



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN MOLDE DE INYECCIÓN
PARA LA PRODUCCIÓN DE CONTENEDORES PLÁSTICOS
PARA LA EMPRESA METAL MECÁNICA GALÁN**

Trabajo de titulación previo a la obtención
del título de Ingeniero Mecánico

AUTOR: BRYAM LEONARDO FAICÁN VÁSQUEZ

TUTOR: ING. CÉSAR ANTONIO PALTÁN ZHINGRE, Ms.C

Cuenca - Ecuador

2022

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Bryam Leonardo Faicán Vásquez con documento de identificación N° 0105668982 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 20 de abril del 2022

Atentamente,



Bryam Leonardo Faicán Vásquez
C.I 0105668982

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo Bryam Leonardo Faicán Vásquez con documento de identificación N° 0105668982 expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del **Proyecto Técnico:** “Diseño y simulación de un molde de inyección para la producción de contenedores plásticos para la empresa Metal Mecánica Galán”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Mecánico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 20 de abril del 2022.

Atentamente,



Bryam Leonardo Faicán Vásquez

C.I 0105668982

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Cesar Antonio Paltán Zhingre con documento de identificación N° 0104641378, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN MOLDE DE INYECCIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE CONTENEDORES PLÁSTICOS PARA LA EMPRESA METAL MECÁNICA GALÁN, realizado por Bryam Leonardo Faicán Vásquez con documento de identificación N° 0105668982, obteniendo como resultado final el *Proyecto Técnico*, que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 20 de abril del 2022.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Cesar Antonio Paltán Zhingre', is written over a light blue rectangular background.

Ing. Cesar Antonio Paltán Zhingre, Ms.C

C.I.0104641378

Dedicatoria

Dedico este proyecto al tiempo y al esfuerzo de mi Madre quién fue la protagonista fundamental para poder culminar este primer paso hacia la vida profesional, donde varios años de estudios, varias noches de desvelo, en las cuáles estuve a punto de rendirme, las palabras de mi madre fueron las primordiales para convertirme en la persona que ahora soy un Ingeniero Mecánico.

La vida nos enseña que las cosas que deseamos o soñamos alguna vez no se consiguen de una manera fácil, pues hay que recorrer todo un largo camino y siempre nos vamos a encontrar con piedras que nos harán caer una y otra vez. Pero la valentía que en nuestro interior tenemos y con la meta enfocada en nuestras mentes nos harán levantar una y mil veces mas, haciendo que todo ese recorrido lleno de momentos buenos y malos valgan la pena al ver los resultados. Dedico tambien este proyecto a todas las personas cercanas a mi alrededor que así sea por palabras de alientos o consejos sabios, han podido interferir en mí y poder llenarme de energía y asi alcanzar este primer paso hacia el éxito.

Y me dedico a mi este proyecto por no rendirme en el camino, por más problemas que se presentaron a lo largo, que en ocasiones ya sentía que no podía avanzar más y solo rendirme, Dios me ayudó otorgándome la sabiduría y la fuerza de voluntad manteniéndome como un soldado dispuesto a toda guerra.

Leonardo

Agradecimientos

A Dios, por darme todos los recursos necesarios para cumplir con esta etapa de mi vida como la fuerza, paciencia, sabiduría e inteligencia de cuál me ha convertido en el hombre de que ahora soy.

A mi Familia, por cada granito de apoyo que me dieron y me sirvió de motivación para continuar con mi vida profesional.

A mi Madre Anita, por su eterno amor incondicional y que no sería nada sin ella, por todo su sacrificio que ha hecho para yo alcanzar mis sueños.

A mi Abuela Rosario, por darme todo su amor y apoyo en todo momento, la verdad no sabría que hubiese hecho sin sus palabras, consejos y su ayuda.

A mi Padre Leonardo, que con su amor de padre y su compañía en todo este proceso dándome consejos, motivación y haciéndome soñar en alto en que todo lo puedo.

Al Tnlgo. Vicente Galán, que ha sido un maestro en toda mi vida profesional y mecánica, compartiéndome todos sus conocimientos y experiencias que me ha hecho ser un profesional.

Al Ing. Cesar Paltán por su paciencia y ayuda para la realización de este proyecto

Leonardo

Este documento fue realizado enteramente en L^AT_EX

Resumen

El presente proyecto se realiza el diseño y simulación de un molde de inyección de colada caliente (Hot runner) para la producción de contenedores rectangulares plásticos, con la ayuda de las herramientas computacionales como el CAD/CAM y el CAM/CAE. Se realiza la simulación del proceso de inyección, dando los parámetros requeridos de inyección para la pieza plástica hecha en polipropileno solicitada por la empresa, se determinan tanto por simulación y mediante cálculos analíticos los parámetros principales del proceso de inyección: i) presión de inyección, ii) fuerza de cierre y iii) tiempo de enfriamiento. Se realiza un análisis de los resultados computacionales y analíticos de los parámetros de inyección del material. En la determinación de todos los parámetros se encuentra una gran similitud entre los resultados experimentales y analíticos. Se realiza los planos finales de diseño del molde de inyección funcional y eficiente para la empresa Metal Mecánica Galán. Se realiza un código G de mecanizado de las partes del molde que no se construirá manualmente. Se analiza los costos de fabricación del molde de inyección, se le proporcionará todos los documentos y datos requeridos hacia la empresa, para su posterior construcción.

Palabras clave: Polipropileno, molde de inyección, CAD/CAM CAM/CAE, código G.

Abstract

This project is the design and simulation of a hot casting injection mold (Hot runner) for the production of rectangular plastic containers, with the help of computational tools such as CAD/CAM and CAM/CAE. The simulation of the injection process is carried out, giving the required injection parameters for the plastic part made of polypropylene requested by the company, they are determined both by simulation and by analytical calculations the main parameters of the injection process i) injection pressure, ii) closing force and iii) cooling time. An analysis of the computational and analytical results of the injection parameters of the material is performed. In the determination of all the parameters there is a great similarity between the experimental and analytical results. The final design plans of the functional and efficient injection mold for the company Metal Mecánica Galán are made. A machining G-code will be made of the parts of the mold that will not be built manually. The manufacturing costs of the injection mold are analyzed, it should be noted that the mold will not be built; you will be provided with all the documents and data required to the company, if it subsequently decides to build the mold.

keywords: Polypropylene, injection mold, CAD/CAM CAM/CAE, G-code.

Índice

Certificado de Responsabilidad y Autoría	I
Cesión de Derechos de Autor	II
Certificado de Dirección	III
Dedicatoria	IV
Agradecimientos	V
Resumen	VII
Abstract	VIII
1. Introducción.	1
2. Problema.	2
2.1. Antecedentes	2
2.1.1. Importancia y alcances	3
2.1.2. Delimitación	3
3. Objetivos.	3
3.1. Objetivo General.	3
3.2. Objetivos Específicos.	3
4. Marco Teórico Referencial.	4
4.1. Plásticos.	4
4.1.1. Definición	4
4.1.2. Polímero	4
4.1.3. Obtención del plástico	4
4.1.4. Clasificación	5
4.2. Máquina de Inyección	5
4.2.1. Máquina de Husillo	5
4.3. Proceso de inyección	6
4.4. Capacidad de inyección	7
4.4.1. Fuerza de cierre	7

4.5.	Moldes para inyección de plásticos	10
4.5.1.	Funciones del molde para inyección de plástico	10
4.5.2.	Clasificación de los moldes para la inyección de termoplásticos	10
4.6.	Molde de canal caliente	11
4.6.1.	Canales distribuidores con calefacción	11
4.6.2.	Exigencias que debe cumplir un sistema de canal caliente	12
4.6.3.	Construcción y funcionamiento	12
4.6.4.	Principios termodinámicos del sistema	13
4.6.5.	Dilatación Térmica	14
4.7.	Datos para la construcción del sistema	17
4.7.1.	Diseño constructivo del bloque calentador	17
4.7.2.	Casquillo de boquilla	18
4.7.3.	Calefacción	18
4.7.4.	Torpedo conductor	19
4.7.5.	Cálculo de las variaciones posicionales del torpedo de temperado indirecto por dilatación térmica	20
4.8.	Número de Cavidades	20
4.9.	Sistemas del Molde	21
4.9.1.	Sistema de Alimentación	21
4.9.2.	Configuración de los canales de distribución	21
4.9.3.	Configuración de las entradas o canales de estrangulamiento	22
4.10.	Sistema de Expulsión	22
4.11.	Sistema de Atemperado	22
4.12.	Cálculo de tiempo de enfriamiento	23
4.13.	Disipación de Calor	26
4.14.	Software CAD/CAM	26
4.15.	Método de elementos finitos	26
5.	Marco Metodológico	27
5.1.	Diseño del Proyecto	28
6.	Resultados	29
6.1.	Diseño del producto	29
6.2.	Selección de Alternativas	29
6.2.1.	Selección del material para la pieza plástica	30

6.2.2.	Descripción de la pieza	30
6.2.3.	Dimensionado del contenedor rectangular plástico	32
6.2.4.	Definición de la línea de partición	32
6.3.	Descripción del sistema de colada mediante canal caliente de atemperado indirecto	32
6.4.	Descripción del molde de inyección del contenedor rectangular	33
6.4.1.	Selección del portamolde	34
6.4.2.	Placa base	36
6.4.3.	Placas expulsoras	37
6.4.4.	Placas paralelas	37
6.4.5.	Placa auxiliar de refrigeración del macho de moldeo.	38
6.4.6.	Placa porta molde de macho de moldeo.	38
6.4.7.	Placa porta molde de cavidad.	39
6.4.8.	Placa auxiliar calefacción.	39
6.4.9.	Placa base superior.	40
6.4.10.	Componentes del sistema de calefacción.	40
6.4.11.	Componentes de centrado y ajuste del portamolde.	41
6.4.12.	Sistema de expulsión por aire.	43
6.5.	Cálculos generales para el diseño del molde	44
6.5.1.	Número de cavidades	44
6.6.	Capacidad de inyección	45
6.6.1.	Fuerza de cierre	45
6.7.	Tiempo de Ciclo	48
6.7.1.	Tiempo llenado (tL)	48
6.7.2.	Tiempo de reinicio (tR)	48
6.8.	Sistema de refrigeración	49
6.8.1.	Tiempo de enfriamiento	49
6.8.2.	Calor requerido a transferir	51
6.8.3.	Disposición de los canales de refrigeración	52
6.9.	Cálculos del Sistema de Calefacción	53
6.9.1.	Torpedo Atemperado	53
6.9.2.	Variaciones Posicionales del Torpedo	54
6.9.3.	Bloque Calefactor	55
6.9.4.	Resumen de resultados analíticos	55
6.10.	Simulación del Molde de Inyección	55
6.10.1.	Simulación del proceso de llenado	56

6.10.2. Tiempo de Llenado	56
6.10.3. Presión de inyección	56
6.10.4. Temperatura al final del proceso de llenado	57
6.10.5. Fuerza de cierre	58
6.10.6. Atrapamiento de aire	58
6.10.7. Líneas de soldadura	59
6.10.8. Simulación del sistema de refrigeración	60
6.10.9. Flujo del refrigerante	61
6.10.10.Circuito de temperatura del metal	61
6.10.11.Deflexión de la pieza inyectada en X, Y y Z	62
6.11. Resumen de resultados de simulación	63
6.12. Simulación de mecanizado de las partes del molde	64
6.12.1. Tiempo de fabricación de los componentes del molde	66
6.13. Costos de fabricación	66
7. Conclusiones.	68
8. Recomendaciones.	69
Referencias	71
ANEXOS	72
Anexo 1: Tabla de contracción de los plásticos.	73
Anexo 2: Ficha técnica de la máquina inyectora.	73
Anexo 3: Nomograma de la presión específica en la cavidad del molde.	74
Anexo 4: Nomograma de tiempo de llenado en relación con el espesor de la pieza.	75
Anexo 5: Temperaturas de fabricación de los plásticos.	76
Anexo 6: Gráfica para hallar la constante N del torpedo.	77
Anexo 7: Coeficiente de conductividad térmica.	78

Anexo 8: Dimensionado de la cámara en relación con el diámetro del torpedo. 79
8.0.1. Placa de refrigeración de macho de moldeo 82

Lista de Tablas

1.	Cálculo de la presión interior en función de la longitud de trayectoria de flujo plástico, espesor y viscosidad del material en estado fundido. (Guayco y Alfredo, 2010)	9
2.	Temperatura de elaboración y del molde para algunas masas de inyección. (Guayco y Alfredo, 2010)	23
3.	Nomograma para determinar el tiempo de enfriamiento. (MENGES y MOHREN, 1990)	25
4.	Criterios para elegir el diseño de molde de inyección.	30
5.	Propiedades y recomendaciones del material Polipropileno PH4040 de PETROQUIM para realizar la inyección. (PETROQUIM, 2012)	30
6.	Dimensionado de la pieza plástica. Fuente: Autor	32
7.	Partes características del portamolde.	36
8.	Resultados generales analíticos.	55
9.	Resultados generales de presión de inyección y fuerza de cierre.	63
10.	Resultado del tiempo de inyección.	63
11.	Partes características del portamolde.	66
12.	Costo de fabricación del molde de inyección.	67

