producto de excelentes prestaciones.

Así pues, las características que se han considerado son las siguientes, entrando en detalle posteriormente.

- Forma aerodinámica
- Ángulo de enfoque
- Orificio rectangular para la ubicación del faro
- Orificios para la sujeción mediante bridas
- Orificios para la ubicación de intermitentes
- Espesor continuo en toda la pieza

3.1.4.- DISEÑO CAD

3.1.4.1.- SOFTWARE DE DISEÑO

Para realizar toda la parte del diseño 3D de la careta y sus componentes se utilizará el programa de diseño SolidWorks. Este es un software CAD que permite la creación de modelos sólidos en 2D y 3D, así como, ensamblajes de componentes. Este se basa en el modelado paramétrico el cual facilita a la hora de modificar cotas y diferentes medidas.

Es el software por excelencia para ingenieros y diseñadores, ya que permite cubrir todas las partes de un proceso de desarrollo de un producto, ya que aparte del diseño, tiene diversos complementos que son capaces de realizar una gran variedad de simulaciones estructurales estáticas, aerodinámicas, etc. que permiten validar el diseño antes de su fabricación.



Ilustración 43 Software SolidWorks

3.1.4.2.- DISEÑO 3D DE LA PIEZA

Tras realizar los diferentes croquis y efectuar las operaciones necesarias dentro del Software de diseño, se ha conseguido obtener nuestra pieza. El resultado es fruto de integrar los componentes y diseñarla con la idea de realizar una careta estética y funcional a la vez, consiguiendo finalmente un reestyling de las piezas similares que hay en el mercado.

El resultado es el siguiente, explicando cada detalle de sus características posteriormente.

- FORMA AERODINAMICA

Como se observa en la *Ilustración 20*, la pieza tiene una forma aerodinámica, ya que va a ser el primer contacto contra el viento cuando este en circulación la motocicleta. Es un aspecto muy importante ya que de él depende el buen rendimiento de la circulación al reconducir de manera eficiente el viento que va en su contra. Más adelante se entrará más en detalle con este aspecto.

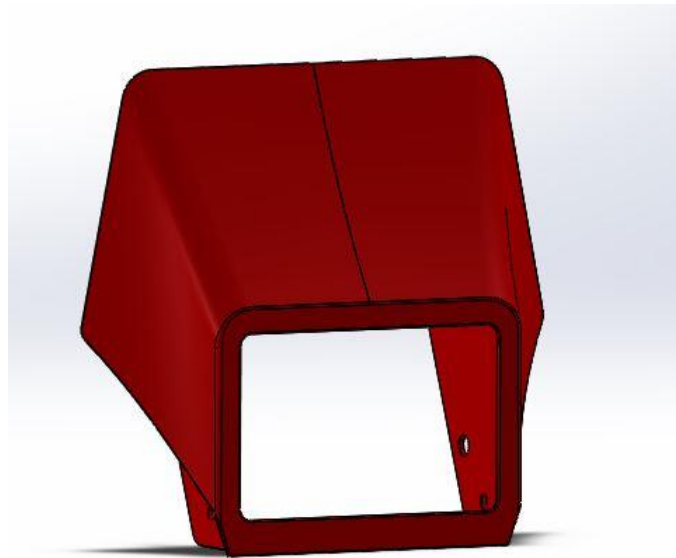


Ilustración 44 Careta moto forma aerodinámica

- ÁNGULO DE ENFOQUE

Esta característica viene dada por el ángulo de enfoque que debe tener el faro para poder iluminar de manera correcta la calzada. Así pues, este ángulo vendrá dado por la inclinación de las horquillas, conocido como el ángulo de avance de la motocicleta. En este caso, el tipo de motocicleta para la que está diseñado suele tener un ángulo de 27°. Como veremos en la ilustración siguiente, se han diseñado las pletinas de sujeción y estas tendrán el ángulo de 63°, para que el faro incida perpendicularmente a la calzada.

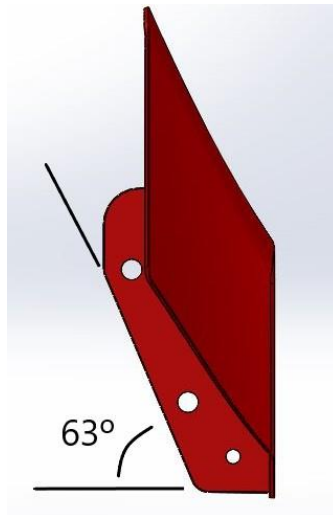


Ilustración 45 Ángulo de enfoque careta

- ANGULO DE DESMOLDEO

Para poder tener una buena extracción de la pieza y que esta no se quede enganchada en alguna parte del molde, se debe tener en cuenta un ángulo de desmoldeo. Este ángulo permite que no haya ninguna pared recta completamente perpendicular a la dirección de la pieza. El ángulo mínimo que se puede crear es de 0.5 °. Así pues, en la siguiente imagen se observa en color verde la parte exterior de la pieza y en rojo la interior que irá situada en la parte móvil del molde. Esta diferencia de color, definirían el plano de partición del molde.

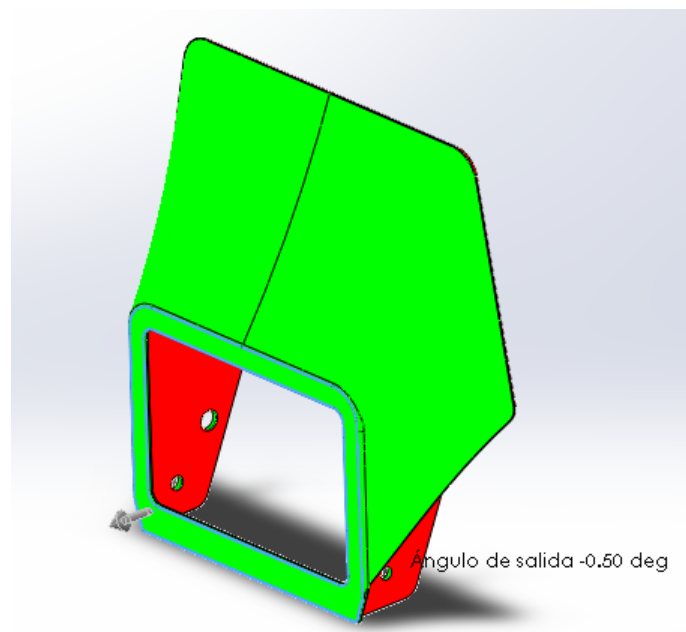


Ilustración 46 Ángulo de desmoldeo

- **ORIFICIO RECTANGULAR PARA LA UBICACIÓN DEL FARO**

Esta característica se basa en la ubicación del faro seleccionado en su interior, así pues, se han respetado las medidas de este para que quede de manera correcta y totalmente integrada en la pieza.

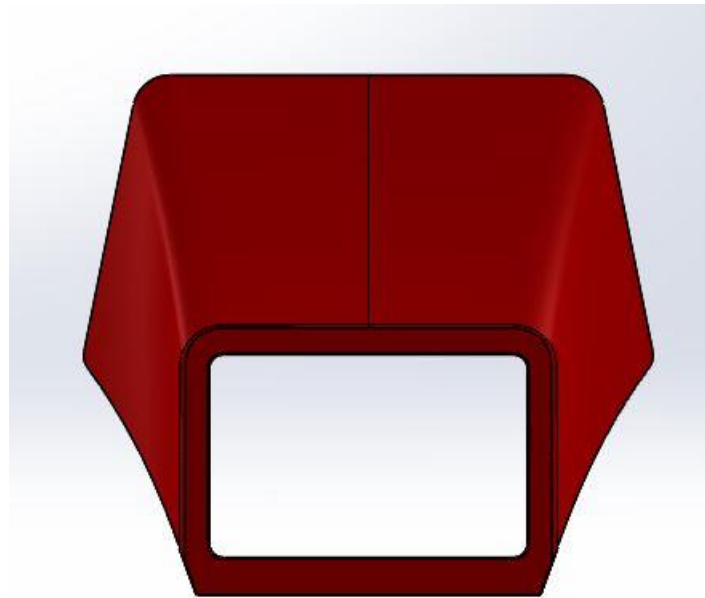


Ilustración 47 Orificio rectangular para faro

- **ORIFICIO PARA LA SUJECIÓN MEDIANTE BRIDAS**

Ubicados en las pletinas de la pieza, se encuentran cuatro orificios de diámetro 12mm encargados de la sujeción de la careta por medio de unas bridas especialmente diseñadas para este tipo de uso. La brida sujetara a las horquillas de la motocicleta la careta.

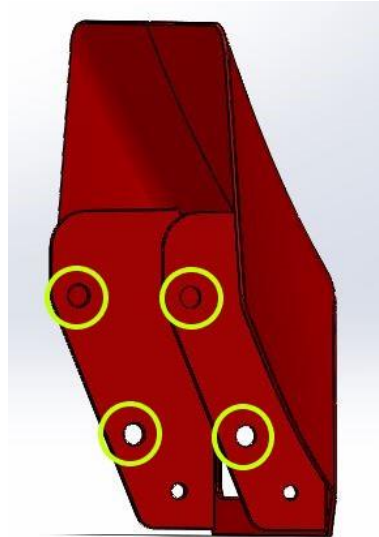


Ilustración 48 Orificios para la sujeción

- ORIFICIOS PARA LA UBICACIÓN DE LOS INTERMITENTES

Como el título indica, se han tenido en cuenta el diseño de dos orificios de diámetro 10 mm para poder ubicar los intermitentes que se han seleccionado. Así pues, esta posición queda de manera correctamente integrada para que tengan una buena visualización en carretera y que su función principal para indicar la dirección a la que se va a dirigir el conductor sea visible para el resto de personas.

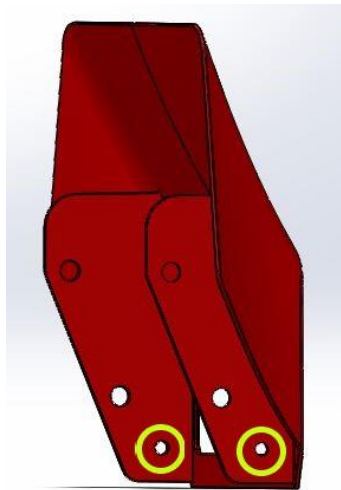
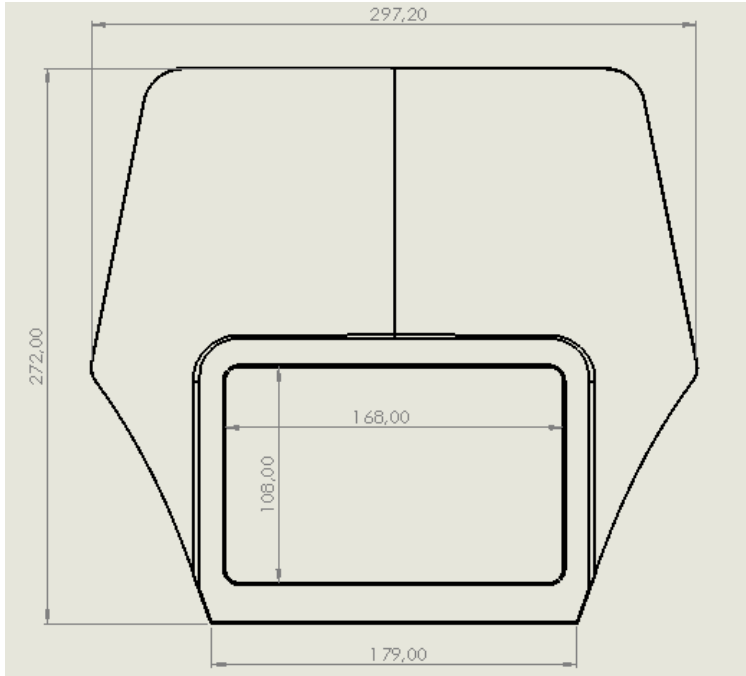


Ilustración 49 Orificios para los intermitentes

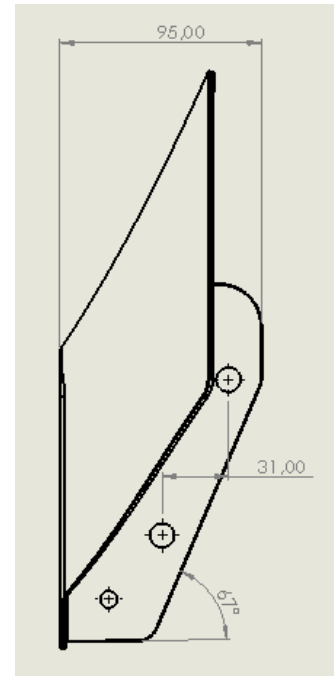
- ESPESOR CONTINUO EN TODA LA PIEZA

Este último requisito se ha tenido en cuenta el espesor de la pieza. Para favorecer una inyectada continua y no tener defectos en ella, se ha seleccionado un espesor continuo en toda la pieza de 3 mm

Finalmente, en las dos ilustraciones siguientes se podrá observar el alzado y la planta con la geometría general de la pieza.



ALZADO



PERFIL

3.1.4.3.- RENDERIZADO DE LA PIEZA

En este último apartado del diseño de la pieza, se va a realizar un renderizado de esta, para observar de manera más realista el resultado final de nuestra careta. Aquí se podrá intuir de manera digital cual será el acabado de la pieza.



Ilustración 50 Renderizado de la careta 1



Ilustración 51 Renderizado frontal de la careta

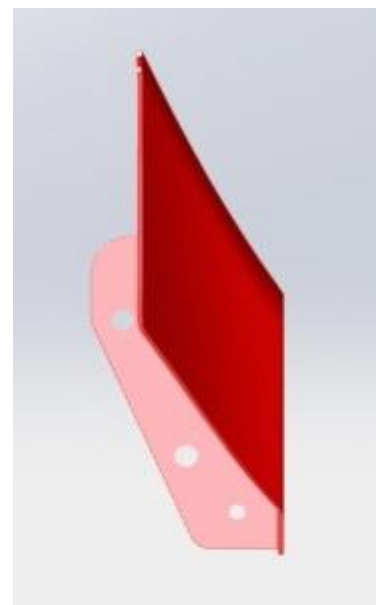


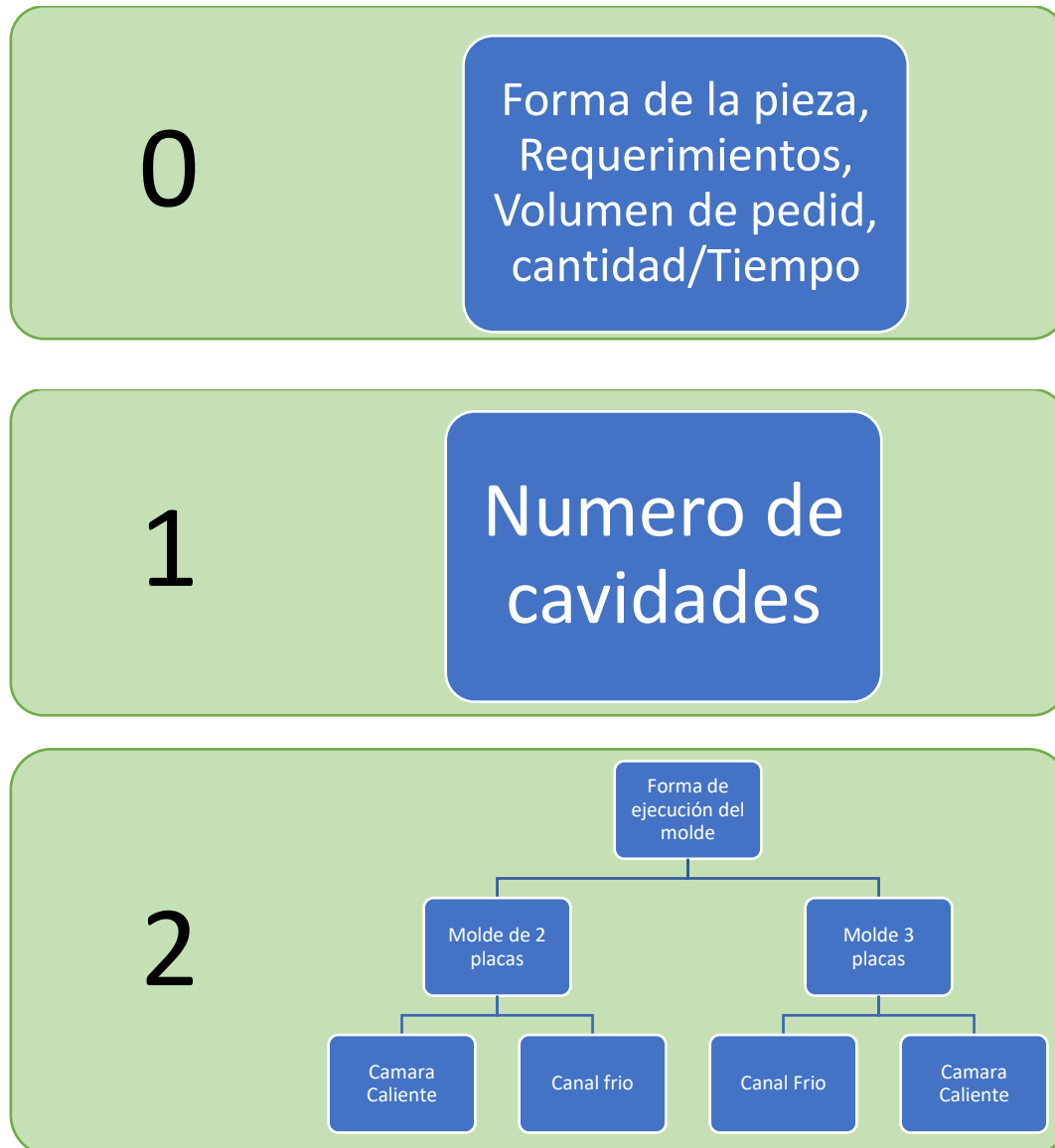
Ilustración 52 Renderizado del perfil de la careta

PARTE DE DISEÑO DEL MOLDE

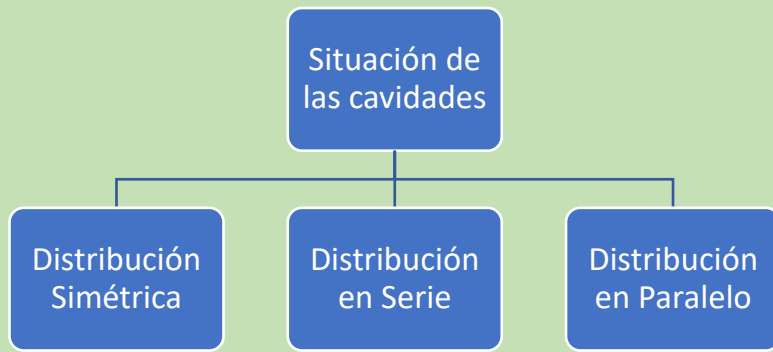
3.2.- METODOLOGIA DE DISEÑO

3.2.- METODOLOGIA DE DISEÑO

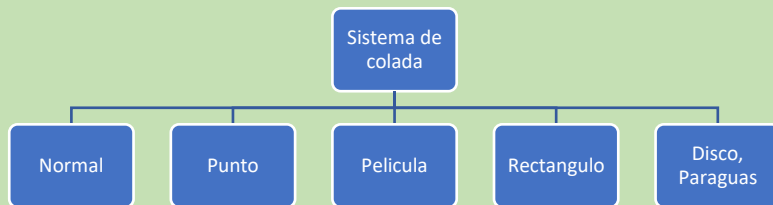
En este apartado se mostrará una metodología empleada para el diseño del molde, partiendo de las características del molde, hasta su construcción, pasando por diferentes puntos en los cuales se ira decantando por un tipo de molde con las características que más se adapten a nuestro proyecto.



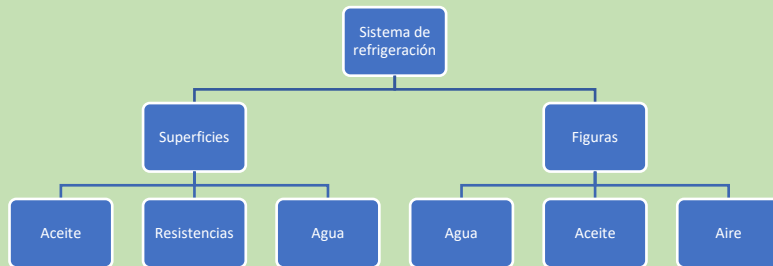
3



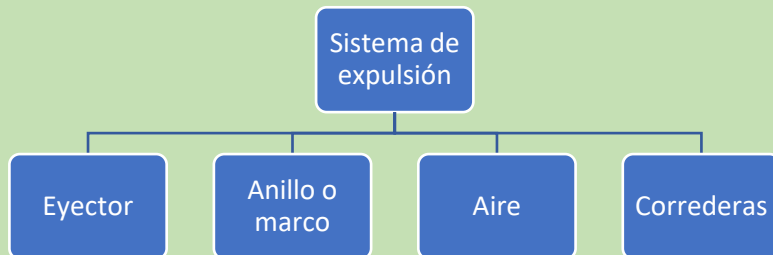
4



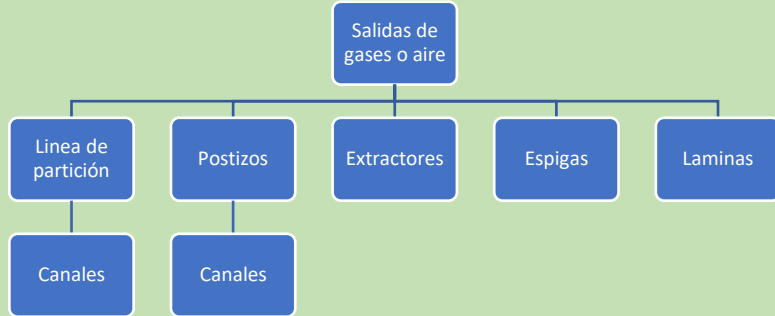
5



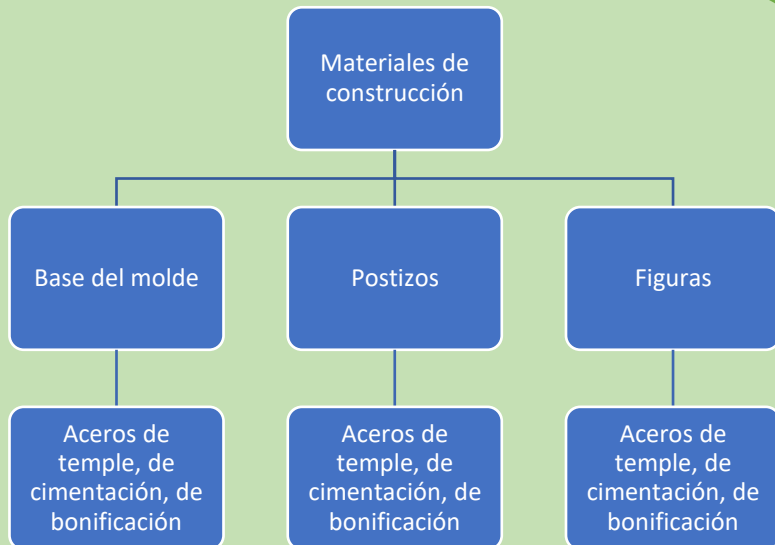
6



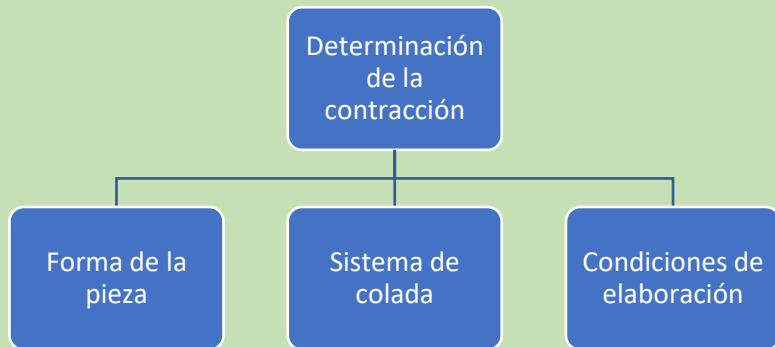
7



8



9



10

Construcción

3.3.- PLANTEAMIENTO DEL MOLDE

3.3.- PLANTEAMIENTO DEL MOLDE

Tras haber realizado un estudio anteriormente y repasar los aspectos fundamentales que definen un molde de inyección se procederá a definir las características principales de nuestro molde.

A continuación, se mostrarán todos los aspectos generales a tener en cuenta antes de empezar a diseñar nuestro molde. Así pues, pasamos a definir las características del molde para la careta de la motocicleta:

- **Tipo de producción: 40.000 piezas**

Depende de la cantidad de piezas que se van a fabricar el molde podrá tener unas características u otras. Como por ejemplo el material de las placas y su espesor. Si se van a producir un millón de piezas, el acero que se deberá utilizar será de mayor calidad y que aguante más los esfuerzos

- **Numero de cavidades: 1 cavidad**

En nuestro caso, debido al tamaño de nuestra pieza, hemos decidido realizar un molde de una sola cavidad.

- **Tipo de molde: 2 placas**

Este tipo de molde es más simple y económico. Al no tener una elevada producción y un sistema de inyección de cámara caliente, será la mejor opción en cuanto al tipo de molde.

- **Tipo de sistema de inyección: Cámara caliente**

Este tipo de sistema, como se comentó anteriormente es un poco caro en un principio, pero el resultado final es muy apto ya que la pieza saldrá finalizada con una minúscula marca en el punto de inyección. Esto ahorrará tiempo en el proceso de producción y por lo tanto será más económico además de tener menos pérdidas de material.

- **Tipo de sistema de extracción: Eyectores Cilíndricos**

- **Sistema de regulación de la temperatura: Agua**

- **Tiempo de ciclo estimado: 50 s**

Es el tiempo estimado en que se realizarán todos los movimientos y procesos del ciclo de inyección, según el tamaño de la pieza.

Con estos datos, ya podemos empezar a diseñar con el programa CAD.

3.4.- DISEÑO DEL MOLDE

3.4.- DISEÑO DEL MOLDE

Este apartado se va a empezar a dibujar el molde en el programa de CAD, SOLIDWORKS, anteriormente utilizado para el diseño de la pieza.

Se explicará por medio de diferentes pasos como se ha empezado el diseño, planteando en primer lugar unos croquis del alzado y planta del molde, para posteriormente poder ir creando pieza por pieza las diferentes partes principales del molde. Así pues, se irán creando las placas de este una tras otra.

Se ha basado el diseño de las placas y sus componentes con la ayuda de una aplicación de MEUSBURGER, la cual tiene un catálogo extenso de la estandarización de placas y todos los elementos necesarios para la fabricación del molde. Esta empresa puede ser de gran ayuda en la fabricación de moldes, matrices y utillajes, ya que son líderes en la fabricación de elementos normalizados de gran precisión.



Ilustración 53 Empresa normalizados Meusburger

3.4.1.- REQUISITOS DE LA PIEZA A INYECTAR

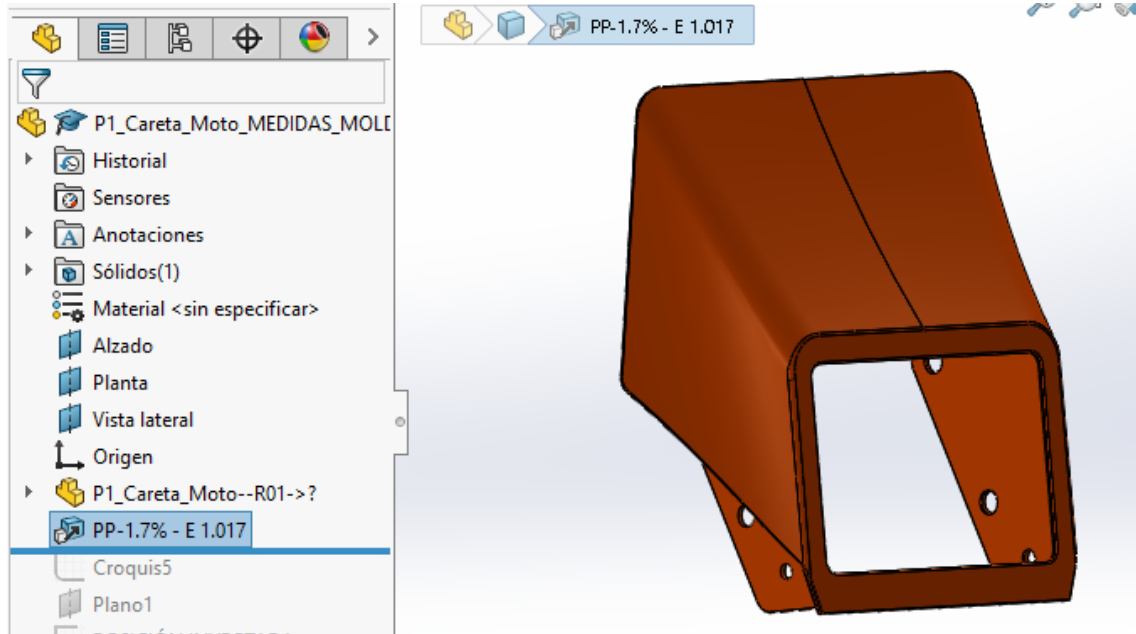
Para tener una inyección correcta, en cuanto a dimensiones se refiere, se tendrá que aplicar antes de nada un factor de escala a la pieza debido a que los termoplásticos tiene la característica de contraerse una vez se enfría su masa, con consecuencia de que el tamaño original de la pieza puede variar. Así pues, se tendrá que aplicar un factor de contracción según el tipo de material que hayamos utilizado.

Para ello, el primer paso, será crear una nueva pieza donde se insertará la pieza original y la guardaremos con el nombre de “P1_Careta_moto_MEDIDAS MOLDE”.

Esto implica llamar siempre a la pieza original, así en caso de alguna modificación se actualizará automáticamente. Este tipo de trabajo se llama parametrizar. Ayuda para modificar algún valor, se actualiza todo.

Aplicamos factor de contracci3n a la pieza seg3n material utilizado.

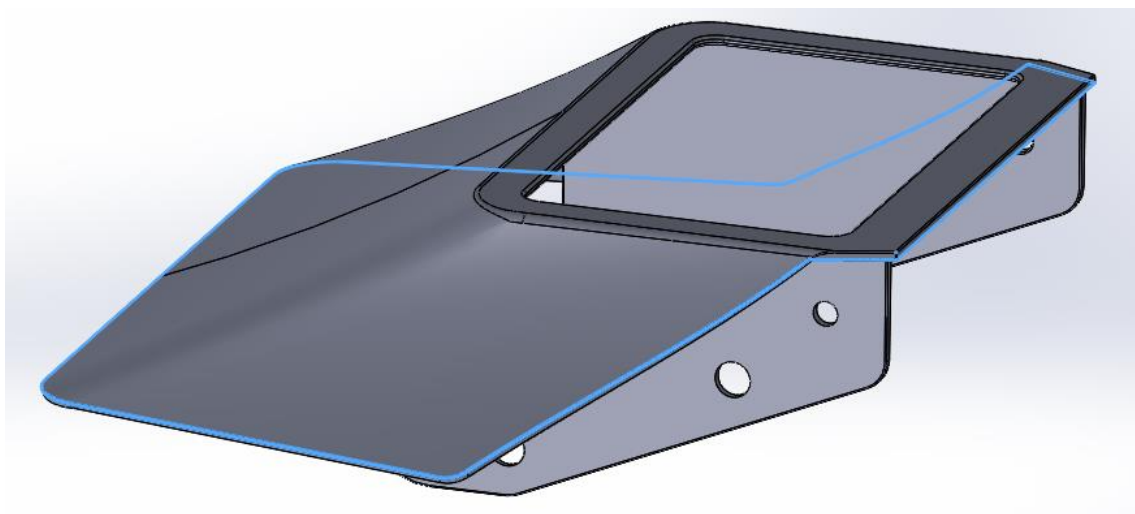
En nuestro caso PP – 1.7 % / Aplicamos la escala a la pieza porcentual por lo tanto 1.017.
El PP est3 entre un valor de 1 y 2.5 %. Escogemos el 1.7% debido a que el espesor de la pieza no es muy elevado. A menor espesor, m3s cerca del 1.



Ilustraci3n 54 Aplicaci3n factor de contracci3n 1.7%

Otro aspecto muy importante es la determinaci3n del plano de partici3n, el cual delimita el corte de la pieza en un lado y en otro del molde. Este plano de partici3n viene definido por una arista continua la cual debe de seguir la forma m3s sencilla para que la pieza se pueda desmoldear.

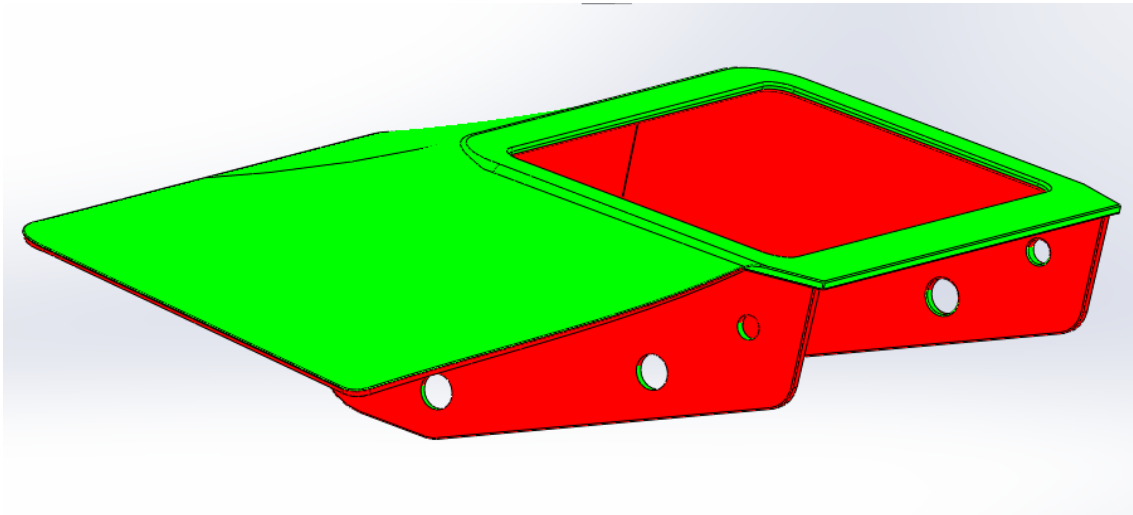
Esta l3nea de partici3n delimita la zona que viene reproducida por la parte hembra del molde y la parte macho.



En la ilustraci3n anterior se muestra dicha l3nea con un azul claro. En esta zona es posible que

salgan rebabas ya que es la división de las dos partes para que se desmolde la pieza correctamente, así que se debe tener en cuenta para que de forma estética y táctil no sea un problema en el resultado final de la pieza.

Una herramienta útil para delimitar el plano de partición es realizar un análisis del ángulo de salida, con ello, se diferenciará con los colores rojo y verde la parte superior que quedarán en la parte fija del molde y la parte roja en la parte móvil, siguiendo este la dirección perpendicular al desmoldeo.



3.4.2.- DISEÑO DEL CROQUIS DEL MOLDE

Para poder dar forma a las diferentes partes del molde, primero realizaremos un croquis de referencia para poder ir comprobando y mostrando de manera visual como quedará finalmente el molde. Para ello, tras seguir diferentes pasos, divididos en 8 procesos, conseguiremos el resultado deseado.

1 – Nuevo ensamblaje – El molde se creará en un ensamblaje donde se irán creando todas sus partes. – guardamos el ensamblaje con el nombre del molde. 0001_MOLDE_CARETA_MOTO—R01

El nombre se realizará de manera que todas sus piezas tengan la misma nomenclatura 0001 más el nombre de la pieza. Esto ayudará a visualizar mejor los elementos y tenerlos guardados de mejor manera. La utilización de [] Implica que los elementos principales estén más arriba en el listado de componentes. Para los elementos menos importantes como la tornillería utilizaremos [-]

2 – Se Introducirá la pieza de medidas molde en el ensamblaje.

Se dibujara un croquis en el plano x,y que en SolidWorks corresponde al Alzado. Aquí se intentará plantear el molde con un boceto. Dibujando un rectángulo de centro vemos que la serie que corresponde y se adapta a la pieza, teniendo en cuenta el espacio para las guías, espaciadores, placas expulsoras y toda clase de elementos puedan caber bien, se ha decidido utilizar la serie 496x496.

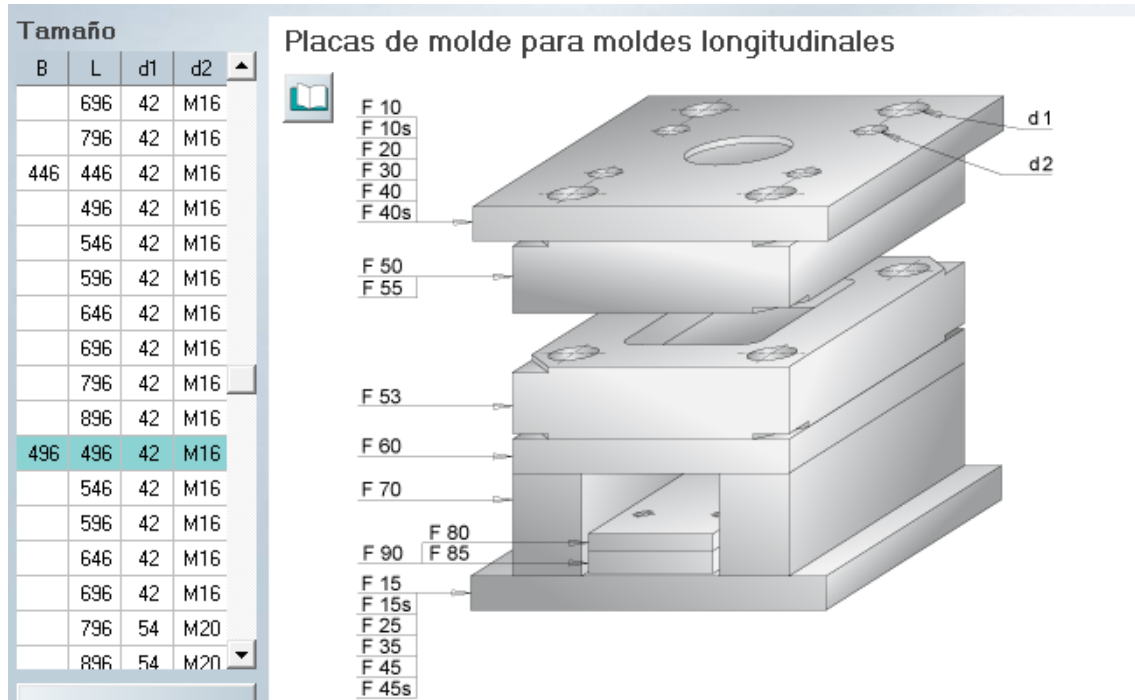


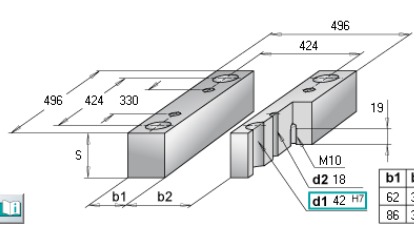
Ilustración 55 Serie seleccionada 496x496 - Meusburger

Utilizando la librería de Meusburger. Se seleccionará esta serie. Aquí podremos observar todas las medidas de las placas necesarias para el diseño. Así como el material a utilizar.

Un aspecto a tener en cuenta será los calzos. Según esta serie, tenemos de dos tipos: de 62 y 86.

Los probamos los dos y vemos que son útiles ya que permiten a las placas expulsoras llegar a todos los puntos de la pieza. Esta debe estar proyectada sobre estas placas. Escogemos los de 86 ya que serán más resistentes y disminuirá la flecha que se produce en la placa macho debido a la presión de inyección.

F 70 / 496 496 EUR/1

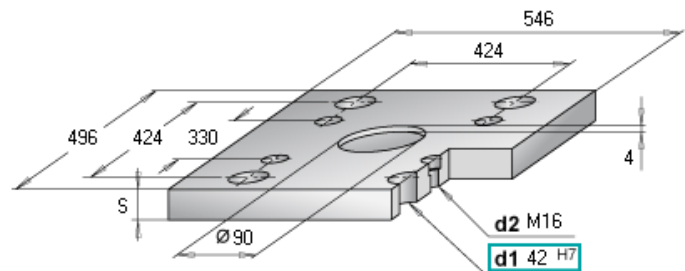


| b1 | S | 1730 | 2083 | 2085 | 2162 | 2311 | 2312 | 2343 | 2343ESU | 2714HH | 2738 | 2767 | 3.4365 |
|----|-----|------|------|------|------|------|------|------|---------|--------|------|------|--------|
| 62 | 76 | 159 | | 315 | | | | | | | | | |
| | 86 | 175 | | 341 | | | | | | | | | |
| | 96 | 183 | | 371 | | | | | | | | | |
| | 116 | 203 | | 414 | | | | | | | | | |
| | 136 | 228 | | 453 | | | | | | | | | |
| | 156 | 248 | | 498 | | | | | | | | | |
| 86 | 76 | 197 | | | | | | | | | | | |
| | 86 | 214 | | | | | | | | | | | |
| | 96 | 228 | | | | | | | | | | | |
| | 116 | 256 | | | | | | | | | | | |
| | 136 | 280 | | | | | | | | | | | |
| | 156 | 310 | | | | | | | | | | | |

Ilustración 56 Selección calzos ancho 86 mm - Meusburger

3- dibujamos el esquema de las placas. Escogemos la **placa de amarre** del lado fijo. Con un espesor de 36mm y el material 1730 ya que esta placa tan solo es de amarre, no requiere de muchos esfuerzos, así que escogemos la mínima para así abaratar el coste del molde y ser más competitivos.

F 10 / 496 496 EUR/1



| S | 1730 | 2083 | 2085 | 2162 | 2311 | 2312 | 2343 | 2343ESU | 2714HH | 2738 | 2767 | 3.4365 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|---------|--------|------|------|--------|
| 36 | 377 | | | | | 528 | | | | | | |
| 46 | 426 | | 827 | | | 608 | | | | | | |
| 56 | 476 | | | | | 688 | | | | | | |

Ilustración 57 Selección Placa amarre lado fijo - Meusburger

4 – Finalizamos el croquis de la planta del molde y quedaría tal que así, Modificamos el nombre del croquis por PLANTA MOLDE.