Lista de Figuras

1.	Máquina inyectora de tipo husillo con sus partes. (Beltrán Rico y Gomis, 2012)	6
2.	Proceso de inyección de una pieza plástica, que pasa por cada fase de la máquina inyectora. (Sanchez, 2018)	7
3.	Presión de cierre dirección del área proyectada de la pieza a inyectar. (Sanchez, 2018)	8
4.	Boquilla y precámara de colada para un molde pequeño de canal caliente. (Menges y colaboradores, 1980)	12
5.	Ejemplo de diseño de un sistema de canal caliente para 2 puntos de inyección. (Frenkler y Zawistowski, 2001)	13
6.	Radiación en el sistema de canal caliente. (Unger, 2006)	14
7.	Dilatación térmica del acero. (Unger, 2006)	15
8.	Dilatación térmica del cobre. (Unger, 2006)	16
9.	Construcción de un bloque calefactor. Ejemplo de construcción con resistencias de cartuchos. (Unger, 2006)	17
10.	Casquillo de soporte del torpedo. (Unger, 2006)	18
11.	Ejemplo de ubicación de las resistencias en el bloque calefactor. (Unger, 2006)	19
12.	Dimensiones del torpedo conductor. (Unger, 2006)	20
13.	Variación posicional del torpedo debido a la dilatación térmica.	20
14.	Diferentes tipos de canales de distribución del material hacia las cavidades donde la mejor opción es la forma parabólica. (Guayco y Alfredo, 2010)	22
15.	Zonas de temperatura de la pieza inyectada al desmoldear. (Bohorquez, 1988)	24
16.	Metodología del diseño del molde de inyección.	28
17.	Molde antiguo de la “Empresa Metal Mecánica Galán”.	29
18.	Dimensionamiento de la pieza plástica a inyectar.	31
19.	Pieza plástica.	31
20.	Determinación de la cavidad y postizo.	32
21.	Sistema de inyección de canal caliente mediante torpedo atemperado.	33
22.	Geometría general del contenedor plástico.	34
23.	Geometría general del contenedor plástico.	35
24.	Placa base móvil.	36
25.	Placas expulsoras con sus expulsores.	37
26.	Placas paralelas.	38
27.	Placas auxiliar para refrigerar el macho de moldeo.	38

28.	Placas portamolde de macho de moldeo con sus respectivos machos de moldeo.	39
29.	Placa portamolde de cavidad.	39
30.	Placa de almacenamiento del bloque calefactor.	40
31.	Placa base superior con su anillo de centrado.	40
32.	Componentes del sistema de inyección de canal caliente con torpedo atemperado.	41
33.	Componentes del sistema de centrado y sujeción del portamolde.	42
34.	Sistema de expulsión por aire.	43
35.	Área proyectada de la pieza a inyectar.	46
36.	Recorrido del flujo de masa.	47
37.	Sistema de refrigeración de la cavidad y el macho de moldeo.	52
38.	Simulación del tiempo de llenado de la pieza.	56
39.	Simulación de la presión de inyección.	57
40.	Gráfica de la presión final de llenado en relación con el tiempo de llenado. .	58
41.	Gráfica de la fuerza de cierre requerida para la inyección.	58
42.	Simulación de las zonas con atrapamientos de aire.	59
43.	Simulación de las líneas de soldadura.	60
44.	Sistema de refrigeración de la pieza a inyectar.	60
45.	Simulación del flujo del refrigerante.	61
46.	Simulación del calor que desprende el circuito de refrigeración 1.	62
47.	Deflexión de la pieza en X.	63
48.	Fuerza de cierre.	64
49.	Simulación de mecanizado de los componentes del molde.	65
50.	Simulación de mecanizado de la cavidad y macho de moldeo.	65
51.	Primeras líneas de código G de las placas paralelas.	80
52.	Primeras líneas del código G de la placa expulsora superior.	81
53.	Primeras líneas del código G de la placa de refrigeración de macho de moldeo.	82
54.	Primeras líneas del código G de la placa portamacho.	83
55.	Primeras líneas del código G de la placa sufridera.	84
56.	Primeras líneas del código G de la palca portacavidad.	85
57.	Primeras líneas del código G de la placa porta calefacción.	85
58.	Primeras líneas del código G de la placa base superior.	86
59.	Primeras líneas del código G del macho de moldeo.	87
60.	Primeras líneas del código G de la cavidad.	87

1. Introducción.

La fabricación de piezas plásticas ha incrementado su demanda en la última década, gracias al proceso de moldeo por inyección es posible realizar piezas complejas de plástico, que son utilizadas en procesos industriales o partes de máquinas. La inyección de plásticos ha tenido un gran crecimiento gracias a sus continuas investigaciones en nuevos materiales, estos materiales puros o modificados amplían enormemente la posibilidad de lanzar al mercado nuevos productos a base de polímeros. (Herrera Barrera y colaboradores., 2017)

Para la elaboración de productos de calidad con un proceso de inyección, es indispensable los moldes con precisión dimensional, estos moldes se construyen actualmente en acero, metales no férricos y materiales de colada no metálicos, que se obtienen de forma galvánica. El tipo de molde viene determinado por consideraciones de rentabilidad, la funcionalidad de la pieza, los costes de fabricación, tiempo de ciclo y del número de piezas a fabricar en el molde. (Menges, 1975).

Desde la década de 1980 los instrumentos tecnológicos como el CAD, CAE Y CAM han revolucionado el diseño en la industria, estas herramientas prácticamente han eliminado las técnicas de dibujo y cálculo de forma manual, haciendo que los diseñadores cometan menos errores en el diseño, teniendo en cuenta una buena selección de materiales y teniendo una buena configuración de las herramientas. (Ric, 1999). La sistematización del proceso de diseño y manufactura de los moldes de inyección y piezas plásticas mediante la tecnología computacional, ha facilitado enormemente la larga y difícil fase de proceso de obtener una pieza plástica, con estos software para diseño de piezas y moldes, se pueden verificar los diferentes parámetros ya se que se requieran al momento de inyección, aspectos relacionados al ensamblaje y el acabado superficial de los mismos, en cuanto a los software de simulación es posible ver la factibilidad utilizando el diseño previamente elaborado para tener una perspectiva más clara controlando el tiempo de llenado, la presión necesaria de cierre, el tiempo de inyección, temperatura de moldeo, entre otros. (Ledesma y colaboradores, 2001) De esta forma después de obtener las condiciones adecuadas para el funcionamiento, se procede a la fabricación del molde y posteriormente la pieza plástica, utilizando máquinas CNC (control numérico computarizado) para mecanizado que son controladas por programas de manufactura asistida por computadora (CAM), mediante el uso de estas herramientas el diseñador ha logrado reducir el tiempo y costo necesario para la construcción de los mismos. (Candal (2005))

Hay que tener en cuenta los parámetros de la fabricación de un molde de inyección, ya que

este va a estar sometido a diferentes esfuerzos mecánicos y térmicos donde se debe garantizar la productividad, con una excelente calidad y con un bajo costo. La empresa Metal Mecánica Galán se ha dedicado por años en la fabricación de moldes de inyección de diferentes tipos como son moldes de una cavidad y canal caliente. Este proyecto se basa en el diseño de un molde de inyección de canal caliente para contenedores rectangulares de plástico.

2. Problema.

2.1. Antecedentes

El presente proyecto se enmarca en la línea de diseño de la empresa Metal Mecánica Galán, donde el proyecto previo vinculado es el “Diseño y construcción de un molde de inyección para un contenedor plástico”, con un historial de varios diseños de molde de inyección que la empresa ha fabricado. Estos trabajos nos servirá de base para poder llegar a un diseño final de un molde de inyección con colada caliente.

El presente proyecto consiste en establecer los parámetros y dimensionamientos de las partes de un molde de inyección para la producción de contenedores rectangulares plásticos, así mismo emplear softwares especializados en el diseño y simulación en el proceso de inyección, con el objetivo de obtener parámetros que permitan comparar resultados computacionales y analíticos; dado que los modelos de cálculo de los parámetros de inyección consideran el comportamiento del material a inyectar y los parámetros de la máquina inyectora.

Por lo dicho anteriormente nos imponemos esta interrogante ¿Es posible diseñar y simular un molde de inyección para producir lotes de contenedores plásticos eficientes? Para poder llegar a una respuesta hacia la pregunta se deberá plantear una metodología para el diseño de moldes, entonces para esto se debe conocer si, ¿Se podrá establecer los criterios de diseño para un molde de inyección garantizando su funcionalidad y eficiencia? ¿Es posible desarrollar el diseño del molde bajo diferentes alternativas generales? ¿Se podrá realizar un análisis y validar el molde diseñado con la ayuda de un software especializado CAD/CAE? ¿Se podrá elaborar los planos y procesos de fabricación con ayuda de un software CAD/CAM? ¿Se podrá realizar la evaluación financiera de la fabricación del molde? Estas preguntas guiarán el proceso del proyecto propuesto.

2.1.1. Importancia y alcances

El presente proyecto aportará en el campo de la industria de inyección de plásticos, con los parámetros y dimensionamientos de la pieza a inyectar y el molde para dicha pieza, brindando a la empresa Galán una alternativa de generar una pieza nueva para comercializar y competir con la industria.

Desde la parte tecnológica, se aportará una metodología que permita la simulación de parámetros de inyección en donde se incluyan las propiedades del material plástico en este caso del polipropileno y las características de la máquina de inyección.

Finalmente, a la empresa se le aportará la información de los parámetros de inyección que permita una adecuada producción y los correspondientes planos del molde de inyección funcional, que permita a la empresa construirlo. Conocemos que al aplicar las técnicas de simulación y diseño se reducen los ciclos de diseño y costos, teniendo una mayor eficacia en la producción. La empresa Metal Mecánica Galán, cuenta con su propio taller mecánico industrial con los recursos necesarios para el diseño y posteriormente una construcción del molde de inyección, permitiendo aportar los datos y la teoría necesaria para el diseño y simulación del molde de inyección.

2.1.2. Delimitación

El proyecto será desarrollado en las oficinas de la empresa Galán, que cuenta con su taller y la disponibilidad de las máquinas inyectoras y los moldes construidos por la empresa que es necesario para diseñar el molde. Se debe limitar este proyecto a las exigencias y recomendaciones de la empresa Metal Mecánica Galán que cuenta con la experiencia de 40 años diseñando moldes de inyección y producción piezas plásticas para la industria farmacéutica, que validará los resultados finales del diseño funcional del molde.

3. Objetivos.

3.1. Objetivo General.

- Diseñar y simular un molde de inyección para la producción de contenedores plásticos para la empresa Metal Mecánica Galan.

3.2. Objetivos Específicos.

- Establecer los criterios de diseño para un molde de inyección eficiente y funcional.
- Desarrollar el diseño del molde bajo diferentes alternativas generadas.

- Realizar un análisis y validar el molde diseñado con la ayuda de un software especializado CAD/CAE.
- Elaborar los planos y procesos de fabricación con ayuda de un software especializado CAD/CAM.
- Realizar la evaluación financiera de la fabricación del molde.

4. Marco Teórico Referencial.

4.1. Plásticos.

4.1.1. Definición

Los plásticos son materiales orgánicos compuestos fundamentalmente de carbono y otros elementos como el hidrogeno, el oxígeno, el nitrógeno o el azufre. En la actualidad la mayoría de los plásticos que se comercializan provienen de la destilación del petróleo. La industria de plásticos utiliza el 6 % del petróleo que pasa por las refinerías. (Guachambala, 2013)

El término plástico en su significado más general, se aplica a las sustancias de similares estructuras que carecen un punto fijo de evaporación y poseen durante un intervalo de temperaturas, propiedades de elasticidad y flexibilidad que permiten moldearlas y adaptarlas a diferentes formas y aplicaciones. (Guachambala, 2013)

4.1.2. Polímero

Proviene del griego poly, muchos; parte segmento, entonces se puede decir que es una sustancia formada de muchos segmentos, puede ser un compuesto orgánico natural o sintético cuya característica principal está formada por grandes moléculas (macromoléculas) y esta a su vez están formadas de pequeñas moléculas que se repiten varias veces (monómero). Los plásticos en general incluyen aquellas materias orgánicas que se producen mediante la transformación química de productos naturales o mediante la síntesis de productos primarios a base de la desintegración de carbón, petróleo y gas natural. (Guachambala, 2013)

4.1.3. Obtención del plástico

Los plásticos se obtienen mediante polimerización de compuestos derivados del petróleo y del gas natural. La mayor parte de los plásticos son obtenidos de forma sintética. Se distinguen dos procesos de polimerización:

- Polimerización: El polímero se forma a través de monómeros, con la ayuda de catalizadores y se obtienen siempre termoplásticos.
- Polimerización por condensación: Es cuando se une secuencialmente numerosos poseedores de dos o más grupos reactivos con pérdidas de moléculas sencillas (agua, amoniac, metanol). La mayoría de los materiales plásticos son transparentes, incoloros y frágiles.

Pero si se les añade determinadas sustancias, sus propiedades cambian y se les puede hacer ligeros, flexibles, coloreados, aislantes, etc. (Guachambala, 2013)

4.1.4. Clasificación

Se pueden clasificar por su estructura química, ya que es la que determina sus propiedades, donde generalmente se clasifican por su comportamiento al calor en: termoplásticos, termofijos y elastómeros.

- Termoplásticos: Son materiales cuyas macromoléculas están ordenadas a manera de largas cadenas unidas entre sí por medio de enlaces secundarios, su orden se puede comparar con una madeja de hilos largos y delgados. La principal característica de estos es que pueden ser llevados a un estado viscoso varias veces por medio del calentamiento y ser procesados.
- Termofijos: Son materiales que están formados prácticamente por una gran molécula en forma de red, con uniones muy fuertes entre molécula y molécula, lo que provoca que estos materiales no se reblandezca con la aplicación de calor cuando ya han sido transformados. A diferencia de los termoplásticos, estos materiales ya no pueden moldearse porque al aplicarles calor se destruyen.
- Elastómeros: se componen de largas cadenas que se encuentran unidas entre si por muy pocas uniones químicas. Esto les permite un gran movimiento intermolecular que se ve reflejado en su buena flexibilidad. Son materiales que tienen memoria, es decir que al someterlos a un esfuerzo modifican su forma, recuperándola cuando se retira ese esfuerzo, son amorfos y no se pueden volver a procesar. (Guachambala, 2013)

4.2. Máquina de Inyección

4.2.1. Máquina de Husillo

Las máquinas de husillo proporcionan un calentamiento uniforme del material, así como un mezclado homogéneo. En estas máquinas la inyección del material se realiza desde la cámara de plastificación, que está provista de un husillo similar al de las máquinas de extrusión. El calentamiento del material se produce en diferentes zonas del tornillo, por tanto de forma similar a como ocurre en las máquinas de extrusión: la rotación del tornillo transforma parte de la energía mecánica en calor por fricción y además las paredes calientes del cilindro contribuyen a aumentar temperatura por conducción. (Beltrán Rico y Gomis, 2012)

En estas máquinas, conforme el tornillo gira el material funde, avanza hacia adelante y se va acumulando en la parte anterior del cilindro. Para alojar este material fundido dentro del cilindro, el tornillo debe retroceder lentamente mientras gira. Una vez que hay suficiente cantidad de material fundido acumulado, se detiene el giro y el tornillo realiza un movimiento axial hacia adelante, con lo que se realiza la inyección del material fundido, al igual que en las máquinas de extrusión, el diseño del tornillo viene determinado por las características del

polímero con que se ha de trabajar y por las condiciones del proceso. (Beltrán Rico y Gomis, 2012), En la figura 1 se muestra una máquina de inyección.

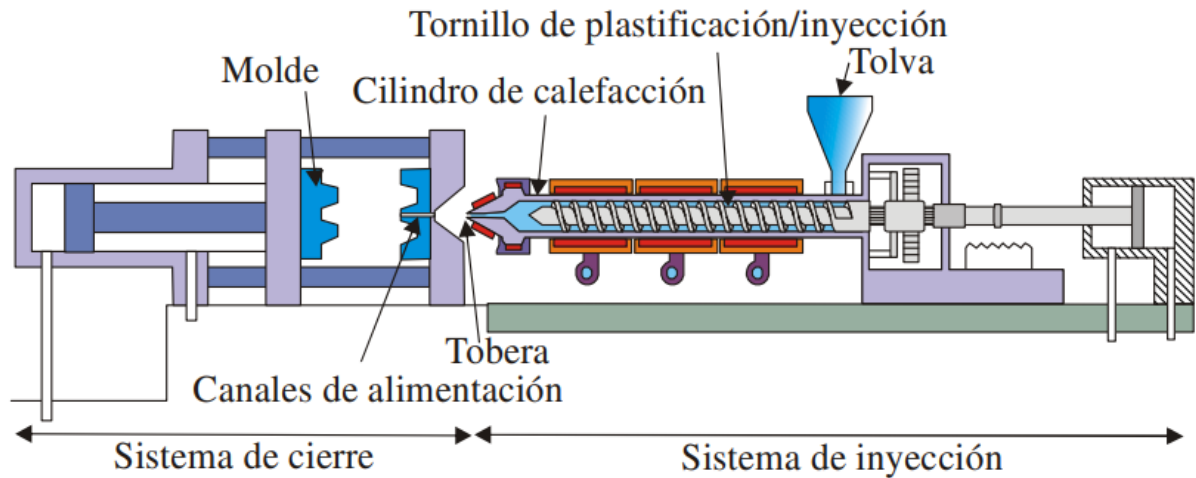


Figura 1: Máquina inyectora de tipo husillo con sus partes. (Beltrán Rico y Gomis, 2012)

4.3. Proceso de inyección

El proceso de inyección es discontinuo y es llevado totalmente por una sola máquina llamada inyectora con su correspondiente equipo auxiliar o periférico. (Guayco y Alfredo, 2010). En la figura 2 se observa el proceso de inyección.

Fases de inyección en la máquina:

- Cierre de molde
- Fases de llenado y mantenimiento
- Plastificación o dosificación y enfriado de la pieza
- Apertura del molde y expulsión de la pieza

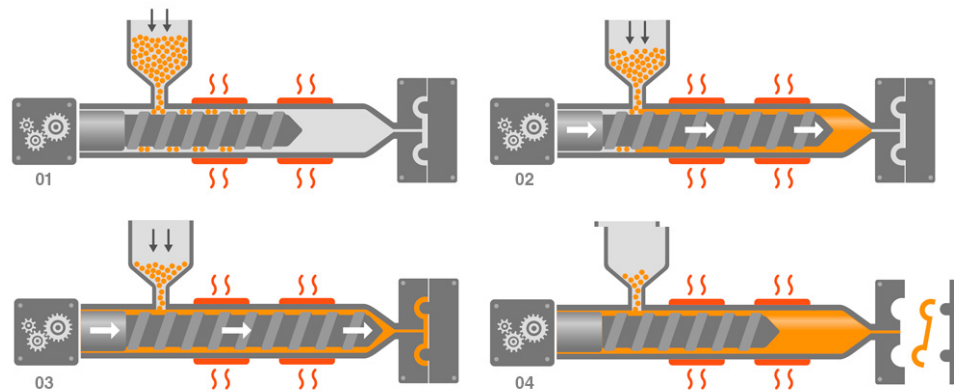


Figura 2: Proceso de inyección de una pieza plástica, que pasa por cada fase de la máquina inyectora. (Sanchez, 2018)

4.4. Capacidad de inyección

Al momento de iniciar el diseño del molde debemos conocer la geometría de la pieza y su peso, con estos datos se debe calcular la fuerza de cierre que se requiere en la máquina inyectora y el número de cavidades del molde. Es muy importante definir estos parámetros iniciales para establecer si la maquina inyectora con la que contamos cumplirá con los requerimientos del molde a diseñar. (Guayco y Alfredo, 2010)

4.4.1. Fuerza de cierre

La fuerza de cierre de la máquina inyectora debe ser mayor a la fuerza de inyección requerida para garantizar que el molde no se abra. La fuerza de inyección, es la fuerza de empuje originada en el interior de las cavidades y canales de llenado. El área proyectada de la pieza, es la que se proyecta sobre el plano de apertura del molde. Para el cálculo se debe considerar el área proyectada de todas las cavidades del molde y el área proyectada de los canales, esta normalmente al ser muy pequeña se desprecia. En la figura 3 se observa el área proyectada con la dirección de cierre del molde. (Guachambala, 2013)

$$F_i = A * P_i \tag{1}$$

Donde

F_i = Fuerza de inyección.

A = Área proyectada de la pieza.

P_i = Presión interior en el molde.

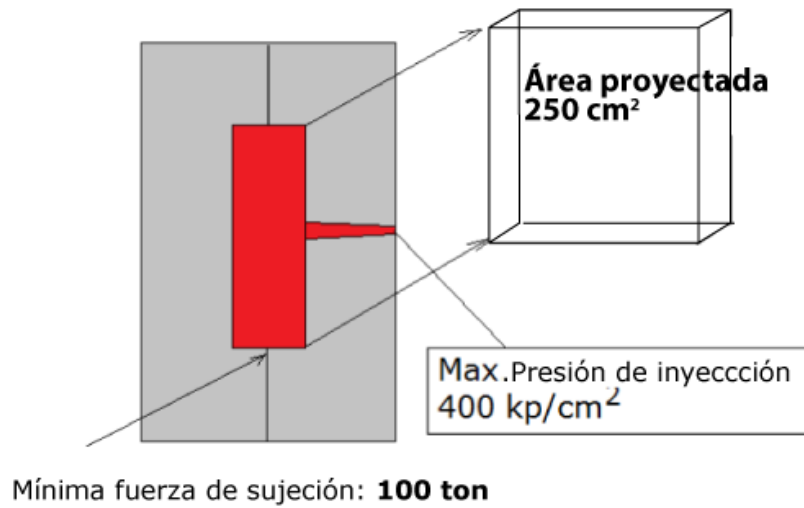


Figura 3: Presión de cierre dirección del área proyectada de la pieza a inyectar. (Sanchez, 2018)

La presión de inyección depende de los siguientes factores:

- Espesor de la pared.
- Forma de la pieza.
- Longitud de recorrido de flujo.
- Tipo de material.

La longitud de recorrido de flujo es la distancia que tiene desde el punto inicial del canal cónico hasta el punto final mas lejano de la cavidad. En la siguiente tabla se puede determinar la presión interior del molde en función de la longitud de recorrido, el espesor y el material.

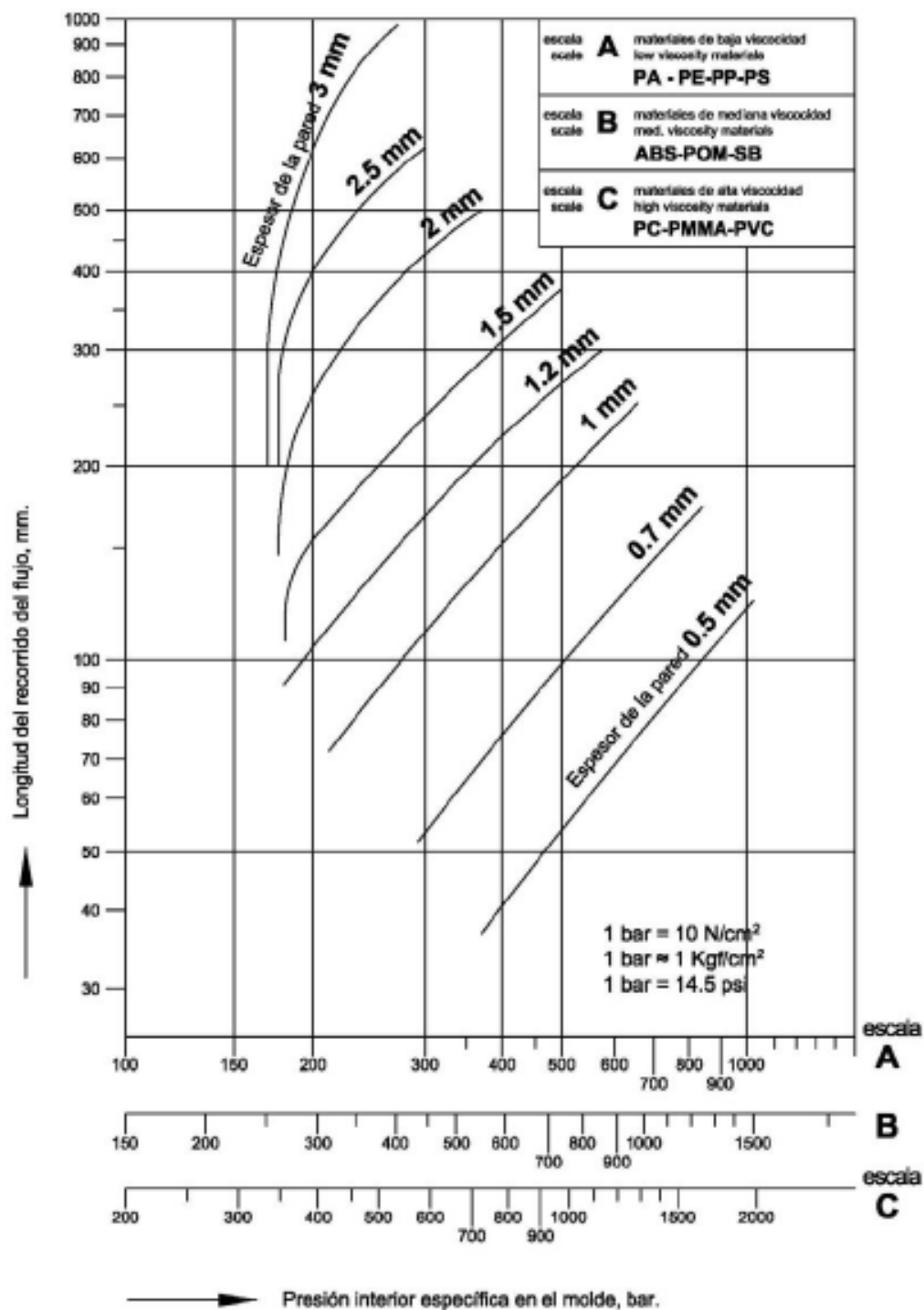


Tabla 1: Cálculo de la presión interior en función de la longitud de trayectoria de flujo plástico, espesor y viscosidad del material en estado fundido. (Guayco y Alfredo, 2010)

4.5. Moldes para inyección de plásticos

El moldeo de plásticos puede parecer a primera vista una operación simple, conforme se desarrolle el proceso se podrá apreciar mejor cuales y cuántos son los problemas que se deben resolver para producir piezas que correspondan a la exigencia de precisión y de calidad que cada producto industrial requiere. Un molde de inyección de plástico tiene la función de recibir el material caliente de una máquina de inyección con alta presión para llenar las cavidades, una vez frío el plástico, se expulsa, estos se emplean para transformar los polímeros en productos con amplia gama de formas y tamaños, permitiendo liberar los productos después de haberse inyectado. (Alfonso Leon y colaboradores, 2021)