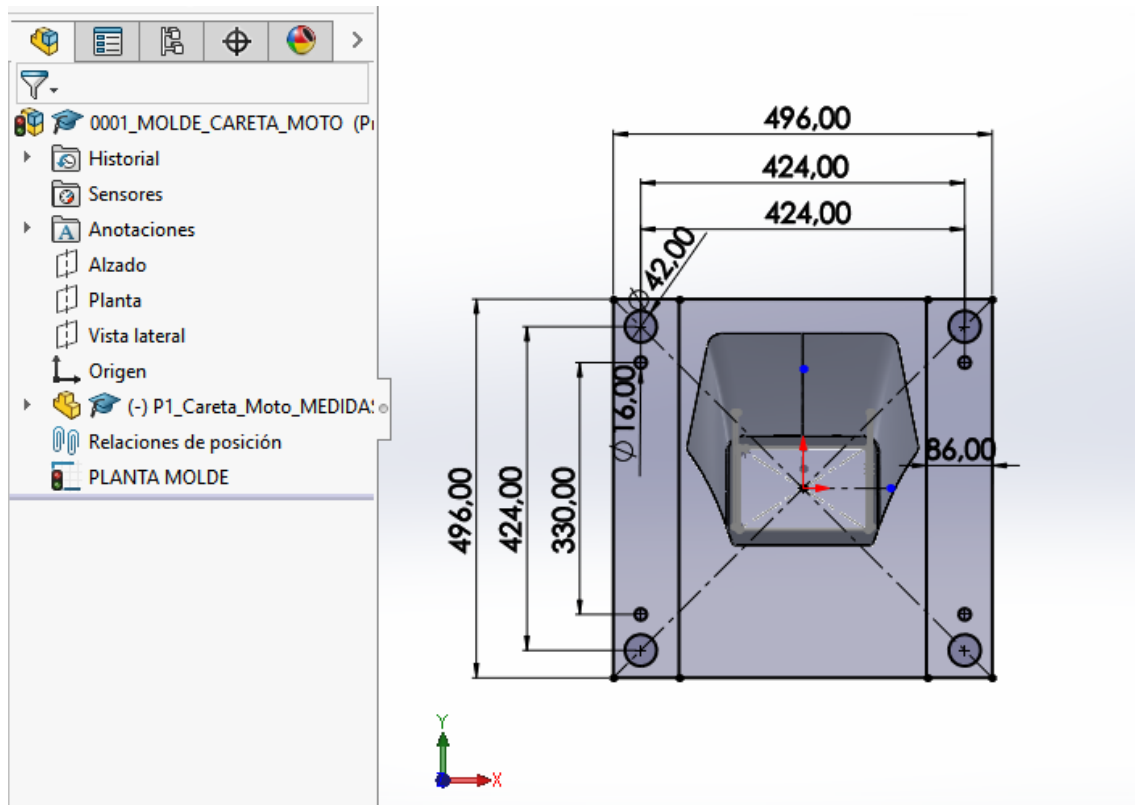
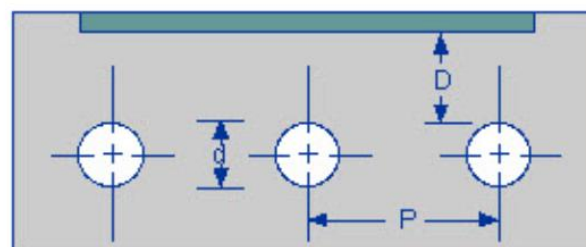


Ilustración 58 Croquis Planta Molde

5 - Ahora pasamos a realizar el croquis del alzado del molde. Este se ubica en el plano X y Z que en SolidWorks corresponde en la PLANTA. Aquí se plantearán el espesor de las placas. Esta altura vendrá definida mayoritariamente por el paso del sistema de refrigeración.

Para calcular aproximadamente el espesor de la **placa hembra**, nos basaremos en el paso de agua dentro del molde. Así pues, siguiendo este esquema donde nos explica cómo deben ser los canales, suponiendo un diámetro de aguas de 10mm, con otro círculo con el doble de ese diámetro, es decir, 20 mm, nos acercamos a la pieza, y ajustamos la parte superior a dicho círculo. Observamos pues que el espesor mínimo que debe tener es de 94.34 mm. Miramos en la librería de Meusburger y el siguiente espesor de placa que tenemos es 96 mm. Sin embargo, debemos de alojar el inyector en esta placa, así pues le daremos un espesor mayor a la placa. Seleccionaremos la 116.

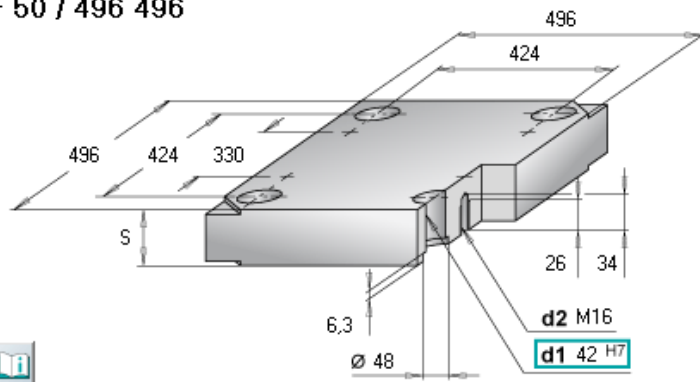


d = Diameter of Cooling Channel = 10-14 mm
 D = Depth of Cooling Channel = d to $2d$
 P = Pitch = $3d$ to $5d$

Ilustración 59 Esquema paso de agua refrigeración

Al mismo tiempo vamos creando el molde en Meusburger para tener una base del coste y la forma que tendría. En este caso seleccionamos el espesor 116, con 96 sería suficiente teniendo en cuenta los canales de refrigeración, pero como tenemos que introducir un inyector le damos mas espesor a la placa, y el acero 2311. Un acero con mayores propiedades mecánicas.

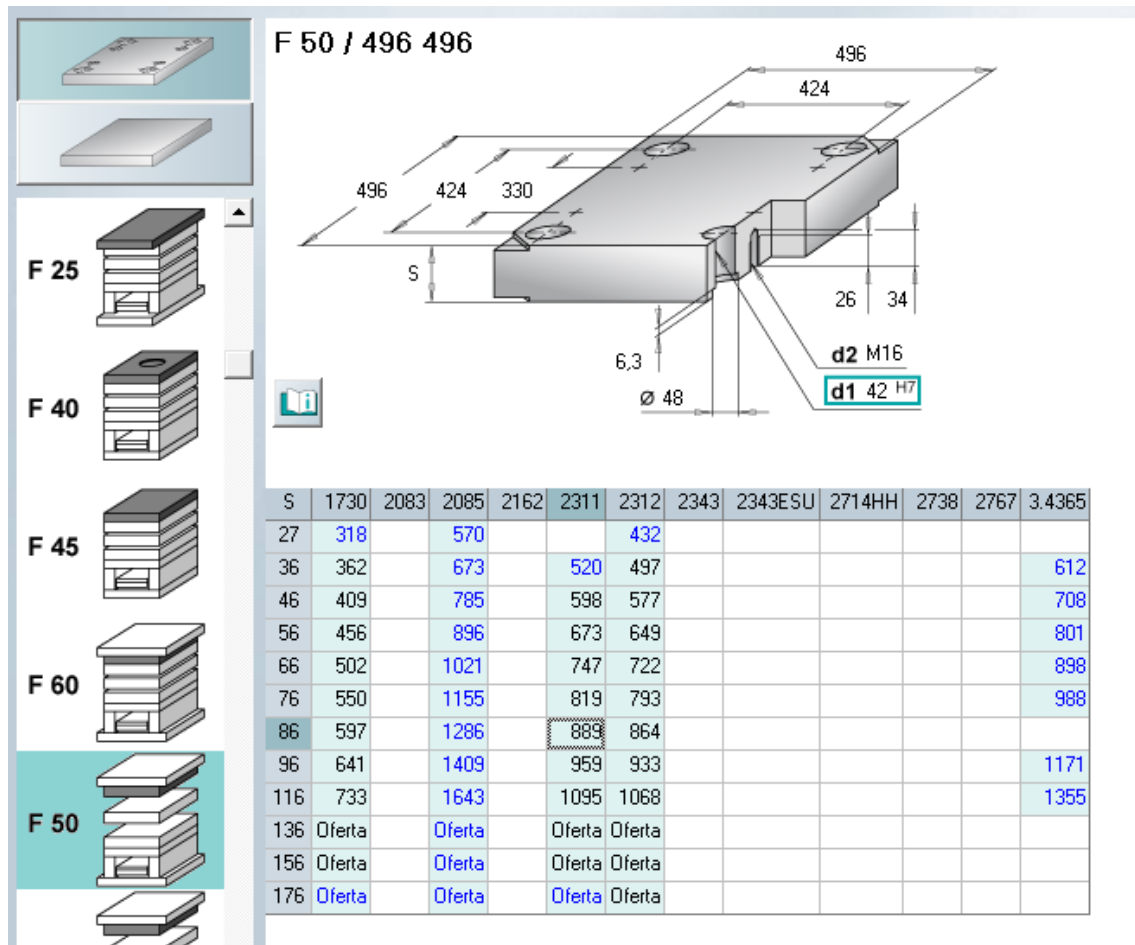
F 50 / 496 496



| S | 1730 | 2083 | 2085 | 2162 | 2311 | 2312 | 2343 | 2343ESU | 2714HH | 2738 | 2767 | 3.4365 |
|-----|--------|------|--------|------|--------|--------|------|---------|--------|------|------|--------|
| 27 | 318 | | 570 | | | 432 | | | | | | |
| 36 | 362 | | 673 | | 520 | 497 | | | | | | 612 |
| 46 | 409 | | 785 | | 598 | 577 | | | | | | 708 |
| 56 | 456 | | 896 | | 673 | 649 | | | | | | 801 |
| 66 | 502 | | 1021 | | 747 | 722 | | | | | | 898 |
| 76 | 550 | | 1155 | | 819 | 793 | | | | | | 988 |
| 86 | 597 | | 1286 | | 889 | 864 | | | | | | |
| 96 | 641 | | 1409 | | 959 | 933 | | | | | | 1171 |
| 116 | 733 | | 1643 | | 1095 | 1068 | | | | | | 1355 |
| 136 | Oferta | | Oferta | | Oferta | Oferta | | | | | | |
| 156 | Oferta | | Oferta | | Oferta | Oferta | | | | | | |
| 176 | Oferta | | Oferta | | Oferta | Oferta | | | | | | |

Ilustración 60 Selección Placa Hembra - Meusburger

6 – Pasamos a seleccionar el espesor de la **Placa macho** o **Placa móvil**. Para ello realizamos el mismo procedimiento que el anterior contando así también la altura interior de la pieza. Ya que se extraerá el material de esta placa. Se recomendará la utilización de postizo macho para abaratar y facilitar el mecanizado de las placas. Así pues, el espesor elegido para que pueda soportar bien las presiones y ubicar bien los postizos será de 86 mm y el acero 2311.



Il·lustració 61 Selecció Placa Macho

7 – Hemos añadido una **Placa sufridera**, la cual tiene como función ayudar a soportar los esfuerzos a la placa macho, con lo que obtenemos un molde con mayores prestaciones. Para su selección hemos considerado realizarla del espesor mínimo posible, pero seleccionando el material 2311 para asegurarnos de que soporta adecuadamente.

F 60 / 496 496 EUR/1

F 50

F 55

F 60

F 70

| S | 1730 | 2083 | 2085 | 2162 | 2311 | 2312 | 2343 | 2343ESU | 2714HH | 2738 | 2767 | 3.4365 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|---------|--------|------|------|--------|
| 46 | 393 | | 786 | | | 558 | | | | | | |
| 56 | 436 | | 888 | | | 631 | | | | | | |
| 66 | 482 | | | | | 701 | | | | | | |
| 76 | 526 | | | | | 776 | | | | | | |
| 86 | 570 | | | | | 851 | | | | | | |
| 96 | 614 | | | | | 922 | | | | | | |

Unid.

Ilustración 62 Selección Placa sufridera - Meusburger

8- Para la selección de los calzos según su altura, debemos de tener en cuenta el recorrido necesario de las placas expulsoras para que realicen una correcta expulsión de la pieza. Así pues, nos planteamos cuanto mide la pieza, desde la placa macho hasta la latura de la pieza. Se ha medido la parte grabada en macho y son unos 93mm, poniendo unos calzos de 136 mm la luz de expulsión serían 87mm, suficientes para expulsar la pieza.

En Meusburger serían los siguientes.

F 70 / 496 496

F 50

F 55

F 60

F 70

| b1 | S | 1730 | 2083 | 2085 | 2162 | 2311 | 2312 | 2343 | 2343ESU | 2714HH | 2738 | 2767 | 3.4365 |
|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|---------|--------|------|------|--------|
| 86 | 76 | 197 | | | | | | | | | | | |
| 86 | 86 | 214 | | | | | | | | | | | |
| 96 | 96 | 228 | | | | | | | | | | | |
| 116 | 116 | 256 | | | | | | | | | | | |
| 136 | 136 | 280 | | | | | | | | | | | |
| 156 | 156 | 310 | | | | | | | | | | | |

b1

Ilustración 63 Selección Calzos alto 136 mm - Meusburger

Una vez realizado todos estos criterios para el planteamiento del molde, éste quedará de la siguiente manera:

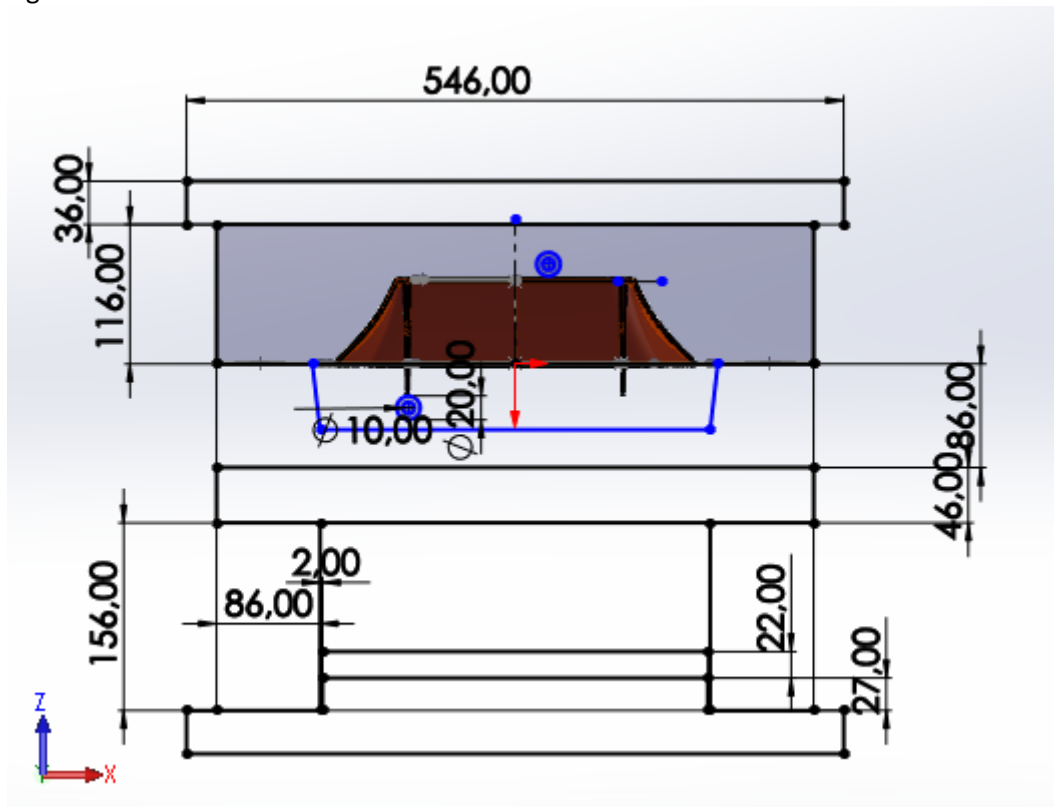


Ilustración 64 Croquis Alzado Molde

3.4.3.- DISEÑO DE LAS PLACAS

En este apartado se han diseñado al completo las placas con la ayuda de los croquis realizados anteriormente. Para ello, dentro del ensamblaje "0001_MOLDE_CARETA_MOTO—R01", se han ido creado nuevas piezas las cuales corresponden a cada una de las placas. Estas estarán vinculadas a las medidas del croquis. Esto nos puede facilitar las cosas ya que, si se tuviera que realizar algún cambio de dimensiones, modificando el croquis, automáticamente se modificarán las piezas.

En el siguiente esquema observamos el molde una vez creado con el total de sus placas y componentes. Se muestra para tener una idea de la ubicación de cada placa ya que se van a explicar y mostrar un a una a continuación

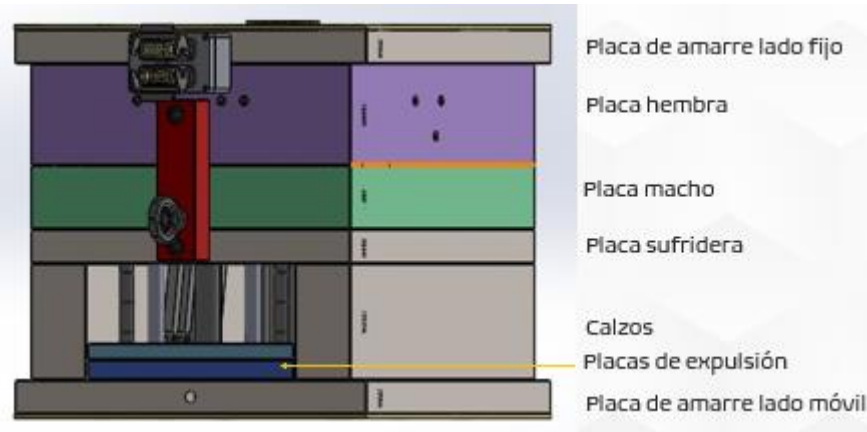


Ilustración 65 Esquema placas diseñadas

También se va a diferenciar la ubicación de las placas según el lado dentro de la máquina donde están ubicadas, es decir, el Lado móvil y el lado Fijo, donde el fijo es el que queda estático en la máquina con los elementos de inyección, y el lado móvil es el que se abre y aleja para poder dejar sitio para la expulsión de la pieza. Así pues, en este último lado se ven ubicados los elementos de expulsión.

- **LADO FIJO**

En este lado se ubican las siguientes placas:

- Placa Hembra
- Placa amarre lado fijo

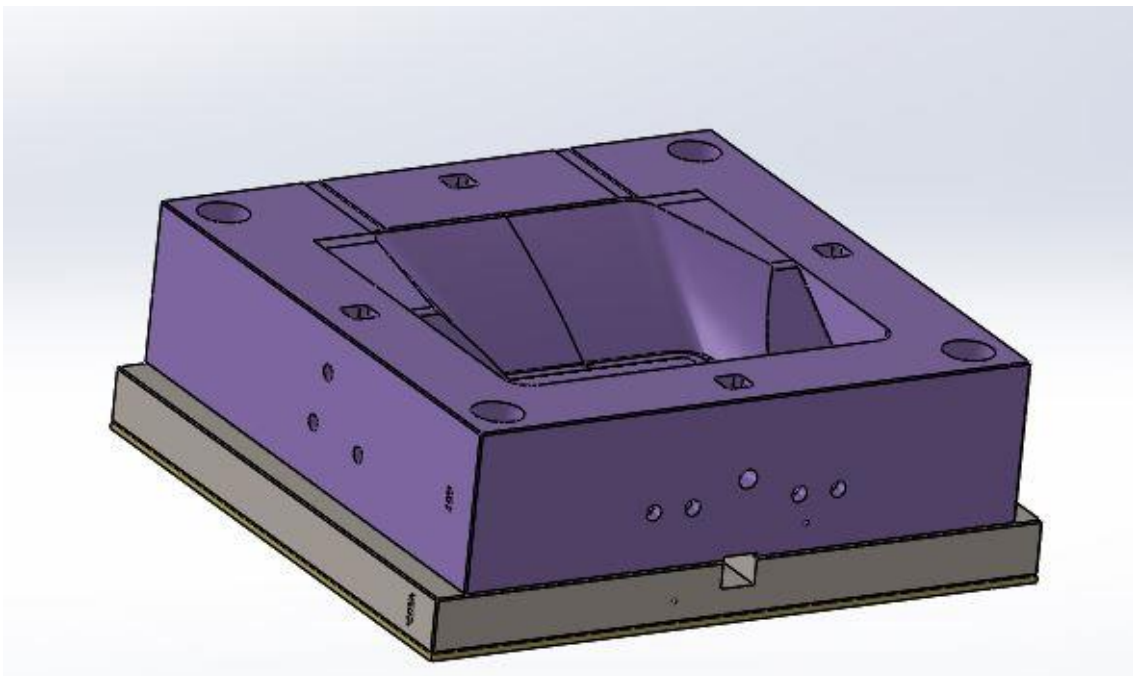


Ilustración 66 Lado fijo molde

- **LADO MÓVIL**

En esta parte se ubican las siguientes placas:

- Placa móvil/macho
- Postizo Macho
- Placa sufridera
- Calzos
- Placas de expulsión
- Placa de amarre lado móvil

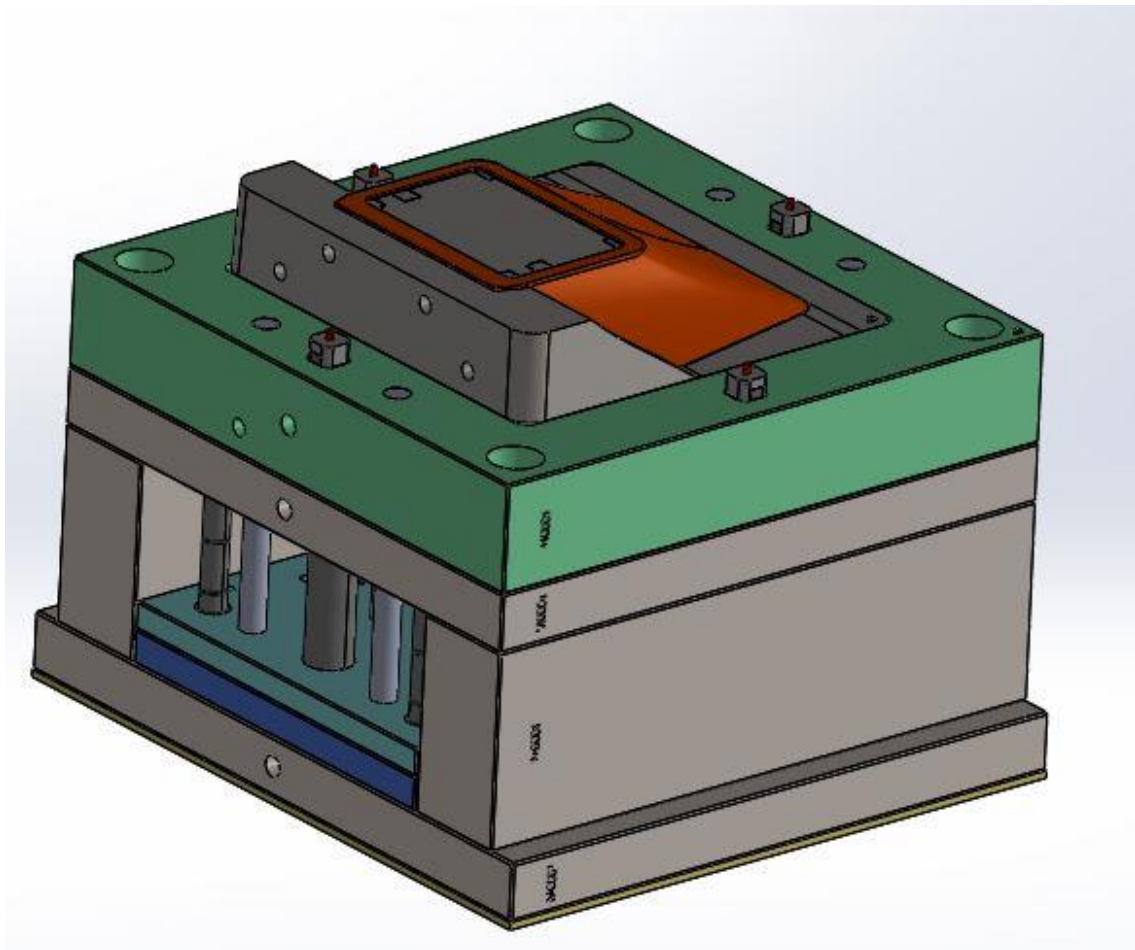


Ilustración 67 Lado móvil molde

A continuación, se mostrará con una ilustración cada placa con los orificios y diferentes aspectos ya modificados en ellas, donde irán ubicados otros elementos que forman parte del conjunto.

3.4.3.1.- PLACAS DE AMARRE

- PLACA DE AMARRE LADO MÓVIL

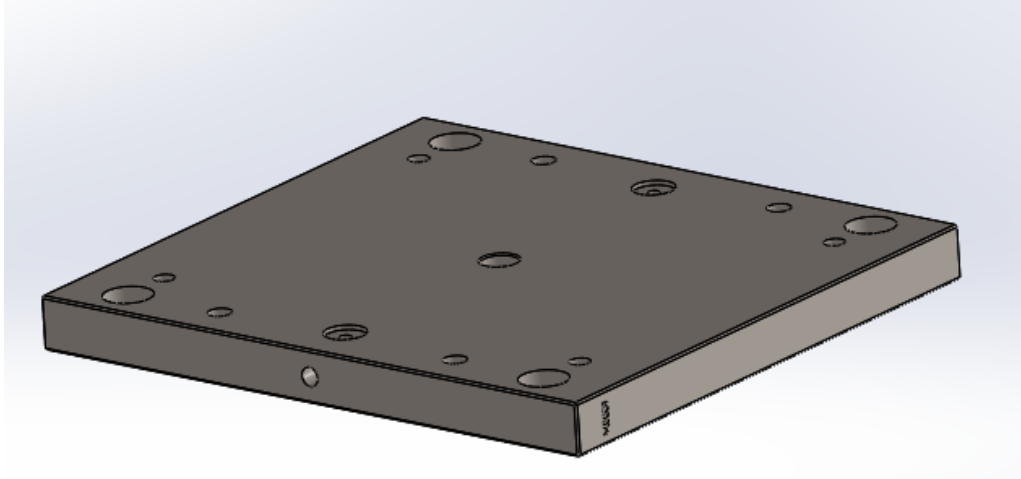


Ilustración 68 Placa amarre lado móvil

NOMBRE: M0001_PLACA_AMARRE_LD_MVL—R01
DIMENSIONES: 546 x 496 x 46 mm

- PLACA AMARRE LADO FIJO

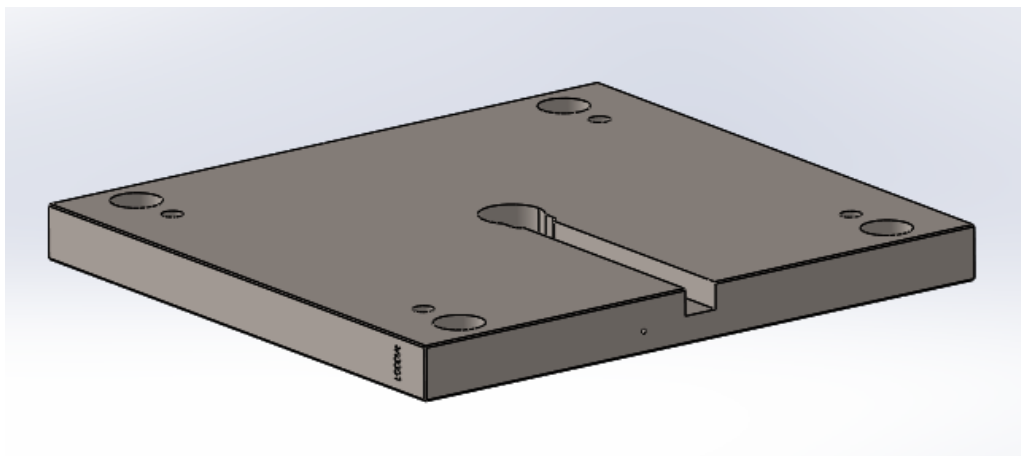


Ilustración 69 Placa amarre lado fijo

NOMBRE: M0001_PLACA_AMARRE_LD_FIJO—R01
DIMENSIONES: 546 x 496 x 46 mm

En esta placa se le ha realizado unas ranuras para poder ubicar el inyector y sus cables.

3.4.3.2.- PLACA HEMBRA

Esta placa es de las más importantes del molde. Está situada en la parte fija del molde, es decir, está fijada en la parte de la inyección de la máquina. Esta placa es la encargada de reproducir la forma exterior de la careta.

En ella se ubican elementos como los centradores del molde cuya función es la de centrar el molde cuando este se cierra. Además, se encuentran los circuitos de la parte fija de refrigeración.

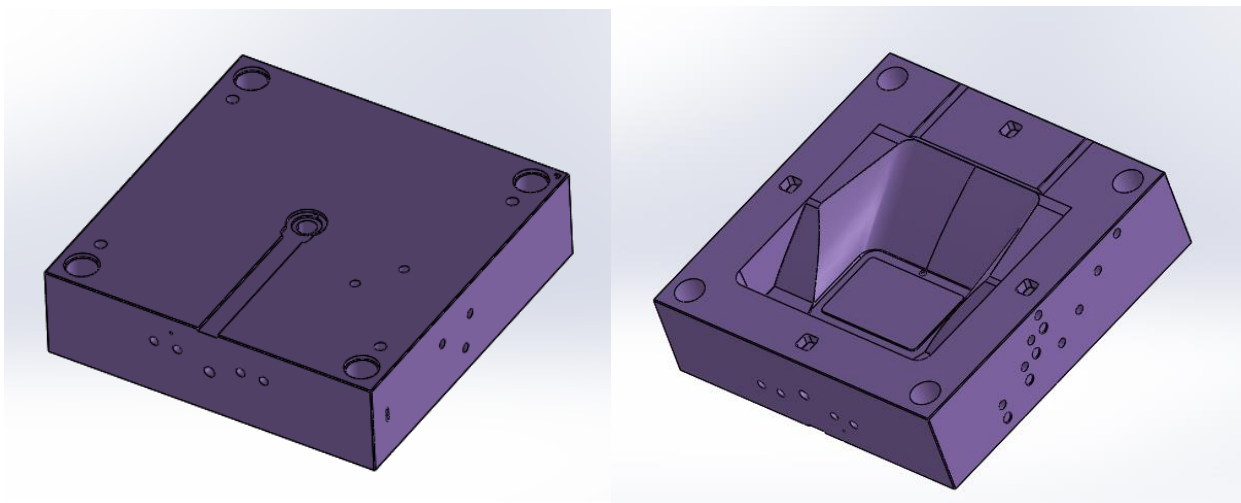


Ilustración 70 Placa hembra

NOMBRE: M0001_PLACA_HEMBRA – R01

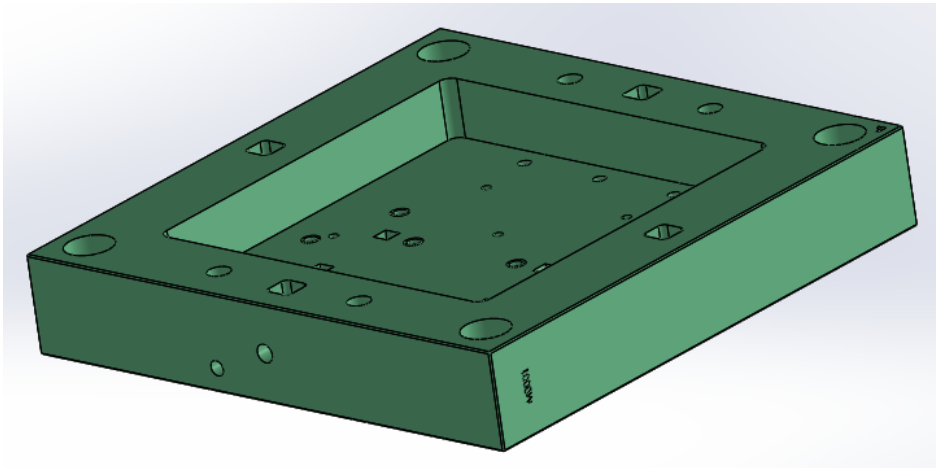
DIMENSIONES: 496 x 496 x 136 mm

Para realizar la forma que se ha extraído de esa placa para que reproduzca la pieza se ha tenido que diseñar un útil cuya función será la de eliminar material. Este útil solo será utilizado en la etapa de diseño.

3.4.3.3.- PLACA MOVIL

En esta placa se realiza la división en dos del molde, entre la parte móvil y la parte fija. En esta vendrán ubicados los centradores y diferentes elementos. Ahora bien, en este caso no es la encargada de reproducir la pieza, debido a la complejidad de esta.

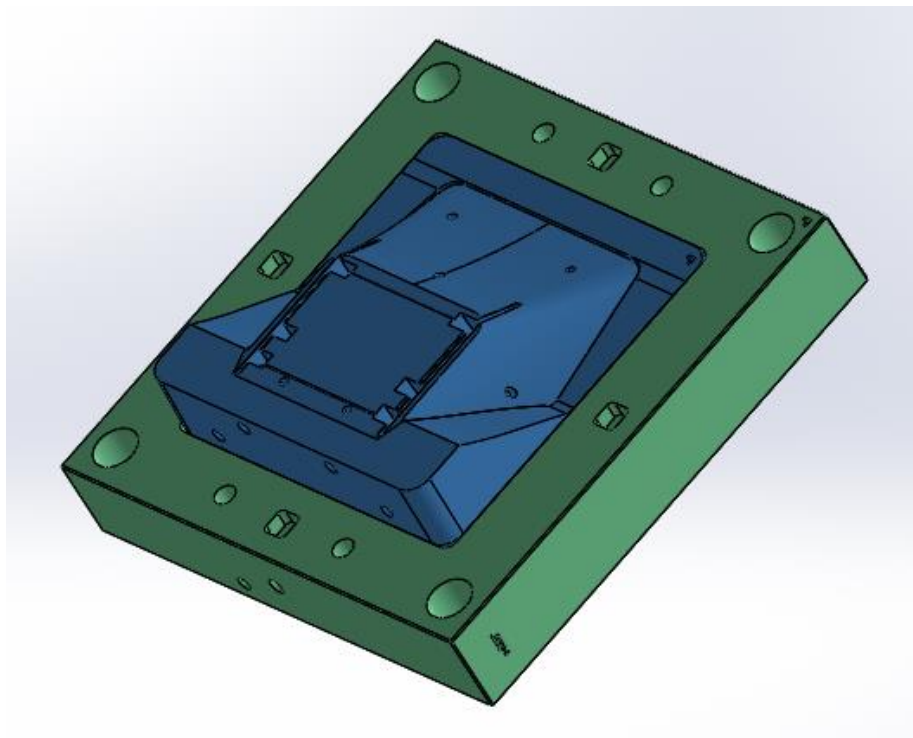
Para ello tiene el orificio para situar un postizo el cual será el encargado de copiar la forma de la pieza.



Il·lustraci3n 71 Placa m3vil/Macho

NOMBRE: M0001_PLACA_M3VIL – R01
DIMENSIONES: 496 x 496 x 86 mm

- **POSTIZO MACHO**



Il·lustraci3n 72 Placa m3vil con postizo macho

Realizar este postizo en la pieza es debido a un aspecto econ3mico, ya que, a consecuencia de la altura que tiene la careta en dicha posici3n es demasiado elevada, y a la hora de fabricar la placa m3vil o macho, se necesitaría partir de una placa de unas grandes dimensiones a la cual se le debería eliminar el material en exceso. Por ello se ha optado en dise±ar el postizo ya que economiza el molde y facilita mucho m3s la fabricaci3n y manejabilidad de este.

3.4.3.4.- PLACA SUFRIDERA

Este tipo de placa es un extra que se le añade al molde para poder soportar mejor las cargas y fuerzas y así tener una mayor durabilidad y mejor funcionalidad.

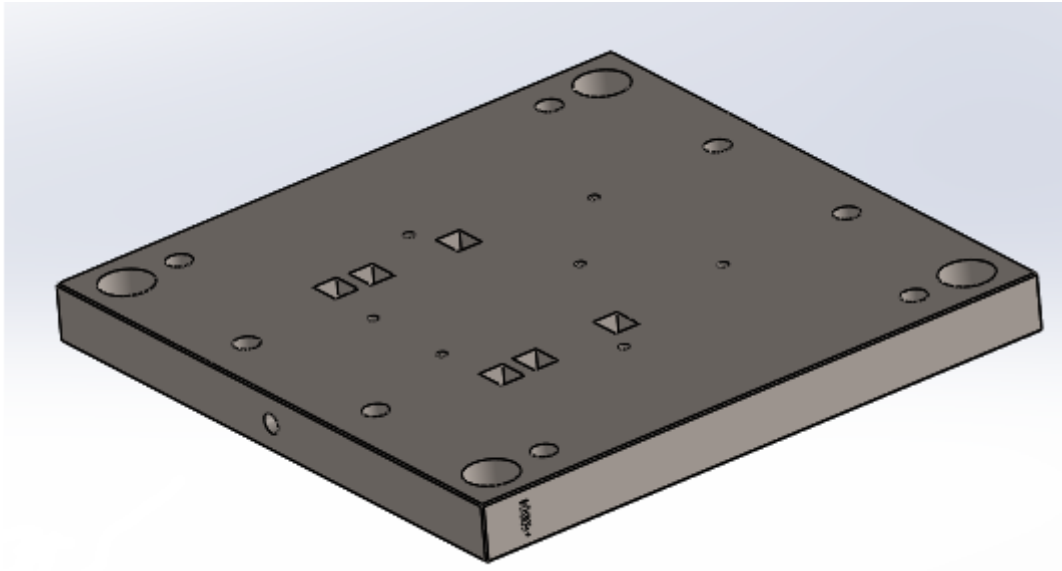


Ilustración 73 Placa sufridera

NOMBRE: M0001_PLACA_SUFRIDERA – R01

DIMENSIONES: 496 x 496 x 46

3.4.3.5.- CALZOS

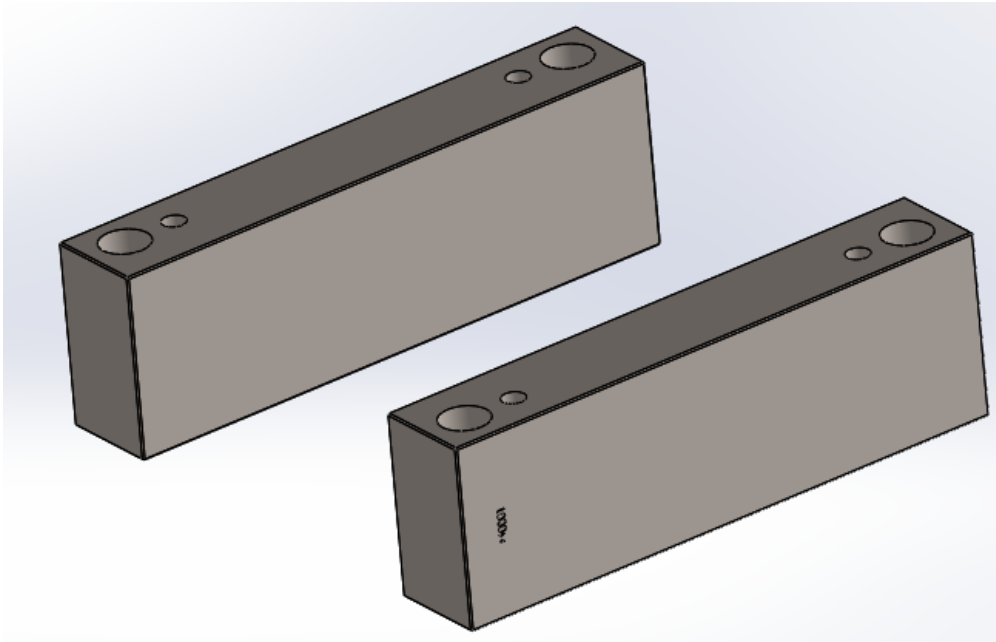


Ilustración 74 Calzos

NOMBRE: M0001_CALZOS – R01
DIMENSIONES: 86 x 496 x 156 mm

3.4.3.6.- PLACAS DE EXPULSIÓN

En este caso podemos observar las placas que alojan el sistema de expulsión. Estas son las llamadas Placas de expulsión, siendo la superior la que ubica a los expulsores y sus elementos y la inferior una tapa para evitar el movimiento de estos.

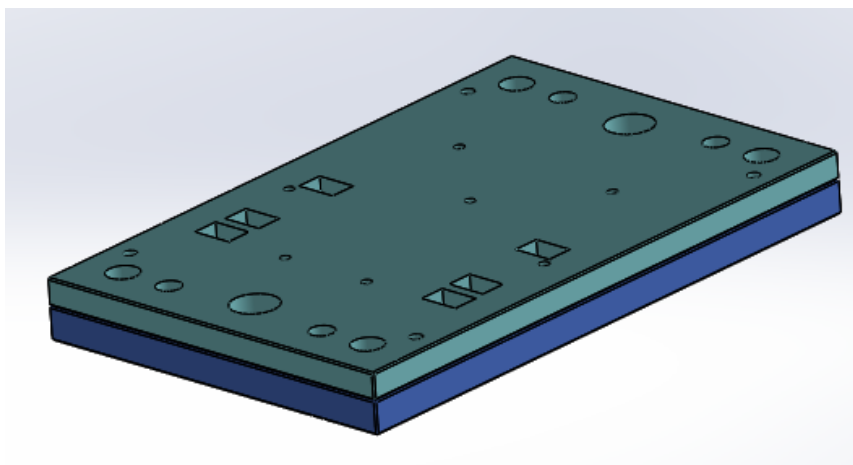


Ilustración 75 Placas de expulsión

NOMBRE: M0001_PLACA_EXPULSORA – R01
 DIMENSIONES: 320 x 496 x 22 mm

NOMBRE: M0001_TAPA_PLACA_EXPULSORA – R01
 DIMENSIONES: 320 x 496 x 27 mm

3.4.4.- ELEMENTOS DE CADA SISTEMA

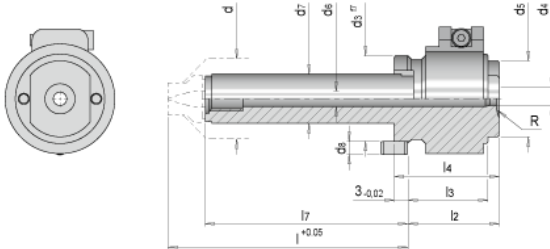
En este apartado se van a ir seleccionando y diseñando los diferentes elementos y sistemas más importantes de un molde como se ha explicado anteriormente. Se definirá y nombrará cada elemento explicando con el criterio por el cual se ha diseñado de esa manera. Algunos de estos elementos se han diseñado o se han descargado de la aplicación de Meusburger.

3.4.4.1.- SISTEMA DE INYECCIÓN SELECCIONADO

Como bien se ha nombrado anteriormente, el sistema de inyección que se ha seleccionado es un inyector de cámara caliente, debido a sus cualidades y grandes ventajas.

Para ello, se ha utilizado el catálogo de Meusburger para seleccionar el que mejor se adapta a nuestras necesidades. A continuación, se mostrará cual ha sido el elegido y como se ha integrado el inyector dentro del molde.

E 4000
Boquilla smartFILL



| d3 | d5 | d6 | d7 | d8 | l2 | l3 | l4 | l7 | d | l | R | d4 | Nr. /No. | EUR/1 |
|----|----|----|------|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|--------------------|--------|
| 40 | 34 | 7 | 22,5 | 6 | 44 | 39 | 42 | 49 | 27 | 60 | 0 | 6 | E 4000/27x 60/ 0/6 | 448,00 |
| | | | | | | | | | | 69 | | | E 4000/27x 80/ 0/6 | 469,00 |
| | | | | | | | | | | 89 | | | E 4000/27x100/ 0/6 | 517,00 |
| | | | | | | | | | | 109 | | | E 4000/27x120/ 0/6 | 560,00 |
| | | | | | | | | | | 129 | | | E 4000/27x140/ 0/6 | 613,00 |
| | | | | | | | | | | 49 | 16 | | E 4000/27x 60/16/6 | 448,00 |
| | | | | | | | | | | 69 | | | E 4000/27x 80/16/6 | 469,00 |
| | | | | | | | | | | 89 | | | E 4000/27x100/16/6 | 517,00 |
| | | | | | | | | | | 109 | | | E 4000/27x120/16/6 | 560,00 |
| | | | | | | | | | | 129 | | | E 4000/27x140/16/6 | 613,00 |

Ilustración 76 Selección inyector - Meusburger

Este sería el inyector seleccionado con las siguientes características resumidas:

- Diámetro boquilla: 27 mm
- Radio acople maquina: 16 mm
- Longitud en placa Hembra: 60 mm

La aplicación de Meusburger también nos facilita el CAD de diferentes elementos, para que lo situemos más fácilmente en el molde sin la necesidad de diseñarlos por nosotros mismos.