4.5.1. Funciones del molde para inyección de plástico

Tenemos que tener en cuenta las funciones básicas de que realiza un molde de inyección para su diseño, de esta manera siempre se asegurará de que algún mecanismo o sistema implementado cumpla con los propósitos fundamentales para lo que un molde es creado, así matendrá el costo de manufactura y diseño lo óptimo posible, donde las funciones de un molde son:

- Recibir el material fundido de la unidad de inyección.
- Dar la forma geométrica requerida a la pieza, con las dimensiones, tolerancias y acabados superficiales requeridos por el diseño.
- Enfriar el material fundido hasta solidificarlo.
- Soportar las presiones de inyección, sostenimiento y cierra durante todo el ciclo de moldeo.
- Mantener la pieza enfriando hasta que se presente la mayor cantidad de contracciones en la pieza.
- Expulsar la pieza del molde con la menor fuerza de expulsión posible, sin dañarla estética, mecánica, funcional o dimensionalmente.
- Garantizar la seguridad de montaje, desmontaje, operación y mantenimiento.
- Asegurar que el ciclo de inyección sea lo más corto posible. (Sánchez Andrade y colaboradores, 1994)

4.5.2. Clasificación de los moldes para la inyección de termoplásticos

La clasificación de moldes viene dada por las características físicas y de trabajo:

1. Por su tamaño.
2. Número de cavidades.

3. Por la forma de trabajar.
 - a. Manuales.
 - b. Semiautomáticos.
 - c. Automáticos.
4. Por el tipo de construcción.
 - a. De dos mitades o platos.
 - b. De tres placas.
 - c. Sin sobrantes. (Gastrow y colaboradores, 1992)

4.6. Molde de canal caliente

Al momento de diseñar piezas que se requieran varios puntos de inyección, ya sea de un tipo complejo o que se requiera ahorrar material, la solución es un molde de sistema de canal caliente cuya función es mantener el plástico en los canales de distribución en todos los puntos de inyección a una temperatura constante sin sobrantes ni mazarotas. (Menges y colaboradores, 1980)

4.6.1. Canales distribuidores con calefacción

Para resolver el problema de tener caminos de flujo de igual longitud en moldes simples y múltiples de gran superficie, es forzoso en algunas ocasiones, emplear canales distribuidores largos. Los cuales significan más desperdicio, pérdidas de presión, y enfriamiento inadmisibles de masa. Si se desmoldea la mazarota, como en el caso de los moldes de tres placas, resulta una mala rentabilidad del proceso, según el tipo y tamaño de la pieza. Los moldes de inyección de canal caliente ofrecen una solución óptima para mantener el desperdicio reducido y la masa a la temperatura de elaboración. (Menges y colaboradores, 1980)

En el molde de canal caliente no se desmoldea el material de sistema de llenado. Hay que calentar el bebedero y los canales de distribución para que la masa no se solidifique y pueda disponerse de ella, transcurrido un ciclo de trabajo, para la nueva inyección, aprovechando óptimamente la capacidad de plastificación e inyección de la máquina. (Menges y colaboradores, 1980)

de inyección, manteniendo la masa fluida.

Mediante el temperado indirecto, se evitan con seguridad los sobrecalentamientos locales y la consiguiente degradación del material en la zona de contacto con el torpedo. (Frenkler y Zawistowski, 2001)

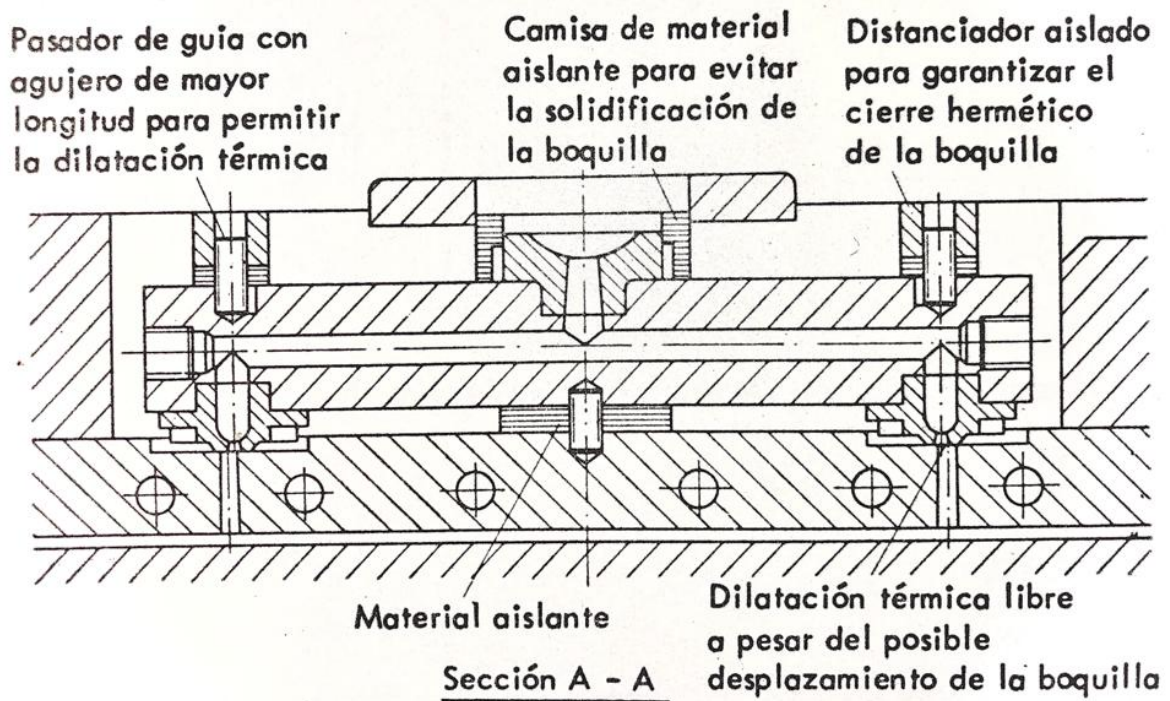


Figura 5: Ejemplo de diseño de un sistema de canal caliente para 2 puntos de inyección. (Frenkler y Zawistowski, 2001)

4.6.4. Principios termodinámicos del sistema

La potencia instalada en el bloque debe estar calculada de forma que garantice:

- Calentamiento rápido.
- Temperatura suficiente en la punta del torpedo.
- Compensación de las pérdidas térmicas.

Las pérdidas de calor se producen como resultado de los efectos de la conducción térmica, convección y radiación. (Frenkler y Zawistowski, 2001)

La *conducción térmica* en un sistema de canal caliente se produce a través de los soportes del bloque calentador, aire que rodea al bloque calentador y del torpedo conductor.

A fin de reducir las pérdidas de calor por conducción, se puede:

- Reducir la superficie S , para que fluya mejor la temperatura.
- Utilizar materiales de menor coeficiente de conductibilidad térmica.

La convección en un sistema caliente se produce a través del aire en movimiento:

- Entre el bloque calentador y las placas del molde.
- Entre el bloque calentador y el medio ambiente.

El bloque calentador debe estar completamente rodeado por el molde.

La radiación en un sistema caliente se produce entre el bloque calentador y las placas del molde.

A fin de reducir las pérdidas de calor por radiación pueden utilizarse superficies brillantes y pulidas. Se recomienda cubrir al bloque calentador con placas pulidas o laminadas brillantes de aluminio.

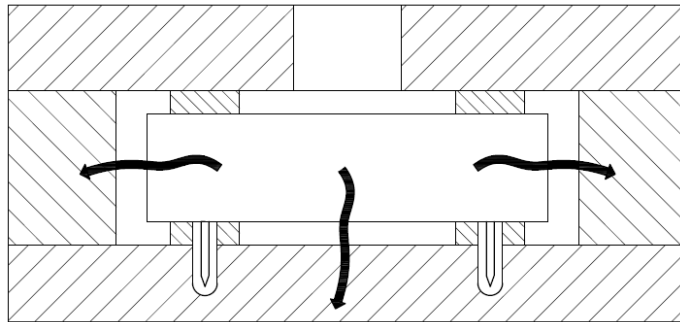


Figura 6: Radiación en el sistema de canal caliente. (Unger, 2006)

4.6.5. Dilatación Térmica

Como resultado de la dilatación térmica, en el molde puede producirse los efectos como: variaciones dimensionales, presiones superficiales excesivas y deformaciones.

$$(\alpha_{ac} = 11.5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1})$$

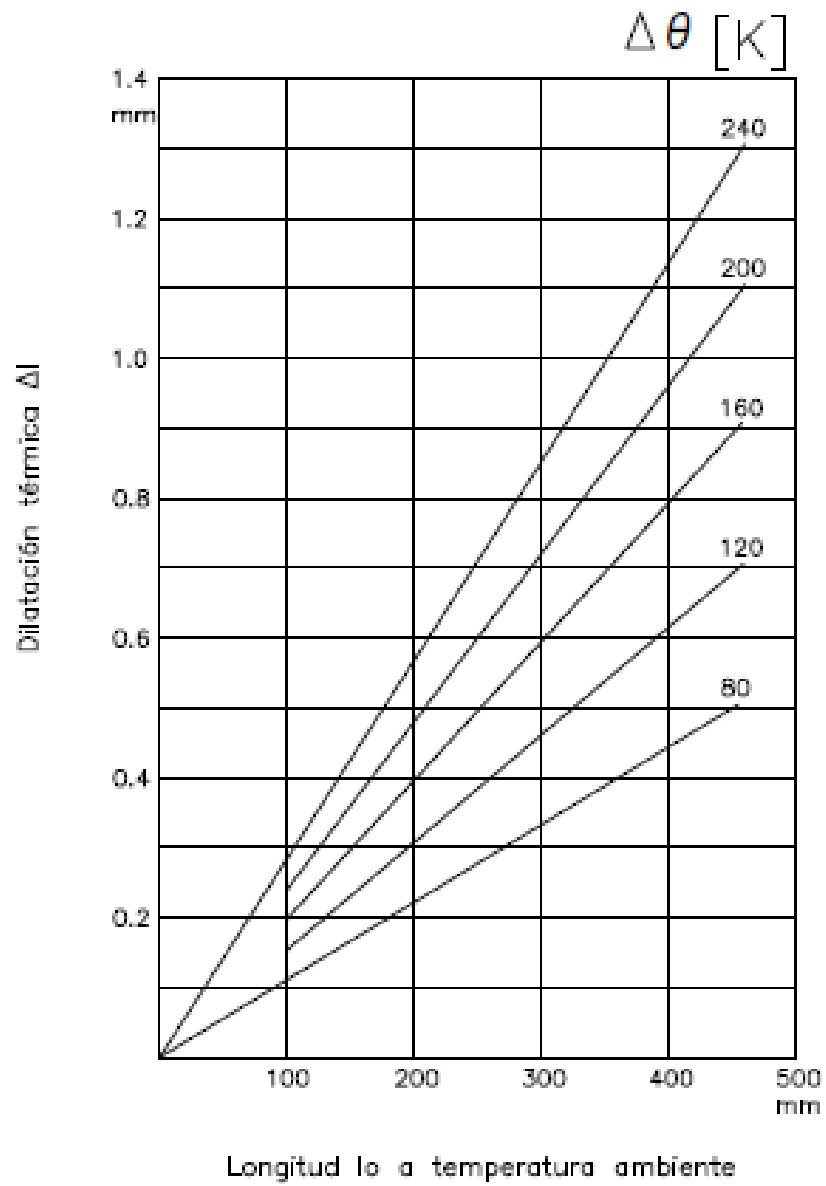
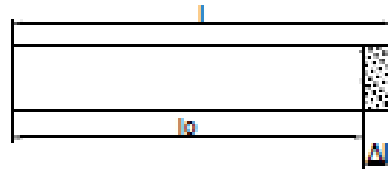