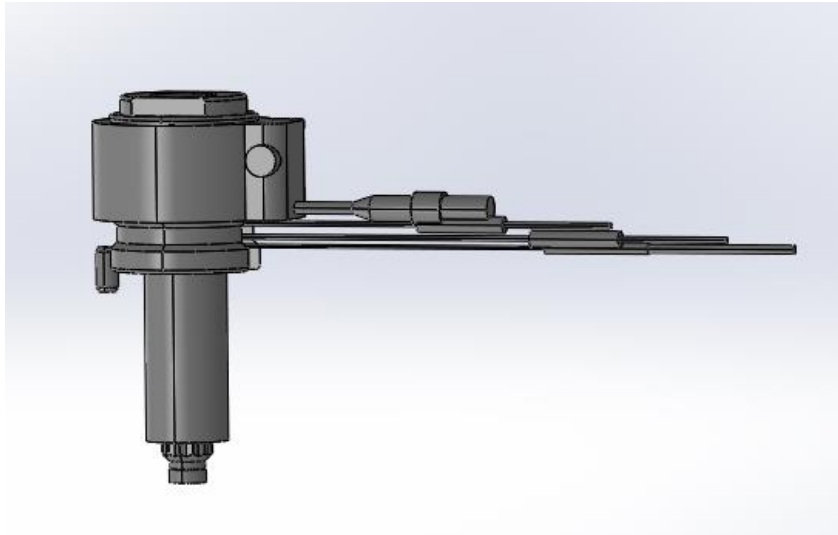


Ilustración 77 CAD del Inyector

Así pues, de la siguiente manera hemos adaptado el inyector a nuestro molde:

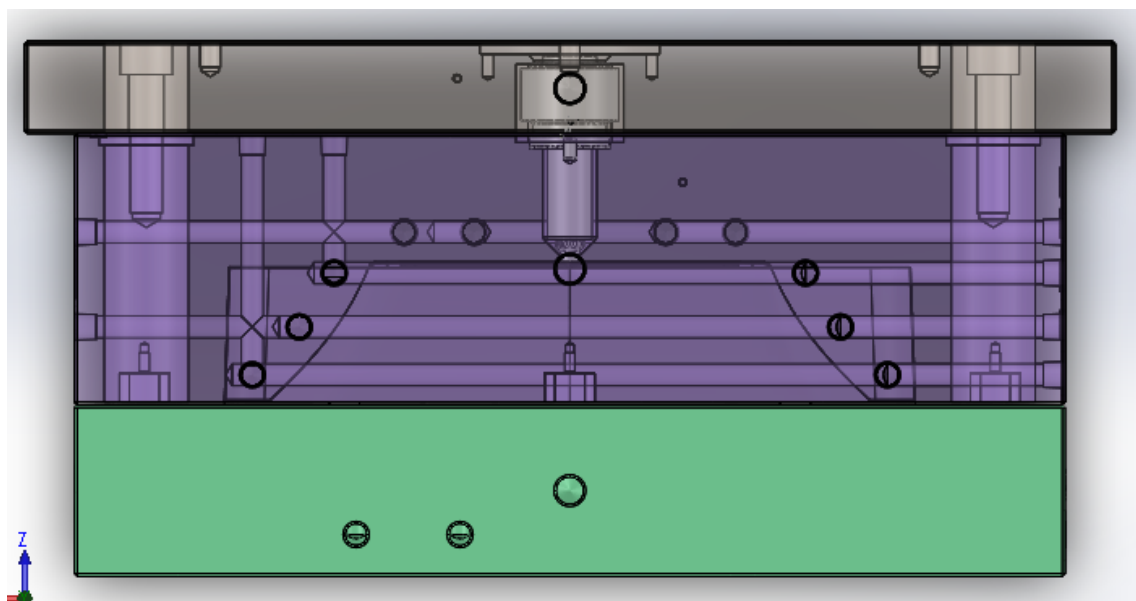


Ilustración 78 Posicionamiento del inyector

Este, estará centrado y coincide en el punto de inyección de nuestra pieza.

Por otro lado, para que el molde este centrado con la máquina, es decir, que la boquilla de la máquina coincida con el inyector se ha utilizado un anillo centrador ubicado en la placa de amarre del lado fijo. Este tiene las siguientes características:

E 1362

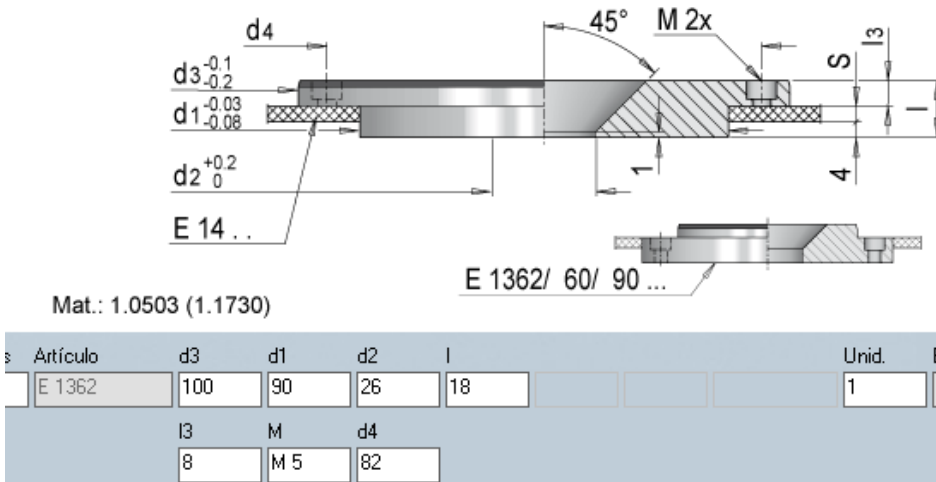


Ilustración 79 Selección Anillo de centraje - Meusburger

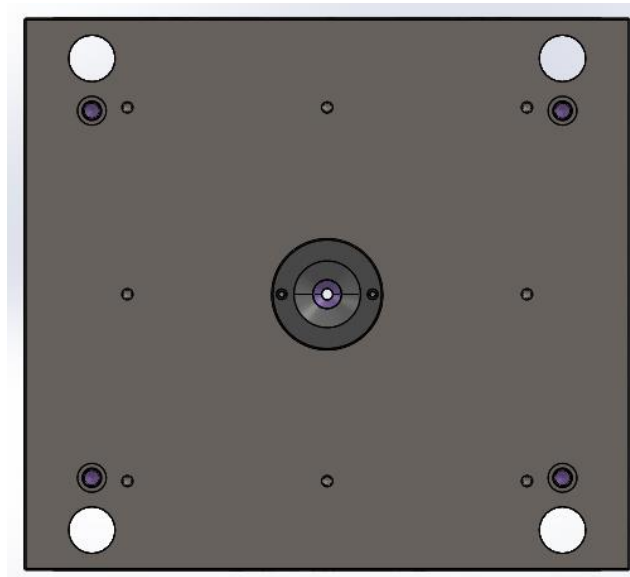


Ilustración 80 Posicionamiento del anillo de centraje

3.4.4.2.- SISTEMA DE EXPULSIÓN

3.4.4.2.1.- SISTEMA DE LIBERACIÓN DE NEGATIVOS

En este apartado de diseño, es donde reside una de las mayores complejidades de nuestro molde. Se trata de resolver los negativos de la pieza. Para ello se ha decidido crear unos patines que consigan a liberar de manera efectiva la pieza inyectada. Lo incluimos en este apartado ya que el sistema de patines también nos ayudará a expulsar la pieza.

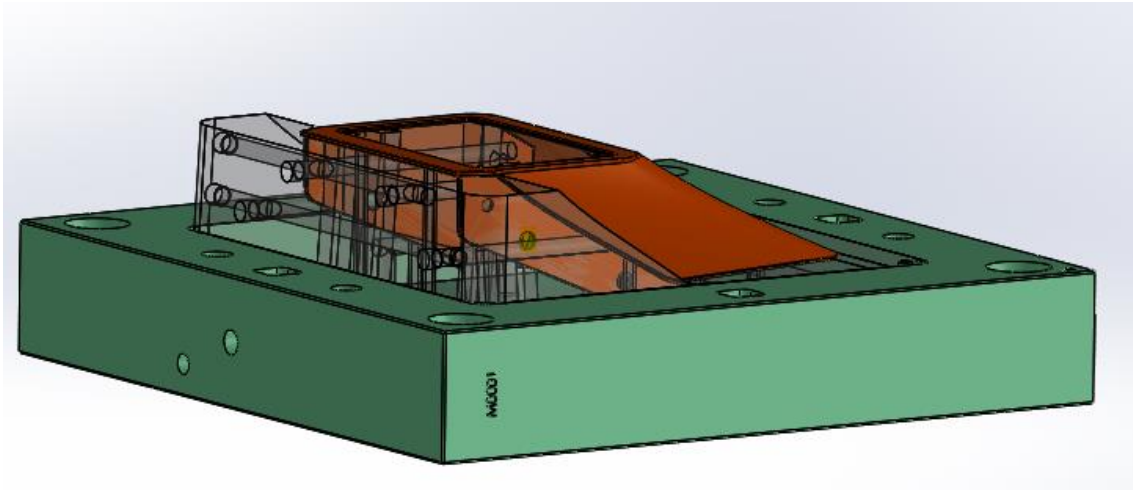


Ilustración 81 Visualización de pieza, postizo y placa móvil

Como podemos observar en la imagen anterior, los 6 orificios situados en las pletinas de sujeción de la careta, según su posición, al expulsar de manera normal al plano de partición, estas quedarían retenidas en la parte móvil. Para poder liberarlas se ha creado un sistema de patines que con la apertura y el accionamiento de las placas de expulsión conseguirán permitir el movimiento y liberar los negativos.

El elemento que facilitará el movimiento de apertura y liberación es un patín adaptado a la forma de nuestra pieza y integrado en el interior de nuestro molde. Este se ubica en las placas de expulsión gracias a una base que permite que el patín oscile y realice el movimiento necesario.

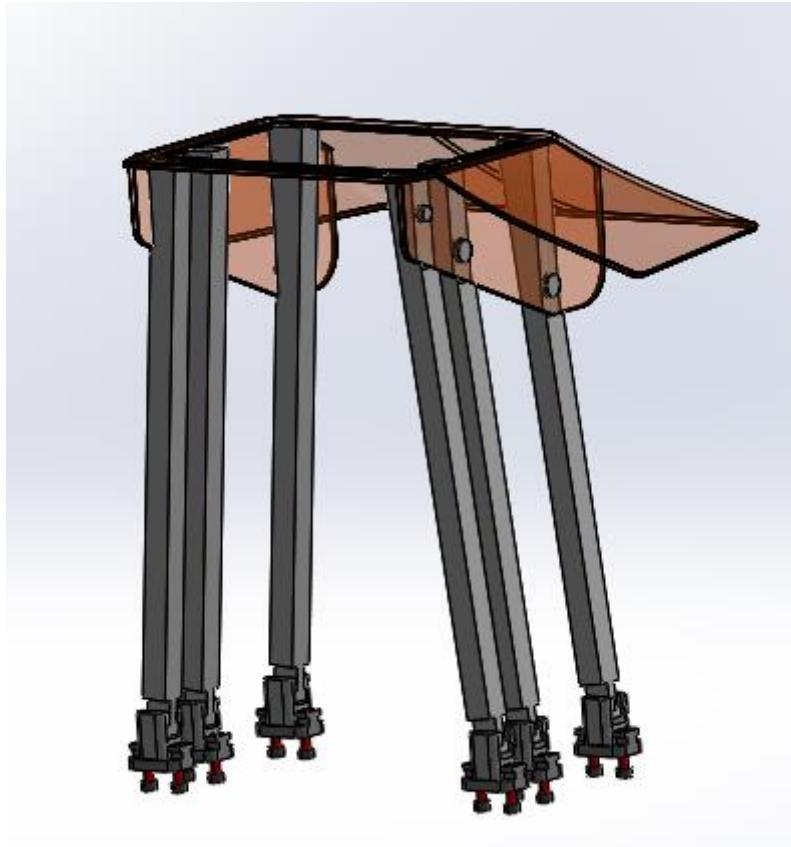
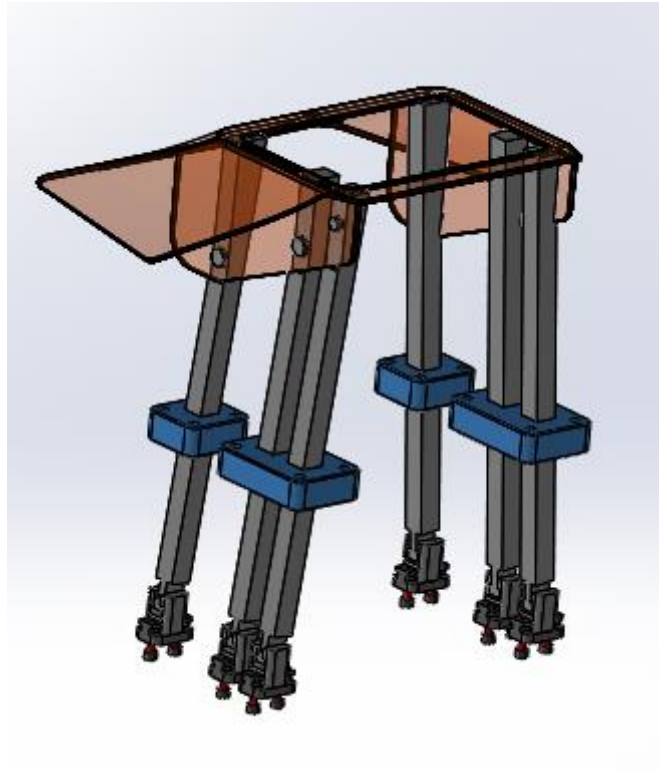


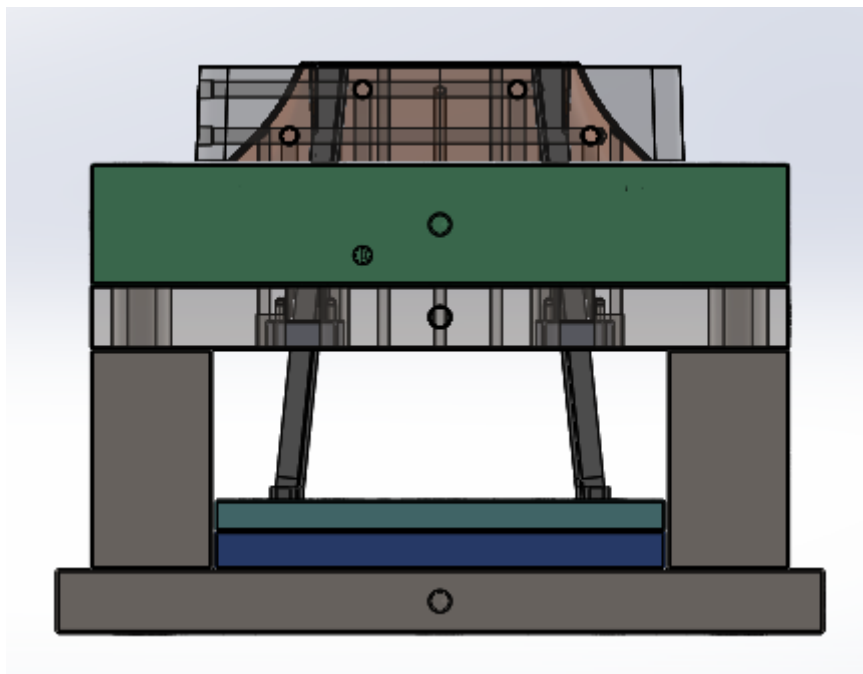
Ilustración 82 Sistema de patines

Como se observa en la ilustración son 6 patines de 15 x 15 mm y una longitud de 329 mm hasta la base final de la base del patín.

Al tener una longitud tan excesiva en comparación con el espesor del patín, se ha tenido que realizar unas pletinas de soporte situadas en la placa sufridera, para darle una mayor rigidez y que no pandeen y puedan ocasionar algún mal mayor por su rotura.



Il·lustració 83 Pletinas de soport per als patins



Il·lustració 84 Vista frontal de les patines entre les plaques del molde

3.4.4.2.2.- EXPULSORES SELECCIONADOS

En cuanto a la expulsión, se ha decidido utilizar eyectores cilíndricos que, con la ayuda de un mecanismo de expulsión de la máquina, dará movimiento a las placas de expulsión y consigo a los expulsores, empujando la pieza fuera del molde.

Se han utilizado siete cilindros de Métrica 8 cuya longitud máxima es de 323.9 mm.

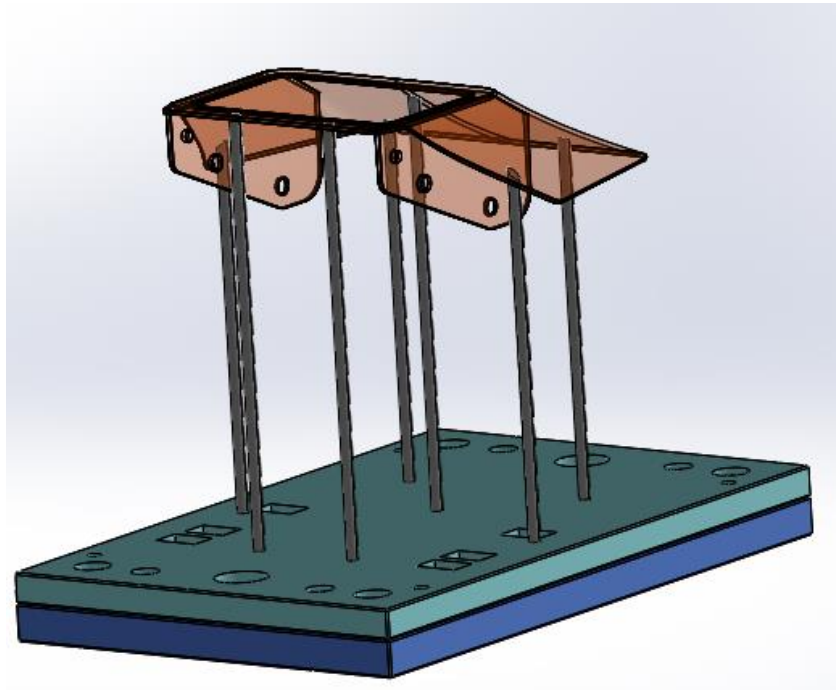


Ilustración 85 Sistema de expulsión con eyectores cilíndricos

Se han ubicado en diferentes sitios de la careta para que la expulsión se ha de la manera más fácil y la dañe lo más mínimo, ya que muchas veces por falta de algún eyector de más, la pieza queda adherida y sale defectuosa. Estos empujarán a la pieza por la parte trasera de manera que si queda alguna marca no estará en la parte visible de la careta de la moto.

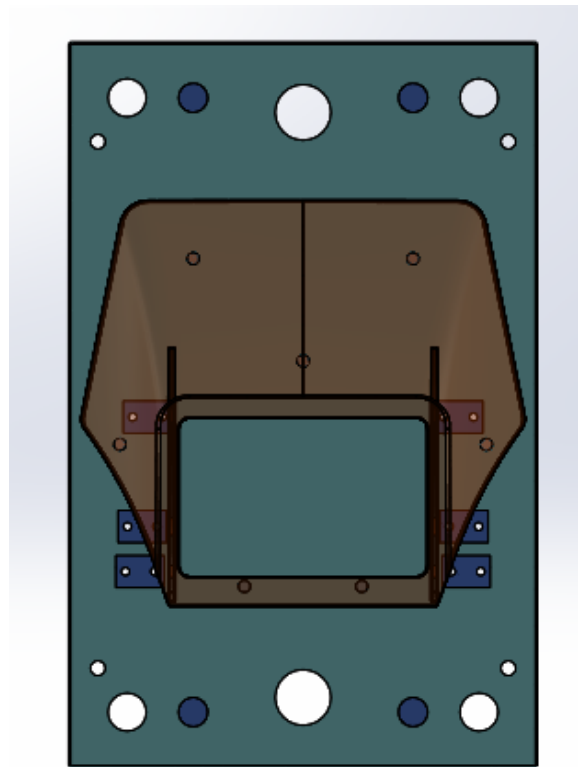


Ilustración 86 Vista planta de la posición de los eyectores

En la ilustración se observan dos expulsores en la parte inferior, dos en la parte central ya alejados a los extremos y una triangular en la parte superior de la moto, haciendo de manera eficiente la expulsión de la inyectada.

Aparte de los expulsores, se ha diseñado un sistema de retorno, para que una vez eyectada la pieza, el sistema de expulsión vuelva a su estado inicial. Este sistema de retorno consiste en diseñar unos cilindros que, una vez accionado el sistema de expulsión con el molde abierto, al cerrar, con el mismo impacto de la placa hembra, consigue retroceder todo el mecanismo de expulsión, evitando principalmente que pegue en los eyectores cilíndricos.

Estos retornadores deben ser lo suficiente robustos para poder permitir el retroceso de las placas, sin que estos puedan pandear debido a su elevada longitud.

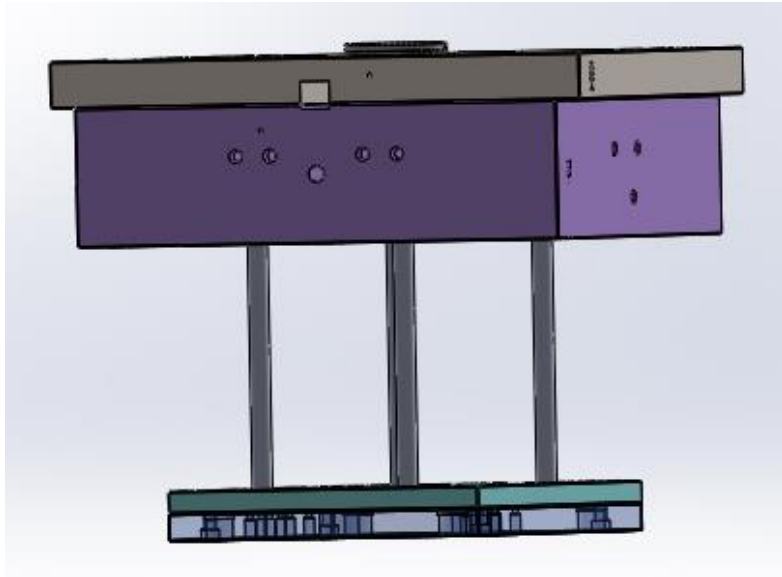


Ilustración 87 Retornadores para el retroceso de la placa de expulsión

Las dimensiones de estos cuatro retornadores son las siguientes:

Largo: 261 mm
Diámetro: 20 mm

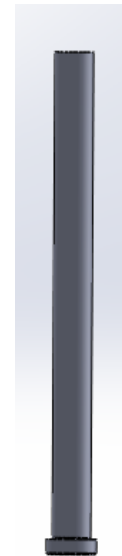


Ilustración 88 Geometría de los retornadores

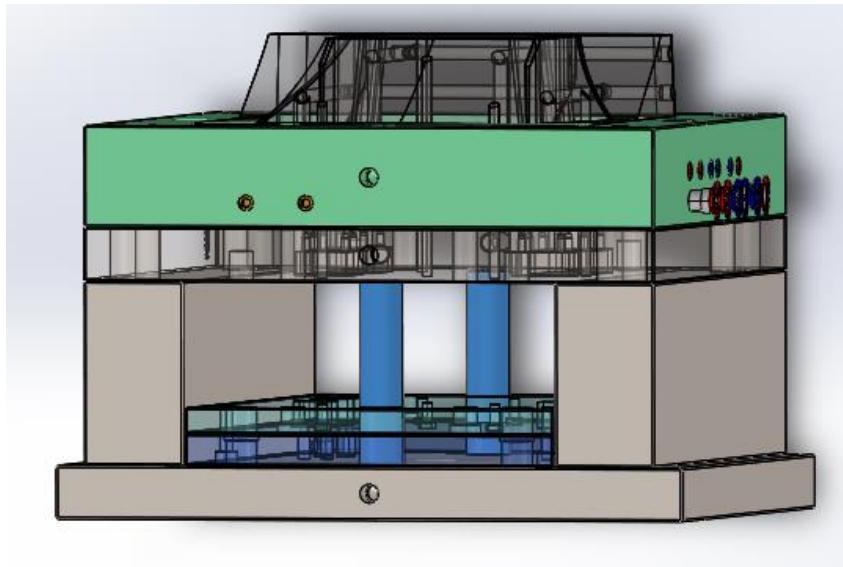
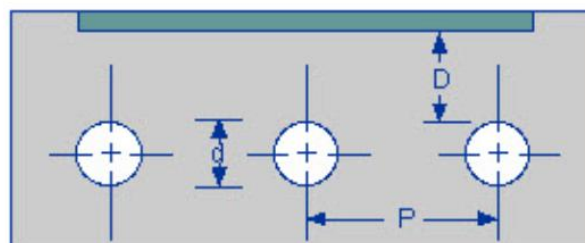


Ilustración 89 Distanciadores

Por otro lado, se ha diseñado unos distanciadores para evitar el pandeo de las placas que van a recibir la presión, como son la sufridera y la placa móvil, estos estarán situado en la placa de expulsión. En la siguiente ilustración, en color azul, se podrá distinguir los dos distanciadores ubicados.

3.4.4.3- SISTEMA DE REFRRIGERACIÓN

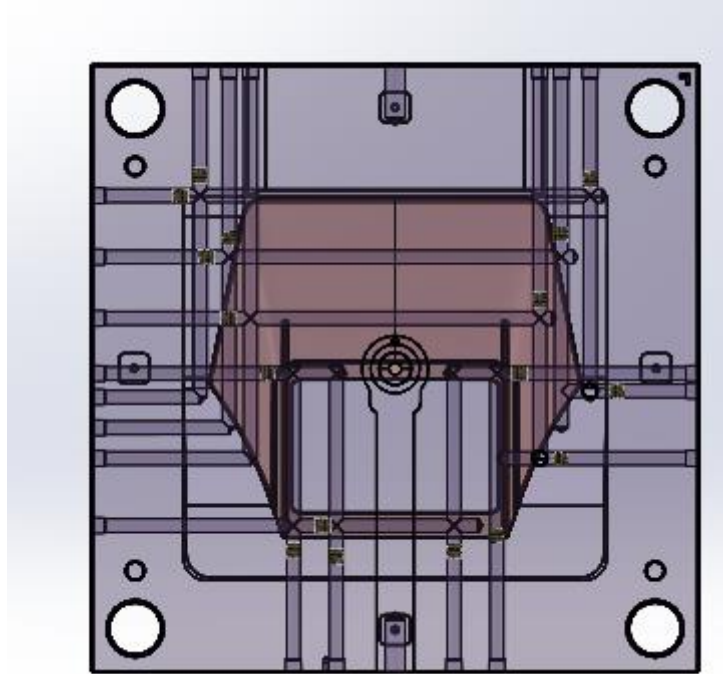
Como se ha nombrado anteriormente, el sistema utilizado para atemperar el molde y enfriar la pieza ha sido por medio de unos canales con un circuito abierto donde entra y sale el agua a una temperatura específica. Estos canales se han diseñado con teniendo en cuenta la distancia de aproximación a la pieza y la distancia entre conductos para tener una eficiente refrigeración. Este criterio se ha basado en la siguiente imagen.



d = Diameter of Cooling Channel = 10-14 mm
 D = Depth of Cooling Channel = d to $2d$
 P = Pitch = $3d$ to $5d$

Así pues, se han diseñado varios circuitos con entrada y salida en las dos partes del molde, en la parte fija y en la móvil.

En primer lugar, se va a analizar el diseo que se ha realizado en la parte fija del molde. En esta se ha ubicado diferentes canales en la placa hembra.



Ilustraci3n 90 Sistema de refrigeraci3n parte fija - Vista planta

Como se observa en la imagen anterior, se ha realizado taladros en la placa hembra de diámetro 10 mm, con el fin de realizar un serpentín de manera que el agua circule por el interior del molde y él pueda evacuar el calor de este y conseguir enfriar la pieza. Para poder guiar el agua de mejor manera, se han utilizado tapones t3ricos que permiten delimitar los canales. Estos son de la métrica 10.

En esta placa se han diseado, dos circuitos diferentes como se verá en la siguiente imagen. Se han utilizado tomas rectas de conexi3n con un mecanismo f3cil para facilitar el trabajo a los operarios en planta. Adem3s, se ha utilizado los colores azul y rojo para distinguir la entrada y salida del agua, es decir, la fría y la caliente respectivamente. Para mejor entendimiento, tambi3n se ha ubicado en el molde unas plaquitas de identificaci3n del número de entrada y salida.

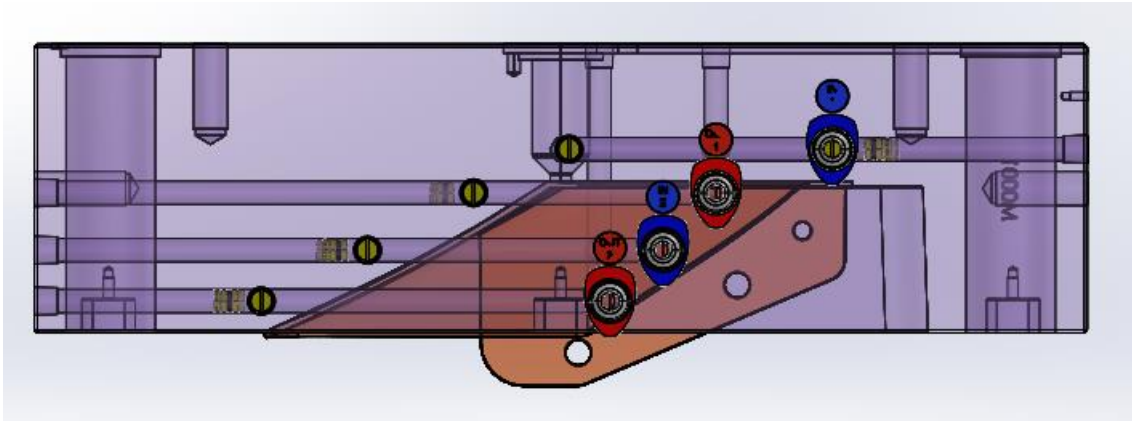


Ilustración 91 Sistema de refrigeración parte fija - Vista perfil

En segundo lugar, se han diseñado en la parte móvil del molde tres circuitos que irán por el interior del postizo macho, pero conectados por la placa móvil, donde irán ubicadas las tomas y sus plaquitas identificativas. Entre placa y placa se utilizarán juntas tóricas para evitar alguna salida del líquido.

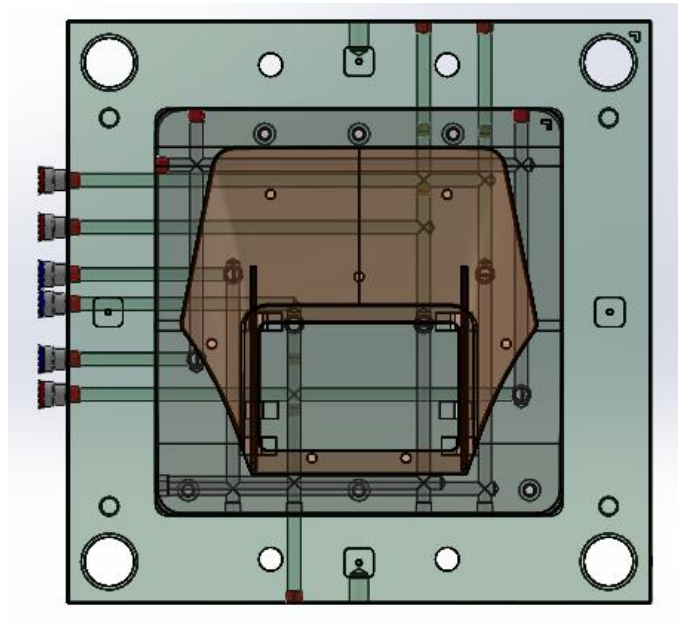


Ilustración 92 Sistema de refrigeración parte móvil - Vista planta

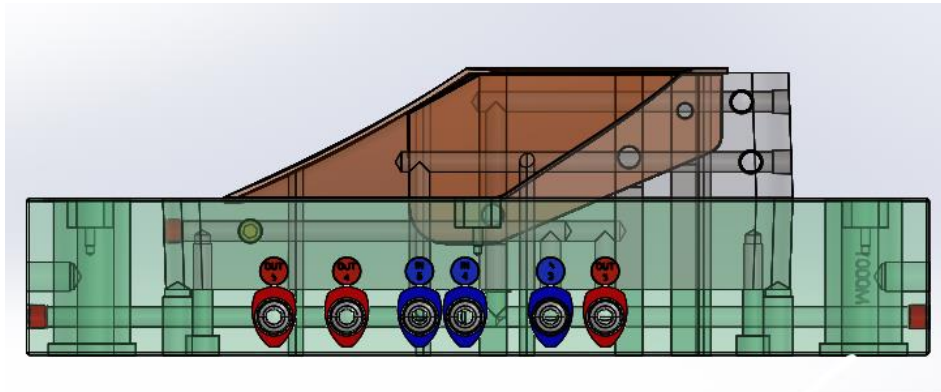


Ilustración 93 Sistema de refrigeración parte móvil - Vista perfil

3.4.4.4.- SISTEMA DE GUIDADO

Los elementos que permiten que la apertura y el cierre del molde encaje todas las veces y los ciclos, es debido a la utilización del sistema de guiado con el cual cada placa va guiada a su sitio correspondiente y evitando problemas de desplace de placas.

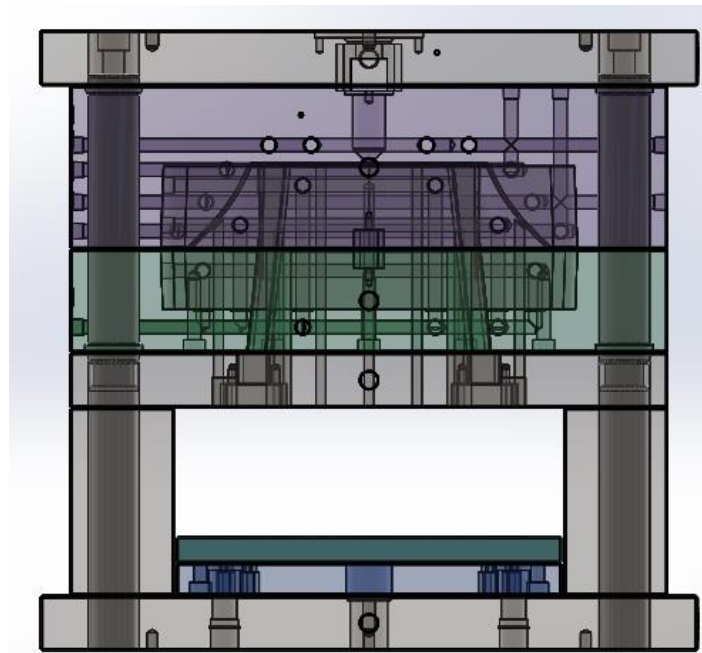
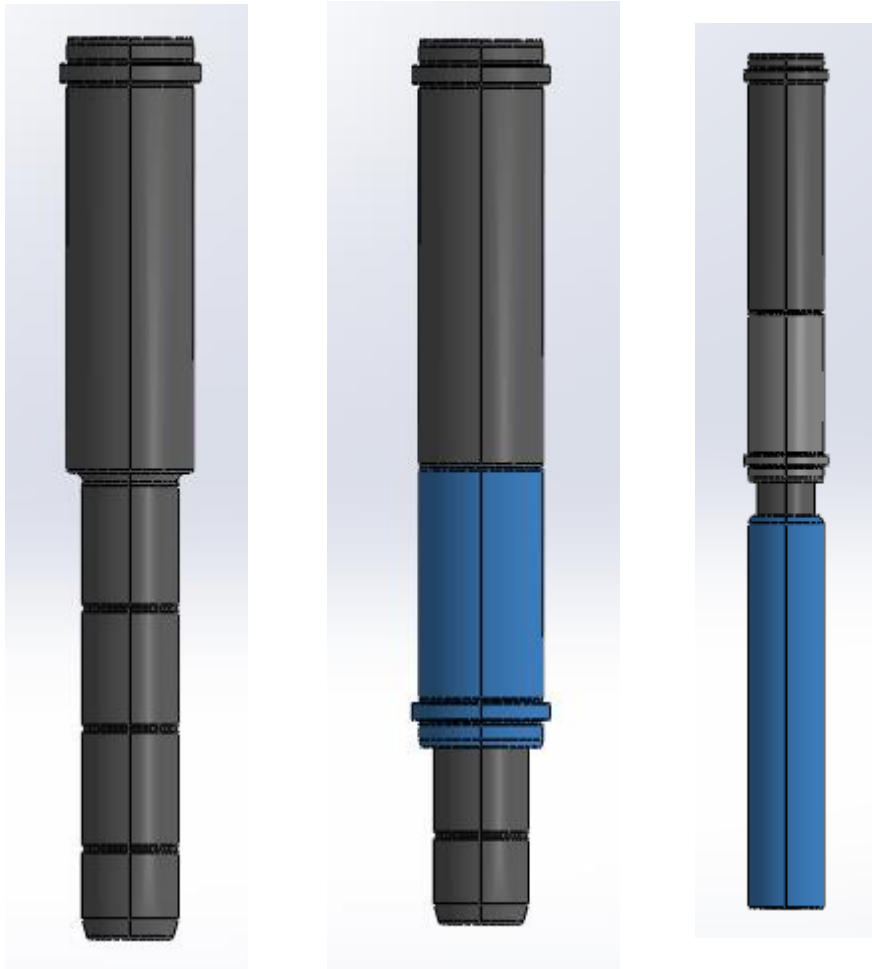


Ilustración 94 Visualización sistema de guiado

Como se observa en la ilustración anterior, existen cuatro columnas guía, que están situadas en la parte fija del molde, y por medio de casquillos, sitúa en la posición correcta al molde. Los casquillos irán situados en la parte móvil del molde, en concreto en la placa macho.

Por otro lado, esta misma columna guía, por media de un casquillo de centraje situado en el

resto de la parte m3vil del molde, ser3 capaz de centrar el molde y que al inyectar la pieza no est3 desplazado y pueda ocasionar una mal inyectada. Esta evita el desgaste y una posible rotura de las piezas si no est3 bien dise3ada o situada. Por ello, es uno de los elementos tambi3n m3s importante del molde.



Ilustraci3n 95 Elementos de guiado, gu3as y casquillos

En la ilustraci3n anterior se observa c3mo van situados los elementos de guiado. En primer lugar, se encuentra la solamente la columna gu3a. En segundo lugar, en la imagen central, en azul, se visualiza el casquillo situado en la placa macho. Y por 3ltimo, en la 3ltima imagen, en azul se ubica el casquillo de centraje, el cual abarca desde la placa sufridera hasta la placa de amarre del lado m3vil.

Las caracter3sticas de las columnas gu3a se pueden observar en la siguiente ilustraci3n:

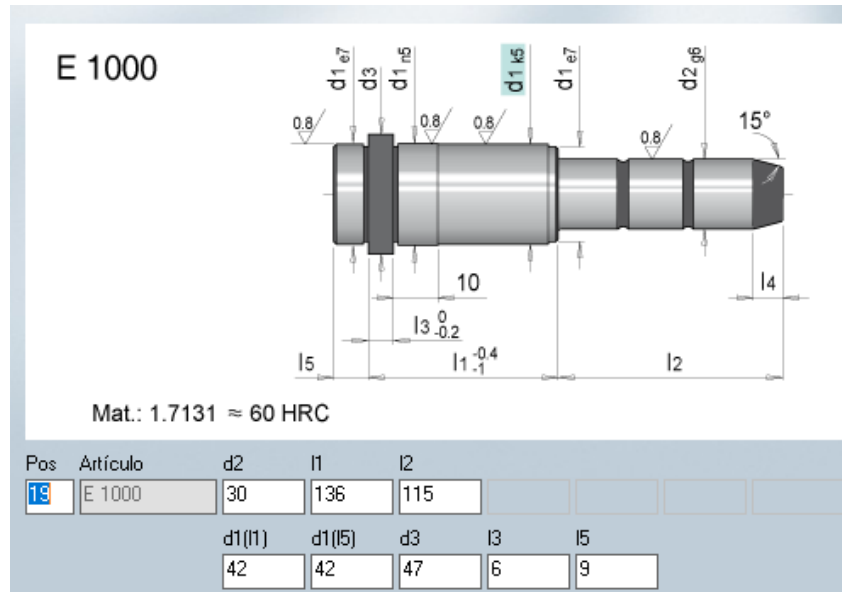


Ilustración 96 Características columna guía

En la siguiente se visualizan las características del casquillo guía:

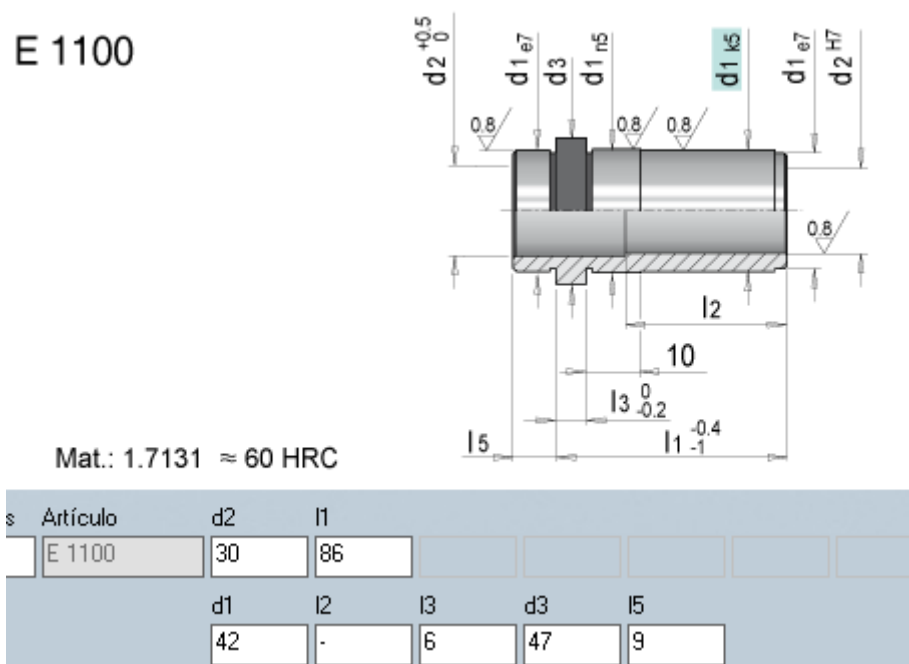
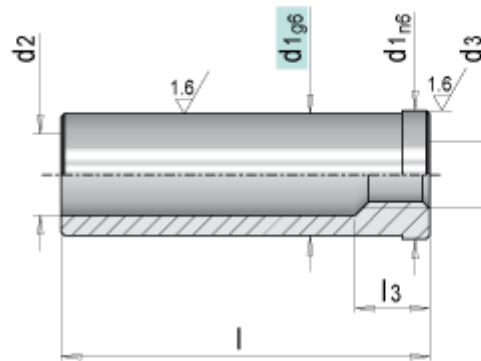


Ilustración 97 Características casquillo guía

Y por último, las características del casquillo de centraje son:

E 1160



Mat.: 1.7131 ≈ 60 HRC

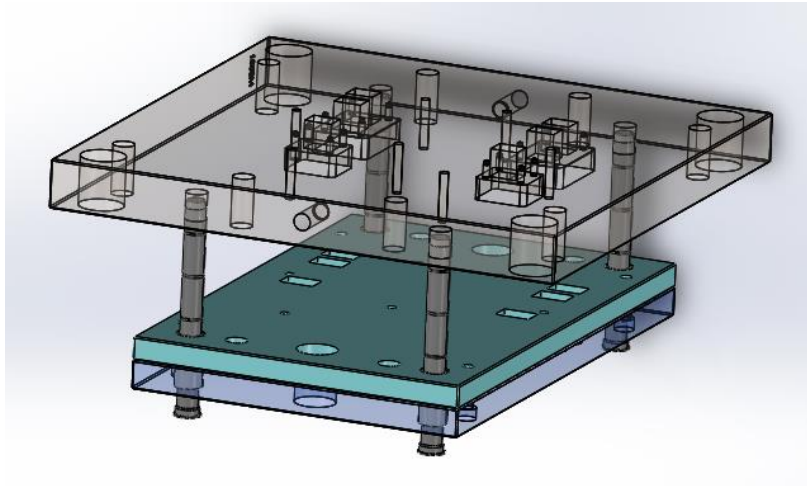
| s | Artículo | d1 | l | | | | | Unid. |
|---|----------|----|-----|-----|--|--|--|-------|
| | E 1160 | 42 | 220 | | | | | 4 |
| | | l3 | d2 | d3 | | | | |
| | | 18 | 33 | M12 | | | | |

Ilustración 98 Características casquillo de centraje

En cuanto a la expulsión, también existe sistema de guiado, que tiene la misma función. Permite que el sistema de expulsión este guiado y no haya ninguna tensión en los eyectores, ya que, sin la existencia del guiado, otros elementos menos resistentes podrían verse sometidos a cargas elevadas e incluso romper, con consecuencia de daños físicos irreparables y un gran coste económico.

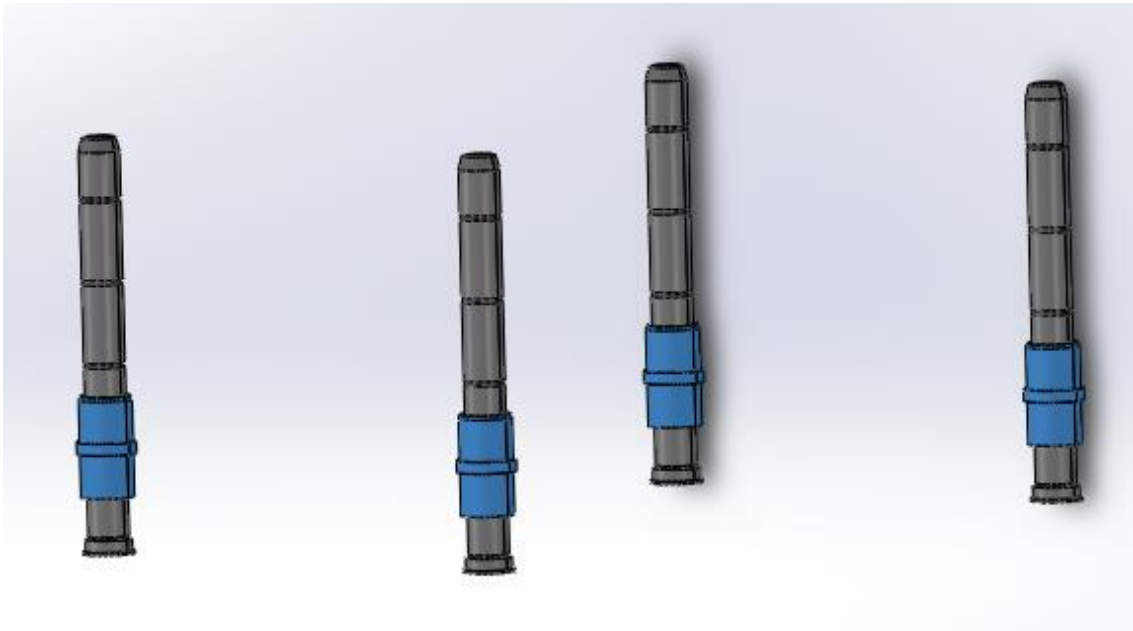
De esta manera, se han diseñado de la misma manera que el guiado normal del molde, un sistema de columnas y guías que mejoran muchos aspectos en cuanto al movimiento del molde se refiere. A continuación, se explicará en más detalle.

Como se ve en la imagen superior el sistema de guiado de la expulsión está formado por cuatro columnas guía que llegan desde la placa sufridera hasta la placa de amarre del lado móvil. Estas están sujetas mediante clips que evitan el desplazamiento. Además, hay cuatro casquillos entre las placas de expulsión que se encargar de llevar por el sitio correcto a las columnas.



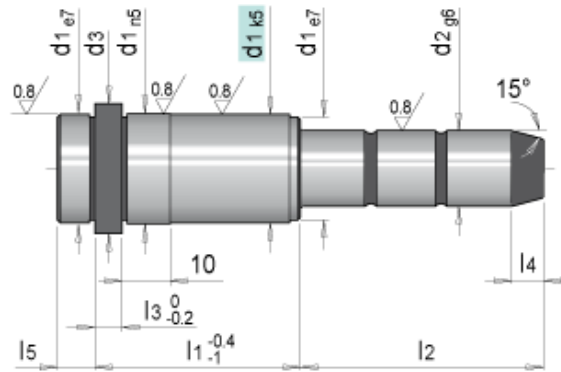
Il·lustraci3n 99 Visualizaci3n sistema de guiado de la expulsi3n

Las caracterfsticas de estas gufas, columnas y casquillos son las siguientes:



Il·lustraci3n 100 geometrfa gufas y casquillos de la expulsi3n

E 1000

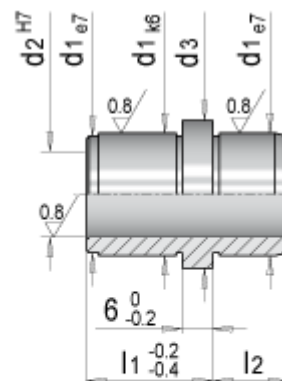


Mat.: 1.7131 ≈ 60 HRC

| Artículo | d2 | l1 | l2 | | | |
|----------|--------|--------|-----|----|----|--|
| E 1000 | 30 | 136 | 115 | | | |
| | d1(l1) | d1(l5) | d3 | l3 | l5 | |
| | 42 | 42 | 47 | 6 | 9 | |

Ilustración 101 características guía de expulsión

E 11202

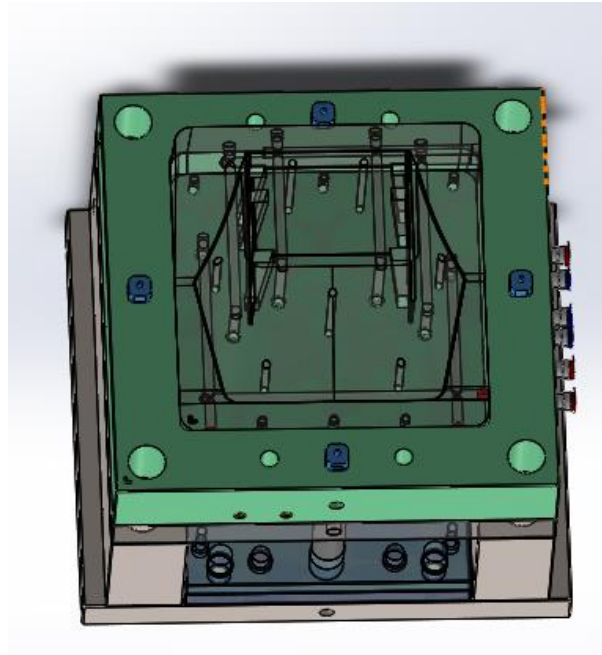


Mat.: 1.7131 ≈ 60 HRC

| Artículo | d2 | l2 | l1 | | | |
|----------|----|----|----|--|--|--|
| E 11202 | 20 | 22 | 27 | | | |

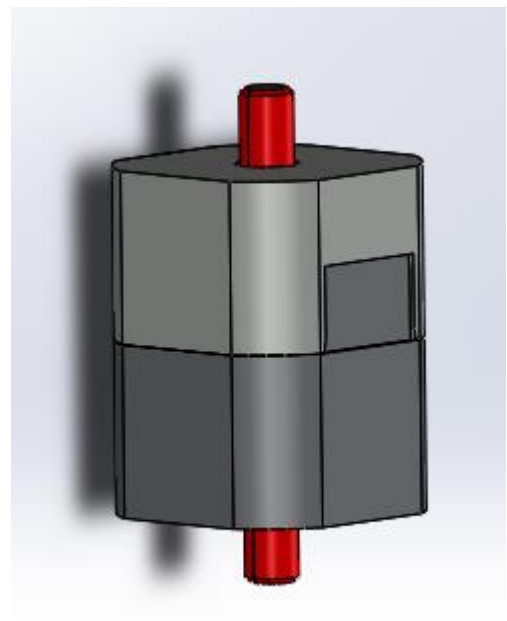
Ilustración 102 características casquillo de la expulsión

Aparte de todos los elementos de guiado nombrados anteriormente, para conseguir una mayor precisión de cierre y que no haya ninguna desviación entre la placa hembra y la macho, se han ubicado unos centradores con dicha finalidad. Estos están ubicados en la placa hembra y la macho en el centro de sus laterales. En azul se destacan en la siguiente ilustración.



Il·lustraci3n 104 Centradores

Dimensiones: 25 x 25 x 32 mm



Il·lustraci3n 103 Dimensiones centradores

3.5.- SELECCIÓN DE MATERIALES

3.5.- SELECCIÓN DE MATERIALES.

En esta parte del proyecto, se procederá a seleccionar el material, tanto el polímero de la pieza como el acero para las placas y los elementos del molde. Se seleccionarán teniendo un criterio que pueda permitir las exigencias y características anteriormente nombradas

3.5.1.- SELECCIÓN DEL MATERIAL DE LA PIEZA

Una vez haber realizado el estudio y haber comparado las diferentes propiedades de los materiales anteriormente vistos, llega el momento de seleccionar el material que más se adapta a nuestras necesidades y características de la pieza.

Finalmente, el material seleccionado es el termoplástico Polipropileno (PP), ya que sus características estéticas y funcionales son compatibles con las exigencias de nuestra pieza.

Basándonos en este material, se ha procedido a seleccionar un material existente en el mercado. Este ha sido el **PP CX02 – 82** de la marca **SABIC Innovative Plastics**, por sus características. Estas son las siguientes:

- ALTA RESISTENCIA
- ESTABILIDAD DIMENSIONAL TÉRMICA
- RESISTENCIA AL IMPACTO Y FLUJO
- EXCELENTE ESTÉTICA
- PESO LIGERO
- AUTOMOATIVE PLASTIC
- ALTERNATIVA A COPOLÍMEROS CONVENCIONALES LLENOS DE TALCO



En el apartado 8 de anexos de este documento se adjuntará la ficha técnica de dicho material, con todas sus características técnicas proporcionadas por el fabricante.

3.5.2.- SELECCIÓN DEL MATERIAL PARA EL MOLDE

En este apartado se van a tantear unos tipos de materiales posibles para la construcción del molde. Estos han sido seleccionados previamente teniendo en cuenta las características y las exigencias técnicas del mismo.

En primer lugar, se expondrá el primer material ferrítico y se indicará cuáles son sus propiedades y por qué se ha seleccionado este tipo, acompañado del resto de materiales.

3.5.2.1.- ACERO 1.1730

El primer a considerar sus propiedades es el **Acero 1.1730** cuya designación según la normativa DIN es C 45 U. Este acero tiene la siguiente composición:

- Carbono – 0.45
- Silicio – 0.30
- Magnesio – 0.70

Se trata de un material que no está aleado. Este es capaz de resistir una fuerza de $640 N/mm^2$. Se trata de un acero para herramientas adecuado para el endurecimiento por llama. Suele ser utilizado para la construcción de moldes en las piezas más básicas o estructurales, o también para matrices.



Ilustración 105 Acero 1.1730

Este acero pues, será seleccionado para aquellas piezas en las cuales simplemente sirvan de estructura y no tengan unas altas exigencias. Estas son:

- Placas de amarre
- Calzos
- Placas expulsoras

3.5.2.2.- ACERO 1.2311

El segundo acero para la construcción de nuestro molde es el **Acero 1.2311**. La designación de este es DIN 40 CrMnMo 7. Se trata de un acero aleado con la siguiente composición en porcentaje:

- Carbono – 0.40
- Silicio – 0.40
- Magnesio – 1.50
- Cromo – 1.90
- Molibdeno – 0.20

Su fuerza máxima que puede resistir es de 1080 N/mm^2 . Este tipo de acero es muy utilizado en el sector de los moldes de plástico y para moldes de fundición a presión debido a su gran estabilidad dimensional y por ser adecuadamente apto para el pulido.



Ilustración 106 Acero 1.2311

Este acero generalmente no es necesario aplicarle un tratamiento térmico, aunque se le realizan algún tipo de tratamiento como puede ser el recocido blanco a temperaturas entre $710 \text{ }^{\circ}\text{C}$ – $740 \text{ }^{\circ}\text{C}$, enfriándose lentamente en el horno posteriormente.

Para la transformación del material se recomienda hacer un nitrurado para aumentar la resistencia al desgaste del acero.

Las propiedades físicas del 1.2311 son las siguientes:

- Densidad en $\text{Kg/dm}^3 = 7.85$
- Conductividad térmica a $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ en $\text{W/(m k)} = 32.5$

Por sus altas propiedades mecánicas y sus prestaciones de acabado, se ha seleccionado para las siguientes partes del molde:

- Placa hembra
- Placa móvil
- Placa sufridera

Estas son tres placas en las cuales van a estar sometidas a las mayores presiones y exigencias térmicas. Así pues, se ha seleccionado un material que pueda soportar dichas características. Este material es más caro que el Acero 1.1730, por esa razón también solo se selecciona es las placas principales.

3.5.2.3.- ACERO 1.2344

El tercer tipo de acero seleccionado para la construcción del nuestro molde es el **Acero 1.2344**. La designación DIN es X 40 CrMoV 5-1. La aleación de este acero en porcentaje es la siguiente:

- Carbono – 0.40
- Silicio – 1.00
- Cromo – 5.30
- Molibdeno – 1.40
- Vanadio – 0.40

La fuerza que permite este material es de 780 N/mm^2 . Se trata de un material para herramientas que consigue tener una gran resistencia a la tracción y compresión, con una estructura homogénea. Al llevar un contenido mayor de carbono es mas duro y resistente al desgaste. También tiene una gran resistencia al choque térmico,

Este tipo de material es apto para el mecanizado, un aspecto muy importante a tener en cuenta ya que la gran mayoría de piezas del molde conlleva este proceso.



Ilustración 107 Acero 1.2344

Este tipo de acero es utilizado en la construcción de moldes, herramientas de fundición inyectadas, cuchillas de corte, matrices de extrusión, etc.

En cuanto a la construcción del molde, este se ha seleccionado para las siguientes partes:

- Postizos
- Patines y correderas

4. SIMULACIONES Y ÁNALISIS

4.- SIMULACIONES Y ANÁLISIS

A esta altura del proyecto, una vez teniendo clara la geometría de la pieza como el molde, se procederá a realizar las simulaciones de la inyección para posteriormente analizarlas para obtener todos los datos necesarios del ciclo de inyección.

4.1.- SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DEL PROCESO DE INYECCIÓN

Una herramienta muy utilizada en el sector del molde para poder simular con diferentes condiciones de entorno y diferentes configuraciones es el software AUTODESK MOLDFLOW SIGHT INSIGHT, un software que consigue simular el proceso de inyección. Esta será la herramienta para preparar nuestra simulación de la inyectada.



Ilustración 108 Software de simulación de inyección Autodesk Moldflow

4.1.1.- PREPARACIÓN DE LA SIMULACIÓN

Para poder simular lo que sería todo el proceso de la inyección, en primer lugar, tenemos que preparar nuestra pieza, así como la configuración de nuestro molde.

Para preparar la pieza, se deberá importar en el programa en archivo “.STL” y ubicarla en el sistema de coordenadas X,Y, Z de manera correcta.

El segundo paso por realizar será mallar la pieza, ya que estos programas obtienen los resultados gracias al mallado. Este proceso de malla intentará crear una malla adecuada para el proceso de análisis.

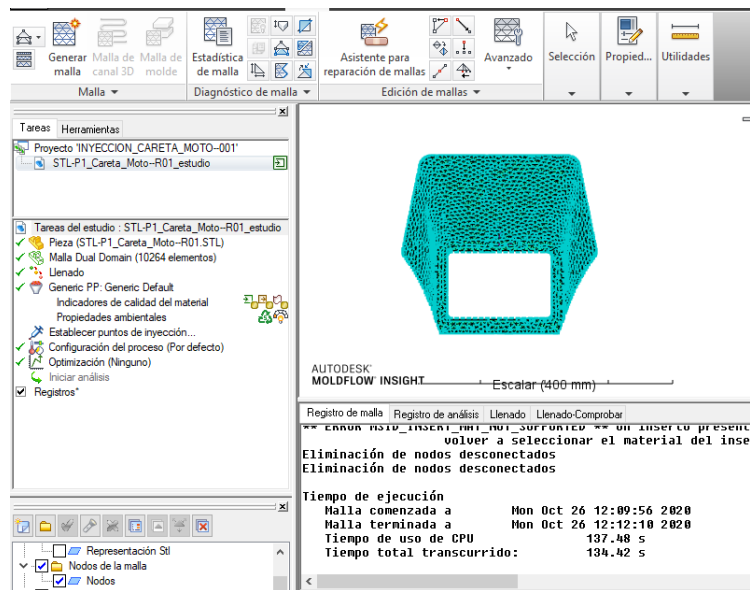


Ilustración 109 Generación de la malla

Paso seguido se procede a crear el bebedero. Para poder crearlo hay que definir un punto de inyección en el mejor sitio posible. Para ello, dentro de “Tareas” realizamos un análisis de “Posición de entrada”. En “Registros” aparecerán los “Resultados” con la idoneidad de las entradas indicando el mejor sitio para inyectar en azul. En la siguiente ilustración se podrá observar cual ha sido el resultado.

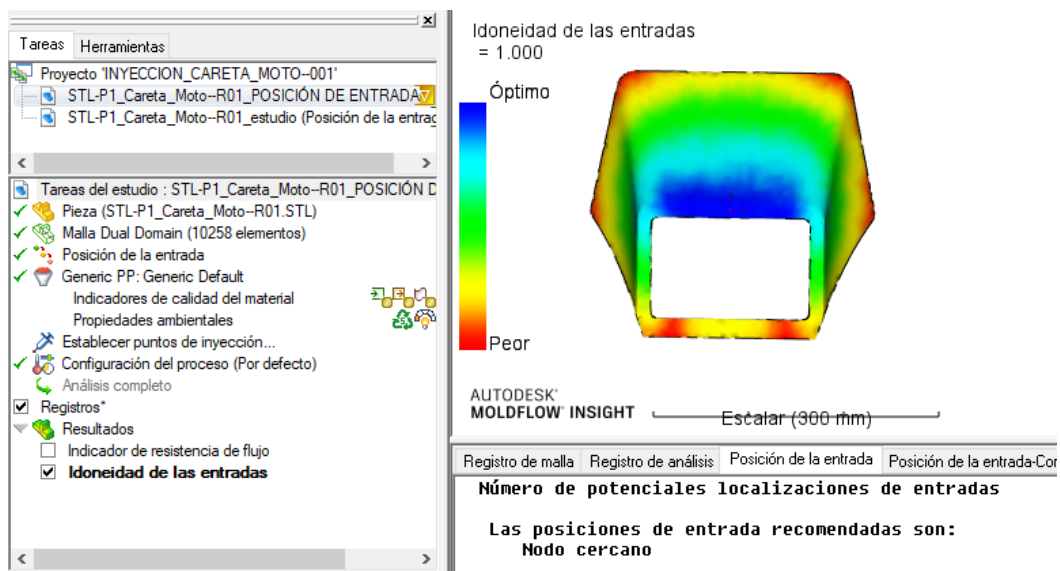


Ilustración 110 Análisis de punto de inyección

Una vez analizado el resultado, se observa que es en la parte central de la pieza donde es el sitio óptimo para inyectar la pieza. De esta manera se procede a colocar los puntos de inyección para el bebedero. Este estará ubicado en un nodo de la malla.

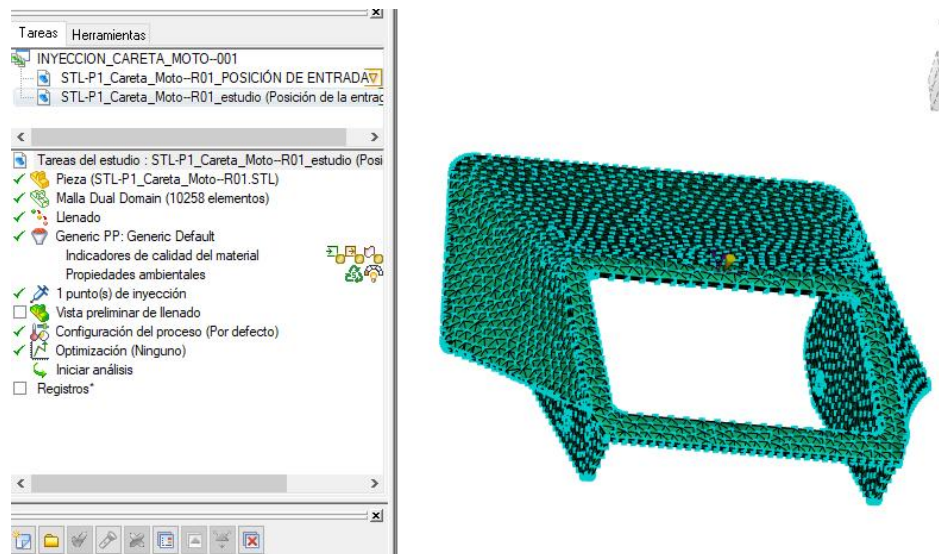


Ilustración 111 Ubicación punto de inyección

Para crear el bebedero, indicaremos al programa que vamos a utilizar un sistema de canales calientes y la ubicación de este bebedero, así como su geometría y las propiedades de la entrada. A continuación, se mostrará con ilustraciones las características insertadas.

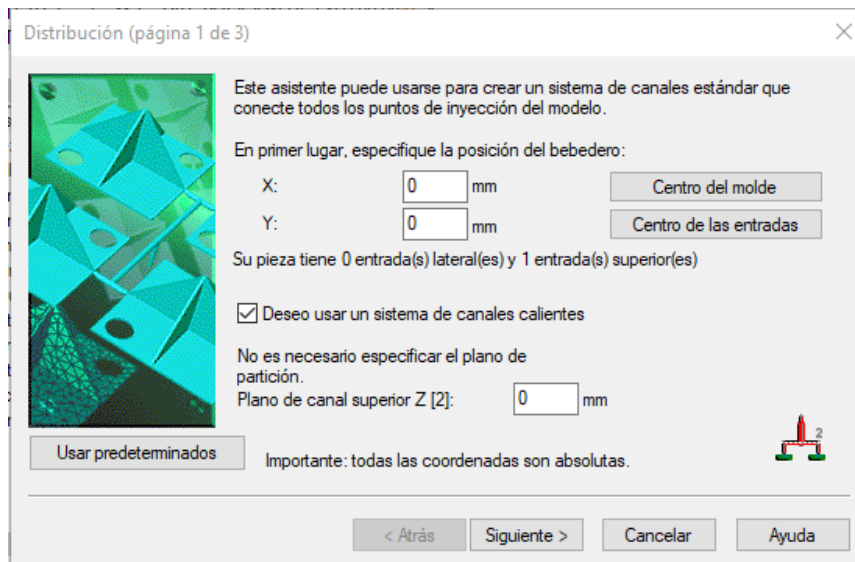


Ilustración 112 Posición del bebedero

Bebedero/canales/boquilla (página 2 de 3)

Especifique las dimensiones del bebedero, los canales y la boquilla.

Bebedero
Diámetro del agujero: 6 mm Longitud: 60 mm
Ángulo incluido: 0 grad

Canales
Diámetro: 6 mm Trapezoidal

Boquillas
Diámetro inferior: 2 mm Ángulo incluido: 0 grad

Usar predeterminados

< Atrás Siguinte > Cancelar Ayuda

Ilustración 113 Dimensiones del bebedero

Entradas (página 3 de 3)

Por último, especifique las propiedades que desee para las entradas:

Entradas laterales
Diámetro del agujero: 4 mm Ángulo incluido: 15 grad
Longitud: 11.31 mm Ángulo: 45 grad

Entradas superiores
Diámetro inicial: 6 mm Diámetro final: 2 mm
Longitud: 1 mm

Usar predeterminados

< Atrás Finalizar Cancelar Ayuda

Ilustración 114 Propiedades de entrada

El resultado final es el siguiente:

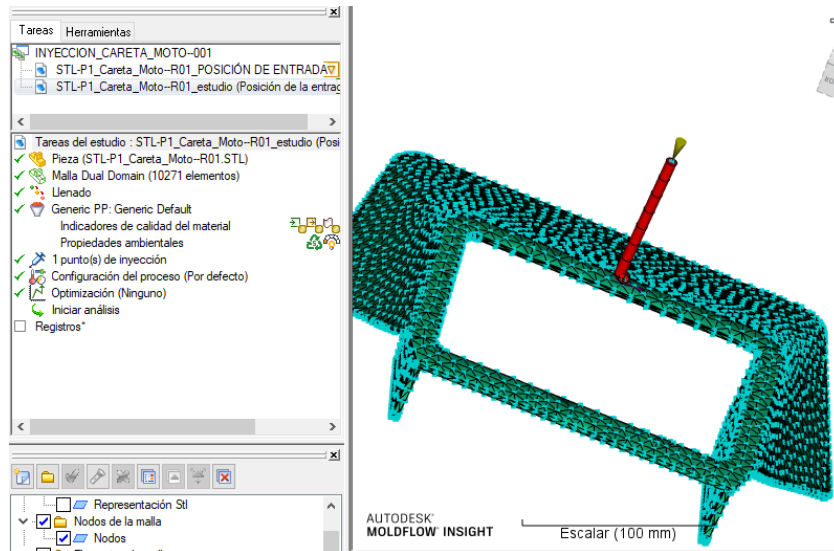


Ilustración 115 Resultado creación del bebedero

El siguiente paso para preparar la simulación será la introducción del material. De esta manera, en el programa introducimos el material que se va a inyectar. En nuestro caso será, SÁBIC PP CX02 – 82. Con esta referencia, se busca en el software y se selecciona.

Para seleccionarlo en el programa hacemos doble clic en “Generic PP Genereric Default” y al hacer Clic en “Buscar” aparece la pantalla de búsqueda. En nuestro caso vamos a inyectar un PP que no tenga cargas aditivas.

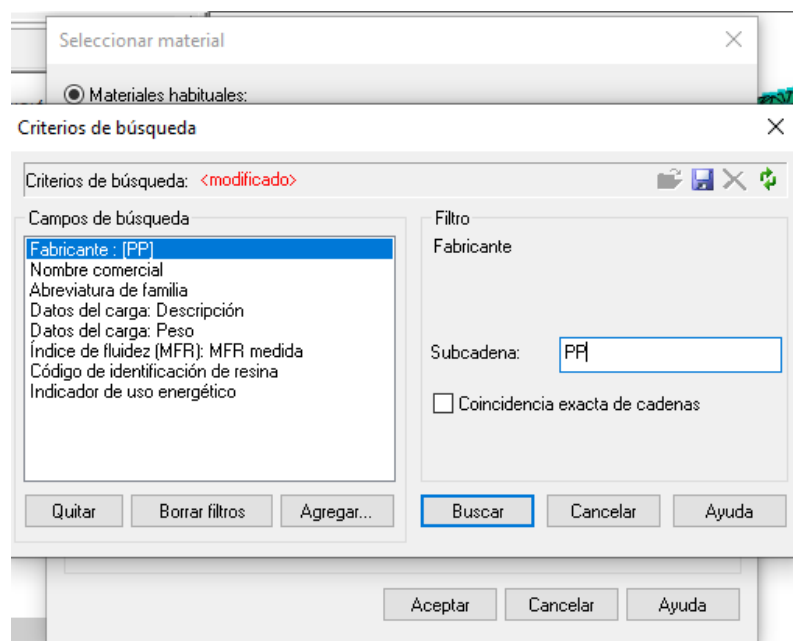


Ilustración 116 Criterios de búsqueda del material

Buscamos el material según el fabricante y el nombre comercial, y lo seleccionamos.

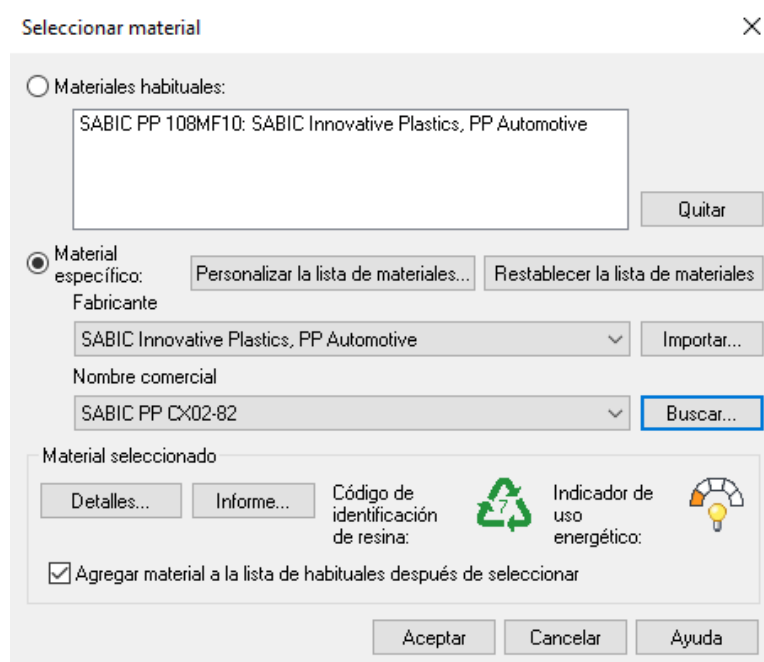


Ilustración 117 Selección del material

A continuación, se debe introducir la máquina. En nuestro caso se ha decantado por considerar una máquina de la marca DEMAG, por sus buenas características, ya que es una marca líder en el mercado.

En “Tareas” hacemos doble clic en “Configuración del proceso” como ya hemos elegido el material, los datos de temperatura de molde y temperatura de inyección del plástico recomendados ya están colocados, en nuestro caso 40º C y 245º C

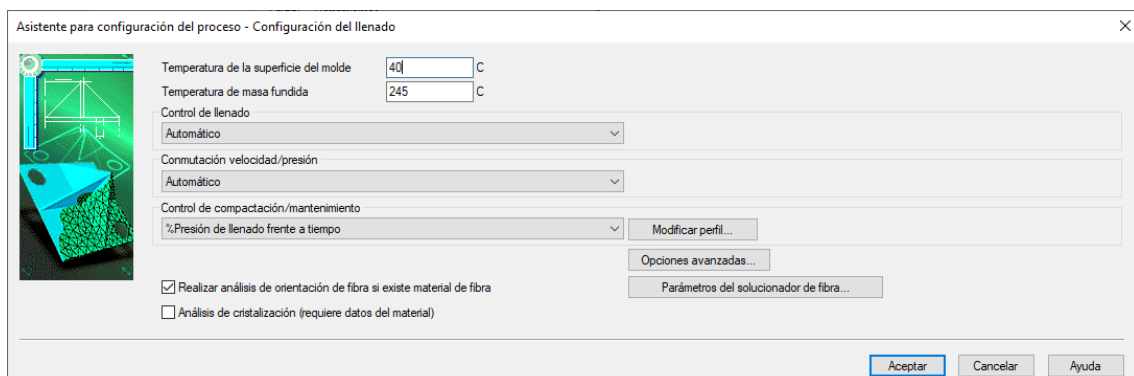


Ilustración 118 Datos de temperatura recomendados

La selección específica de la máquina vendrá dada por la fuerza de cierre necesaria. Tras realizar el cálculo, se ha obtenido un F_c de 343243,76 kg. Así pues, es recomendable que la fuerza máxima de la máquina a seleccionar sea un 20% más que la fuerza de cierre de nuestra pieza. Dicho esto, seleccionaremos la siguiente máquina

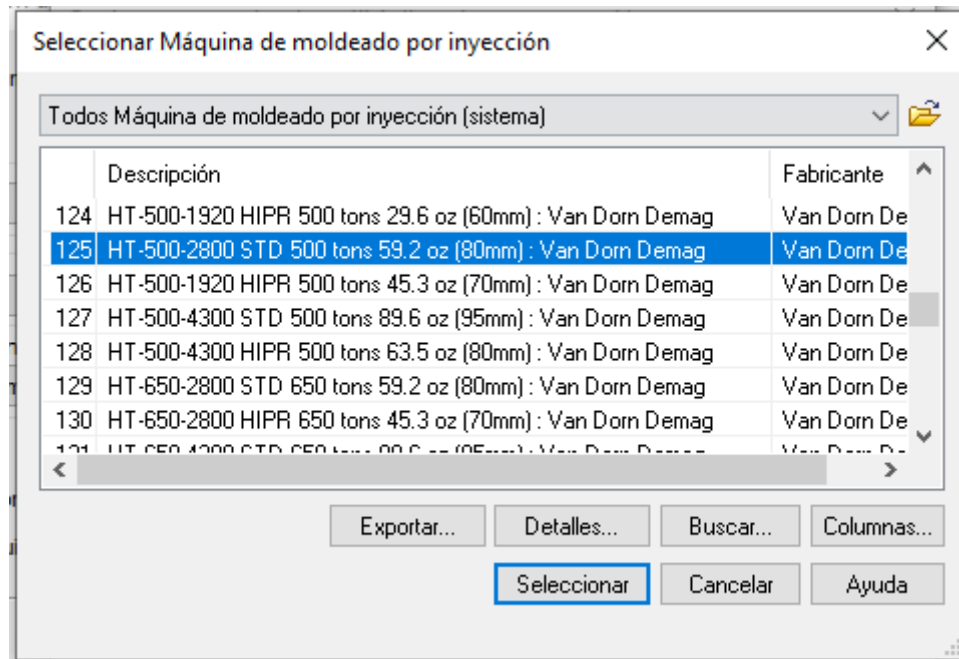


Ilustración 119 Selección de la maquina de inyección

Así pues, la maquina seleccionada es la HT-500-2800 STD de 500 Toneladas y 80 mm de la marca VAN DORN DEMAG

El siguiente paso es introducir las medidas de nuestro molde, para que el programa consiga saber cuáles son las características de este. Las medidas serán las que se han planteado en el diseño del molde.

Para crear el molde hay que ir a “Geometría” / “Superficie del molde” y en el asistente para superficie del molde, colocar el centro del molde en el punto (0,0,11) (ya que tenemos las tres placas) y las dimensiones de las dos placas juntas con la sobre placa de amarre son: 496 x 496x 248 mm.

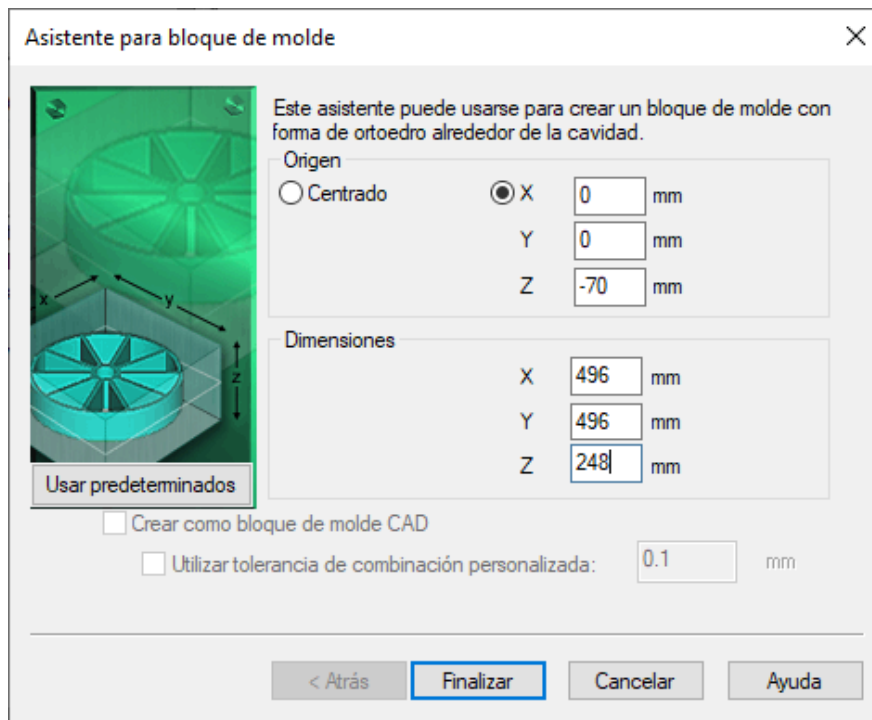


Ilustración 120 Introducción medidas molde

De esta manera, se consigue un supuesto molde el cual vendrá ja mallado con todos los nodos listos para poder realizar la simulación. El resultado es el siguiente:

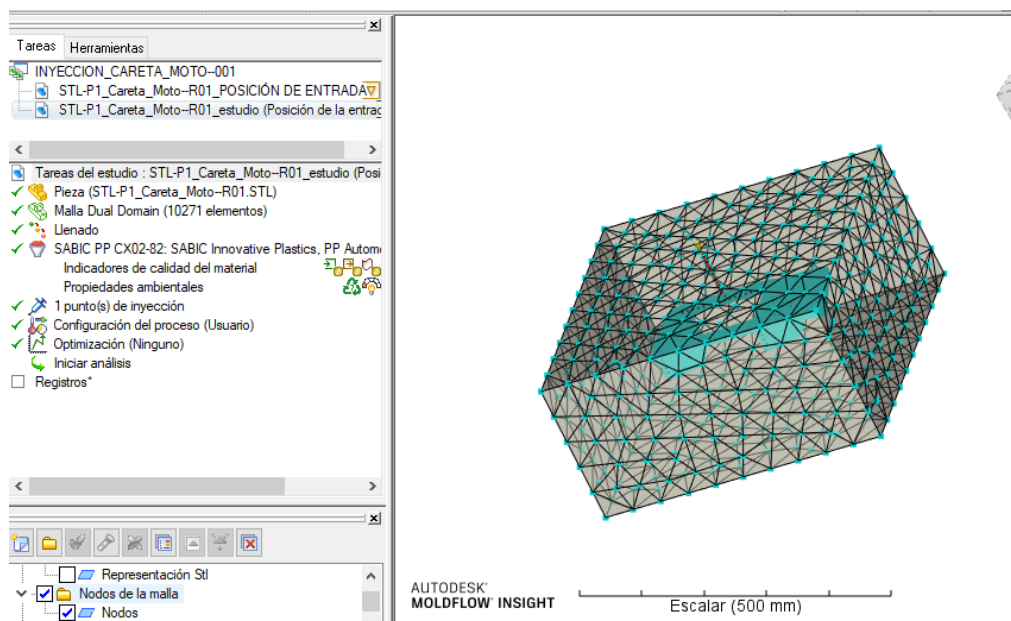


Ilustración 121 Resultado introducción del molde

Paso seguido a la introducción del molde, viene la introducción del circuito de refrigeración. Para ello, existen 3 modos para introducirlo.

MODO 1:

En este caso, se ha optado por realizar de la manera más sencilla utilizando el asistente, pero no el reproduce exactamente el sistema de refrigeración real del molde.

En “Geometría” / “Circuito de refrigeración”, se abre el asistente del circuito de refrigeración, se rellena y se obtiene algo como esto. Se especifica el diámetro del canal, que será 10 mm y la distancia por encima y por debajo de la pieza, que será 25 mm

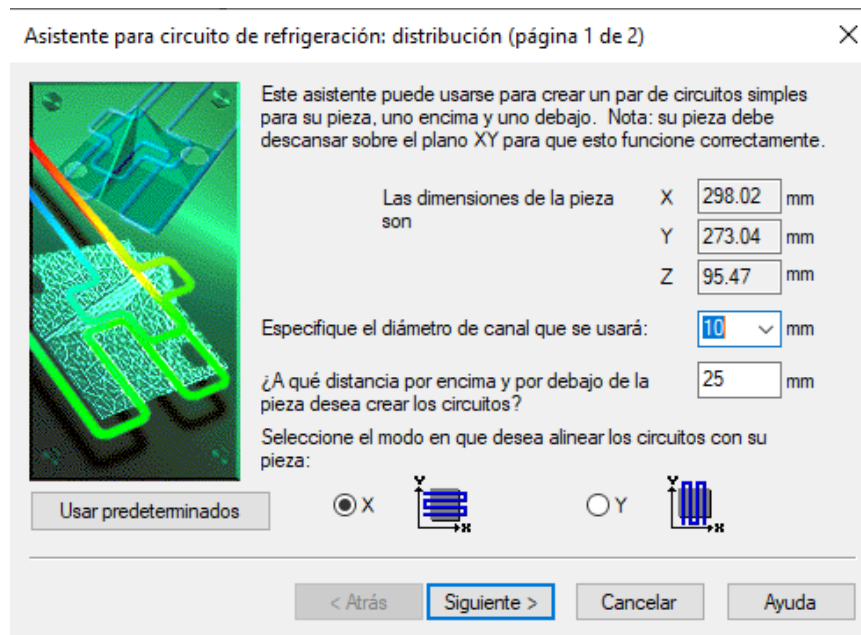


Ilustración 122 Asistente para circuito de refrigeración M1

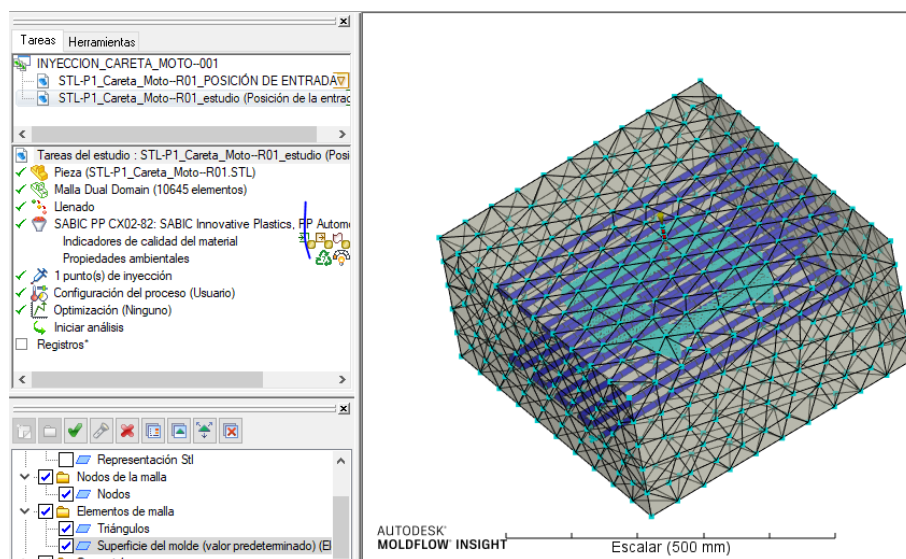


Ilustración 123 Resultado con asistente M1

MODO 2:

La segunda forma es tener claro las coordenadas del circuito (tanto de los orificios en el molde como de las mangueras de alimentación) y después introducirlas en el simulador de la siguiente forma:

- En “Geometría” / “Curvas” / “Líneas”, se crean las líneas por donde irá la refrigeración.
- Después solo tenemos que escribir las coordenadas absolutas o relativas de los puntos inicio y final de cada tramo y hacer clic en “Aplicar”.
- Se obtienen unas líneas como la ilustración 121.

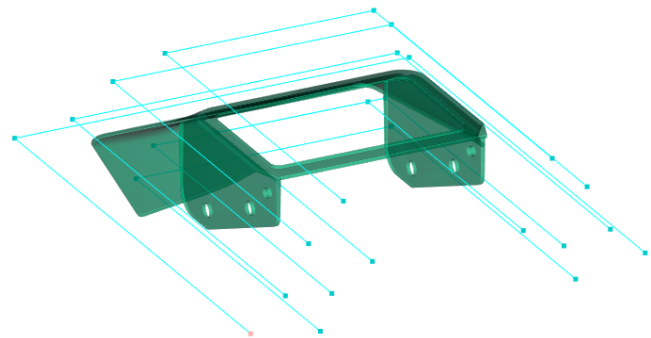
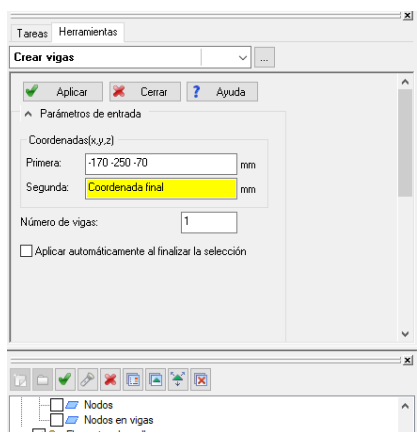


Ilustración 124 Introducción coordenadas

Seleccionamos las líneas del molde y con el botón de la derecha del ratón seleccionamos propiedades.

Seleccionamos “Nuevo” / “Canal”, (canales de refrigeración) y rellenamos las diferentes pantallas con los siguientes datos.