Figura 7: Dilatación térmica del acero. (Unger, 2006)

$$(\alpha_{cc} = 17.5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1})$$

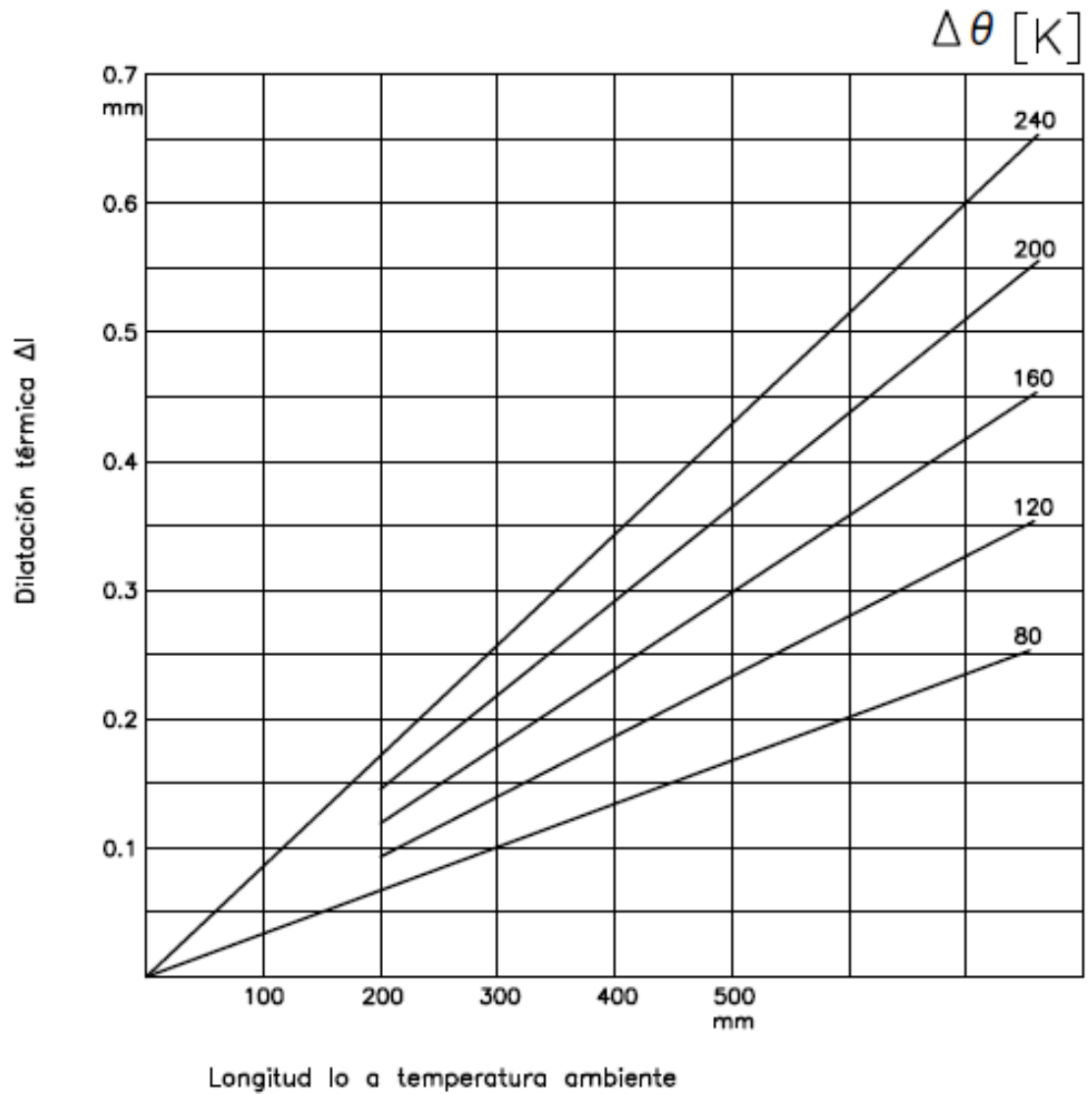
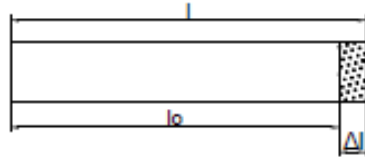


Figura 8: Dilatación térmica del cobre. (Unger, 2006)

Antes de proceder a diseñar el bloque calentador, es necesario calcular las variaciones lineales debidas a la dilatación térmica. Estas variaciones dimensionales pueden tener lugar en dirección «X» y en dirección «Y». En dirección **X** producen un desplazamiento axial del

torpedo conductor en el casquillo de la boquilla y, en dirección **Y**, una introducción de la punta del torpedo en la pieza. (Unger, 2006)

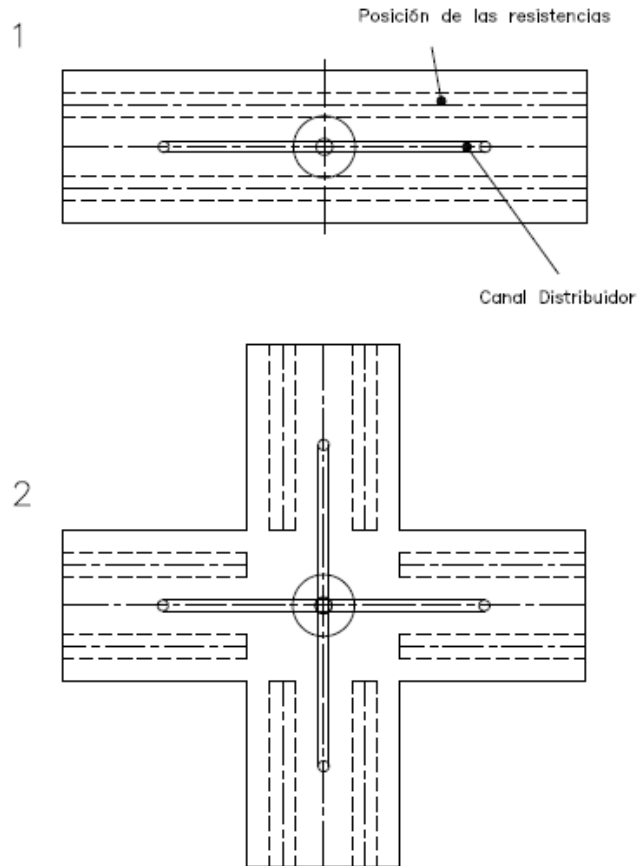


Figura 9: Construcción de un bloque calefactor. Ejemplo de construcción con resistencias de cartuchos. (Unger, 2006)

4.7. Datos para la construcción del sistema

4.7.1. Diseño constructivo del bloque calentador

El bloque calentador su función es distribuir el plástico fundido hasta el punto de inyección, en donde se debe cumplir lo siguiente:

- Temperatura de la masa sin variaciones, con independencia del recorrido del flujo.
- Ninguna degradación térmica en la masa.
- Escasas pérdidas de presión.

La calidad superficial de los canales distribuidores debe equivaler a la de un pulido fino, situándose generalmente su diámetro entre 5 y 10 mm, según las dimensiones del molde. En la construcción de los bloques calentadores se destaca el acero $N^{\circ}1.2311(40CrMnMo7)$ que con designación comercial es el acero bohler M303. (Frenkler y Zawistowski, 2001)

4.7.2. Casquillo de boquilla

Al no existir la necesidad de extraer mazarota el taladro del casquillo deber ser cilíndrico, la calidad del pulido de ser pulido fino. (Unger, 2006)

Con un diámetro determinado del casquillo de la boquilla d_c y teniendo en cuenta el diámetro de la cámara (δ), tenemos un dimensionado óptimo cuando la relación es:

$$\frac{\varnothing d_c}{\varnothing \text{torpedo}(d_T)} = 2, \text{ entonces} \quad (2)$$

$$\delta = \frac{d_T}{2} (\text{mm}) \quad (3)$$

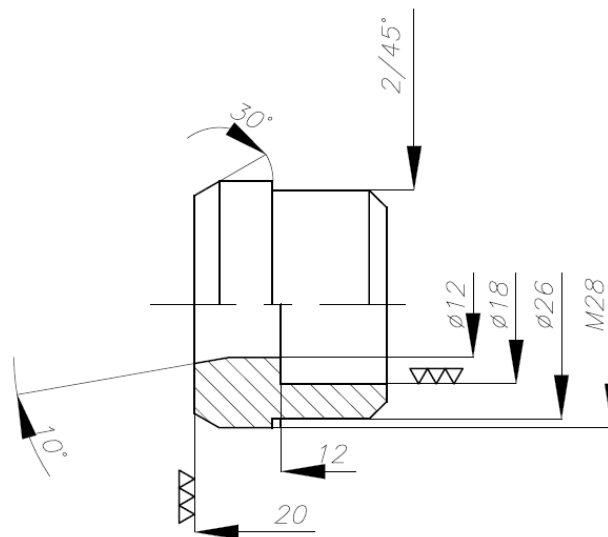


Figura 10: Casquillo de soporte del torpedo. (Unger, 2006)

4.7.3. Calefacción

La calefacción del bloque calentador se realiza generalmente por resistencias de cartuchos o resistencias tubulares flexibles. Las resistencias son introducidas en taladros cilíndricos a una distancia respecto al distribuidor $\geq 10\text{mm}$. (Unger, 2006)

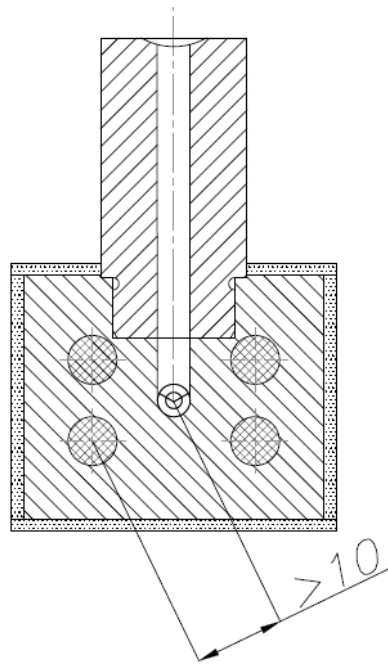


Figura 11: Ejemplo de ubicación de las resistencias en el bloque calefactor. (Unger, 2006)

Sin perjuicio de calcular con exactitud la potencia a instalar, se puede señalar que a grosso modo se requieren *200-300 W por Kg de peso del bloque calentador*. (Unger, 2006)

4.7.4. Torpedo conductor

El torpedo montado en el bloque calentador su misión es la de tomar calor de éste y transportarlo hasta el punto de inyección manteniendo la masa fundida. Este principio, el torpedo está calentado indirectamente, donde se evitan sobrecalentamientos locales que podrían producir degradaciones térmicas en la masa, siempre y cuando la temperatura del bloque calentador haya sido correctamente elegida.

El número de taladros de paso de la masa en el torpedo debe ser de 5 a 8 y su diámetro de 2 a 4 mm. Para el dimensionado podemos utilizar la ecuación: (Unger, 2006)

$$d_d \leq d_i \sqrt{z} \text{ (mm)} \tag{4}$$

donde:

d_d =diámetro del canal distribuidor

d_i =diámetro del torpedo

Z_t =número de taladros en el torpedo

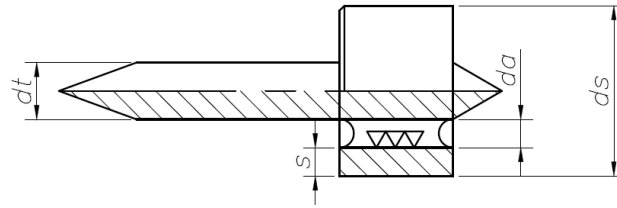


Figura 12: Dimensiones del torpedo conductor. (Unger, 2006)

4.7.5. Cálculo de las variaciones posicionales del torpedo de temperado indirecto por dilatación térmica

Como resultado de las diferencias existentes entre las dilataciones térmicas del bloque calentador y la placa del molde, varía la posición del torpedo en relación con el punto de inyección.

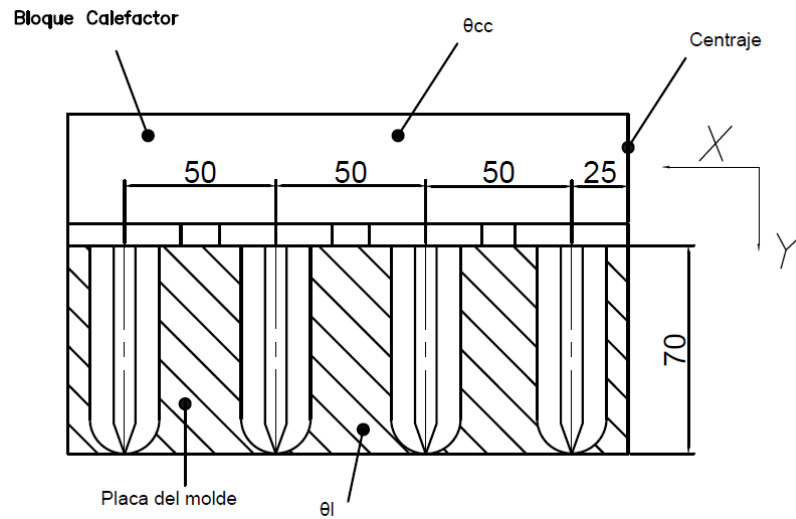


Figura 13: Variación posicional del torpedo debido a la dilatación térmica. (Unger, 2006)

4.8. Número de Cavidades

Con la geometría de la pieza obtenemos el volumen de acuerdo con la densidad del material a inyectar, tenemos como resultado el peso de la pieza, este debe ser comparado con la capacidad de la máquina inyectora y determinar el número de cavidades posibles a inyectar. (Guayco y Alfredo, 2010)

$$F1 = Sv/Av \tag{5}$$

Donde:

- $F1$ = Número de cavidades.
- Sv = Volumen máximo de inyección de la máquina.
- Av = Volumen de la pieza más canales de alimentación.

4.9. Sistemas del Molde

Para realizar el diseño del molde se debe tomar en cuenta los siguientes sistemas: (Guayco y Alfredo, 2010)

- Sistema de Alimentación.
- Sistema de Expulsión.
- Sistema de Atemperado.

4.9.1. Sistema de Alimentación

Los sistemas de alimentación tienen por objeto recibir la masa del moldeo fundida procedente del cilindro de plastificación y dirigida a la cavidad del molde. Las partes que componen la alimentación son:(Guayco y Alfredo, 2010)

- Bebedero.
- Canales de Alimentación.
- Canales de estrangulamiento.