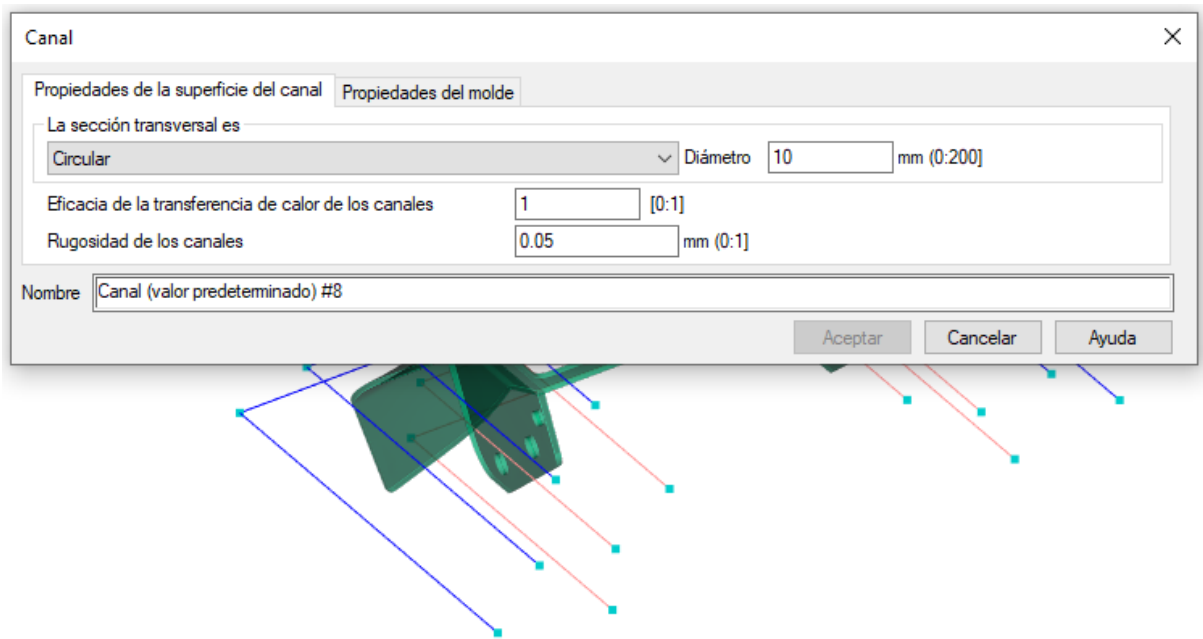


Ilustración 125 Introducción datos canal

Después se puede seleccionar un material del molde diferente al estándar para que el sistema de refrigeración calcule bien la transferencia de calor. “Propiedades del molde”, y “Seleccionar” en “Material de molde” el “Toolsteel P-20”.

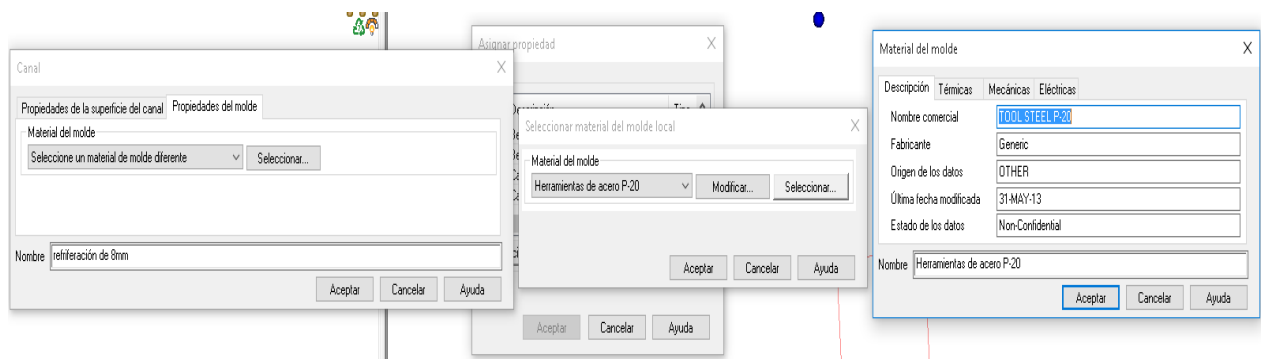


Ilustración 126 Selección material del molde

Después hay que seleccionar todas las líneas y mallarlas de la siguiente manera:

- “Malla” / “Generar malla” “Mallar ahora” y obtendremos la ilustración 124.

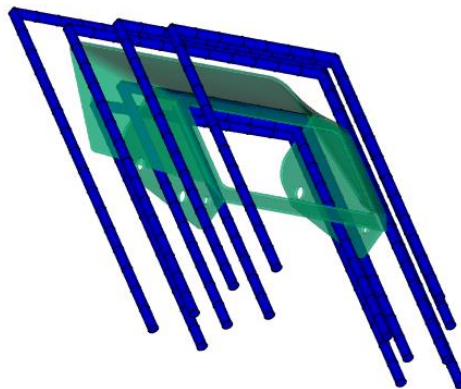
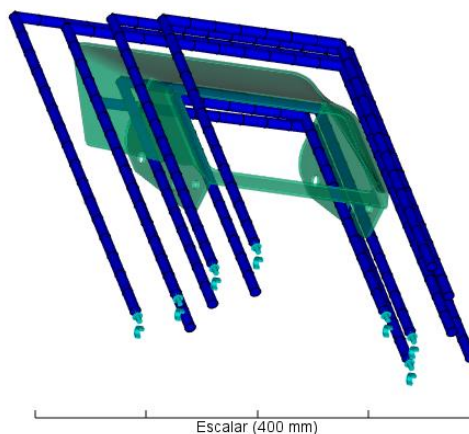


Ilustración 127 Mallado de los canales

Por último, en “Condiciones de contorno” / “Entradas y salidas de refrigerante” / “Entrada de refrigerante” y tocamos el inicio del canal. Aparece la flecha azul claro en la ilustración 125.



Escalera (400 mm)

Ilustración 128 Introducción entradas y salidas del refrigerante

Tocando la flecha azul, pulsamos el botón de la derecha del ratón y aparecen las propiedades. Se puede cambiar la temperatura del refrigerante y el agua por glicol.

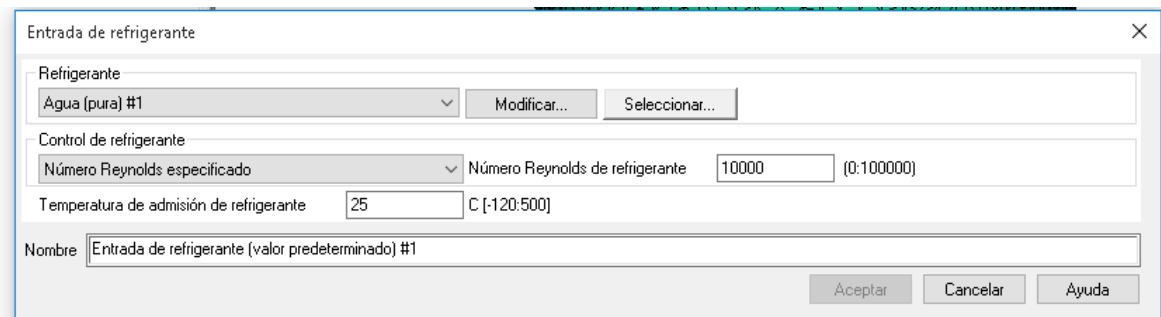


Ilustración 129 Propiedades del refrigerante

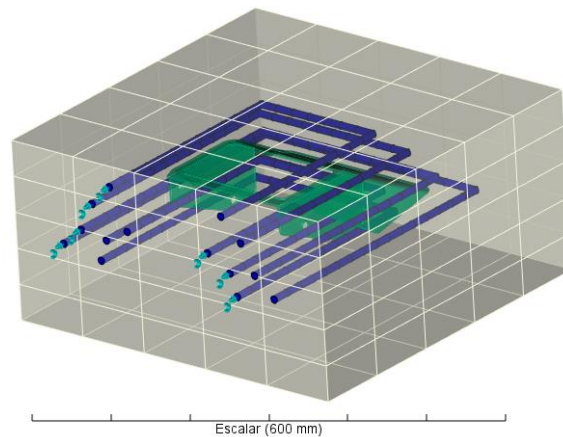


Ilustración 130 Resultado modo 2 del Sistema de refrigeración

MODO 3:

La tercera forma que hemos utilizado, para representar de manera más fiel a la refrigeración, hemos exportado los canales del CAD del molde realizado en SolidWorks. De esta manera es más rápido el diseño dentro de Moldflow. SolidWorks es la herramienta utilizada para el diseño CAD de todos los componentes del molde.

Para ello, en primer lugar, es necesario realizar un croquis 3D de los canales diseñados en dicha aplicación. Así pues, se debe de crear una nueva pieza dentro del ensamblaje y ahí realizar el croquis.

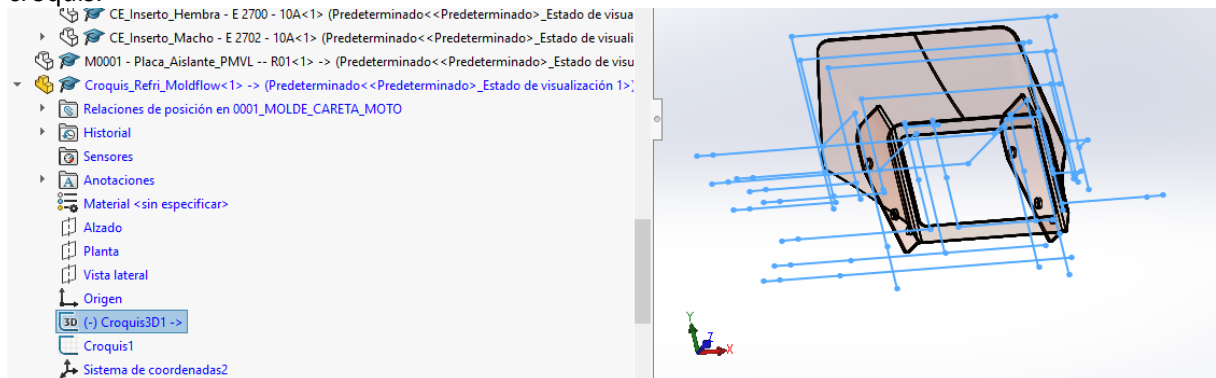


Ilustración 131 Croquis 3D circuito refrigeración

Una vez realizado el croquis deberemos importar el archivo en formato IGES (igs.). Para conseguirlo guardaremos la pieza con dicho formato añadiendo la opción de que importe los archivos de croquis. En dicho croquis se ha modificado su origen con un nuevo sistema de coordenadas para que se adapte a el origen de la pieza en Moldflow.

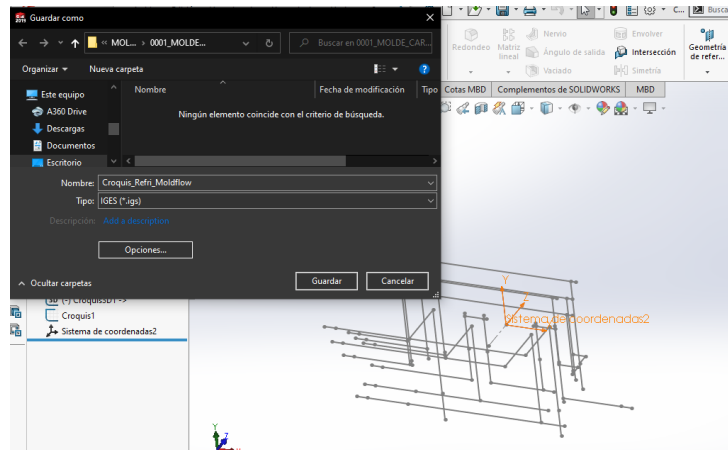


Ilustración 132 Importación archivo en formato IGES

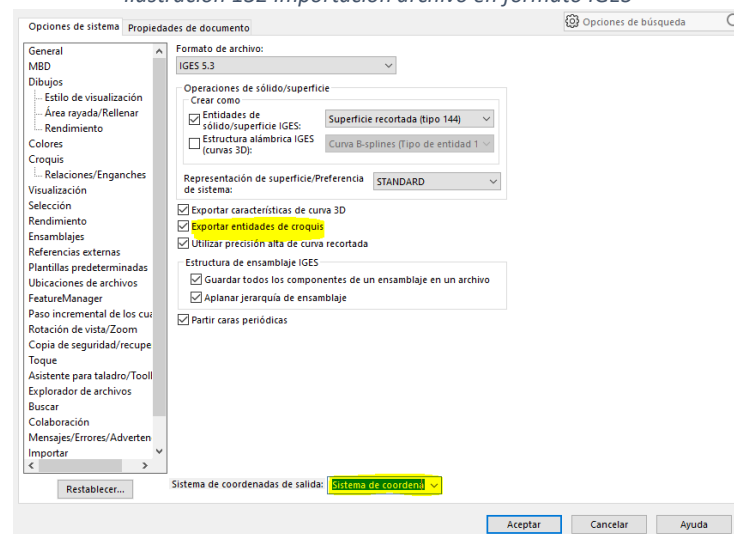


Ilustración 133 Exportar entidades de croquis y sistema de coordenadas

Una vez obtenido el archivo IGES, para introducirlo en Moldflow seguiremos los siguientes pasos.

En primer lugar, clicaremos en la pestaña de Inicio al botón de agregar. Ahí se abrirá una ventana donde seleccionaremos nuestro archivo IGES para importar el croquis.

Con ello conseguimos insertar todos los circuitos de refrigeración dentro del programa de simulación. Paso siguiente será definir las propiedades de dichas aristas y finalmente mallar. En las siguientes imágenes se observa cómo. Seleccionando el conjunto de aristas y con botón derecho entramos en las propiedades de las aristas.

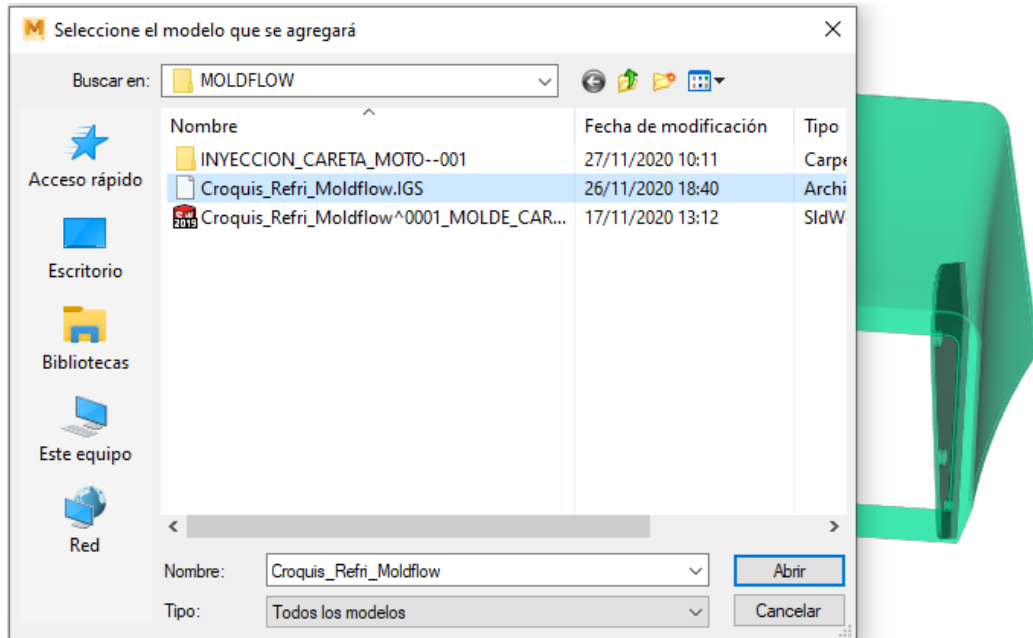


Ilustración 134 Introducción de croquis

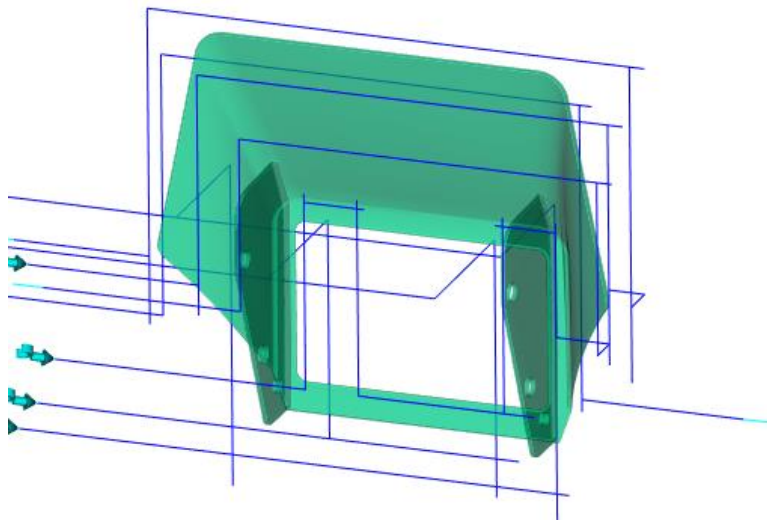


Ilustración 135 Resultado importación del croquis M3

Le aplicamos la propiedad de “Canal” y definimos su diámetro, en este caso, 10 mm.

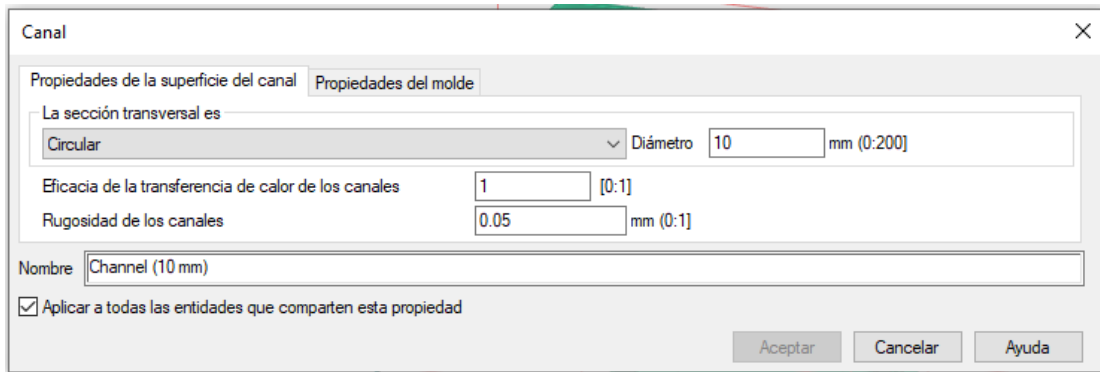


Ilustración 136 Propiedades de los canales M3

Después hay que seleccionar todas las líneas y mallarlas de la siguiente manera:
“Malla” /” Generar malla” “Mallar ahora”

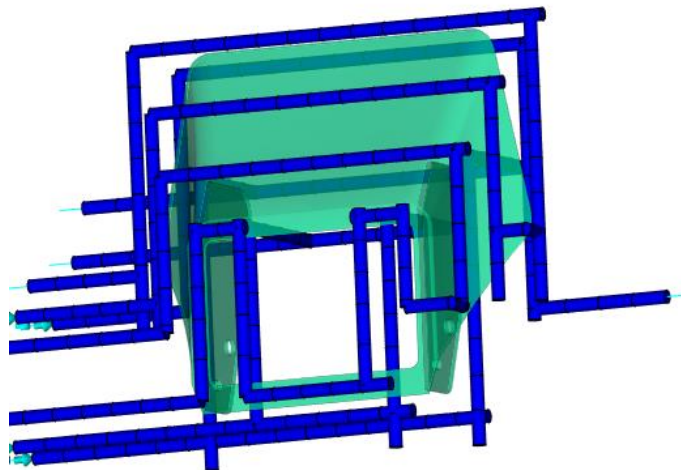










Ilustración 137 Generación de la malla en los canales M3

Y, por último, en la pestaña de “Condiciones de contorno” definimos las entradas y salidas de los canales de refrigeración quedando totalmente diseñados los canales de refrigeración. Para ello, deberemos clicar en el inicio del canal.

| | | | | | | | |
|---|---|--|---|--|---|---|---|
|  Entradas y salidas de refrigerante |  Dimensiones críticas |  Restricciones |  Cargas |  Puntos de salida de aire |  Talón de expulsión |  Establecer controlador |  Establece puntos |
| Refrigeración | Dimensiones | Restricciones y cargas | | Salida de aire | | Dosificación | Varios cilind |

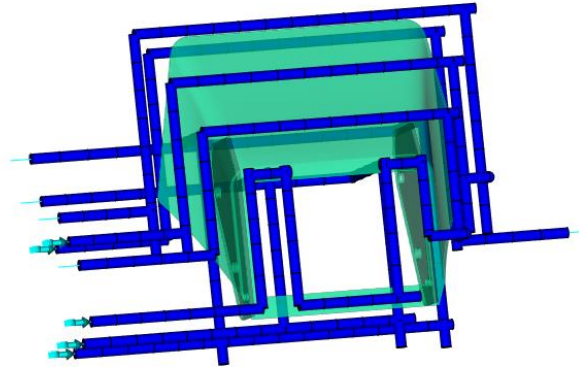


Ilustración 138 Resultado circuito de refrigeración M3

4.1.2.- SIMULACIÓN DE LA INYECCIÓN

Las variables que se deben modificar y simular para seleccionar la mejor forma de inyectar están a continuación. Además, están colocadas de forma ordenada para modificarlas y simularlas, (esto no quiere decir que se pueda alterar este orden).

- I. Tiempo de inyección
- II. Perfil de velocidad del husillo.
- III. Temperatura del plástico.
- IV. Swich-over
- V. % de presión de compactación.
- VI. Tiempo de compactación.
- VII. Tiempo de enfriado.
- VIII. Temperatura del fluido refrigerante.

De todos modos, solo se van a simular los que realmente son importantes.

I. TIEMPO DE INYECCIÓN

Se hace el estudio de máximo y mínimo tiempo recomendado de inyección. Para ello en "Tareas" hacemos doble clic en "Posición de entrada", seleccionamos "Ventana del proceso" y doble clic en "Iniciar análisis".

En "Resultados" /" Optimización" en "Zona (ventana de proceso) Grafico de cote 2D" movemos la mano de la pantalla hasta que esta esté toda verde.

Movemos la mano de la pantalla hasta que esta esté toda verde, programa recomienda el tiempo de inyección de 0.8282 segundos para un abanico de temperatura de inyección (210 a 280 °C) y para un abanico de temperaturas del molde (15 a 60 °C). Ilustración 139.

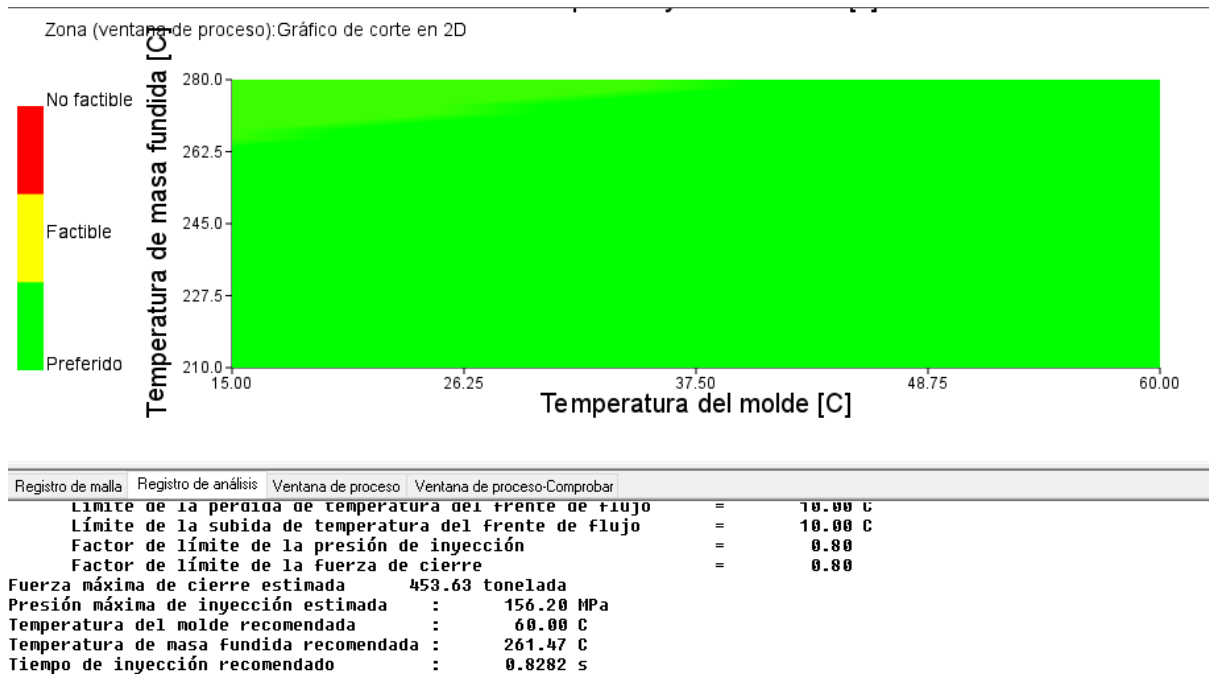


Ilustración 139 Abanico de temperatura de inyección

También se puede saber los tiempos de inyección más rápidos y lentos para una temperatura por ejemplo 230°C, solo hay que mover la mano hasta hacer coincidir el color verde con la temperatura. En nuestro caso 2.181s.

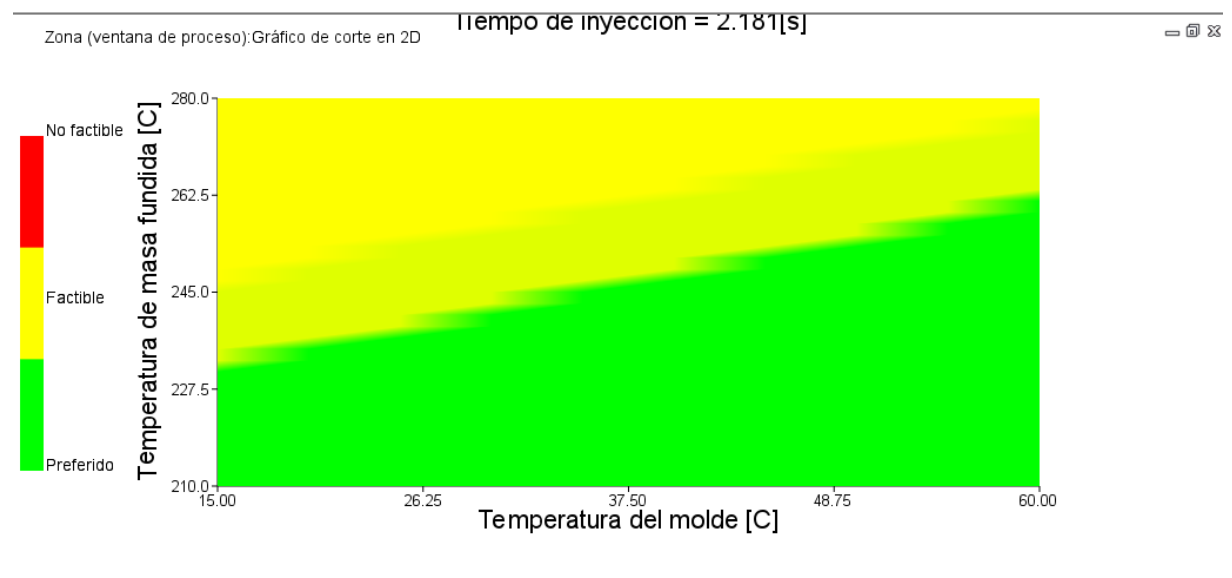


Ilustración 140 Tempos de inyección mas rápidos y lentos

Otra forma de estudiar los mejores parámetros de inyección es observando la pantalla de “Calidad”.

Pulsando el botón de la derecha del ratón sobre “Calidad” aparece una pantalla y pulsamos “propiedades” aparece un gráfico en el que podemos cambiar tres variables (Temperatura de molde, Temperatura de la masa y Tiempo de inyección), y observar ¿qué valores dan mayor calidad de inyección. Figura 34. En nuestro caso Temperatura de molde sobre 40°C, Temperatura de la masa 220.3°C y Tiempo de inyección 1.22s dan una calidad de 0.92.

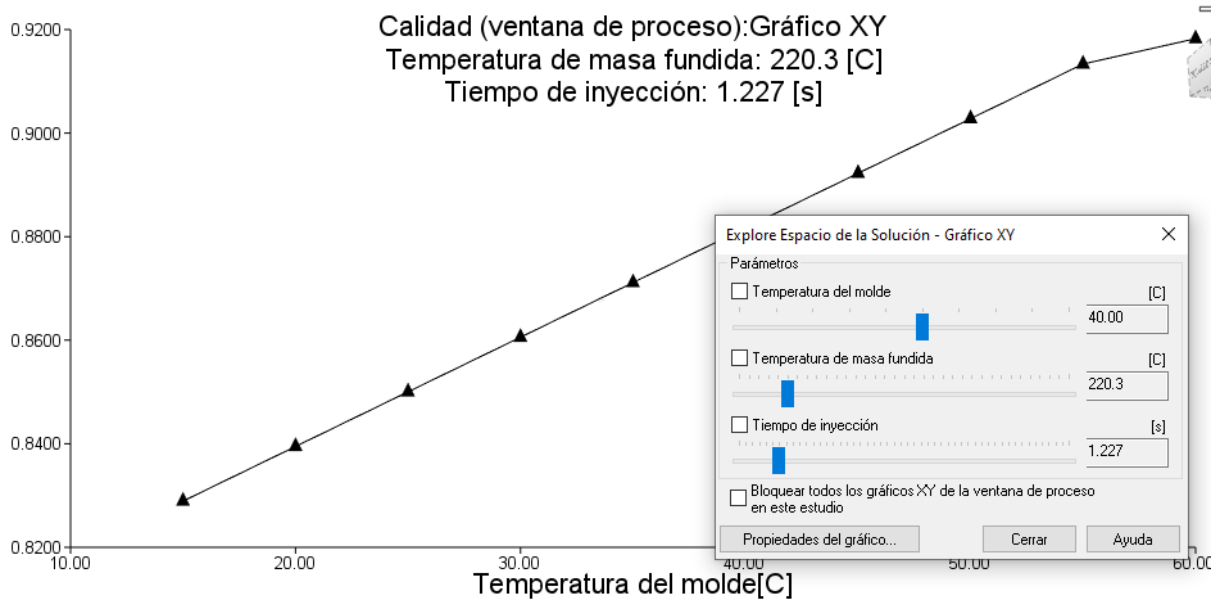


Ilustración 141 Ventana de proceso de calidad

Ahora solo queda simular con estos tres tiempos y compara los resultados.

Para ello en “Tareas” cambiamos el estudio de “Ventana de proceso” por “Llenado”

En configuración de proceso cambiamos Temperatura de molde a **40°C**, Temperatura de masa fundida a **220.3°C** y Tiempo de inyección **1.227s** y (podemos dejar ella conmutación velocidad / presión en 95% y el control de compactación al 80%.

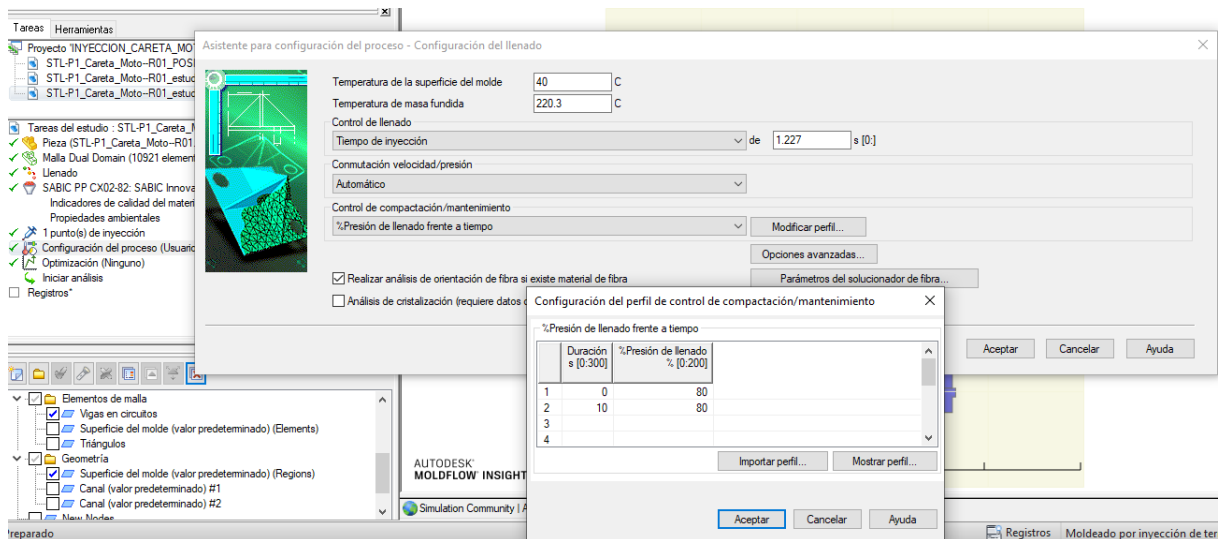


Ilustración 142 Configuración del proceso

En los resultados, Ilustración 139, se puede observar como el tiempo de llenado es de 1.38 en vez de los 1.22 programados. Esto es debido a que la máquina está llenando a su máxima capacidad 216.5 cm³/s. Esto se puede ver en los registros, figura 36

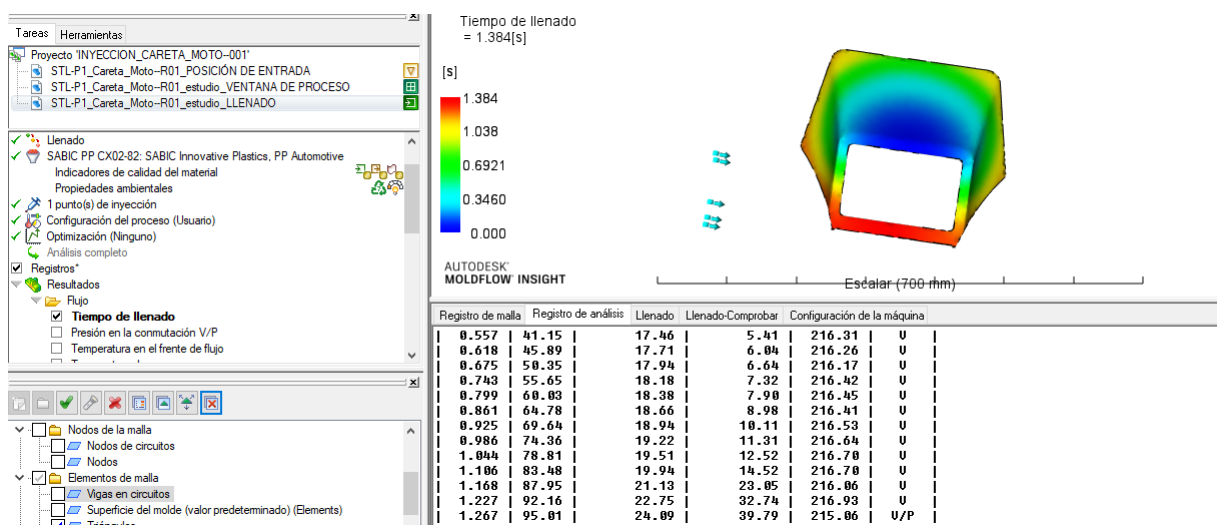


Ilustración 143 Registro de los resultados

1º: En configuración de proceso cambiamos Temperatura de molde a **40°C**, Temperatura de masa fundida a **220° C** y Tiempo de inyección **0.83** y (podemos dejar ella conmutación velocidad / presión en 95% y el control de compactación al 80%.

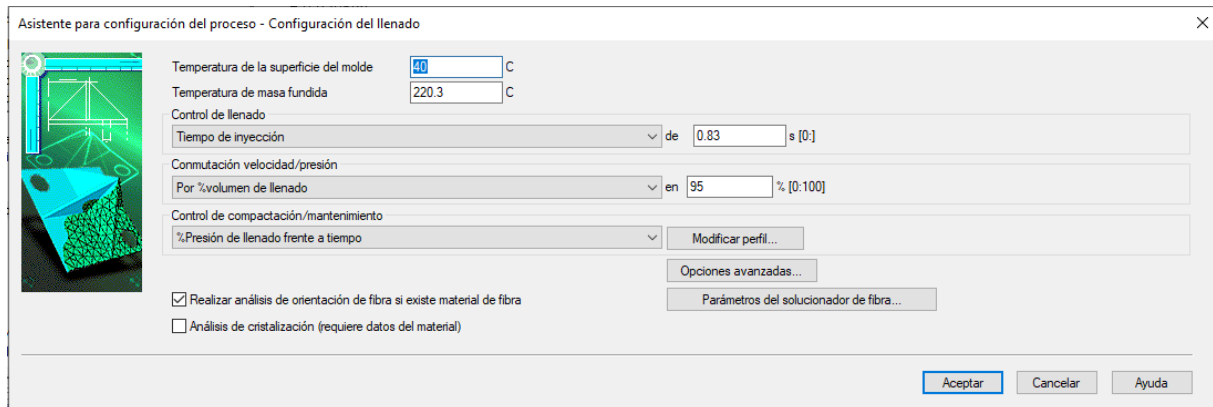


Ilustración 144 Configuración del llenado 1

2º: Hacemos el estudio para un tiempo de inyección de 2.18s

Ahora podemos hacer la comparación entre los tiempos de inyección utilizando la siguiente tabla. Para rellenarla se pueden ver los valores en "Resultados" o en el "registro" en "Resumen de resultados de la fase de llenado para la pieza".

| Tiempo de inyección | Teórico | 0.83 | 1.22 | 2.18 |
|---|---------|---------|--------|--------|
| Fuerza de cierre de máquina (Toneladas) | 453 | 58.67 | 52.15 | 42.26 |
| Presión de inyección (Mpa) | 156 | 26.28 | 24.09 | 21.38 |
| Velocidad de cizalla máximo percentil 95 | 16346 | 1152.97 | 668.39 | 290.87 |
| Tensión de cizalla máxima percentil 95 | 0,2194 | 0.1894 | 0.1662 | 0.1345 |
| Temperatura percentil 95 | 180-300 | 224.53 | 223.64 | 222.47 |
| Máxima dif de T del frente de avance (°C) | | 0.95 | 1.34 | 2.59 |
| Resultado | | X | | |

De todos los tiempos se selecciona 0.83s que es el más rápido y cumple con el resto de parámetros.

II. VELOCIDAD DEL USILLO

En nuestro caso no hay problema de alta Tensión de cizalla. Ha salido 0.219 a los 0.042s por lo que no haría falta modificar el perfil de velocidad del husillo.

Pero se va a simular la inyección con el perfil de velocidad del pistón que se recomienda. Se puede ver en los resultados o en el registro.

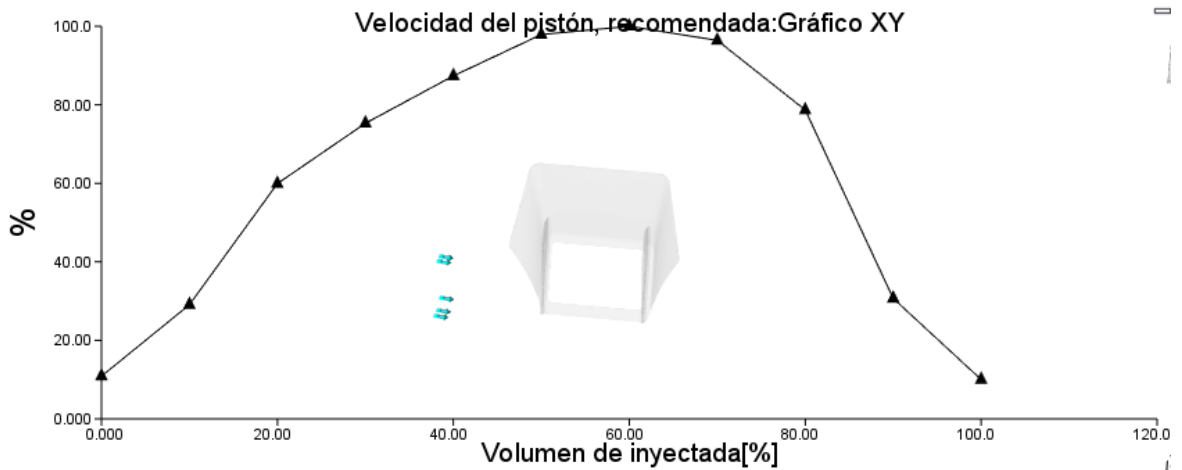


Ilustración 145 Gráfica velocidad del pistón

Los datos del perfil de velocidad se introducen en “Configuración del proceso” en “control de llenado”, se elige “Perfil de velocidad de pistón relativa” se elige “% velocidad de flujo frente a % volumen de inyectada” y se Modifica el perfil. Pero los resultados son idénticos a los obtenidos con perfil constante.

Llenado-Comprobar Registro de análisis Llenado Registro de malla

Fuerza máxima de cierre: durante el llenado
Perfil de velocidad del pistón recomendado (rel):

| %Volumen de inyectada | %Velocidad de flujo |
|-----------------------|---------------------|
| 0.0000 | 31.5510 |
| 3.2186 | 31.5510 |
| 20.0000 | 63.5268 |
| 30.0000 | 78.2978 |
| 40.0000 | 90.3418 |
| 50.0000 | 90.5595 |
| 60.0000 | 90.6852 |
| 70.0000 | 91.4192 |
| 80.0000 | 92.2294 |
| 90.0000 | 100.0000 |
| 100.0000 | 52.0813 |

El frente de la masa fundida está totalmente en la ca

Configuración del perfil de control de llenado

%Velocidad de flujo frente a %volumen de inyectada

| %Volumen de inyectada % [0:100] | %Velocidad de flujo % [0:100] |
|---------------------------------|-------------------------------|
| 0 | 31 |
| 20 | 63 |
| 30 | 80 |
| 40 | 90 |

Importar perfil... Mostrar perfil...

Referencia
 Tiempo de inyección nominal de [0.4] s [0]

Volumen de la carrera
 Automático

Aceptar Cancelar Ayuda

Ilustración 146 Perfil del llenado

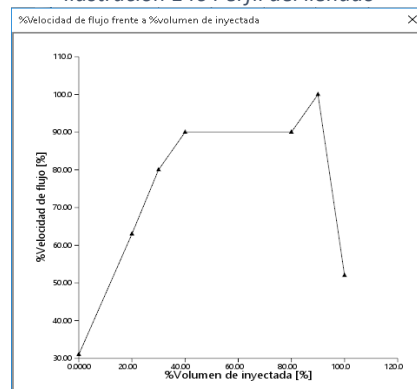


Ilustración 147 Gráfica Velocidad de flujo frente Volumen inyectada

III. TEMPERATURA DEL PLÁSTICO

No se va a modificar, se mantiene la recomendada por el fabricante, ya que no hay ningún problema de inyección si hubiera problemas de fluidez, se aumentaría la temperatura.

IV. SWITCH-OVER

No se varia lo dejamos al 95% en todo el estudio, ya que su variación no comporta cambios visibles y su implementación en la máquina es muy difícil.

4.1.3.- SIMULACIÓN DE LA COMPACTACIÓN

En el estudio de la compactación:

1º Hay que buscar la presión de compactación mas adecuada para que en la pieza no haya subidas y bajadas de presión en el llenado.

2º Hay que buscar que la diferencia de presiones dentro de la pieza sea mínima, para que las deformaciones sean mínimas.

3º Hay que determinar el tiempo en el cual dejamos de compactar, ya que no tiene sentido compactar cuando la pieza ya esta sólida.

1º Llenado homogéneo.

V. % DE PRESIÓN DE COMPACTACIÓN

Seguimos trabajando con los datos de material PP Genérico, a la Temperatura de inyección 220°C, la temperatura de la superficie del molde a 40°C, el punto de Switch-over al 95% de volumen y la presión de compactación al 80%.

Se aconseja hacer una copia del estudio y en "Tareas del estudio" sobre "Llenado" hacemos doble clic y seleccionamos "Llenado + compactación" y simulamos con un tiempo de compactación relativamente corto para observar las curvas de presión por ejemplo 3s.

En "Tareas de estudio" / "Resultados" / "Flujo" hacemos clic en el botón de la derecha del ratón y hacemos un "Nuevo gráfico" elegimos "Presión" y "gráfico XY" y aceptar. Tocamos un punto inferior del bebedero y varios puntos de la pieza (salen puntos negro, rojo, azul, oro y rosa) y observamos la gráfica de la ilustración 148.

Se realiza lo mismo con 90% y 100%. Ilustración 149 y 150 respectivamente.

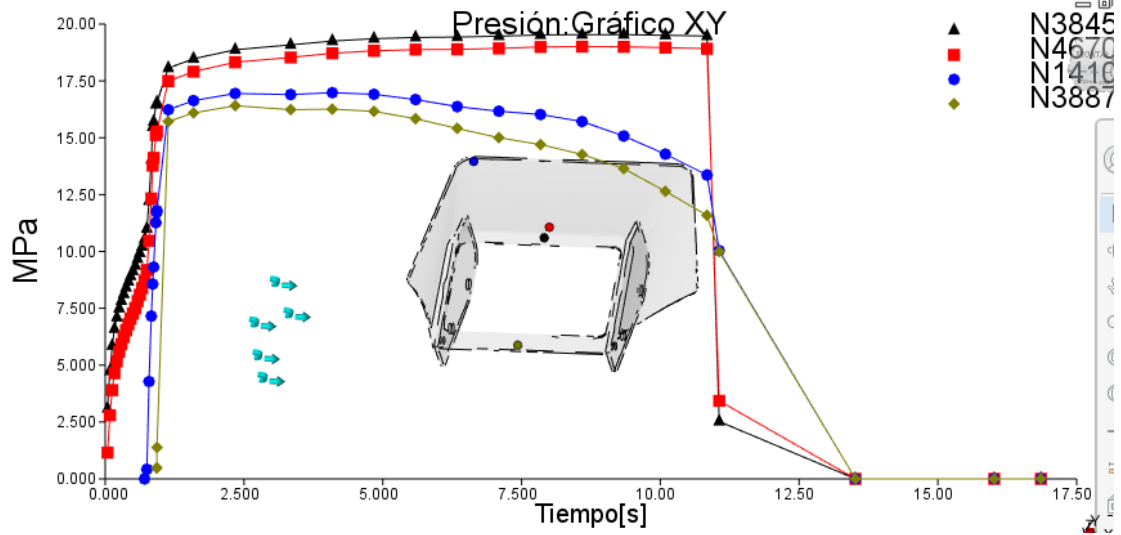


Ilustración 148 Presión de compactación con 80 %

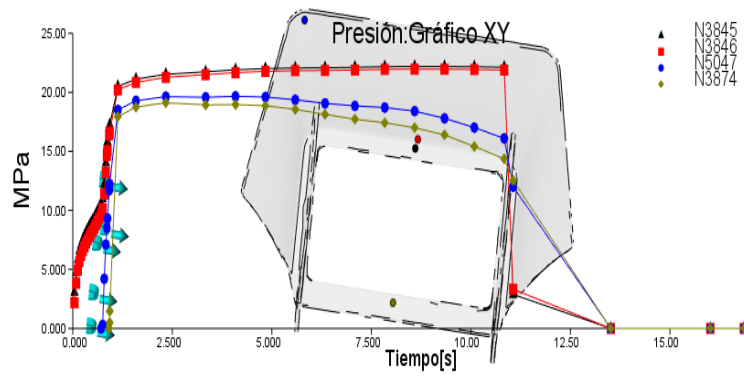


Ilustración 149 Presión de compactación con 90 %

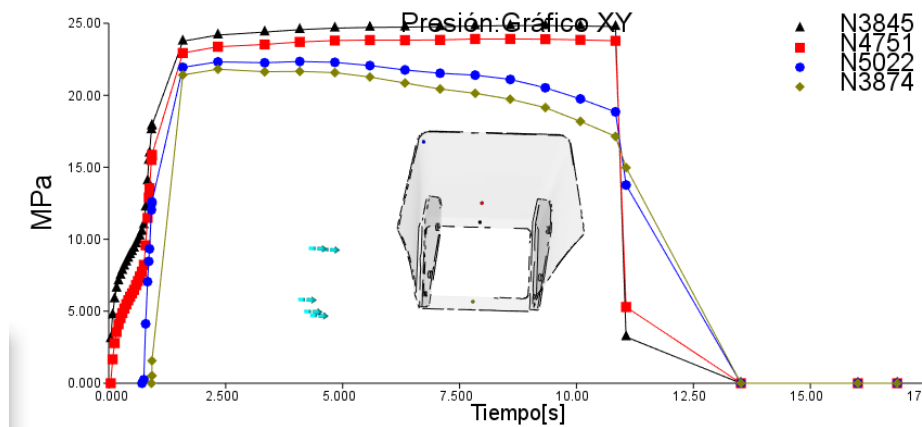


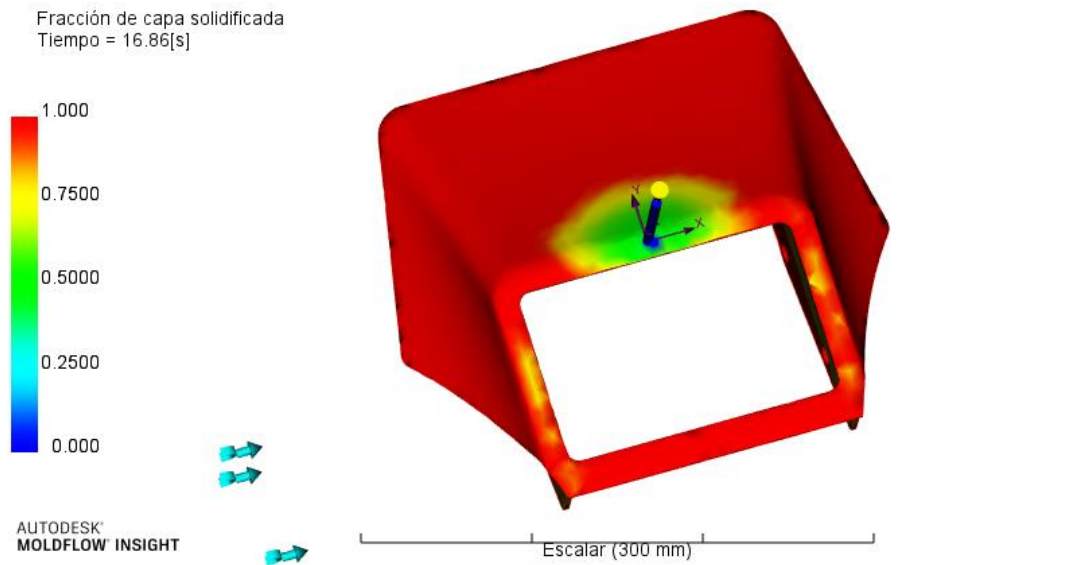
Ilustración 150 Presión de compactación con 100 %

En la ilustración 148 se observa un vaivén en la presión que no es bueno, en la 149 es más atenuado y en la 150 desaparece, pero la presión de inyección es la más alta. Según a la vista de estas graficas compactar al 100% es la mejor opción.

VI. TIEMPO DE COMPACTACIÓN

3º Tiempo en el cual dejamos de compactar.

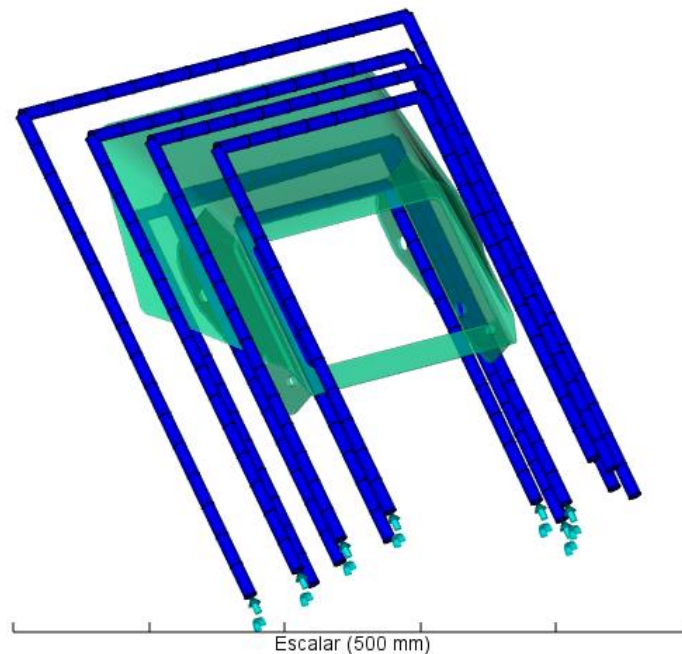
Primero se va a simular un tiempo de compactación de 20 segundos y a partir de ahí ver el tiempo mínimo. Lo más interesante es ver cuando se solidifica la entrada de la pieza o la misma pieza. Para ello hay que observar el "Tareas del estudio" / "Resultado" / "Flujo" / "Fracción de capa solidificada". En nuestro caso, Ilustración 151 se solidifica la pieza antes que el bebedero a los 16.86 segundos desde el inicio. Es decir, que hay que compactar 16 segundos.



Ilustraci3n 151 Tiempo m3nimo que se solidifica la entrada de la pieza

4.1.4.- SIMULACI3N DE REFRIGERACI3N

Se crea un sistema de refrigeraci3n como el de la ilustraci3n 152.



Ilustraci3n 152 Sistema de refrigeraci3n

En "Tares del estudio" cambiamos a "Llenado + compactaci3n + refrigeraci3n + llenado + compactaci3n".

En "Tares del estudio" / "Configuraci3n del proceso" cambiamos a 12 segundos el compactado

sobre e introducimos un tiempo de refrigeración de 5 segundos. La temperatura del refrigerante se puede dejar a 25°C, ilustración 150. Se deja la “Temperatura de la masa fundida” en 220° C y el “Tiempo de molde abierto” en 3 segundos. Ilustración 154. Se inicia el análisis.

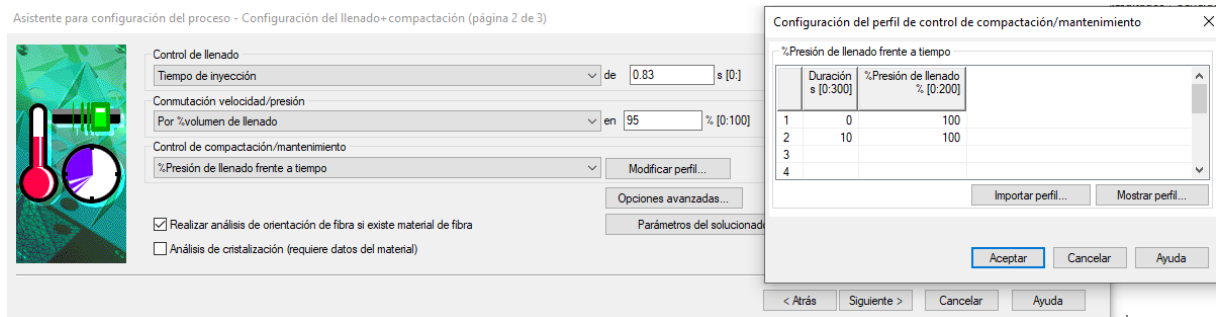


Ilustración 153 Configuración perfil de compactación

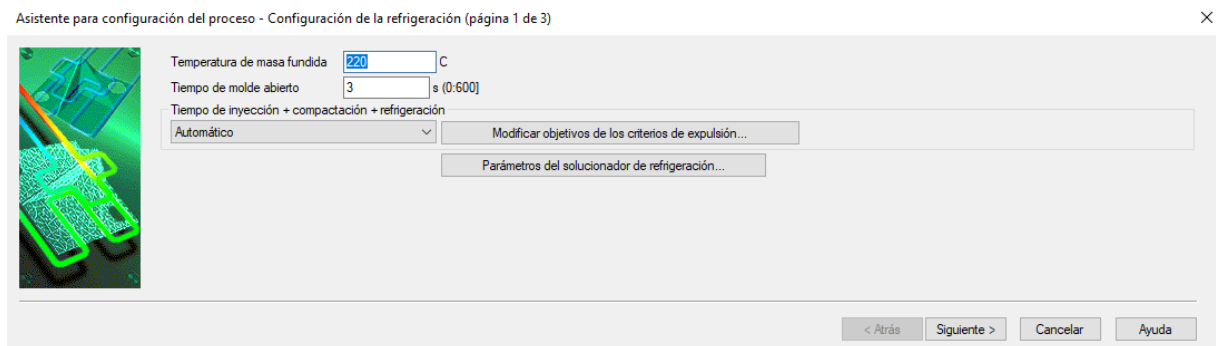


Ilustración 154 Configuración de la refrigeración

VII. TIEMPO DE REFRIGERACIÓN

El tiempo de refrigeración comienza en el momento en el que el plástico fundido entra en el molde y acaba en el momento que se abre el molde.

El tiempo para expulsar pieza es aquel en el que la pieza alcanza la temperatura de expulsión, que en nuestro caso es de 124°C. En la ilustración 155 aparece un tiempo para alcanza la temperatura de 41.48 segundos. Como está por debajo del tiempo de compactación, se deja el de compactación como bueno y se fija el tiempo de refrigeración en 2 segundos, justo para que la máquina inyectora cargue el material.

Tiempo para alcanzar la temperatura de expulsión, pieza
 = 41.48[s]

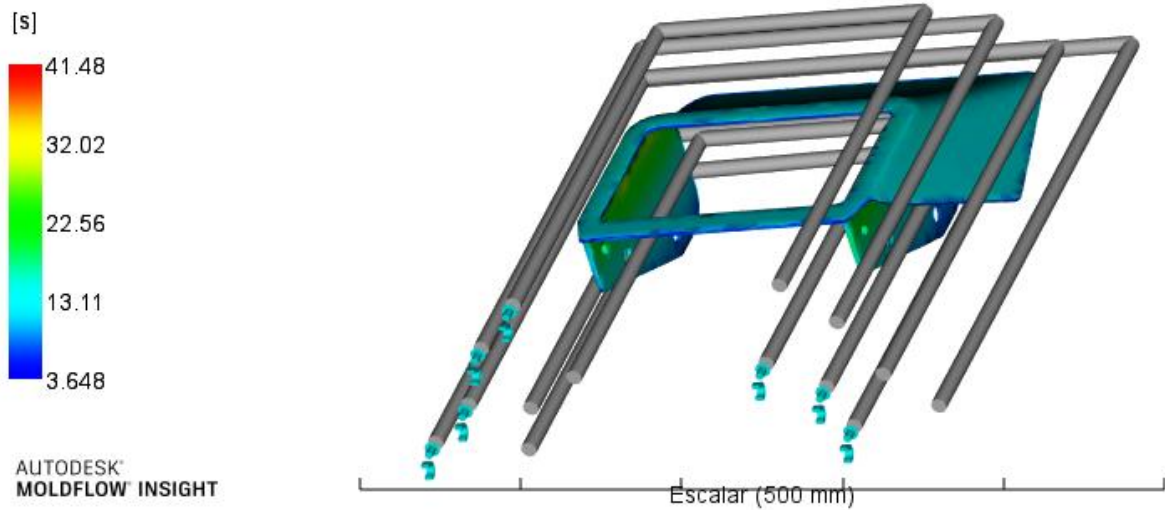


Ilustración 155 Tiempo para alcanzar la temperatura de expulsión

Elegimos un tiempo de ciclo de 44.48 segundos: 0,83 de llenado, 16 de compactación, 24.65 de refrigeración y 3 de molde abierto.

Se vuelve a lanzar el análisis y por último se revisan las pantallas anteriores para que todo esté bien.

VIII. TEMPERATURA DEL FLUIDO REFRIGERANTE

El estudio está realizado para 25° C y esta variable no se va a cambiar, ya que sale un flujo de 3,3 litro por minuto del refrigerante, un dato normal.

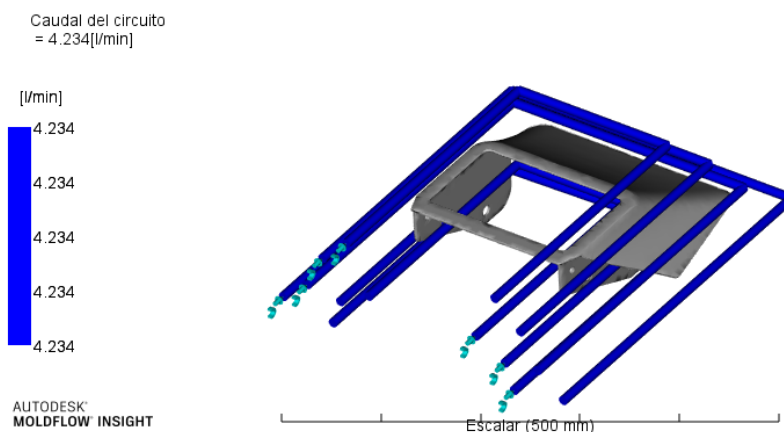


Ilustración 156 Caudal circuito de refrigeración

Un dato que revisar es la temperatura media de la pieza. En nuestro caso hay una diferencia de 70.72°C debido en parte a la mala refrigeración. Esta demasiado pagada a la pieza.

Otra pantalla es la posición de la temperatura máxima de la pieza, ilustración 158.

Temperatura media, pieza
= 111.0[C]

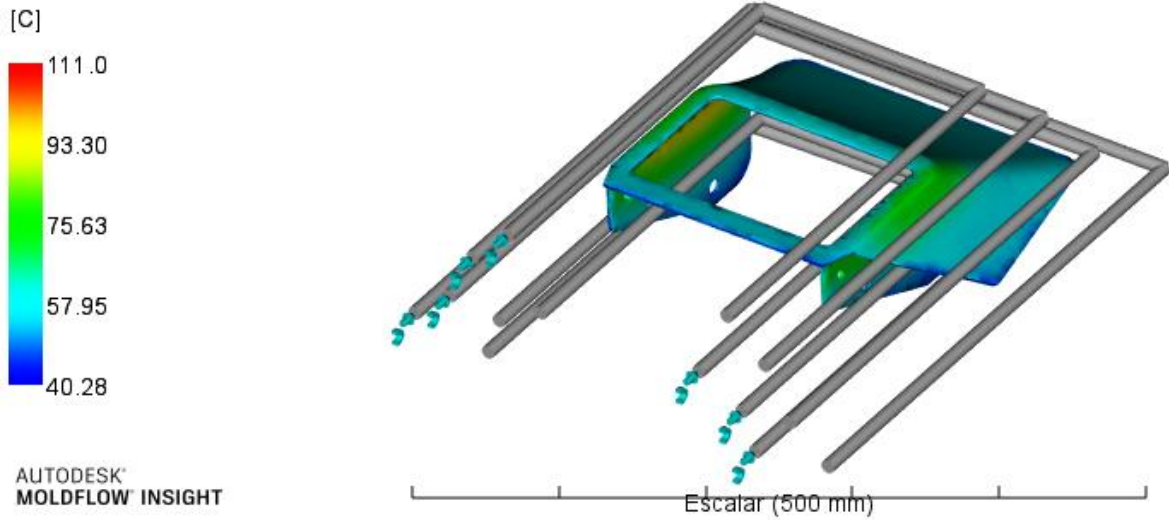


Ilustración 157 Temperatura media de la pieza

Temperatura, máxima, pieza
= 137.7[C]

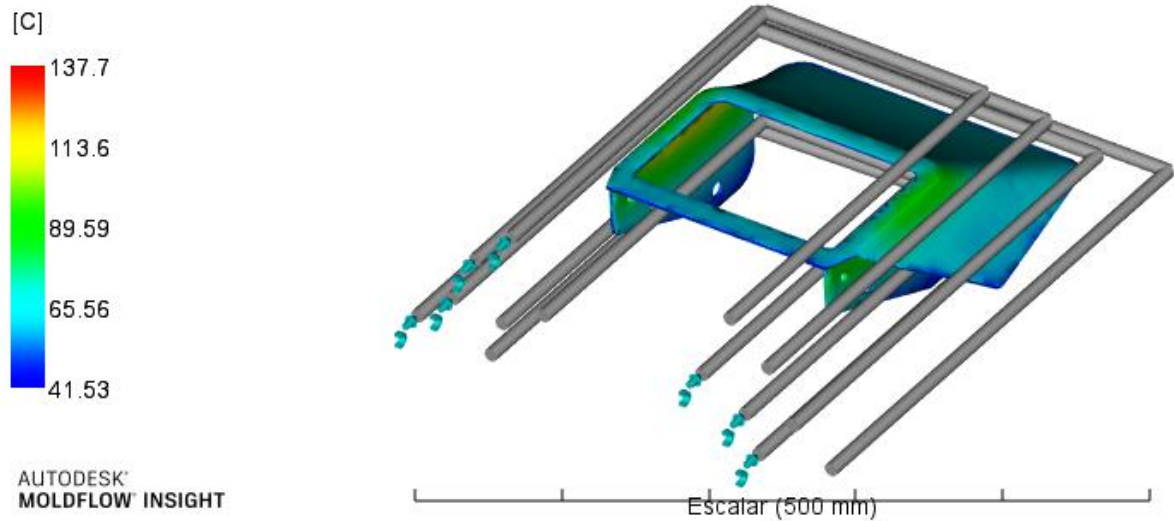


Ilustración 158 Temperatura máxima de la pieza

| Resumen de los datos: | |
|--|--------------|
| Tiempo se inyección (s) | 0,83 |
| Perfil de velocidad variable | No |
| Temperatura del plástico (° C) | 220 |
| Swich-over (%) | 95 |
| % de presión de compactación (%) | 100 |
| Tiempo de compactación (s) | 16 |
| Tiempo de enfriado (s) | 24.65 |
| Tiempo molde abierto (Abrir + expulsar + cerrar) | 3 |
| Tiempo total del ciclo (s) | 44.48 |
| Temperatura del fluido refrigerante (° C) | 25° |
| Temperatura de superficie del molde (° C) | 40° |
| Temperatura ambiente (° C) | 25° |
| Resumen de resultados: | |
| Presión máxima de compactación (MPa) | 25,6 |
| Tiempo de solidificación de pieza (s) | 15,50 |
| Máxima diferencia de temperaturas media de la pieza (° C) (111° C y 40.3° C) | 70.7 |
| Diferencia de temperatura del circuito (° C) | 2.21 |
| Caudal del circuito de refrigeración (litros/min) | 4.23 |

4.1.5.- DEFORMACIONES Y CONTRACCIONES EN LA PIEZA

En “Tareas del estudio” sobre “Llenado + compactado + refrigeración ...” hacemos doble clic y seleccionamos “Llenado + compactado + refrigeración + llenado + compactado + deformación” y simulamos.

En “Tareas del estudio / resultados / deformación / deflexión, todos los efectos: deflexión” observamos que la deformación en ese eje es de $5.31 + 1.43 = 6.74$ mm.

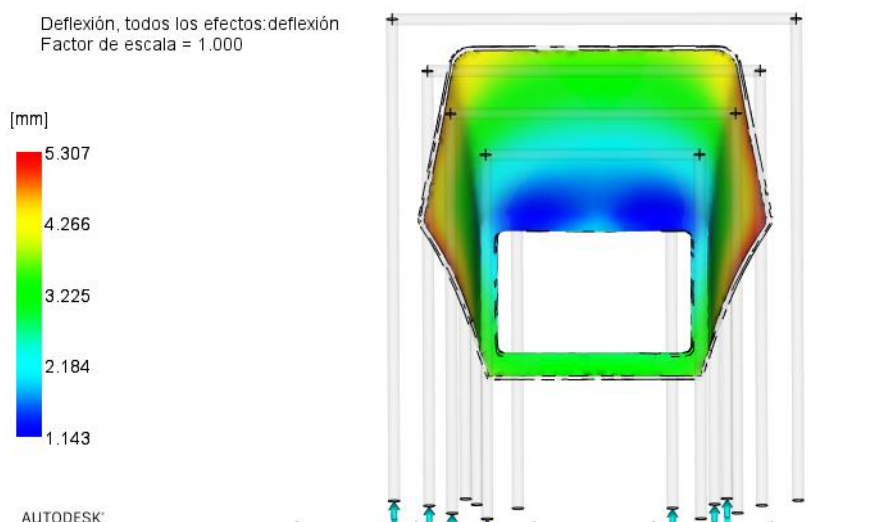


Ilustración 159 Deflexión de la pieza

En “Tareas del estudio / resultados / deformación / deflexión, todos los efectos: componente X” observamos que la deformación en ese eje es de $4.92 + (5.198) = 10.118$ mm.

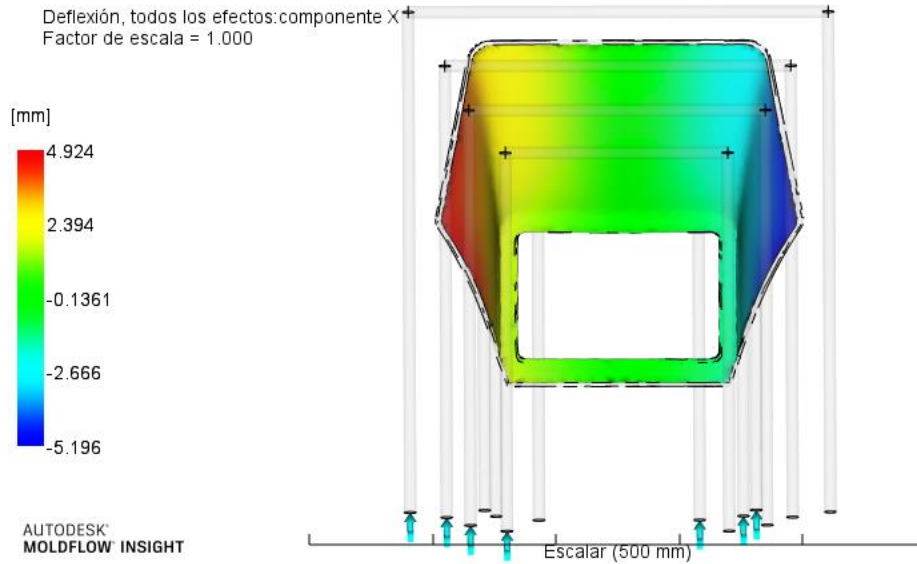


Ilustración 160 Deflexión en eje X

En “Tareas del estudio / resultados / deformación / deflexión, todos los efectos: componente Y” observamos que la deformación en ese eje es de $3.35 + (3.50) = 6.85$ mm.

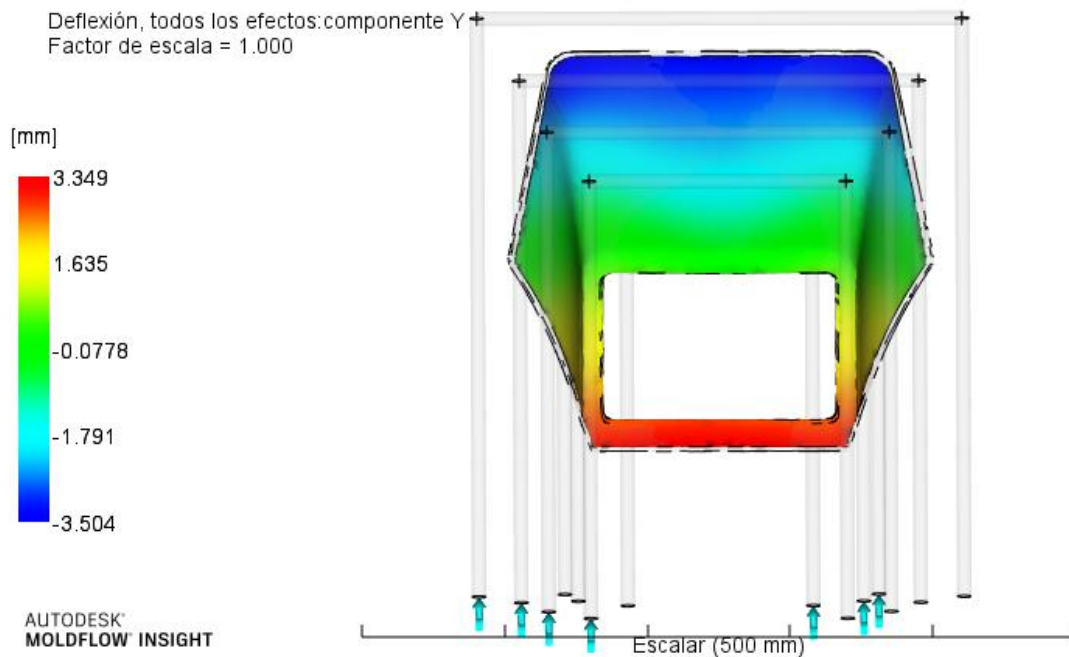
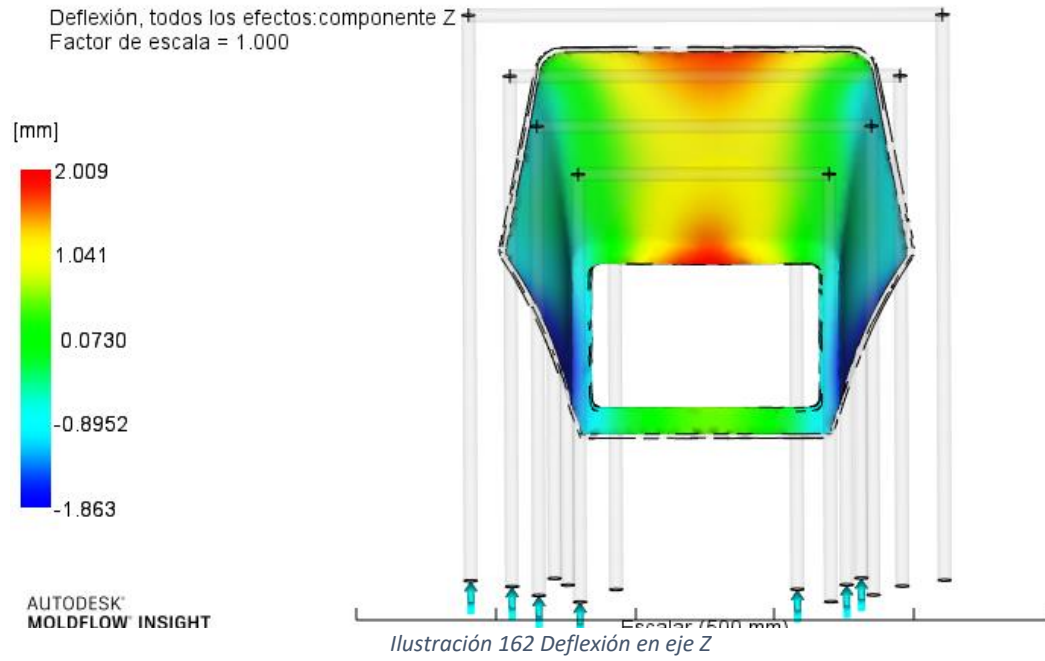


Ilustración 161 Deflexión en eje Y

En "Tareas del estudio / resultados / deformaci3n / deflexi3n, todos los efectos: componente Z" observamos que la deformaci3n en ese eje es de $2.01 + (1.86) = 3.87$ mm.



5.- PROCESO DE FABRICACIÓN

5.- PROCESO DE FABRICACIÓN

En este apartado se procederá a estudiar la manera en que se fabricará el molde, es decir, que proceso se realizará para obtener las placas con el diseño obtenido anteriormente. Además, se ha incluido en Este apartado el prototipado de la pieza, ya que se producirá una pieza a escala o en tamaño real que tal vez pudiera ser el resultado final, utilizando la impresión 3D como modo de fabricación, aunque simplemente utilizaremos este proceso para realizar el prototipo de la careta de la motocicleta.

A continuación, en el segundo punto se observará el proceso seleccionado para fabricar las piezas del molde.

5.1- PROTOTIPADO DE LA PIEZA

En este apartado se va a llevar a cabo un punto esencial en el diseño de la pieza junto a su molde. Se trata del prototipado de la pieza el cual nos ayuda a comprobar de manera física el resultado del diseño de la pieza, pudiendo situarla en su ubicación real como es la motocicleta y integrar sus componentes para ver que todo encaja como se había planteado en un principio.

El prototipo de la careta es esencial para ver que no hay ningún error de diseño. De esta manera se ha procedido a realizar la pieza con impresión 3D.

La impresión 3D ha ayudado a mejorar muchos aspectos de la industria debido a que su tecnología de adición de material puede reproducir con todo detalle formas complejas que de otra manera resultaría imposible. Además, el coste de este tipo de manufactura se ha economizado bastante durante los últimos años, cosa que permite a muchos poder disfrutar de dicha tecnología.

La impresora que disponemos para realizar los prototipos es una “Crality Ender 3 Pro”.



Ilustración 163 Impresora Crality Ender 3 Pro

En nuestro caso, en primer lugar se ha decidido imprimir el Faro LED 4x6 a escala real para poder tener una idea de sus dimensiones y forma sin tener que compararlo de primeras.

Así pues, se ha diseñado un prototipo de faro y se ha procedido a imprimirlo a escala real.

Para poder realizar la impresión se debe de introducir la pieza con un archivo .STEP en la aplicación CURA, la cual sirve para transformarlo en archivo Gcode. La impresora será capaz de leer este archivo y reproducir la pieza siguiendo las coordenadas y imprimiendo por capas.

Para poder optimizar la impresión y utilizar el mínimo de material y el menor tiempo se han preparado 3 tipos de impresiones cambiando la altura de capa, un factor que afecta al tiempo directamente. Además, como simplemente es un prototipo y no requiere de ningún esfuerzo físico se ha decidido imprimirlo con el menor relleno posible para gastar demasiado material. Se ha seleccionado un 2% de la densidad del relleno. Las características introducidas para imprimir el faro son las siguientes:

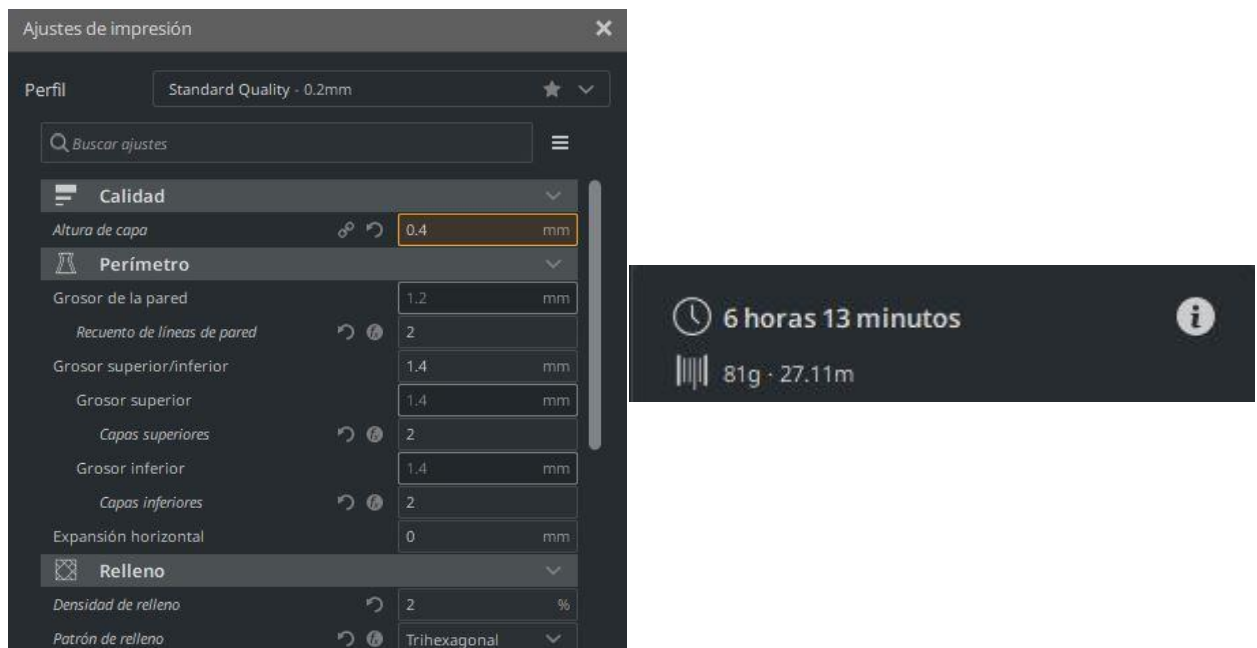


Ilustración 164 Impresión - Altura de capa 0.4 - T: 6h13min

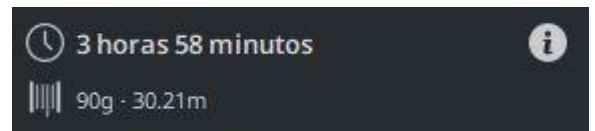
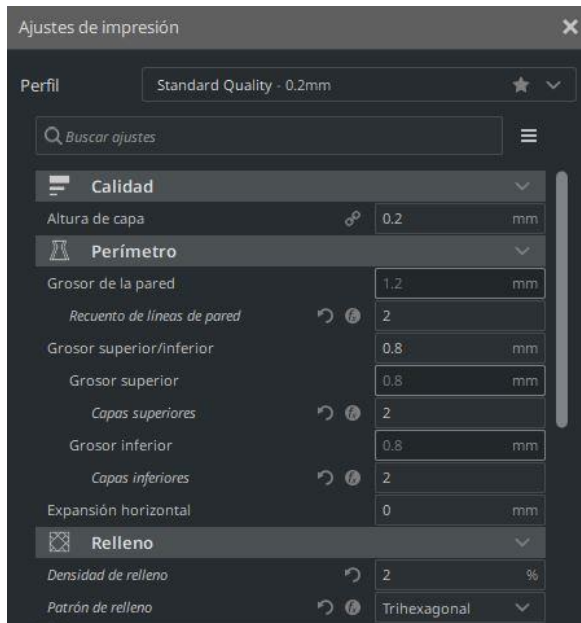


Ilustración 165 Impresión - Altura de capa 0.2 - T: 3h 58min

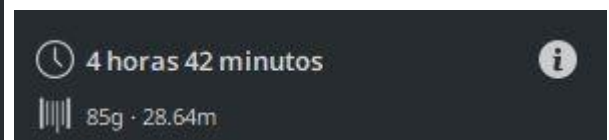
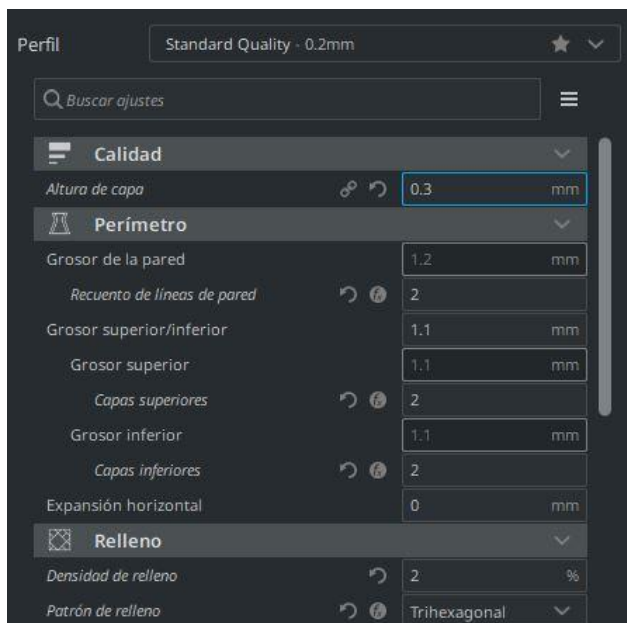


Ilustración 166 Impresión - Altura de capa 0.3 - T: 4h42min

Como podemos comparar en las ilustraciones anteriores, la altura de capa es un factor que influye mucho con el tiempo. Tras haber realizado tres segmentaciones con diferente altura, la que menos tarda y consigue un resultado muy similar es la altura de capa de 0.2 mm, que será la elegida finalmente para la impresión del faro a escala real. A continuación, se muestra el resultado obtenido.



Ilustración 167 Impresión 3D - Faro led

Por otro lado, una vez se ha tenido diseñada la careta, para poder comprobar que estaba todo correcto y era compatible para ser inyectada con el molde, se ha decidido imprimir. Debido a que la careta tiene unas medidas un poco más grandes que la cabina de impresión, se ha imprimido a escala.

En primer lugar, se le ha aplicado una escala del 50%. De esta manera se ha obtenido un tiempo de impresión de 3 horas y 54 minutos.

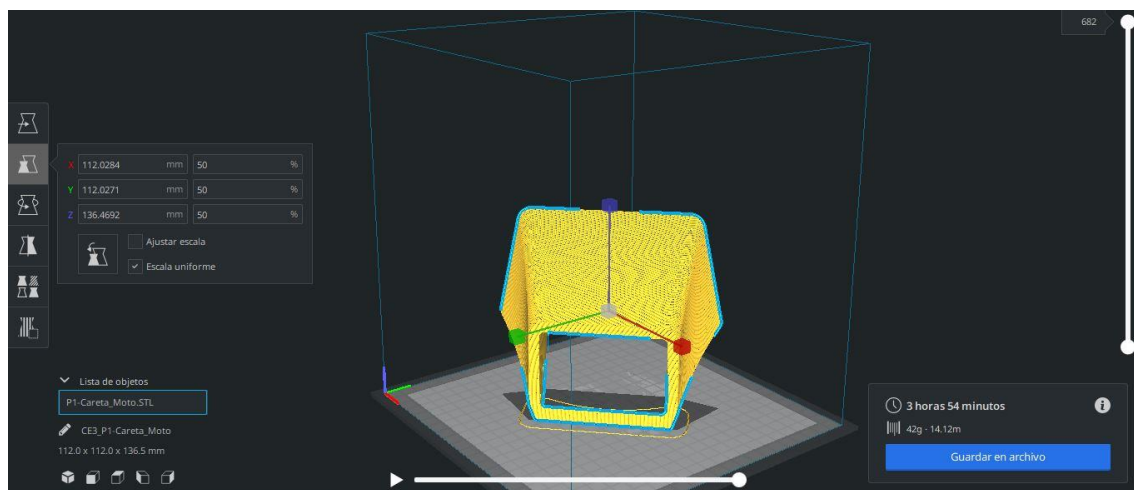


Ilustración 168 Escala 50 % - Careta Moto

Ya que no iban a coincidir las medidas con el real y simplemente era un prototipo para observar el resultado, se ha reducido al 30% para obtener un resultado menor, de esta manera el tiempo obtenido ha sido de 1 hora y 37 minutos.

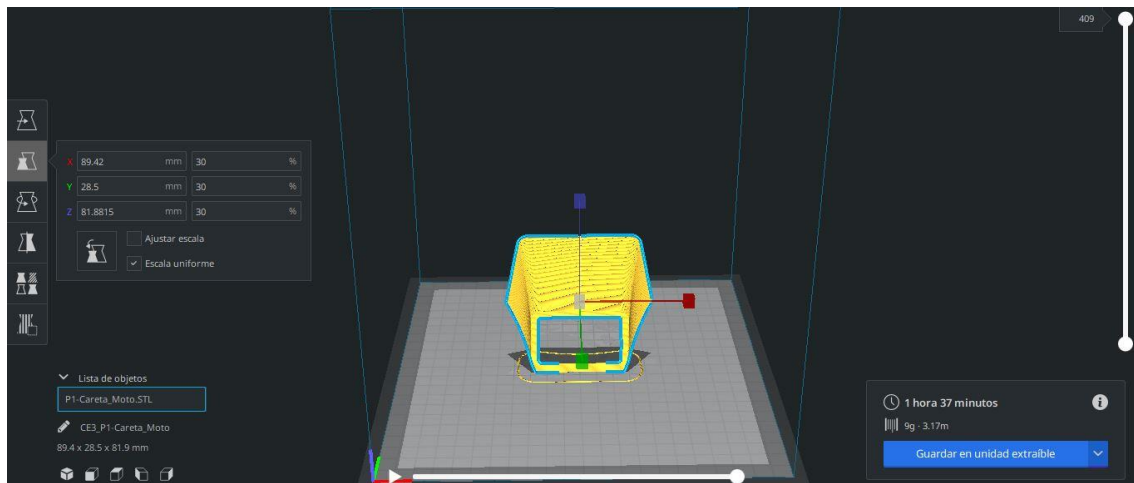


Ilustración 169 Escala 30 % - Careta Moto

Por otro lado, el ajuste de impresión ha sido el siguiente.