4.9.2. Configuración de los canales de distribución

El objetivo de los canales de distribución, es unir las cavidades del molde con el canal cónico de entrada, consiguiendo que el material entre en todas las cavidades simultáneamente a igual presión y temperatura. La masa plastificada entra con gran velocidad en el molde, pasa por los canales de distribución donde las paredes exteriores empiezan a solidificarse rápidamente, esto origina que se forme un núcleo caliente el cual puede fluir hasta llenar todas las cavidades. En la figura 4 se observa algunas formas de canales de distribución. (Guayco y Alfredo, 2010)

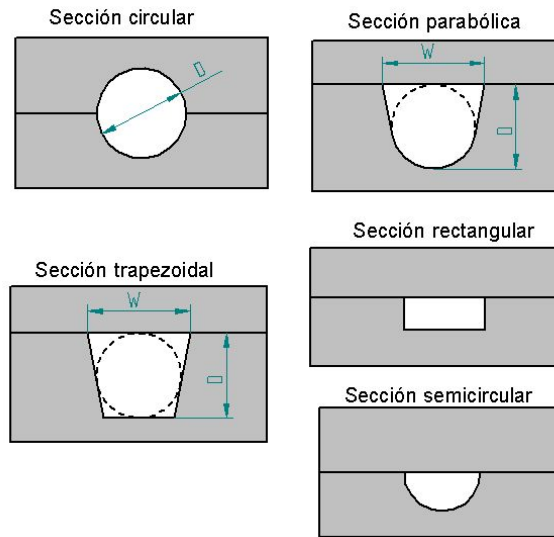


Figura 14: Diferentes tipos de canales de distribución del material hacia las cavidades donde la mejor opción es la forma parabólica. (Guayco y Alfredo, 2010)

4.9.3. Configuración de las entradas o canales de estrangulamiento

El canal de estrangulamiento es la parte del sistema de llenado que une la cavidad para la pieza con el canal distribuido. Generalmente es la zona de paso más estrecha de todo sistema. La entrada debe ser lo más pequeña posible y de fácil desmoldeo, eligiendo su posición en la pieza de modo que no produzca marcas inoportunas, evitando un costoso trabajo posterior. La posición y la forma del canal de estrangulamiento quedan determinadas, por el tamaño de la pieza, su forma y la viscosidad de la masa a elaborar. (Guayco y Alfredo, 2010)

4.10. Sistema de Expulsión

El caso ideal, es que la pieza cayese por gravedad al abrir el molde. Pero la pieza queda retenida por resaltes, fuerzas de adherencia y tensiones internas, por lo que hay que desprenderla del molde mediante dispositivos especiales. Estos dispositivos se accionan mecánicamente, aprovechando la carrera de la apertura de la máquina. También puede efectuarse neumática o hidráulicamente. Con la ayuda de resaltes, la pieza se contraerá sobre el núcleo más frío que la matriz y deberá aplicársele una fuerza para su desmoldeo. (Guayco y Alfredo, 2010)

4.11. Sistema de Atemperado

Al efectuar el llenado se inyecta la masa fundida a elevada presión y gran velocidad en el molde, cuya cavidad tiene la forma de la pieza deseada. La masa se adapta a la forma del molde, debiendo disipar su calor que se solidifique. La pieza se desmoldea cuando ha adquirido

suficiente rigidez. (Guayco y Alfredo, 2010)

MATERIAL	Temperatura de Elaboración [C°]	Temperatura del molde [C°]
Polietileno baja densidad	170 - 260	0 - 70
Polietileno alta densidad	220 - 320	0 - 70
Poliestireno Normal	200 - 250	30 - 60
Poliestireno Antichoques	200 - 250	30 - 60
Poliamida 6	240 - 290	60 - 100
Poliamida 6 + Fibra de vidrio	260 - 310	80 - 120
Poliamida 6.6	260 - 300	40 - 120
Poliamida 6.6 + Fibra de vidrio	280 - 320	60 - 120
Poliamida 6.10	230 - 260	80 - 120
Estireno - acrilitrilo	230 - 260	50 - 80
Polimetacrilato	170 - 230	40 - 90
Policarbonato	280 - 310	85 - 120
Copolímero acetal	180 - 230	70 - 130

Tabla 2: Temperatura de elaboración y del molde para algunas masas de inyección. (Guayco y Alfredo, 2010)

4.12. Cálculo de tiempo de enfriamiento

El tiempo de enfriamiento depende de:

M = Temperatura de la masa.

W = Temperatura del molde.

E = Temperatura de desmoldeo.

a = Conductibilidad térmica del material inyectado

s = espesor de pared.

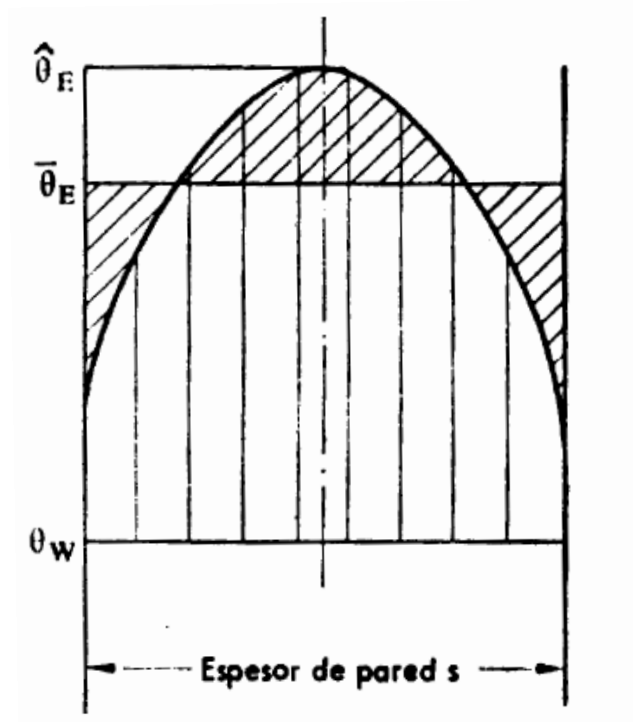


Figura 15: Zonas de temperatura de la pieza inyectada al desmoldear. (Bohorquez, 1988)

$$a = \frac{\lambda}{\rho * c} = \text{Conductibilidad de Temperatura} \quad (6)$$

En la tabla 3 se puede observar el monograma para el cálculo de enfriamiento.

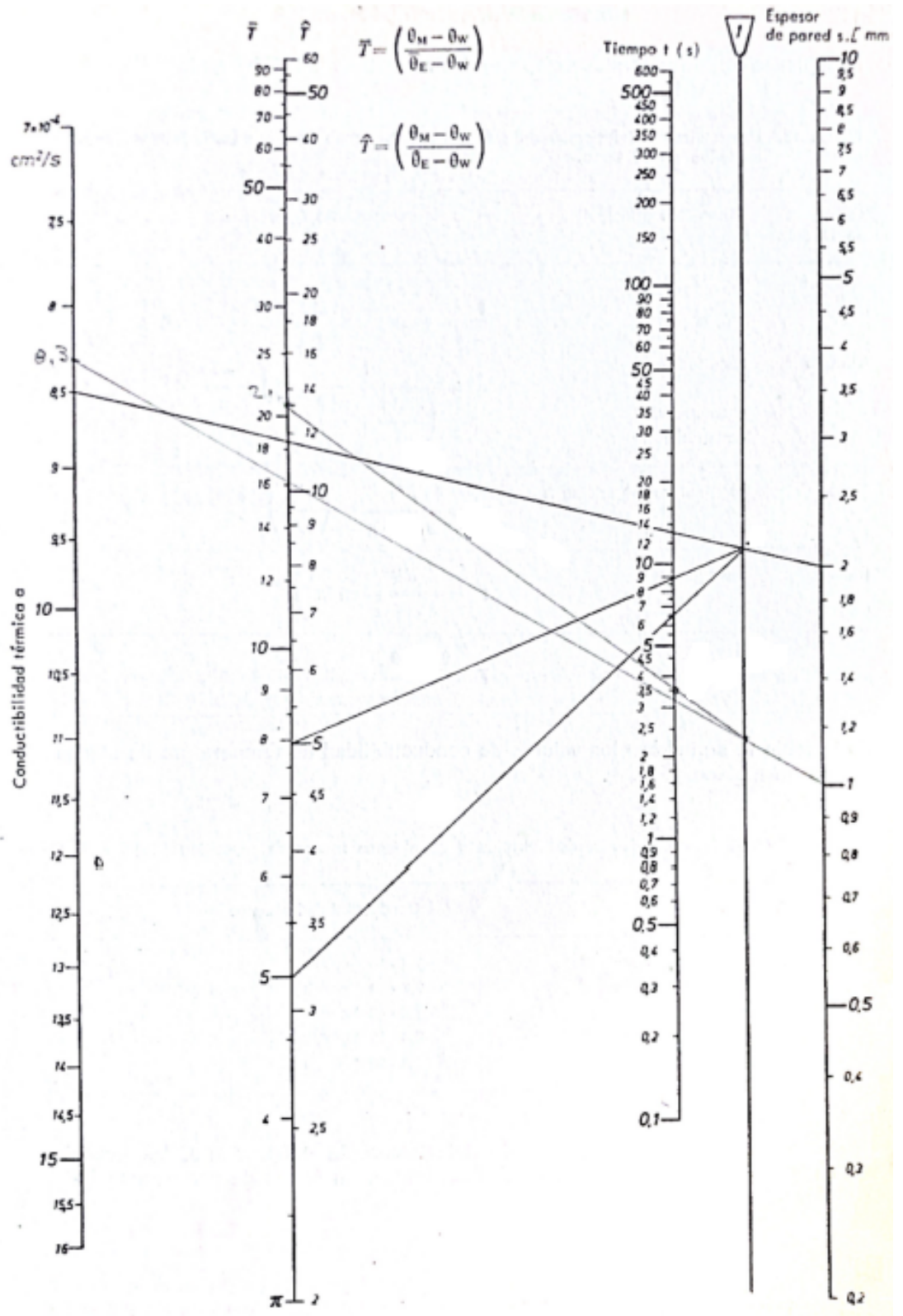


Tabla 3: Nomograma para determinar el tiempo de enfriamiento. (MENGES y MOHREN, 1990)

4.13. Disipación de Calor

El calor que debe desprenderse de la pieza depende de la masa de moldeo, de la temperatura de elaboración y de la temperatura media de desmoldeo. (Guayco y Alfredo, 2010)

4.14. Software CAD/CAM

El software CAD/CAM controla máquinas CNC como fresadoras, enrutadores, tornos y máquinas de electroerosión por hilo. CAD significa diseño asistido por computadora y CAM significa fabricación asistida por computadora. CNC significa control numérico por computadora.

El software CAD se utiliza para diseñar piezas, accesorios y ensamblajes. Se puede utilizar para crear piezas desde cero, modificar diseños existentes o preparar piezas para mecanizar. El software CAM se utiliza para programar trayectorias de herramientas y generar el código G que controla máquinas CNC como fresadoras, enrutadores, tornos y máquinas de electroerosión de hilo. El software CAD/CAM, como Mastercam, se utiliza para tomar piezas desde el diseño hasta la producción dentro de una única interfaz fácil de usar. El software CAD/CAM se utiliza en la fabricación para aumentar la automatización. Esta automatización ahorra tiempo, reduce errores y mejora tanto la precisión como la productividad en el proceso de fabricación. Mastercam es un proveedor líder de software CAD/CAM en el campo de la fabricación. (WANG y colaboradores, 2010)

4.15. Método de elementos finitos

Es un método numérico general para la aproximación de soluciones de ecuaciones diferenciales parciales muy complejas utilizado en diversos problemas de ingeniería y física. El MEF está pensado para ser usado en computadoras y permite resolver ecuaciones diferenciales asociadas a un problema físico o ingenieril sobre geometrías complicadas. El MEF se usa en el diseño y mejora de productos y aplicaciones industriales, así como en la simulación de sistemas físicos y biológicos complejos. La variedad de problemas a los que puede aplicarse ha crecido enormemente, siendo el requisito básico que las ecuaciones constitutivas y ecuaciones de evolución temporal del problema sean conocidas de antemano. (Zienkiewicz, 2010)

5. Marco Metodológico

Para poder llegar a diseñar un molde eficiente y funcional con las características antes especificadas y necesidades requeridas por la empresa, el proyecto que se va a realizar es de tipo deductivo y experimental donde se puede dividir de la siguiente manera:

Deductivo.- Para poder llegar a tener un molde eficiente y que cumpla con las características, es necesario recurrir a toda la información que se requiera para el diseño del mismo, teniendo una amplia información acerca del diseño de moldes de colada caliente y la información de la empresa tutora del proyecto, de moldes antiguos hechos anteriormente.

Experimental.- Se obtendrán parámetros óptimos para la inyección en el molde, diseño funcional del portamolde con ayuda de software CAD/CAE “INVENTOR 2019 de Autodesk”, efectos producidos por la manipulación de parámetros de inyección mediante el software “MOLD FLOW SINERGY 2012 de Autodesk”, análisis mediante software CAM “MASTER-CAM X5” de la fabricación del molde y analizar el costo de fabricación.

Correlacional.- De los resultados obtenidos de manera computacional, se tendrá que buscar una relación con los obtenidos de forma manual. Teniendo una aproximación a los resultados esperados.