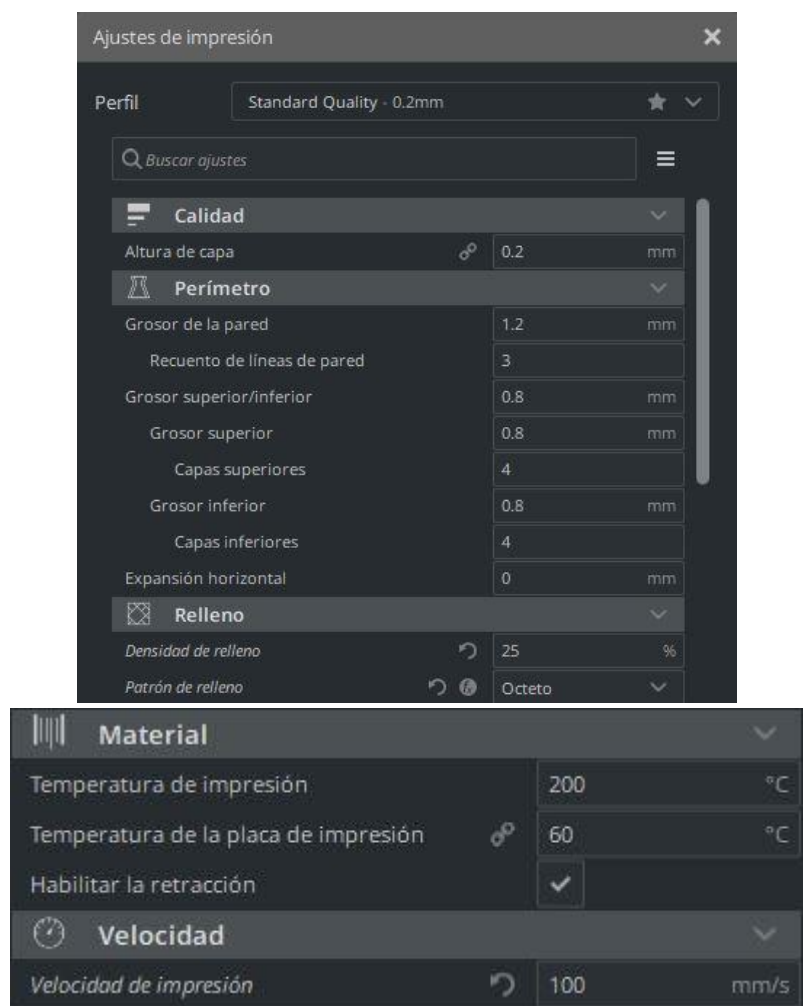


Ilustración 170 Ajuste de impresión - Careta Moto

De esta manera se ha obtenido el siguiente resultado:

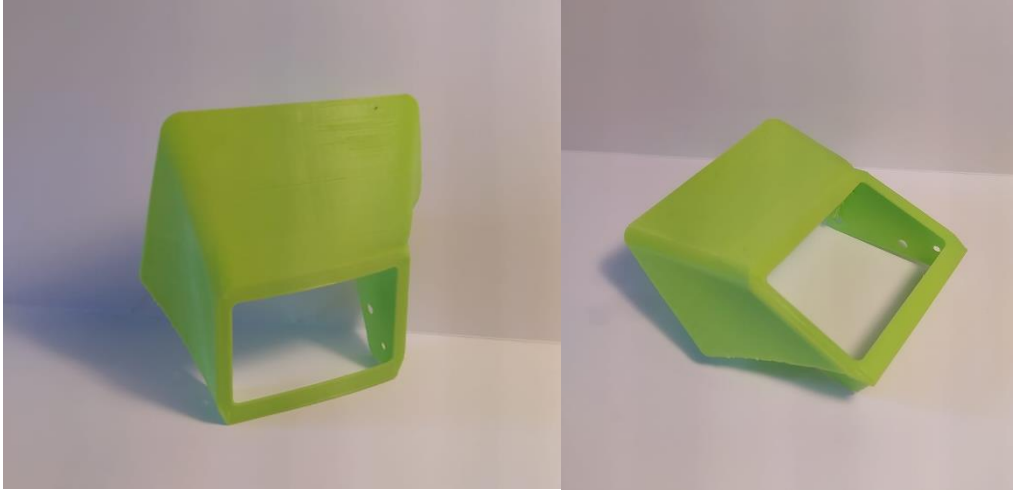


Ilustración 171 Prototipo de la Careta para motocicleta

5.2.- PROCESO DE MECANIZADO DE LAS PLACAS

5.2.- PROCESO DE MECANIZADO DE LAS PLACAS

Para realizar el molde, aparte de su diseño y las simulaciones previas de la inyección, también se debe mirar cuál será su proceso de fabricación. En cuanto a las placas se refiere, son los elementos más importantes del molde y los que conllevan un mayor trabajo de fabricación. De esta manera el proceso a lo que se le debe someter a las placas es un mecanizado por medio de una maquina CNC. La terminología CNC significa el “control numérico por computadora”. Es la misma técnica que utiliza una maquina 3D, pero esta está diseñada para desbastar y arrancar material por medio de fresadoras y taladros hasta conseguir reproducir la pieza.



Ilustración 172 Mecanizado de placas

Las placas vienen con un tamaño, pero son placas macizas a las cuales se les tiene que hacer un mecanizado para conseguir las hendiduras y taladros que se han diseñado y el molde pueda ensamblarse con el resto de los elementos.

De esta manera, se va a realizar un ejemplo de cómo se debe de preparar un mecanizado de una placa. Para ello se ha realizado la preparación con la placa hembra del molde. Este proceso se debería repetir con el resto de las placas adaptándose a sus características.

Para poder preparar el mecanizado, se ha utilizado como software “MASTERCAM”. Es un programa fácil y intuitivo de utilizar que mantiene la profundidad de trabajos que requieren de un soporte para trabajos de lo más complicado.

Mastercam[®]

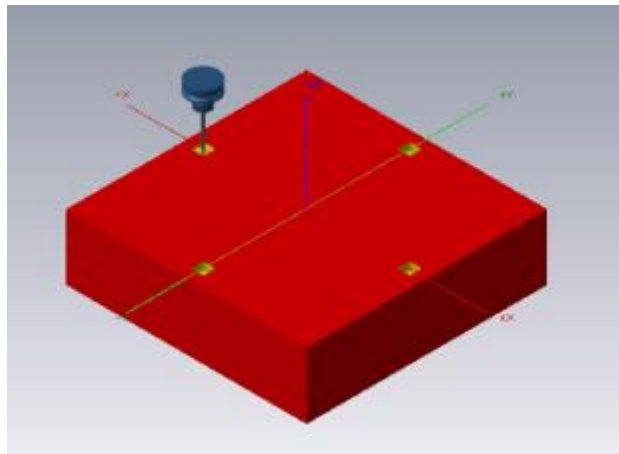
Ilustración 173 Software MasterCAM

Con el programa nombrado anteriormente se procede a realizar el archivo que posteriormente la máquina reproducirá según los parámetros que se hayan seleccionado.

Para el caso de nuestra "Placa Hembra" se han realizado un total de 13 operaciones hasta conseguir replicar la forma deseada con una tolerancia de 0.005 mm. A continuación, se enumerarán los tipos de operaciones realizadas con sus respectivas herramientas utilizadas para conseguir reproducir la cavidad.

En primer lugar, se ha decidido realizar la cavidad de los centradores rectos. Para ello, se ha seleccionado la operación "desbaste cajera". La herramienta seleccionada será una fresa Tórica M5 de radio 0.5 mm.

Con esto conseguiremos terminar los orificios ya que se ha dejado un Stock de 0.0. El stock significa la cantidad de material que dejamos en cada operación hasta llegar al material necesario.



ORIFICIOS CENTRADORES

OPERACIÓN:
Desbaste cajera

HERRAMIENTA:
Fresa Tórica M5

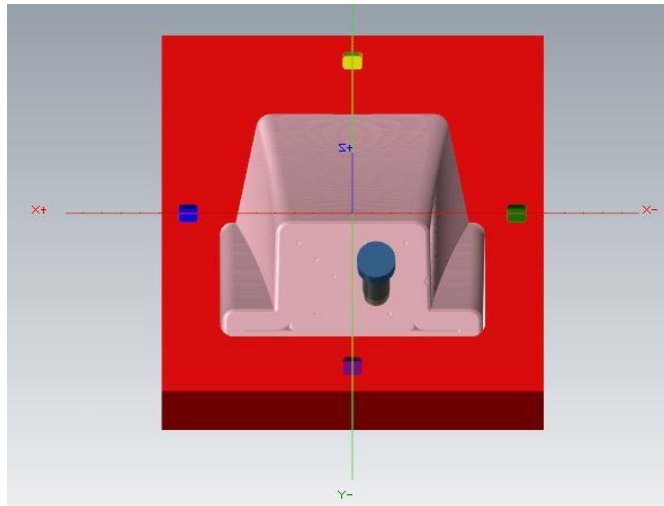
RADIO: 0,5 mm

STOCK: 0,0
TOLERANCIA: 0,005

DURACIÓN: 42 min 52 s

Ilustración 174 Operación orificios centradores

De esta misma manera se ha procedido a realizar el resto de las operaciones según la geometría de la placa. A continuación, se mostrará como antes una imagen del resultado de la operación junto a el tipo de operación y herramientas utilizado.



CAVIDAD HEMBRA

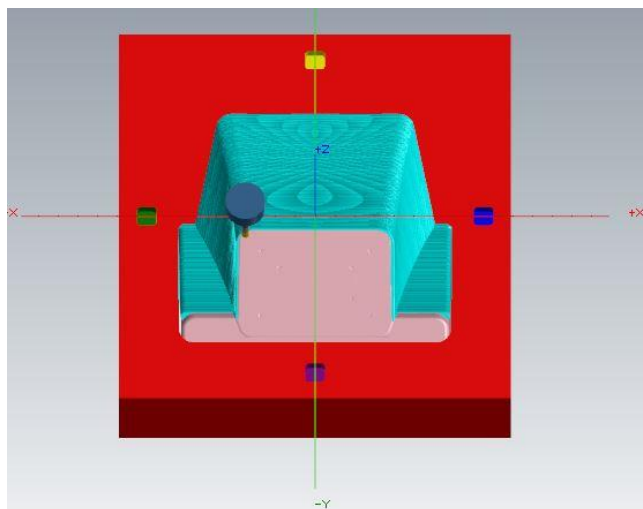
OPERACI3N:
5- Desbaste cajera

HERRAMIENTA:
Fresa T3rica M36
RADIO: 6 mm

STOCK: 1,0 mm
TOLERANCIA: 0,025

DURACI3N: 42 min 52 s

Il·lustraci3n 175 Mecanizado - Operaci3n 5



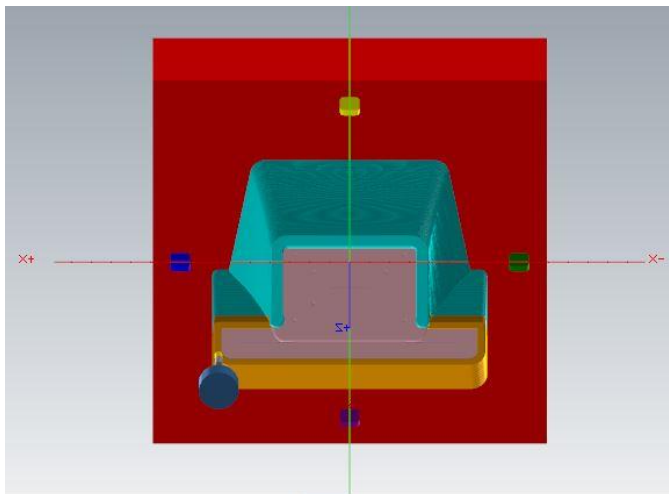
CAVIDAD HEMBRA

OPERACI3N:
6 - Contorno acabado

HERRAMIENTA:
Fresa T3rica M10
RADIO: 1 mm

STOCK: 0,0 mm
TOLERANCIA: 0,005

Il·lustraci3n 176 Mecanizado - Operaci3n 6



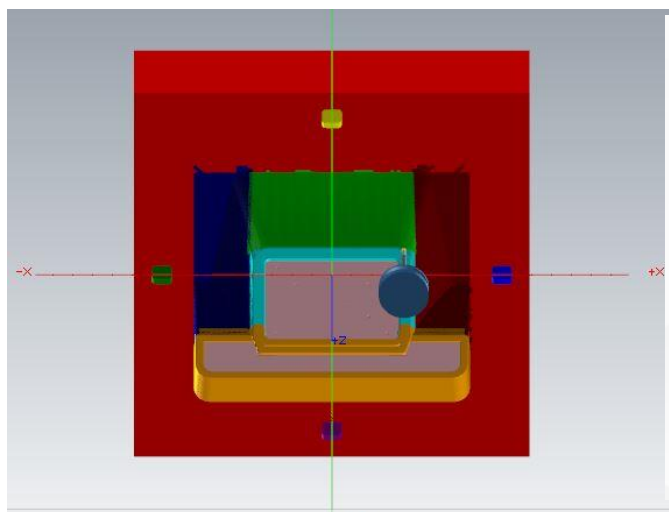
CAVIDAD HEMBRA

OPERACIÓN:
7 – Contorno acabado

HERRAMIENTA:
Fresa Tórica M10
RADIO: 1 mm

STOCK: 0,0 mm
TOLERANCIA: 0,005

Ilustración 177 Mecanizado - Operación 7



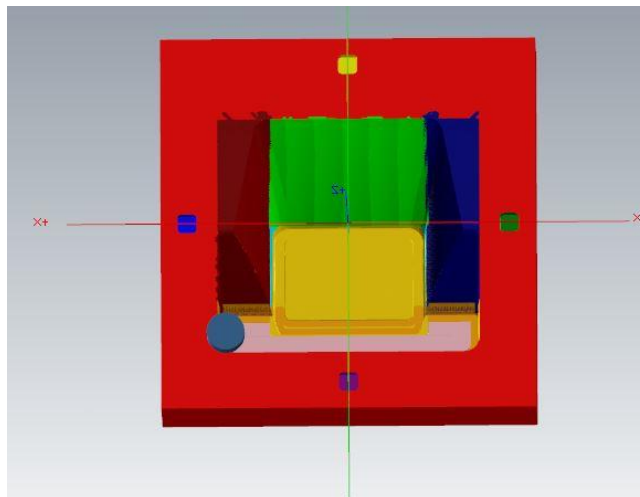
CAVIDAD HEMBRA

OPERACIÓN:
8, 9, 10 – Ráster

HERRAMIENTA:
Fresa Tórica M5
RADIO: 0,5 mm

STOCK: 0,0 mm
TOLERANCIA: 0,005

Ilustración 178 Mecanizado - Operación 8,9 y 10



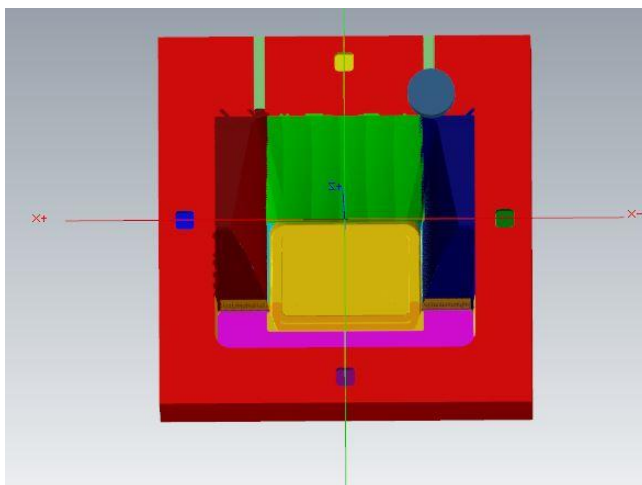
CAVIDAD HEMBRA

OPERACIÓN:
11 – Cajera desbaste

HERRAMIENTA:
Fresa Tórica M5
RADIO: 0,5 mm

STOCK: 0,0 mm
TOLERANCIA: 0,005

Ilustración 179 Mecanizado - Operación 11



CAVIDAD HEMBRA

OPERACIÓN:
12, 13 – Cajera desbaste

HERRAMIENTA:
Fresa Tórica M5
RADIO: 0,5 mm

STOCK: 0,0 mm
TOLERANCIA: 0,005

Ilustración 180 Mecanizado - Operación 12 y 13

6.- ESTUDIO ECONÓMICO

6.- ESTUDIO ECONÓMICO

En este apartado, se contemplará la parte económica del proyecto. Se realizará un estudio económico teniendo en cuenta los costes de producción y de fabricación, así como el coste del material utilizado y los componentes necesarios para la construcción del molde. Los datos que se reflejarán serán los más aproximado posible a la realidad, pidiendo información a empresas del sector.

6.1.- COSTE DE PRODUCCIÓN

En primer lugar, se van a considerar los costes de producción reales que tendría el molde en su tiempo de vida completo. El molde se ha diseñado para producir 40.000 unidades de la careta, cuyo ciclo de inyección es de 44.48 s. Con esta previsión podemos aproximar que el tiempo que se tardará en producir el total del lote serán 550 horas. Ahora bien, cotejando la información en empresas, el coste de fabricación, incluyendo la maquinaria, la energía consumida y la mano de obra necesaria es de 60 c De esta manera podemos obtener multiplicando el coste total de la producción de la pieza. Este será de 36.000 €.

Todo lo explicado anteriormente se puede ver reflejado en la siguiente tabla:

| ESTUDIO DE VIABILIDAD | |
|--|--------------------|
| COSTE DE PRODUCCIÓN | |
| Piezas a producir: | 40.000 Uds. |
| Tiempo de ciclo: | 44,48 s |
| Tiempo estimado de fabricación: | 550 h |
| Precio hora de fabricación (maquinaria/energía/mano de obra) | 60 €/h |
| TOTAL: | 36.000,00 € |

En segundo lugar, se ha tenido en cuenta el coste del material de fabricación que se necesitará para poder inyectar el total de las piezas. La careta de moto tiene un peso de 174.55 g, que multiplicado por el total de piezas a fabricar serían 6982 kg. El PP seleccionado tiene un precio en el mercado de 3 €/kg. De esta manera obtenemos el total del material utilizado para la fabricación y asciende a 20.946 €.

En la siguiente tabla se muestra lo anteriormente explicado:

| COSTE MATERIAL DE INYECCIÓN | |
|--------------------------------|--------------------|
| Peso de la pieza: | 174,55 g |
| Material estimado fabricación: | 6982 kg |
| Precio material: | 3 €/kg |
| TOTAL: | 20.946,00 € |

6.2.- COSTE DE FABRICACIÓN

Por otro lado, se van a considerar todos los gastos de fabricación, ya sea el coste del molde con sus componentes, además del coste de diseño y de fabricación de este, como puede ser el mecanizado de las placas.

En primer lugar, se van a considerar los gastos de los componentes que son necesarios para la fabricación del molde como puede ser, el material de las placas, los elementos móviles, elementos de guiado, inyector, etc. En la siguiente tabla se muestra la descripción de cada elemento, así como su denominación, observando el total de unidades necesarias, con su respectivo precio. Finalmente se obtiene un total de gastos del material del molde de 7.950,80 €.

COSTE DE FABRICACIÓN DEL MOLDE

| COSTE DEL MATERIAL DEL MOLDE | | | | |
|------------------------------|-----------------------------|----------|------------|------------|
| DESCRIPCIÓN | DENOMINACIÓN | UNIDADES | PRECIO [€] | Total € |
| Placa de amarre LF | F10 /496 496 / 36/ 1730 | 1 | 377,00 € | 377,00 € |
| Placa hembra | F 50 /496 496/ 86/ 2311 | 1 | 889,00 € | 889,00 € |
| Placa macho | F 50 /496 496/ 116/ 2311 | 1 | 1.095,00 € | 1.095,00 € |
| Placa sufridera | F 60 /496 496/ 46/ 2312 | 1 | 558,00 € | 558,00 € |
| Calzo | F 70/ 496 496/ 86/ 1730 | 2 | 310,00 € | 620,00 € |
| Placas de expulsión | F 90/ 496 496/ 318/ 1730 | 1 | 410,00 € | 410,00 € |
| Placa de amarre LM | F 15/ 496 496/ 36/ 1730 | 1 | 372,00 € | 372,00 € |
| Boquilla SmártFILL | E 4000/ 27X 60/16 E400 | 1 | 945,00 € | 945,00 € |
| Anillo de contraje | E 1362/100/ 90/26 X18 | 1 | 32,20 € | 32,20 € |
| Columna-guía | E 1000/30 - 136/115 | 4 | 50,40 € | 201,60 € |
| Columna-guía | E 1000/32 - 136/115 | 4 | 50,40 € | 201,60 € |
| Casquillo-guía | E 1100/30 - 86 | 4 | 35,00 € | 140,00 € |
| Casquillo-guía | E 1100/32 - 87 | 4 | 36,00 € | 144,00 € |
| Columna-guía | E 1000/30 - 136/115 | 4 | 57,60 € | 230,40 € |

| | | | | |
|---------------------------|-----------------------|----|---------------|-------------------|
| Columna-guía | E 1000/32 - 136/115 | 4 | 57,60 € | 230,40 € |
| Casquillo-guía | E 1100/30 - 86 | 4 | 35,00 € | 140,00 € |
| Casquillo-guía | E 1100/32 - 87 | 4 | 36,00 € | 144,00 € |
| Expulsor templado | E 1711/ 8 x 400 | 7 | 17,60 € | 123,20 € |
| Distanciador | E 1513/ 36 x 160 | 2 | 44,60 € | 89,20 € |
| Centrador fino | E 1306/25 | 4 | 180,60 € | 722,40 € |
| tapón roscado | E 2074/ 10/ 1/ 4 | 26 | 0,50 € | 13,00 € |
| Toma recta RPL | E 2800/ 8/ 1/ 4/ B | 5 | 3,50 € | 17,50 € |
| Toma recta RPL | E 2800/ 8/ 1/ 4/ R | 5 | 3,50 € | 17,50 € |
| tapón tórico | E 2079/ 10 | 23 | 2,10 € | 48,30 € |
| Junta tórica | E 2130/ 13 x1,5 | 6 | 0,50 € | 3,00 € |
| Plaquetas refrigeración | E 2030/15 IN 1-8 | 1 | 10,30 € | 10,30 € |
| Plaquetas refrigeración | E 2030/15 OUT 1-8 | 1 | 10,30 € | 10,30 € |
| Cáncamo | E 1272/ 16 | 1 | 44,50 € | 44,50 € |
| Caja enchufe longitudinal | E 2712/10A | 1 | 16,50 € | 16,50 € |
| Carcasa para cable | E 2730/ 80x125/ 10Ax2 | 1 | 104,90 € | 104,90 € |
| | | | TOTAL: | 7.950,80 € |

En segundo lugar, se han considerado el tiempo de diseño que se ha empleado en diseñar el molde al completo. El tiempo transcurrido ha sido de 450 h, es decir se han consumido 56 días laborales aproximadamente. El precio que actualmente está cobrando un diseñador es de 30 €/h. Así pues, el gasto total de diseño es de 13.500 €.

En la siguiente tabla se observa:

| COSTE DE DISEÑO DEL MOLDE | |
|---------------------------|--------------------|
| Horas de diseño | 450 h |
| Precio hora de diseño | 30 €/h |
| TOTAL: | 13.500,00 € |

Por último, se ha considerado el gasto que tiene el mecanizado de las placas del molde junto a sus elementos. Se ha aproximado que el tiempo estimado de mecanizado es de 300 horas. En un taller de mecanizado, por realizar el trabajo que se precisa se cobra a 60 €/h. De esta manera el coste total del mecanizado del molde es de 18.000 €. En la tabla se reflejan los valores:

| COSTE MECANIZADO Y FABRICACIÓN MOLDE | | |
|--------------------------------------|-------------|-----|
| Horas de mecanizado de las placas | 300 | h |
| Precio hora de taller mecanizado | 60 | €/h |
| TOTAL: | 18.000,00 € | |

Así pues, sumando todos los costes se obtiene que el coste total de la fabricación de nuestro molde asciende a 39.450,80 €.

| | | |
|-----------------------|---------------|-------------|
| COSTE TOTAL DEL MOLDE | TOTAL: | 39.450,80 € |
|-----------------------|---------------|-------------|

7.- CONCLUSIONES

7.- CONCLUSIONES

Una vez llegado a este punto, se puede decir que se ha abordado los aspectos más importantes a la hora de crear una pieza desde cero, por medio del proceso de fabricación por moldeo de inyección de plástico. Se ha solucionado todos los objetivos que en un inicio se han planteado.

El diseño del molde por inyección, finalmente se ha seleccionado un molde de una sola cavidad con una producción de 40.000 unidades. Se han seleccionado los materiales para poder soportar las exigencias de la vida en uso de este.

Se han seleccionado todos los elementos necesarios para que el mecanismo funcione correctamente, así como se ha abordado el problema principal de la liberación de negativos por medio del diseño de un sistema de patines.

En cuanto al diseño del producto, también se ha podido solucionar las características técnicas de la pieza, así como contemplar aspectos estéticos que a su misma vez es una cosa importante para una buena postventa del producto.

Por otra parte, las simulaciones han ayudado a tener una idea de cómo funcionará la inyectada de manera aproximada a la realidad, dándonos datos importantes sobre los parámetros a introducir a la máquina.

Por último, como opinión personal, se ha disfrutado mucho durante el largo proceso de creación del proyecto, pudiendo ir aprendiendo las técnicas y competencias de un ingeniero que se asemejan a la realidad de la industria. Se ha podido aplicar los conocimientos recibidos durante los años de la carrera de manera satisfactoria, llegando a así al final de una muy bonita etapa de mi vida.

8.- BIBLIOGRAFIA

8.- BIBLIOGRAFIA

- [1] Jay Shoemaker, *Moldflow Design Guide, First Edition*, Framingham, Massachusetts, Moldflow corporation.
- [2] David O. Kazmer, *Injection Mold Design Engineering*, 2nd Edition, Hanser Publisher, Munich, 2016.
- [3] Rafael Jose Hinojosa, *Introducción al Proceso de Moldeo por Inyección de Plásticos*, Independently published, 2018.
- [4] Hans Gastrow, *Moldes de inyección para plásticos:100 casos prácticos*, 1ra Edición, Hanser
- [5] Mundo Motor, *Tipos de focos para Motos*, Disponible en:
<https://www.mundodelmotor.net/tipos-de-focos-para-motos/>
- [6] Curso de fundamentos de ciencia de los materiales, Unidad 15. *Materiales Poliméricos y compuestos*, 2. Estructura mecanismos de polimerización, Universidad Politécnica de Valencia, Disponible en:
https://www.upv.es/materiales/Fcm/Fcm15/fcm15_2.html#:~:text=Materiales%20Polim%C3%A9ricos%20y%20Compuestos&text=Los%20pol%C3%ADmeros%20o%20pl%C3%A1sticos%20son,org%C3%A1nicas%20denominadas%20mon%C3%B3meros%2C%20o%20meros.
- [7] Santiago Ferrándiz Bou, *Fundamentos de diseño de moldes*, XI Máster en diseño de piezas y moldes para inyección de plásticos, Universidad Politécnica de Valencia, Campus de Alcoy.

.

TABLA DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|-----|
| Ilustración 1 Molde de inyección | 13 |
| Ilustración 2 Molde de soplado..... | 14 |
| Ilustración 3 Molde por Termocoformado..... | 15 |
| Ilustración 4 Molde de moldeo rotacional..... | 15 |
| Ilustración 5 Molde de dos placas..... | 16 |
| Ilustración 6 Molde de tres placas | 17 |
| Ilustración 7 Molde representación partes básicas | 19 |
| Ilustración 8 Alzado molde básico..... | 20 |
| Ilustración 9 Planta molde básico | 20 |
| Ilustración 10 Sistema de canal frio | 24 |
| Ilustración 11 Distribución en Serie | 24 |
| Ilustración 12 Distribución Simétrica | 25 |
| Ilustración 13 Distribución Radial | 25 |
| Ilustración 14 Sistema de Cámara Caliente..... | 26 |
| Ilustración 15 Mecanismo Cámara Caliente..... | 26 |
| Ilustración 16 Disposición rectilínea en serie..... | 27 |
| Ilustración 17 Disposición rectilínea en paralelo | 28 |
| Ilustración 18 Disposición en paralelo o Bublbers | 28 |
| Ilustración 19 Disposición en serio o Bafles | 29 |
| Ilustración 20 Placa expulsora accionada con los expulsores en su posición final de extracción | 30 |
| Ilustración 21 Sistema de corredera estandar | 31 |
| Ilustración 22 Sistema de correderas con pistón retornador | 31 |
| Ilustración 26 Etapas ciclo de inyección..... | 37 |
| Ilustración 27 Honda XR 600 | 39 |
| Ilustración 28 Careta sin faro de moto husqvarna..... | 40 |
| Ilustración 29 Careta porta números | 40 |
| Ilustración 30 Careta poliesport con faro..... | 41 |
| Ilustración 31 Careta con faro estilo ktm | 41 |
| Ilustración 32 Caretas Bifaro | 42 |
| Ilustración 33 Faro clásico con bombilla | 43 |
| Ilustración 34 Faro proyector frontal con halógenos..... | 43 |
| Ilustración 35 Faro tipo LED multidireccional | 44 |
| Ilustración 37 Enlace de polímeros lineales | 47 |
| Ilustración 38 Enlaces polímeros reticulares..... | 47 |
| Ilustración 36 Boletin oficial del estado | 52 |
| Ilustración 39 Careta Husqvarna | 56 |
| Ilustración 40 Careta Honda XR 600..... | 57 |
| Ilustración 41 Bocetos preliminares de la careta..... | 57 |
| Ilustración 42 Faro LED 4x6 | 58 |
| Ilustración 43 Dimensiones Faro LED | 59 |
| Ilustración 44 Luces faro LED | 59 |
| Ilustración 45 Intermitentes Puig Open | 60 |
| Ilustración 46 Softwear SolidWorks | 61 |
| Ilustración 47 Careta moto forma aerodinámica..... | 62 |
| Ilustración 48 Ángulo de enfoque careta | 63 |
| Ilustración 49 Ángulo de desmoldeo..... | 63 |
| Ilustración 50 Orificio rectangular para faro | 64 |
| Ilustración 51 Orificios para la sujeción | 65 |
| | 171 |

| | |
|---|-----|
| Ilustración 52 Orificios para los intermitentes..... | 65 |
| Ilustración 53 Renderizado de la careta 1..... | 67 |
| Ilustración 54 Renderizado frontal de la careta..... | 67 |
| Ilustración 55 Renderizado del perfil de la careta | 67 |
| Ilustración 56 Empresa normalizados Meusburger | 75 |
| Ilustración 57 Aplicación factor de contracción 1.7%..... | 76 |
| Ilustración 58 Serie seleccionada 496x496 - Meusburger | 78 |
| Ilustración 59 Selección calzos ancho 86 mm - Meusburger | 79 |
| Ilustración 60 Selección Placa amarre lado fijo - Meusburger..... | 79 |
| Ilustración 61 Croquis Planta Molde | 80 |
| Ilustración 62 Esquema paso de agua refrigeración | 80 |
| Ilustración 63 Selección Placa Hembra - Meusburger | 81 |
| Ilustración 64 Selección Placa Macho | 82 |
| Ilustración 65 Selección Placa sufridera - Meusburger..... | 83 |
| Ilustración 66 Selección Calzos alto 136 mm - Meusburger..... | 83 |
| Ilustración 67 Croquis Alzado Molde | 84 |
| Ilustración 68 Esquema placas diseñadas | 85 |
| Ilustración 69 Lado fijo molde..... | 85 |
| Ilustración 70 Lado móvil molde | 86 |
| Ilustración 71 Placa amarre lado móvil..... | 87 |
| Ilustración 72 Placa amarre lado fijo..... | 87 |
| Ilustración 73 Placa hembra..... | 88 |
| Ilustración 74 Placa móvil/Macho..... | 89 |
| Ilustración 75 Placa móvil con postizo macho | 89 |
| Ilustración 76 Placa sufridera | 90 |
| Ilustración 77 Calzos..... | 91 |
| Ilustración 78 Placas de expulsión | 91 |
| Ilustración 79 Selección inyector - Meusburger..... | 92 |
| Ilustración 80 CAD del Inyector..... | 93 |
| Ilustración 81 Posicionamiento del inyector | 93 |
| Ilustración 82 Selección Anillo de centraje - Meusburger | 94 |
| Ilustración 83 Posicionamiento del anillo de centraje | 94 |
| Ilustración 84 Visualización de pieza, postizo y placa móvil | 95 |
| Ilustración 85 Sistema de patines | 96 |
| Ilustración 86 Pletinas de soporte para los patines | 97 |
| Ilustración 87 Vista frontal de los patines entre las placas del molde..... | 97 |
| Ilustración 88 Sistema de expulsión con eyectores cilíndricos | 98 |
| Ilustración 89 Vista planta de la posición de los eyectores | 99 |
| Ilustración 90 Retornadores para el retroceso de la placa de expulsión..... | 100 |
| Ilustración 91 Geometría de los retornadores..... | 100 |
| Ilustración 92 Distanciadores | 101 |
| Ilustración 93 Sistema de refrigeración parte fija - Vista planta..... | 102 |
| Ilustración 94 Sistema de refrigeración parte fija - Vista perfil..... | 103 |
| Ilustración 95 Sistema de refrigeración parte móvil - Vista planta..... | 103 |
| Ilustración 96 Sistema de refrigeración parte móvil - Vista perfil..... | 104 |
| Ilustración 97 Visualización sistema de guiado..... | 104 |
| Ilustración 98 Elementos de guiado, guías y casquillos | 105 |
| Ilustración 99 Características columna guía..... | 106 |
| Ilustración 100 Características casquillo guía | 106 |
| Ilustración 101 Características casquillo de centraje | 107 |
| Ilustración 102 Visualización sistema de guiado de la expulsión..... | 108 |

| | |
|---|-----|
| Ilustración 103 geometría guías y casquillos de la expulsión | 108 |
| Ilustración 104 características guía de expulsión..... | 109 |
| Ilustración 105 características casquillo de la expulsión..... | 109 |
| Ilustración 106 Dimensiones centradores..... | 110 |
| Ilustración 107 Centradores..... | 110 |
| Ilustración 23 Acero 1.1730 | 113 |
| Ilustración 24 Acero 1.2311 | 114 |
| Ilustración 25 Acero 1.2344 | 115 |
| Ilustración 108 Software de simulación de inyección Autodesk Moldflow | 117 |
| Ilustración 109 Generación de la malla..... | 118 |
| Ilustración 110 Análisis de punto de inyección..... | 118 |
| Ilustración 111 Ubicación punto de inyección | 119 |
| Ilustración 112 Posición del bebedero..... | 119 |
| Ilustración 113 Dimensiones del bebedero | 120 |
| Ilustración 114 Propiedades de entrada..... | 120 |
| Ilustración 115 Resultado creación del bebedero | 121 |
| Ilustración 116 Criterios de búsqueda del material | 121 |
| Ilustración 117 Selección del material | 122 |
| Ilustración 118 Datos de temperatura recomendados..... | 122 |
| Ilustración 119 Selección de la maquina de inyección..... | 123 |
| Ilustración 120 Introducción medidas molde | 124 |
| Ilustración 121 Resultado introducción del molde | 124 |
| Ilustración 122 Asistente para circuito de refrigeración M1 | 125 |
| Ilustración 123 Resultado con asistente M1 | 125 |
| Ilustración 124 Introducción coordenadas | 126 |
| Ilustración 125 Introducción datos canal..... | 127 |
| Ilustración 126 Selección material del molde | 127 |
| Ilustración 127 Mallado de los canales | 128 |
| Ilustración 128 Introducción entradas y salidas del refrigerante | 128 |
| Ilustración 129 Propiedades del refrigerante | 128 |
| Ilustración 130 Resultado modo 2 del Sistema de refrigeración | 129 |
| Ilustración 131 Croquis 3D cicuito refrigeración..... | 129 |
| Ilustración 132 Importación archivo en formato IGES..... | 130 |
| Ilustración 133 Exportar entidades de croquis y sistema de coordenadas..... | 130 |
| Ilustración 134 Introducción de croquis | 131 |
| Ilustración 135 Resultado importación del croquis M3 | 131 |
| Ilustración 136 Propiedades de los canales M3..... | 132 |
| Ilustración 137 Generación de la malla en los canales M3 | 132 |
| Ilustración 138 Resultado circuito de refrigeración M3..... | 133 |
| Ilustración 139 Abanico de temperatura de inyección | 134 |
| Ilustración 140 Tempos de inyección mas rápidos y lentos..... | 134 |
| Ilustración 141 Ventana de proceso de calidad | 135 |
| Ilustración 142 Configuración del proceso..... | 136 |
| Ilustración 143 Registro de los resultados | 136 |
| Ilustración 144 Configuración del llenado 1..... | 137 |
| Ilustración 145 Gráfica velocidad del pistón | 138 |
| Ilustración 146 Perfil del llenado..... | 138 |
| Ilustración 147 Grafica Velocidad de flujo frente Volumen inyectada | 138 |
| Ilustración 148 Presión de compactación con 80 %..... | 140 |
| Ilustración 149 Presión de compactación con 90 %..... | 140 |
| Ilustración 150 Presión de compactación con 100 %..... | 141 |

| | |
|--|-----|
| Ilustración 151 Tiempo mínimo que se solidifica la entrada de la pieza | 142 |
| Ilustración 152 Sistema de refrigeración | 142 |
| Ilustración 153 Configuración perfil de compactación | 143 |
| Ilustración 154 Configuración de la refrigeración..... | 143 |
| Ilustración 155 Tiempo para alcanzar la temperatura de expulsión..... | 144 |
| Ilustración 156 Caudal circuito de refrigeración | 144 |
| Ilustración 157 Temperatura media de la pieza..... | 145 |
| Ilustración 158 Temperatura máxima de la pieza..... | 145 |
| Ilustración 159 Deflexión de la pieza | 146 |
| Ilustración 160 Deflexión en eje X..... | 147 |
| Ilustración 161 Deflexión en eje Y..... | 147 |
| Ilustración 162 Deflexión en eje Z..... | 148 |
| Ilustración 163 Impresora Creality Ender 3 Pro | 150 |
| Ilustración 164 Impresión - Altura de capa 0.4 - T: 6h13min..... | 151 |
| Ilustración 166 Impresión - Altura de capa 0.2 - T: 3h 58min..... | 152 |
| Ilustración 165 Impresión - Altura de capa 0.3 - T: 4h42min..... | 152 |
| Ilustración 167 Impresión 3D - Faro led..... | 153 |
| Ilustración 168 Escala 50 % - Careta Moto..... | 153 |
| Ilustración 169 Escala 30 % - Careta Moto..... | 154 |
| Ilustración 170 Ajuste de impresión - Careta Moto | 154 |
| Ilustración 171 Prototipo de la Careta para motocicleta..... | 155 |
| Ilustración 172 Mecanizado de placas | 157 |
| Ilustración 173 Software MasterCAM | 157 |
| Ilustración 174 Operación orificios centradores..... | 158 |
| Ilustración 175 Mecanizado - Operación 5 | 159 |
| Ilustración 176 Mecanizado - Operación 6 | 159 |
| Ilustración 177 Mecanizado - Operación 7 | 160 |
| Ilustración 178 Mecanizado - Operación 8,9 y 10..... | 160 |
| Ilustración 179 Mecanizado - Operación 11 | 161 |
| Ilustración 180 Mecanizado - Operación 12 y 13..... | 161 |

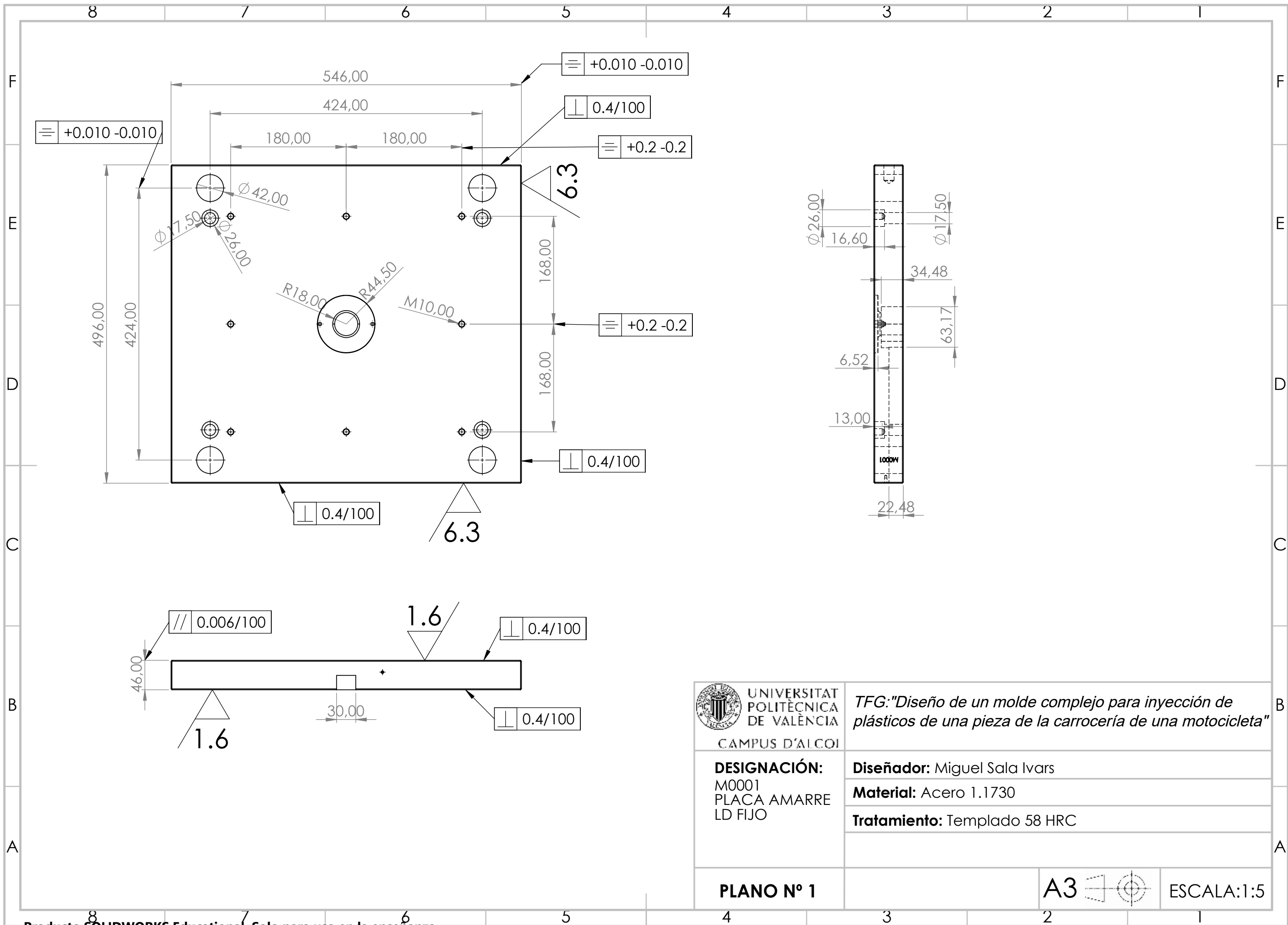
9.- ANEXOS

9.- ANEXOS

I.- PLANOS

En este apartado de planos se van a reflejar el conjunto de planos de todas las placas que forman el molde. Se contemplará las tolerancias necesarias, así como los acabados superficiales de las mismas. Se han realizado todas las cotas necesarias para su correcta fabricación.

Además, saldrá reflejado en los planos el material de cada pieza y el tratamiento que se le ha de realizar a cada una.