La empresa Metal Mecánica Galán ha brindado todo su conocimiento para poder llegar a cumplir esta metodología del diseño de un molde de inyección.

5.1. Diseño del Proyecto

- Diseño del molde de inyección.

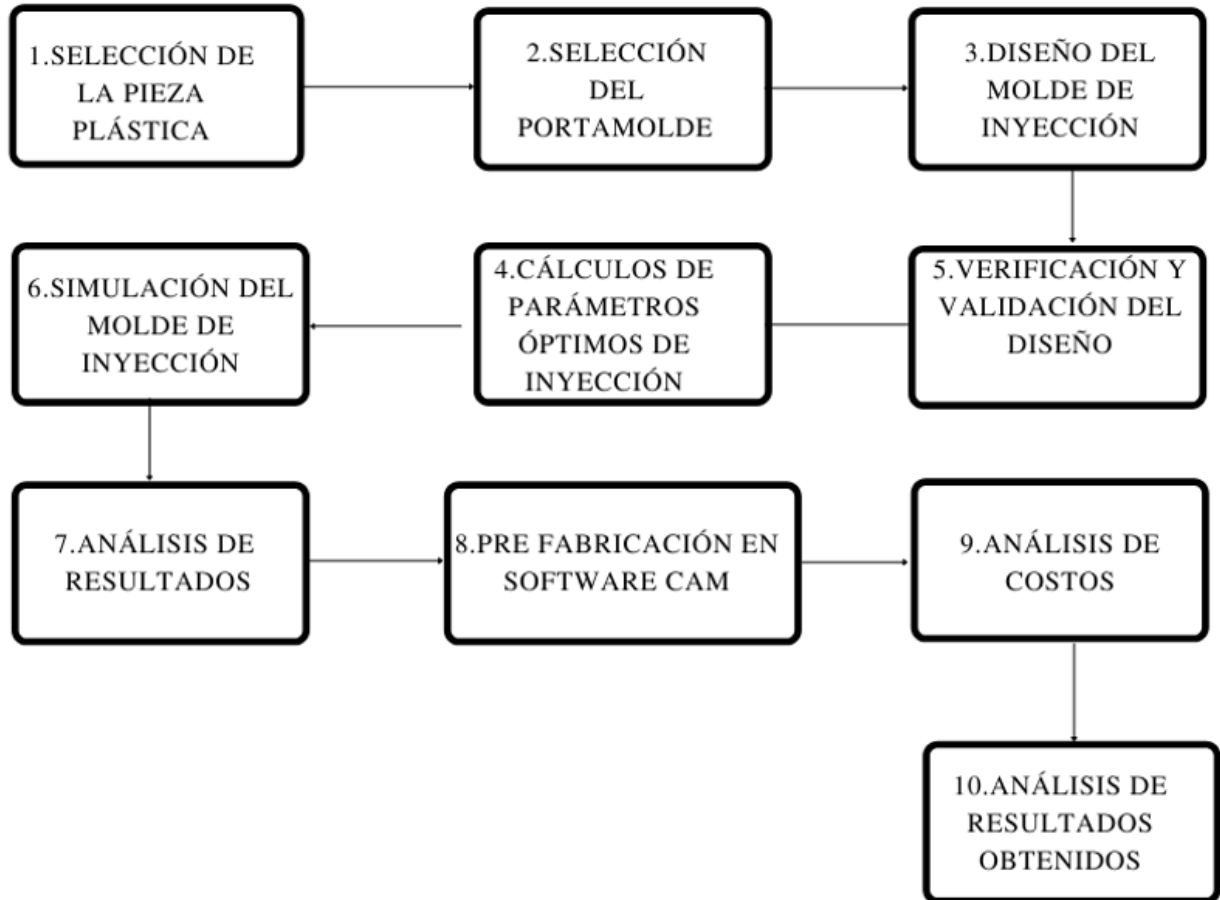


Figura 16: Metodología del diseño del molde de inyección.

6. Resultados

6.1. Diseño del producto

6.2. Selección de Alternativas

Se partió del diseño de un molde antiguo de la empresa que por el uso y desgaste se encontraba fuera de servicio.

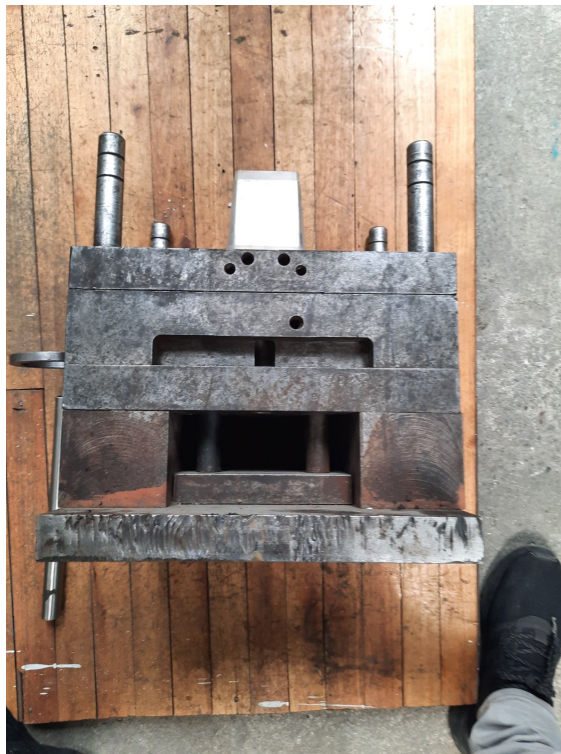


Figura 17: Molde antiguo de la “Empresa Metal Mecánica Galán”.

Fuente: Autor

Se tomó de referencia 2 alternativas de modelo de molde de acuerdo a las especificaciones y disposiciones de la empresa, que se requería saber si es sería rentable posteriormente la construcción del mismo, hay que tomar en consideración que la empresa ya tenía su experiencia en construcción de varios modelos de moldes sean simples hasta complejos de 6 cavidades, tanto de piezas pequeñas y grandes, por lo tanto.

- a. Molde de dos placas. (abastece hasta 1 cavidad de la pieza a inyectar)
- b. Molde de canal caliente. (abastece hasta 3 cavidades de la pieza a inyectar.)

Donde en la siguiente tabla podemos observar los criterios a considerar para elegir la mejor alternativa:

Modelo de Molde	Desperdicio de material	Costo de fabricación	Productividad
Molde dos placas	Mazarota	medio	Regular
Molde de Canal Caliente	Sin mazarota	alto	Eficiente

Tabla 4: Criterios para elegir el diseño de molde de inyección.

Fuente: Autor

Como la mejor alternativa a la que se determinó, y en el cuál tenemos que tener en cuenta que se va a realizar el diseño del molde para una maquina inyectora de marca METALMECANICA con un ciclo de trabajo.

6.2.1. Selección del material para la pieza plástica

La empresa proporcionó información acerca del material que utilizaba para el producto entonces, el material **Polipropileno PH4040** de la empresa PETROQUIM en donde podemos ir hacia el catálogo y ver las diferentes propiedades típicas para el proceso de inyección, este material es el indicado para materiales de pared delgada.

RECOMENDACIONES DE PROCESAMIENTO			
INYECCIÓN		COATING	
Alimentación	160 °C	Tornillo	210 a 250 °C
Tornillo	180 a 210 °C	Matriz	270 °C
Molde	20 a 60 °C		

PROPIEDADES			
PROPIEDADES TÍPICAS	ENSAYOS ASTM	UNIDADES	VALOR
Índice de Fluidéz 2,16 kg/230 °C	D-1238	g/10 min	40
Temperatura de Ablandamiento VICAT (10 N)	D-1525	°C	154
Temperatura de Deformación Térmica – HDT (455 kPa)	D-648	°C	105
Resistencia al Impacto IZOD a 23 °C	D-256	J/m	20
Resistencia a la Tracción (en el punto de fluencia)	D-638	MPa	35
Elongación (en el punto de fluencia)	D-638	%	10
Módulo de Elasticidad en Flexión	D-790	MPa	1.450

La Densidad de todos los grados de polipropileno producidos por Petroquim S.A. se encuentran en el rango de 0,905 +/- 0,005 g/cc

Tabla 5: Propiedades y recomendaciones del material Polipropileno PH4040 de PETROQUIM para realizar la inyección. (PETROQUIM, 2012)

6.2.2. Descripción de la pieza

De acuerdo con los requerimientos de la empresa Metal Mecánica Galán y las especificaciones que se pretendía obtener de la pieza plástica, se determinó la forma de un contenedor rectangular que se usaría principalmente para almacenar artículos pequeños, ya sean para herramientas o productos.

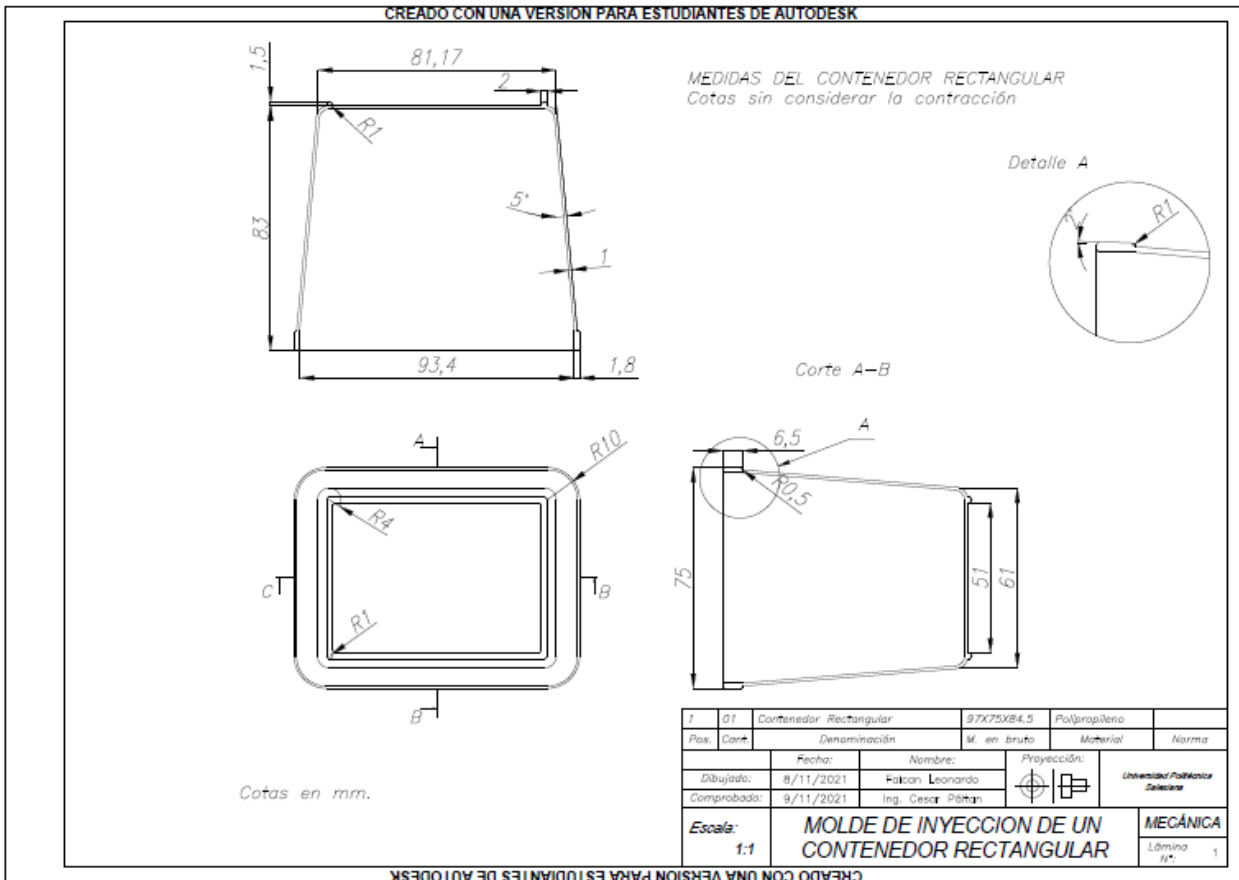


Figura 18: Dimensionamiento de la pieza plástica a inyectar.

Fuente: Autor

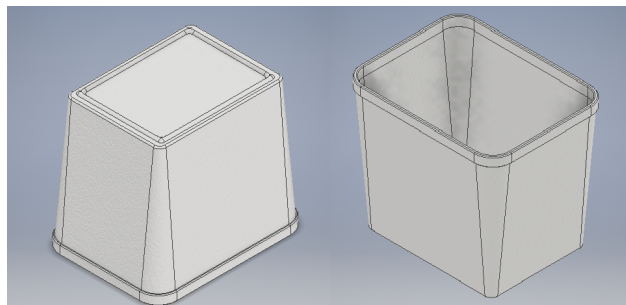


Figura 19: Pieza plástica.

Fuente: Autor

6.2.3. Dimensionado del contenedor rectangular plástico

Como la empresa contaba con el molde de inyección de procedencia española, pero a falta de planos, se tuvo que optar por tomar las medidas de la pieza plástica real que la empresa dispone, en donde gracias a la herramienta CAD/CAE se pudo obtener la masa de esta.