$\pm 0.010 - 0.010$

$\pm 0.010 - 0.010$

$\perp 0.4/100$

$\pm 0.2 - 0.2$

$\pm 0.2 - 0.2$

$\perp 0.4/100$

$\perp 0.4/100$

$\parallel 0.006/100$

$\perp 0.4/100$

$\perp 0.4/100$

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOI

TFG: "Diseño de un molde complejo para inyección de plásticos de una pieza de la carrocería de una motocicleta"

DESIGNACIÓN:
M0001
PLACA AMARRE
LD FIJO

Diseñador: Miguel Sala Ivars

Material: Acero 1.1730

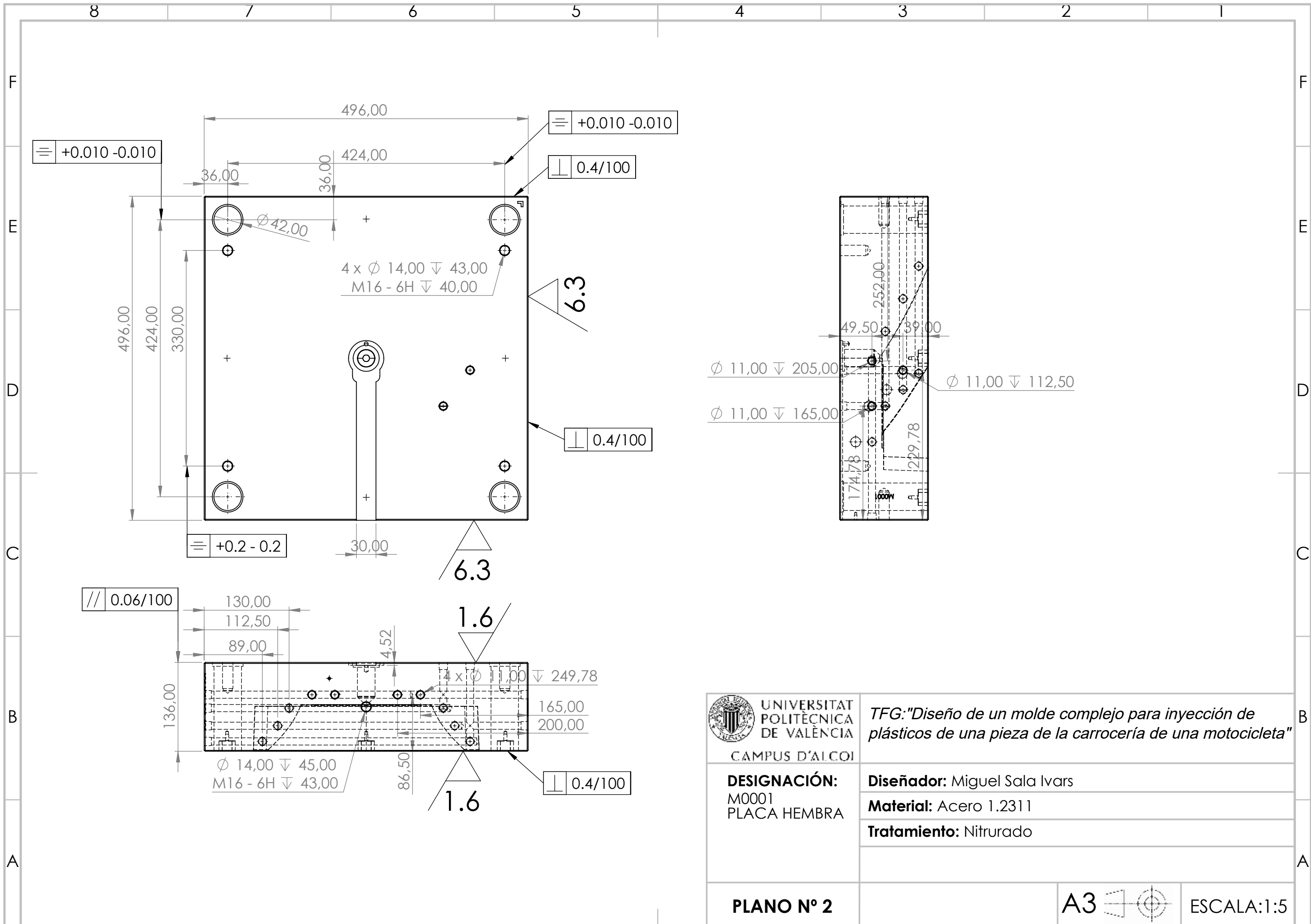
Tratamiento: Templado 58 HRC


PLANO Nº 1

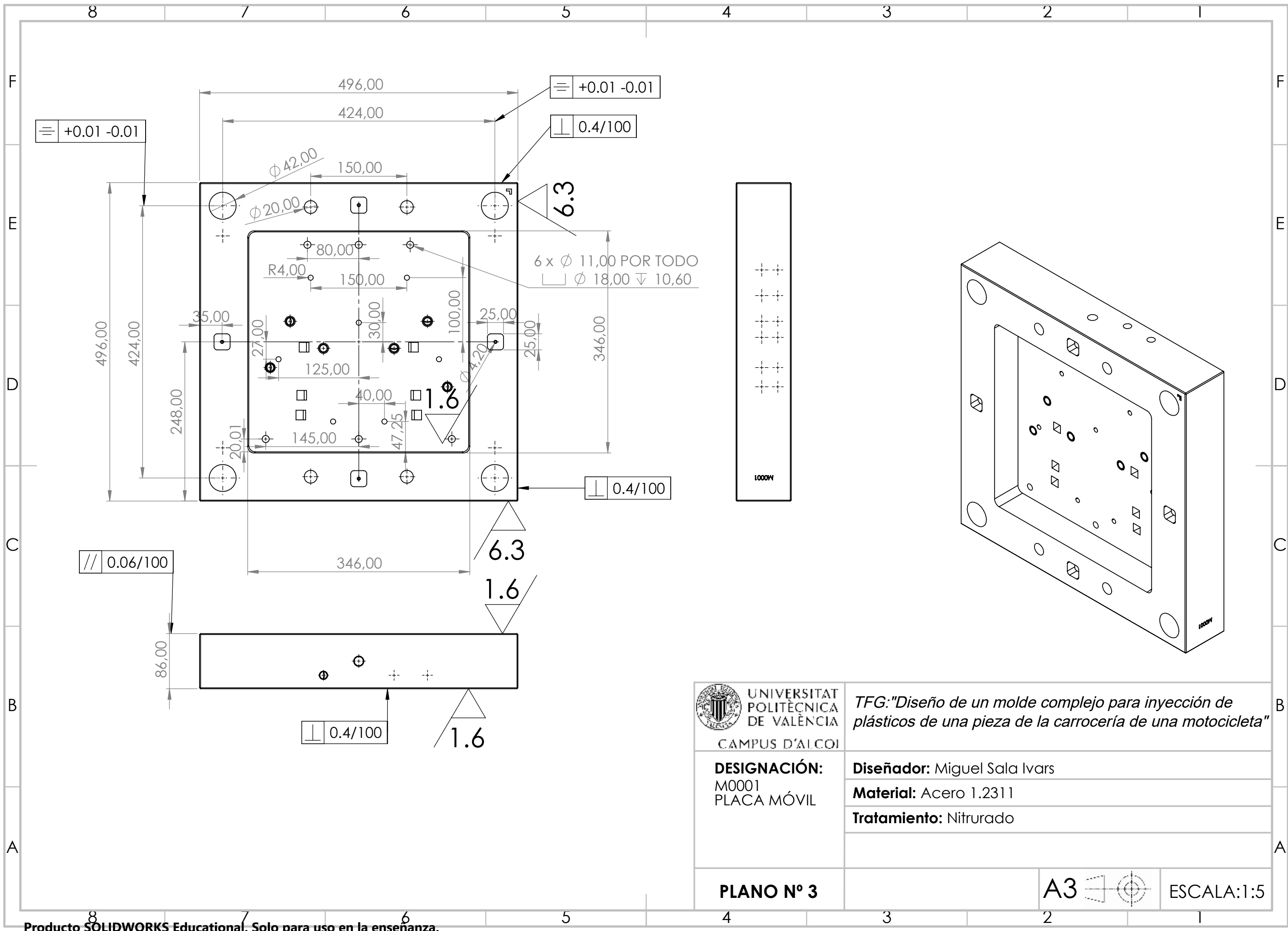
A3



ESCALA: 1:5



| | | |
|---|--|---|
|  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI | <i>TFG: "Diseño de un molde complejo para inyección de plásticos de una pieza de la carrocería de una motocicleta"</i> | |
| | DESIGNACIÓN: M0001 PLACA HEMBRA | Diseñador: Miguel Sala Ivars Material: Acero 1.2311 Tratamiento: Nitrurado |
| PLANO N° 2 | A3 | ESCALA: 1:5 |




UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
 CAMPUS D'ALCOI

TFG: "Diseño de un molde complejo para inyección de plásticos de una pieza de la carrocería de una motocicleta"

DESIGNACIÓN:
 M0001
 PLACA MÓVIL

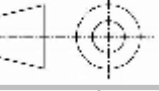
Diseñador: Miguel Sala Ivars

Material: Acero 1.2311

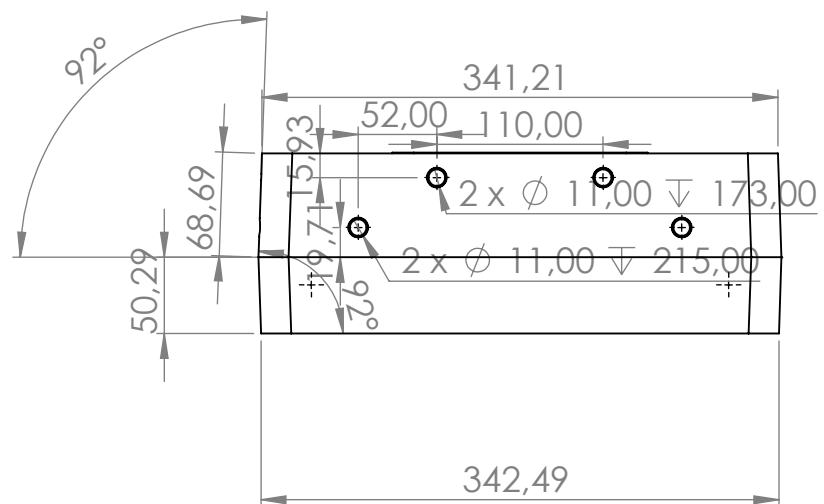
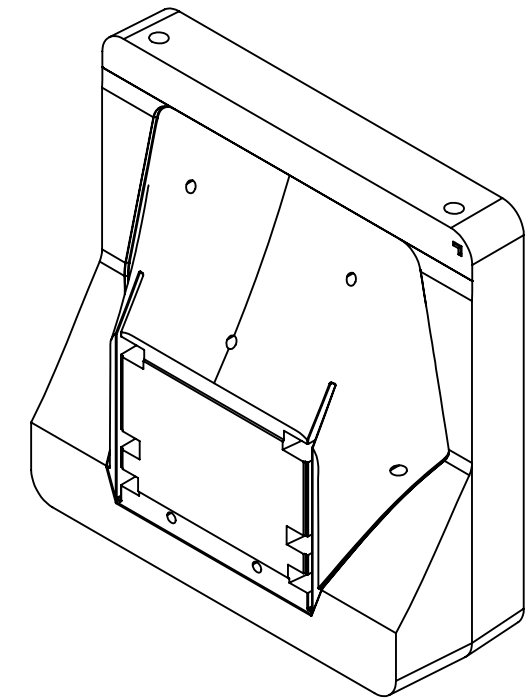
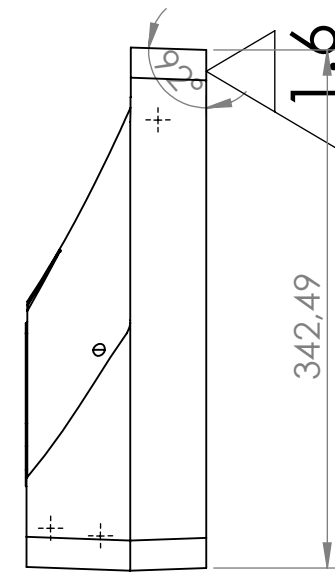
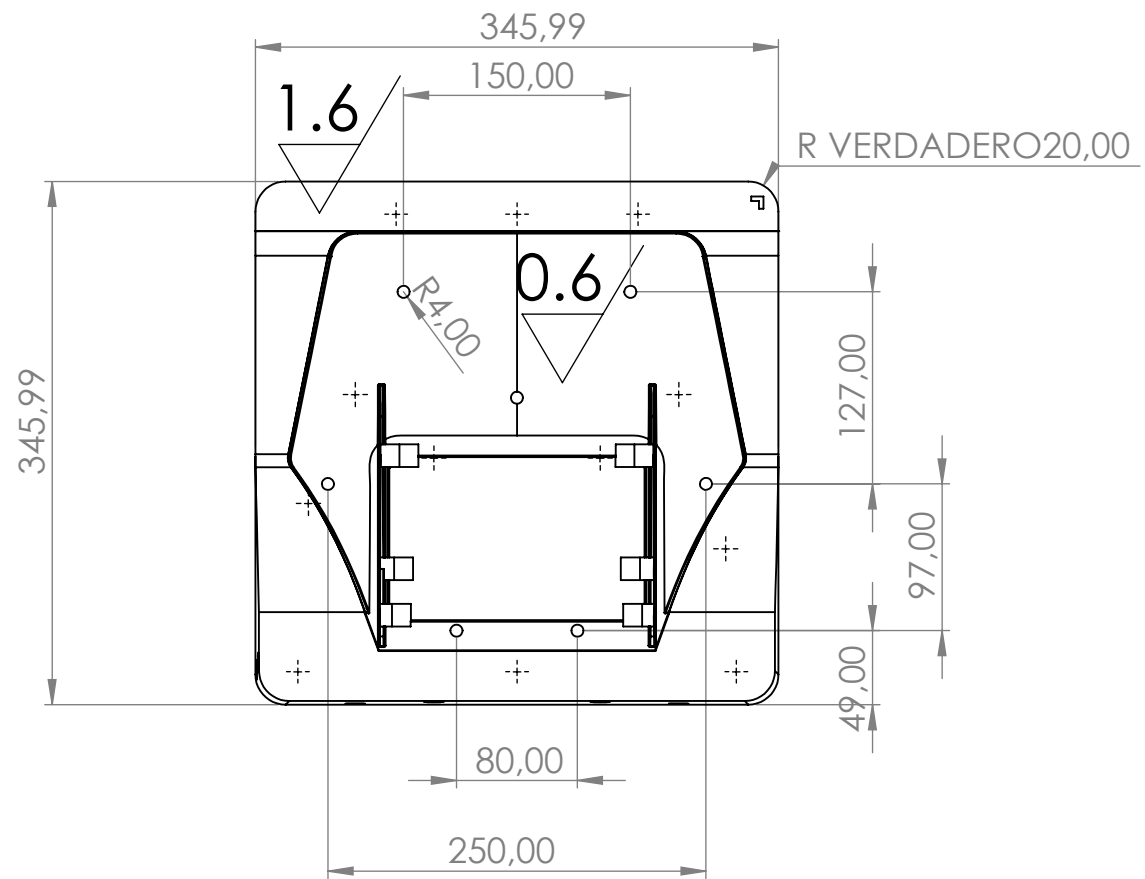
Tratamiento: Nitrurado

PLANO N° 3

A3



ESCALA: 1:5



DESIGNACIÓN:
M0001
POSTIZO MACHO

TFG: "Diseño de un molde complejo para inyección de plásticos de una pieza de la carrocería de una motocicleta"

Diseñador: Miguel Sala Ivars

Material: Acero 1.2344

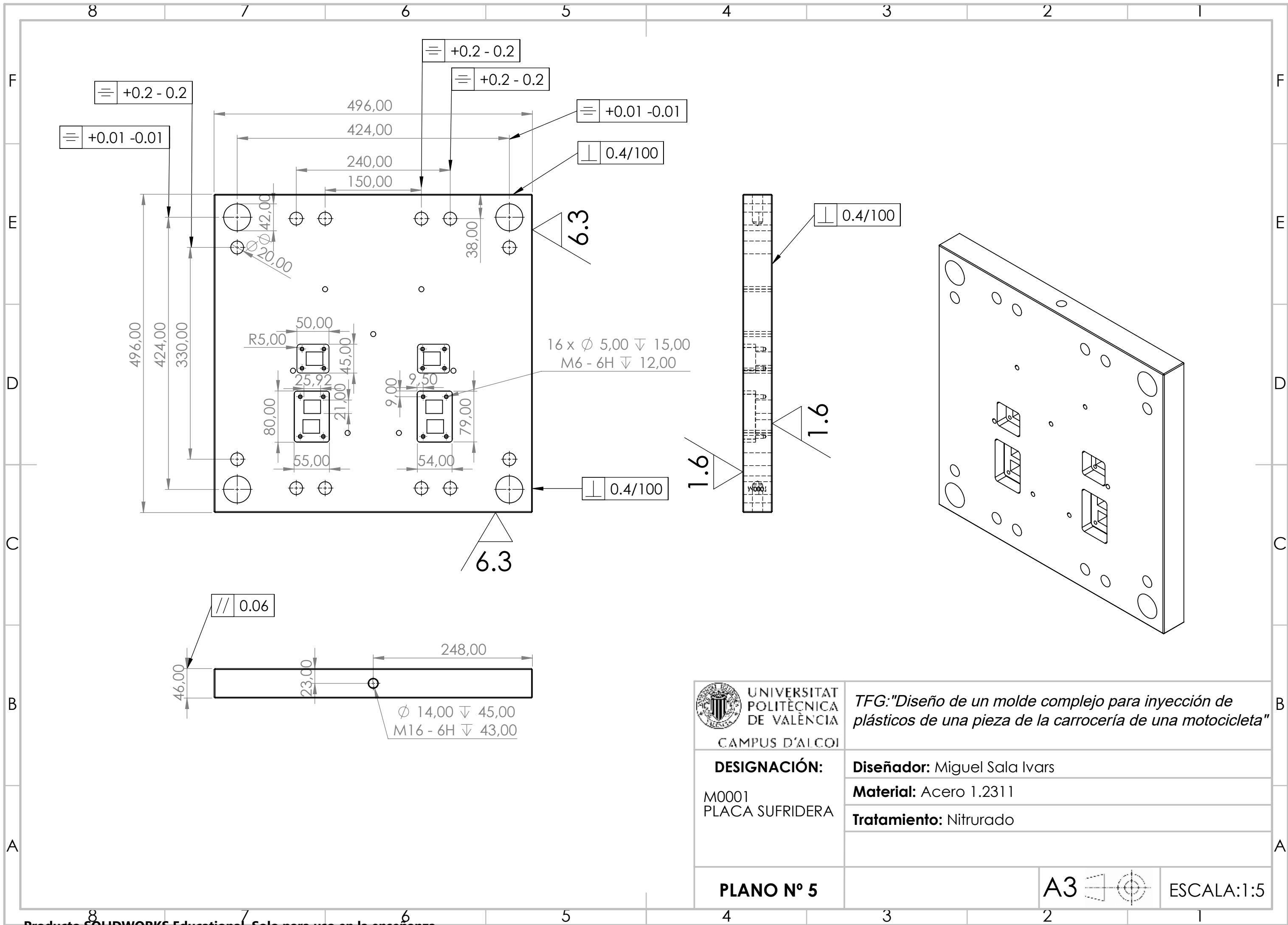
Tratamiento: Templado 50HRC


PLANO N° 4

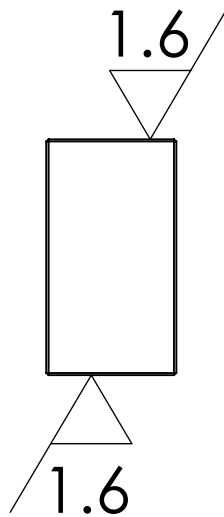
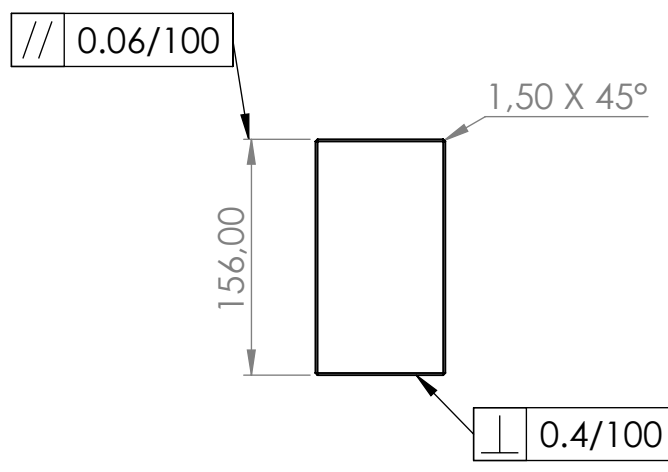
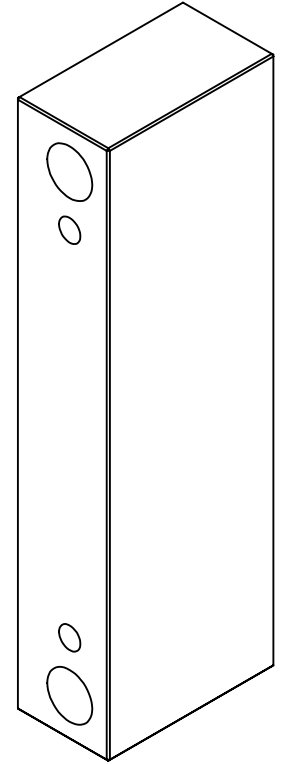
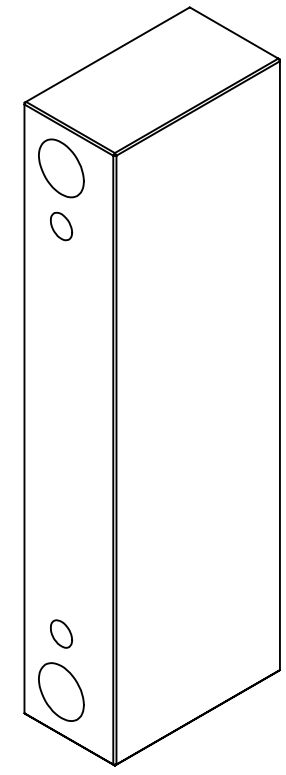
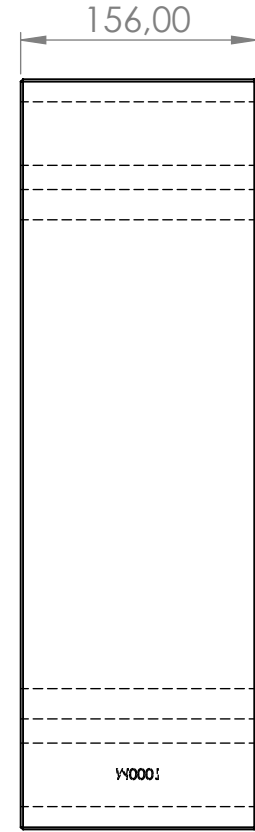
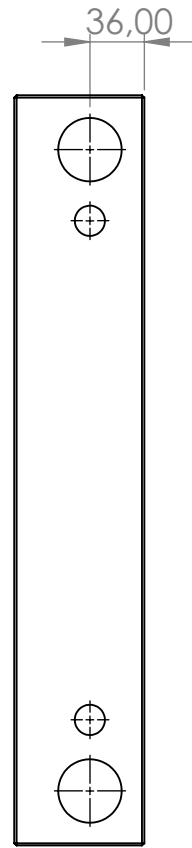
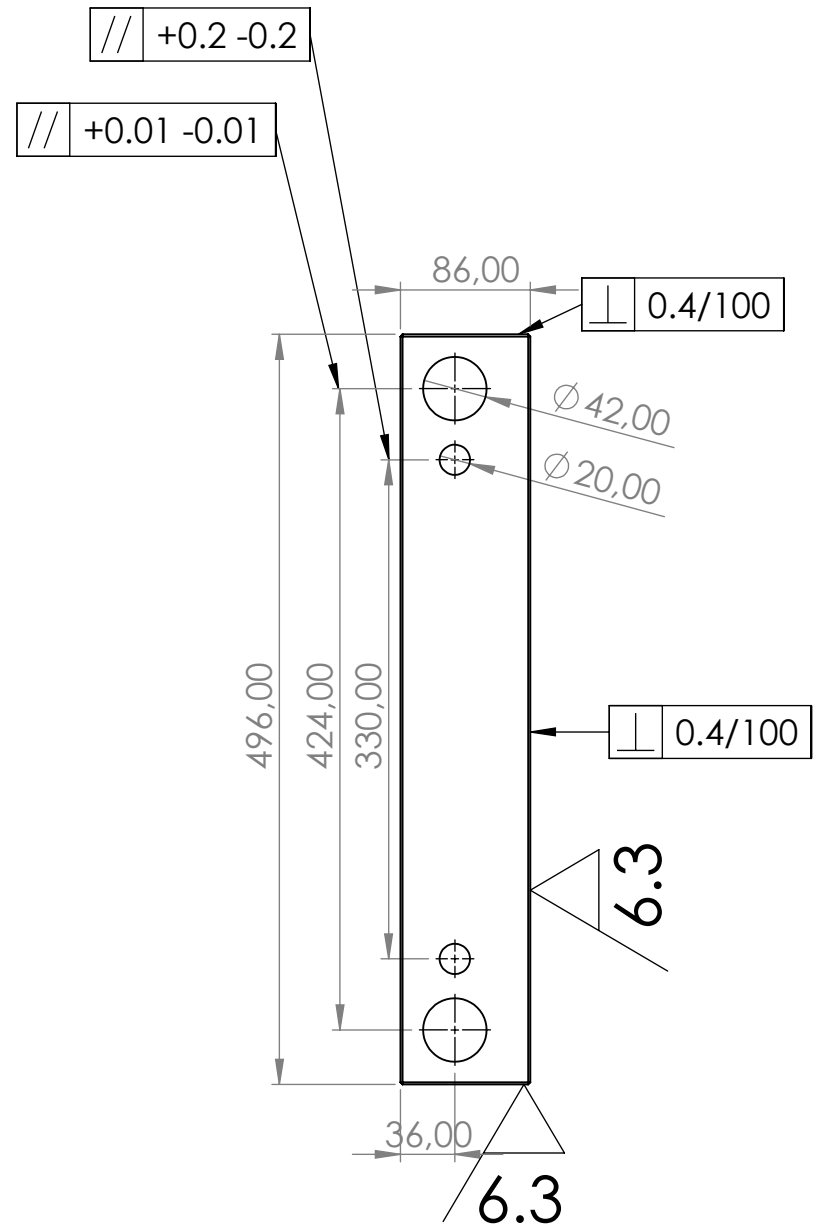
A3





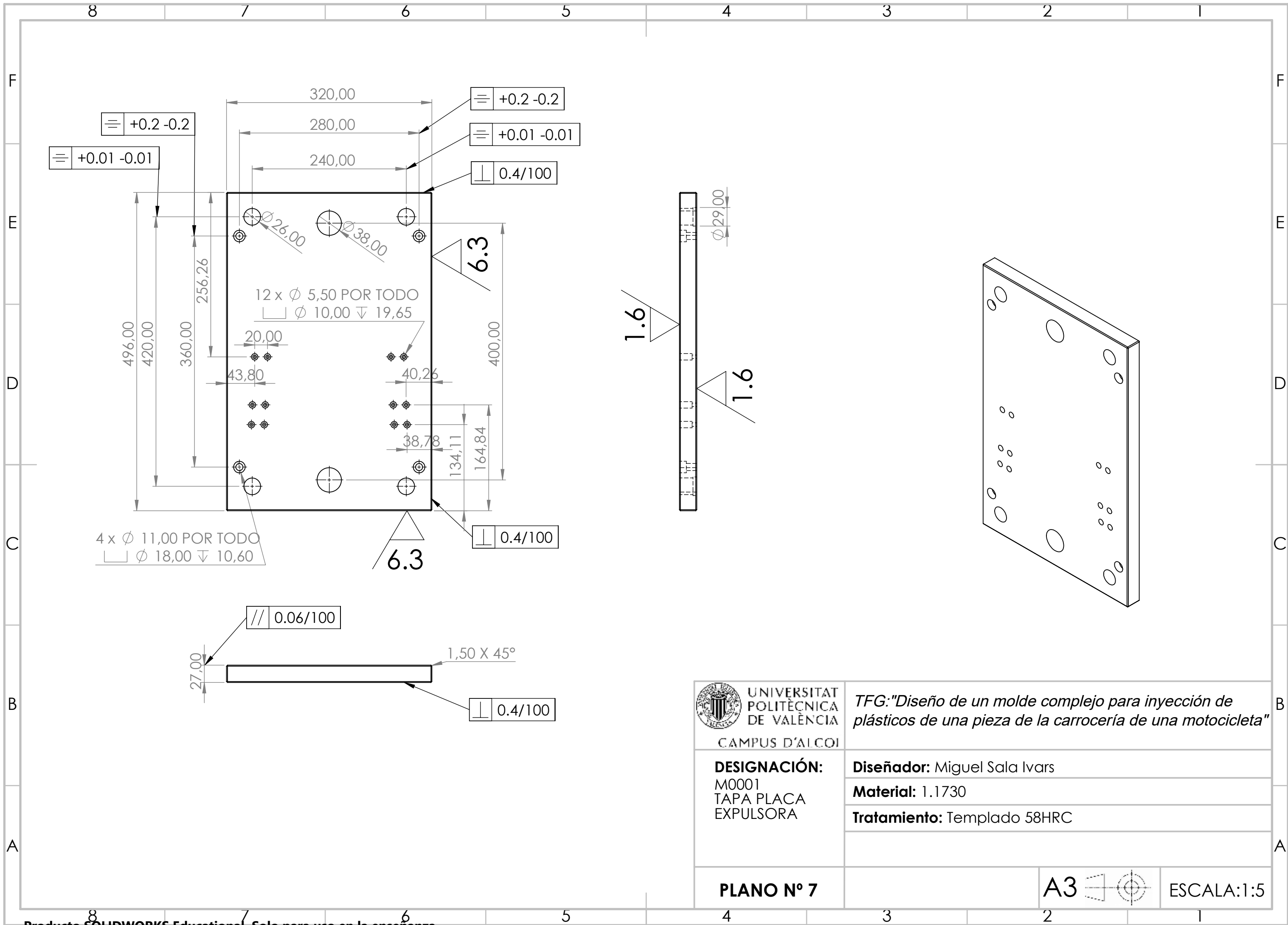
ESCALA:1:5



| | | |
|---|--|---|
|  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI | <i>TFG: "Diseño de un molde complejo para inyección de plásticos de una pieza de la carrocería de una motocicleta"</i> | |
| | DESIGNACIÓN: M0001 PLACA SUFRIDERA | Diseñador: Miguel Sala Ivars Material: Acero 1.2311 Tratamiento: Nitrurado |
| PLANO N° 5 | A3 | ESCALA: 1:5 |



| | | |
|---|--|--|
|  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI | <i>TFG: "Diseño de un molde complejo para inyección de plásticos de una pieza de la carrocería de una motocicleta"</i> | |
| | DESIGNACIÓN: M0001 CALZOS | Diseñador: Miguel Sala Ivars Material: Acero 1.1730 Tratamiento: Templado 58HRC |
| | PLANO N° 6 | |
| A3  | | ESCALA: 1:5 |



≡ +0.2 -0.2
≡ +0.01 -0.01

≡ +0.2 -0.2
≡ +0.01 -0.01
⊥ 0.4/100

12 x Ø 5,50 POR TODO
⊥ Ø 10,00 ∇ 19,65

4 x Ø 11,00 POR TODO
⊥ Ø 18,00 ∇ 10,60

∥ 0.06/100

⊥ 0.4/100

⊥ 0.4/100

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOI

TFG: "Diseño de un molde complejo para inyección de plásticos de una pieza de la carrocería de una motocicleta"

DESIGNACIÓN:
M0001
TAPA PLACA
EXPULSORA

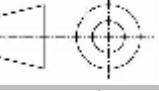
Diseñador: Miguel Sala Ivars

Material: 1.1730

Tratamiento: Templado 58HRC

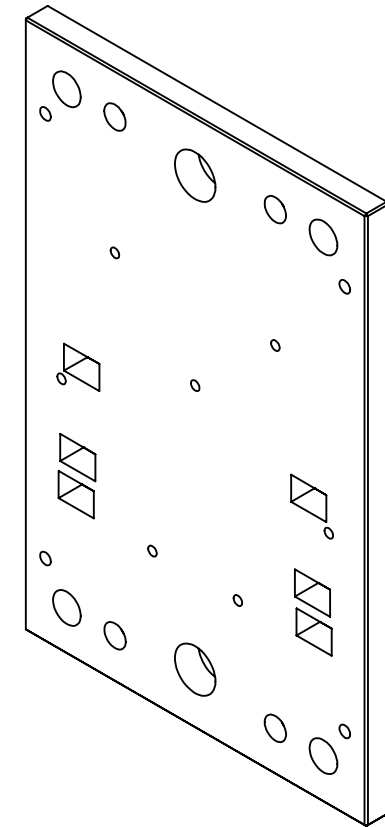
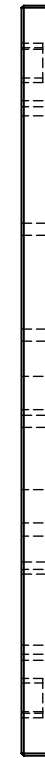
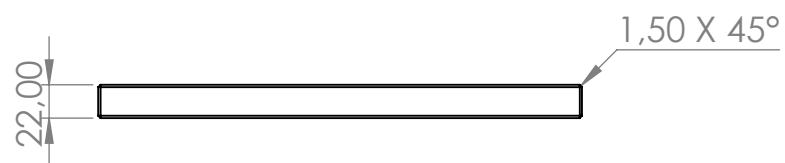
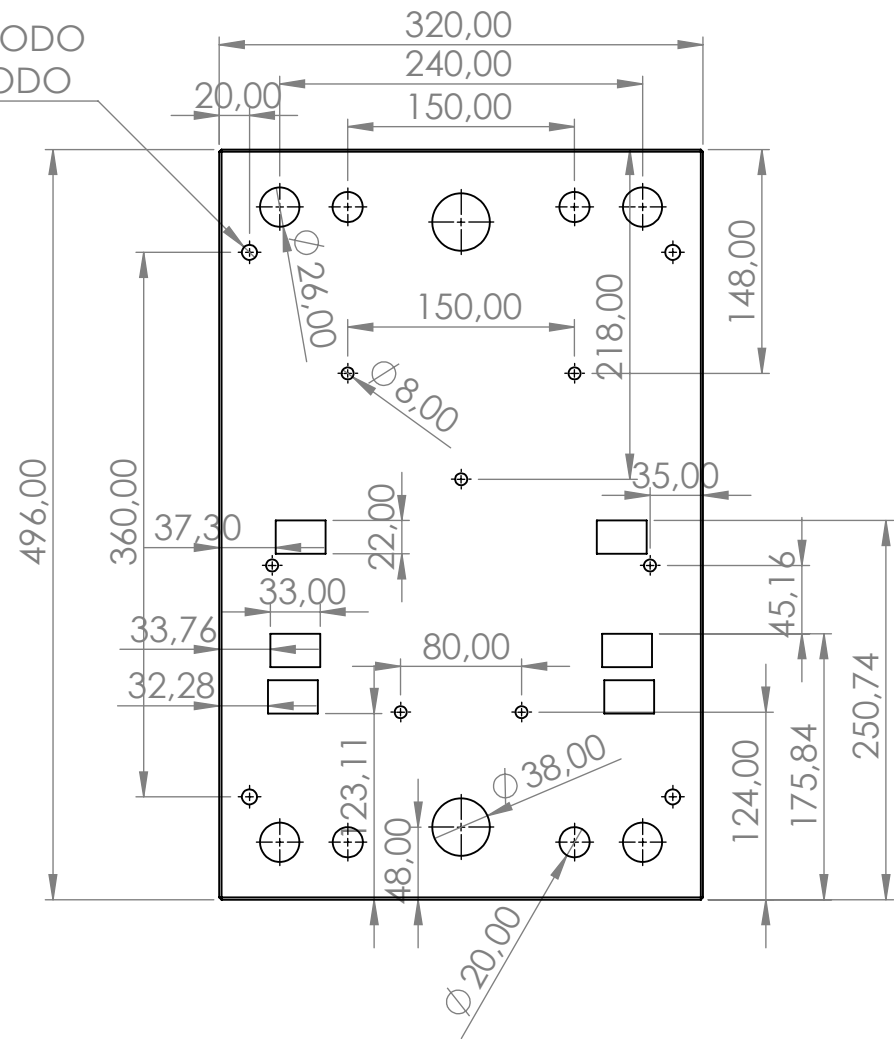
PLANO N° 7

A3



ESCALA:1:5

4 x \varnothing 8,50 POR TODO
M10 - 6H POR TODO



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

TFG: "Diseño de un molde complejo para inyección de plásticos de una pieza de la carrocería de una motocicleta"

DESIGNACIÓN:

Diseñador: Miguel Sala Ivars

M0001
PLACA EXPULSORA

Material: Acero 1.1730

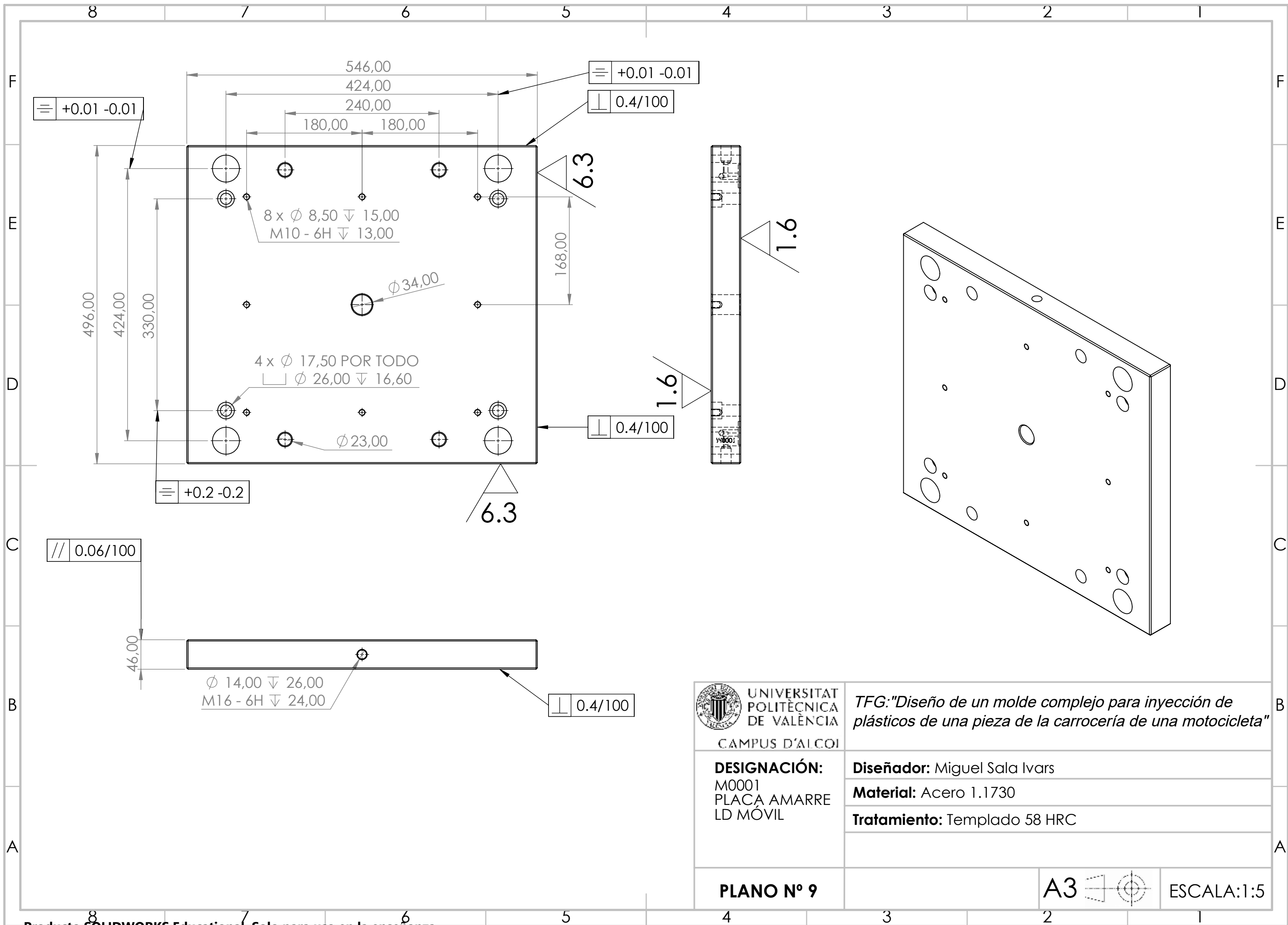
Tratamiento: Templado 58 HRC

PLANO Nº 8

A3



ESCALA:1:5




 UNIVERSITAT
 POLITÈCNICA
 DE VALÈNCIA
 CAMPUS D'ALCOI

TFG: "Diseño de un molde complejo para inyección de plásticos de una pieza de la carrocería de una motocicleta"

DESIGNACIÓN:
 M0001
 PLACA AMARRE
 LD MÓVIL

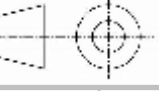
Diseñador: Miguel Sala Ivars

Material: Acero 1.1730

Tratamiento: Templado 58 HRC

PLANO N° 9

A3



ESCALA: 1:5

II. FICHA TÉCNICA POLIMERO



SABIC® PP CX02-82

PP high crystallinity for Automotive injection moulding

Description:

SABIC® PP CX02-82 is an emission optimised high crystalline copolymer. It offers high stiffness, in perfect balance with high thermal dimensional stability, impact resistance and flow. This material has excellent aesthetic properties as well and is typically used for automotive interior applications. It is the obvious alternative to conventional talc-filled copolymers, offering considerable weight saving advantage.

SABIC® PP CX02-82 is a designated automotive grade.

IMDS ID: 80775790

Typical values

Revision 20140109

| Properties | Unit (Si) | Values | Test methods |
|---|-------------------|---------------|----------------------------|
| Polymer properties | | | |
| Melt flow rate (MFR) at 230 °C and 2.16 kg | g/10 min | 15 | ASTM D 1238 |
| Density | kg/m ³ | 905 | ASTM D 792 SABIC method |
| Mould shrinkage 24 hours after injection moulding | % | 1.6 | VDA 277 |
| Emission | µg C/g | <50 | |
| Formulation | | | |
| UV stabilized | - | Yes | - |
| Anti static agent | - | No | - |
| Nucleating agent | - | Yes | - |
| Mechanical properties | | | |
| Tensile test | | | ASTM D 638 |
| stress at yield | MPa | 26 | |
| strain at yield | % | 4 | |
| secant modulus at 1% elongation | MPa | 1600 | |
| Izod impact notched | | | ASTM D 256A |
| at 23 °C | J/m | 100 | |
| at 0 °C | J/m | 75 | |
| at -20 °C | J/m | 70 | |
| Thermal properties | | | |
| Vicat softening temperature | | | ASTM D 1525 |
| at 10 N (VST/A) | °C | 151 | |
| at 50 N (VST/B) | °C | 80 | |

1) All measurements on injection molded samples.

2) Speed of testing: 50 mm/min

3) Speed of testing: 5 mm/min

4) Temperature rate: 120°C/h



SABIC® PP CX02-82

PP high crystallinity for Automotive injection moulding

Quality:

SABIC Europe is fully certified in accordance with the internationally accepted quality standard ISO9001.

Storage and handling:

Avoid prolonged storage in open sunlight, high temperatures (<50 °C) and /or high humidity as this could well speed up alteration and consequently loss of quality of the material and /or its packaging. Keep material completely dry for good processing.

Disclaimer. The information contained herein may include typical properties of our products or their typical performances when used in certain typical applications. Actual properties of our products, in particular when used in conjunction with any third party material(s) or for any non-typical applications, may differ from typical properties.

It is the customer's responsibility to inspect and test our product(s) in order to satisfy itself as to the suitability of the product(s) for its and its customers particular purposes. The customer is responsible for the appropriate, safe and legal use, processing and handling of all product(s) purchased from us.

Nothing herein is intended to be nor shall it constitute a warranty whatsoever, in particular, warranty of merchantability or fitness for a particular purpose.

SABIC as referred to herein means any legal entity belonging to the group of companies headed by SABIC Europe B.V.