Altura[mm]	Longitud[mm]	Profundidad [mm]	Masa[kg]	Volúmen [cm ³]
84.5	97	74	0.029	31.494

Tabla 6: Dimensionado de la pieza plástica. **Fuente:** Autor

6.2.4. Definición de la línea de partición

La ayuda del software CAE se tiene definido la línea de partición diferenciando la cavidad y el postizo de la pieza a inyectar, recomendable para comenzar con nuestro análisis y dimensionado del molde con los parámetros que se requieren.

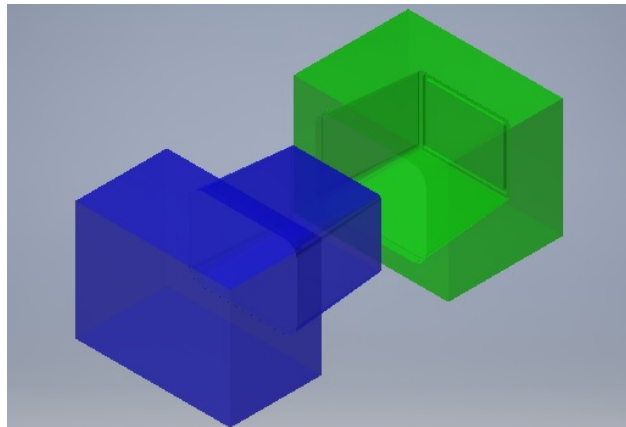


Figura 20: Determinación de la cavidad y postizo.

Fuente: Autor

Estas direcciones que nos proporciona el software, indirectamente marcan el sentido de desmoldeo de la pieza y que partes van a ser reproducidas en uno y otro lado del molde de inyección.

6.3. Descripción del sistema de colada mediante canal caliente de atemperado indirecto

La función principal de este sistema es que lleve la masa desde la zona de inyección de la máquina, hasta las cavidades de la pieza geométrica por medio del sistema de torpedo

atemperado, manteniendo una temperatura constante de inyección, y que no haya la necesidad de tener desperdicio, es decir libre de mazarota. Se determina que este sistema es la mejor opción de diseño para la producción de acuerdo con los requerimientos y especificaciones de la empresa, donde se tomó los siguientes criterios.

- Incrementar la producción y reducir los tiempos de ciclo.
- Economizar el costo de producción mediante la eliminación del desperdicio al inyectar.
- Por el diseño de la pieza plástica en donde el punto de inyección debe ser por la parte superior central de la pieza para que la distribución sea uniforme y tenga rigidez al momento del enfriamiento y expulsión.

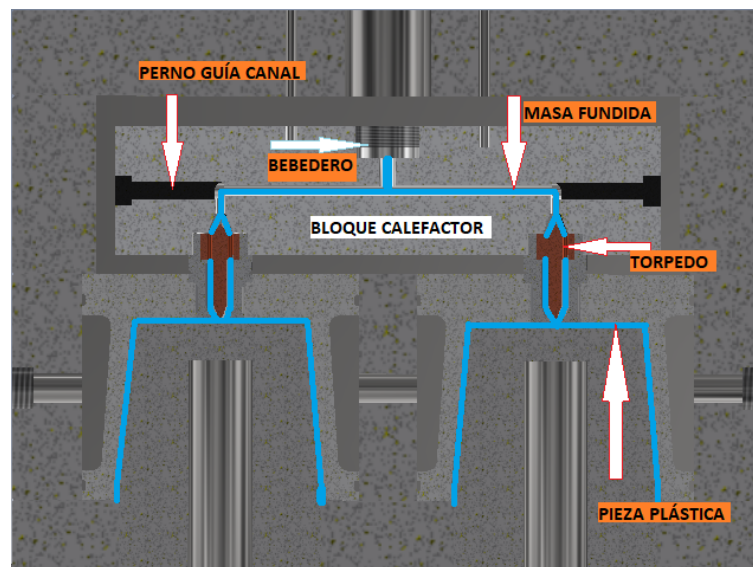


Figura 21: Sistema de inyección de canal caliente mediante torpedo atemperado.

Fuente: Autor

6.4. Descripción del molde de inyección del contenedor rectangular

Una vez establecido los criterios para el diseño de molde de inyección y mediante algunos diseños previamente elaborados se obtuvo un molde de dos placas con sistema de canal caliente para la producción de contenedores plásticos con 2 cavidades.

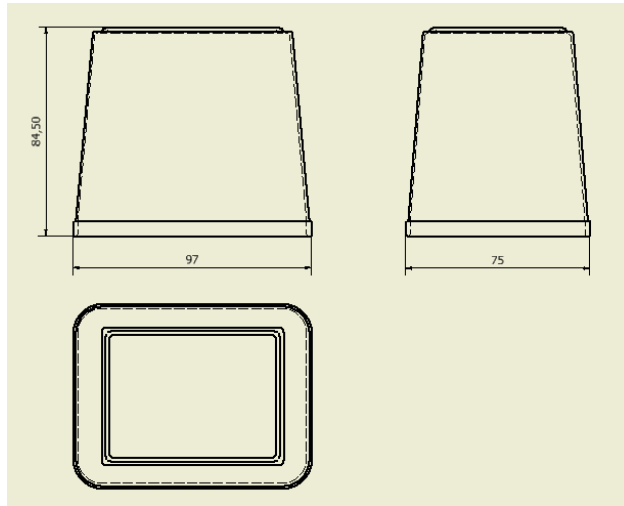


Figura 22: Geometría general del contenedor plástico.

Fuente: Autor

6.4.1. Selección del portamolde

Para la selección del portamolde el cual contendrá a los moldes de las piezas plásticas (cavidad y macho) se utilizaron los parámetros obtenidos por las dimensiones de la pieza y el número de cavidades.

Gracias a los estudios de los últimos años en fabricación de moldes se ha estandarizado el portamolde, donde empresas como HASCO proporcionan herramientas en línea, en donde el usuario puede escoger el molde de acuerdo a sus necesidades tanto dimensiones para que den con precisión en la máquina inyectora. En la utilización de estos elementos estandarizados ha abierto paso a la reducción de los costos de fabricación, mejorando la calidad y permitiendo a los usuarios mantener el objetivo en sus negocios.

Gracias a estas herramientas, podemos elegir tipos de moldes, para este proyecto en específico nos basamos en una referencia del portamolde que se encuentra en la biblioteca de autodesk FUTABA S.A y con los requerimientos con recomendaciones de la empresa, ya que esas dimensiones son las adecuadas para su máquina inyectora.

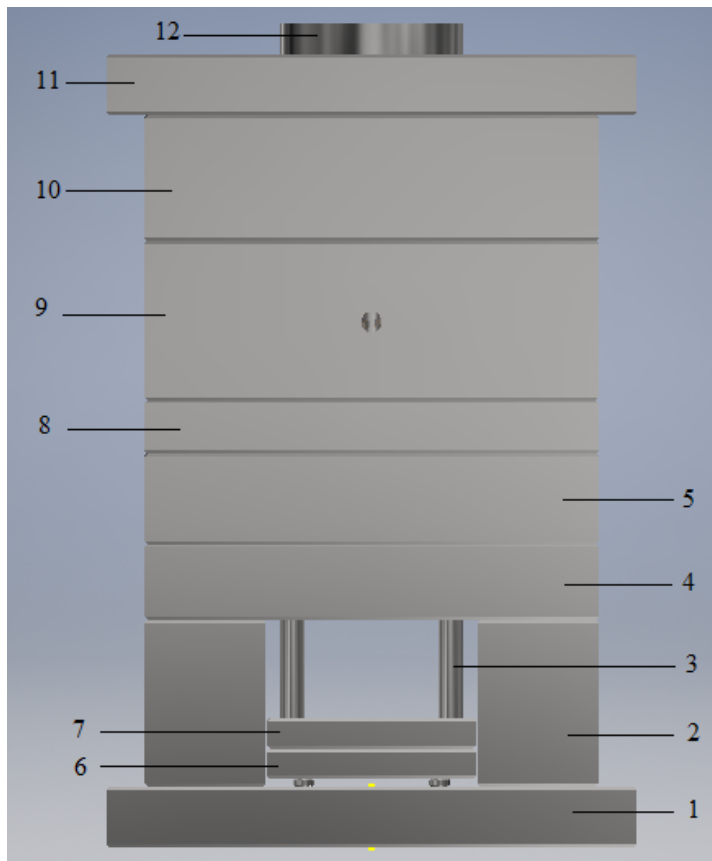


Figura 23: Geometría general del contenedor plástico.

Fuente: Autor

N°	Descripción	Material	Designación Comercial
1	Placa base fija	AISI 1045	SAE 1045
2	Placa paralela	AISI 1045	SAE 1045
3	Expulsores	AISI 420	BOHLER M303
4	Placa Refrigeracion Macho	AISI 4140	SAE 4140
5	Placa porta postizo	AISI 4140	SAE 4140
6	Placa expulsora inferior	AISI 4140	SAE 4140
7	Placa expulsora superior	AISI 1045	SAE 1045
8	Placa sufridera	AISI 4140	SAE 4140
9	Placa porta cavidad	AISI 4140	SAE 4140
10	Placa porta calefacción	AISI 1045	SAE 1045
11	Placa base superior	AISI 1045	SAE 1045
12	Anillo de centrado	AISI 1045	SAE 1045

Tabla 7: Partes características del portamolde.

Fuente: Autor

6.4.2. Placa base

Es la placa que va a sujetarse en el plato de la parte móvil de la máquina inyectora la cual va a tener agujeros para pernos M14 que va a sujetar el resto del portamolde móvil. Es un componente sometido principalmente a compresión cíclica, por lo que podemos fabricar esta parte del molde con aceros cementados o nitrurados que son los adecuados para este tipo de moldes. La fuerza a la que se somete es la fuerza de cierre del molde que oscila entre 25 y 46 Ton (kgf). Además se recomienda que el material tenga una resistencia del núcleo entre 60 y 80 kp/mm^2 para facilitar su mecanizado, deben tener una resistencia a la tracción entre los 58 y 62 HRC para evitar deformaciones excesivas al comprimirse, se debe mantener la dimensión que no interfiera con el reglaje de la carrera de cierre de la máquina de inyección. El acero de designación comercial determinado para este tipo de componente es el Acero AISI 1045.

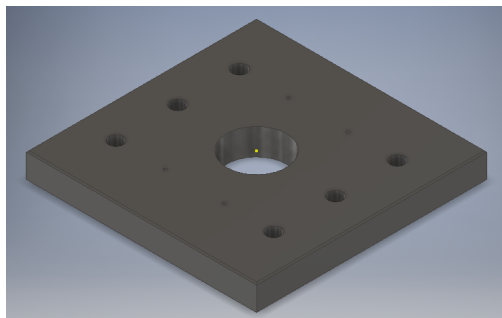


Figura 24: Placa base móvil.

Fuente: Autor

6.4.3. Placas expulsoras

Es un sistema que consta de dos placas que contienen a las varillas expulsoras, que son las encargadas de empujar a la placa sufridera haciendo posible la expulsión de la pieza por placa, estas varillas se recomienda utilizar aceros específicamente para su función donde tenemos ya normalizados, estas varillas van nitruradas o templadas en donde el rango de dureza debe tener entre 60 a 65 HRC, estas varillas están sometidas a compresión durante su actuación; hay que dimensionar contra el pandeo, por lo que hay que darles el suficiente grosor, en el molde diseñado el diámetro de cada varilla es de 16mm lo cuál pueden llegar a soportar hasta 70KN lo cuál garantiza su resistencia al pandeo y el medio de accionamiento es de forma mecánica, en combinación con la carrera de apertura de la máquina de inyección.

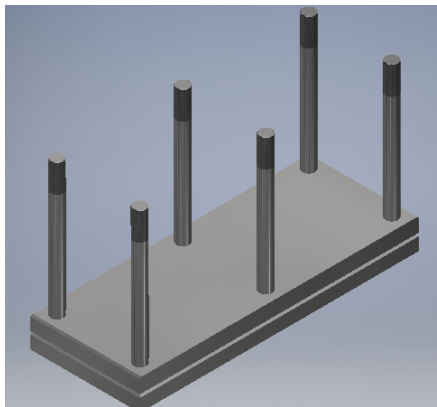


Figura 25: Placas expulsoras con sus expulsores.

Fuente: Autor

6.4.4. Placas paralelas

Son las encargadas de soportar al portamolde móvil y a su vez sirven como guía de las placas expulsoras habiendo un mínimo juego entre estas dos, también son componentes sometidos a compresión donde la fuerza de cierre a soportar entre 25 y 46 Ton (kgf). Se debe utilizar aceros cementados o nitrurados.

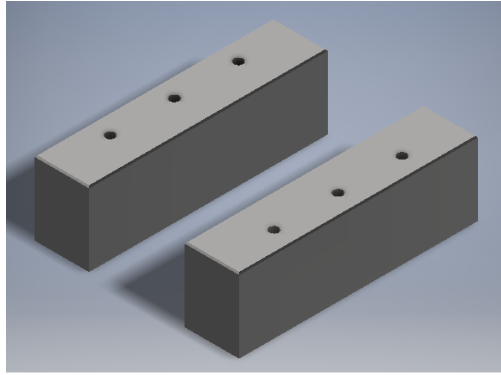


Figura 26: Placas paralelas.

Fuente: Autor

6.4.5. Placa auxiliar de refrigeración del macho de moldeo.

Es la placa donde lleva los agujeros para las entradas de agua hacia el bronce que va a refrigerar el macho, y a su vez lleva aire hacia la válvula expulsora de la pieza plástica.

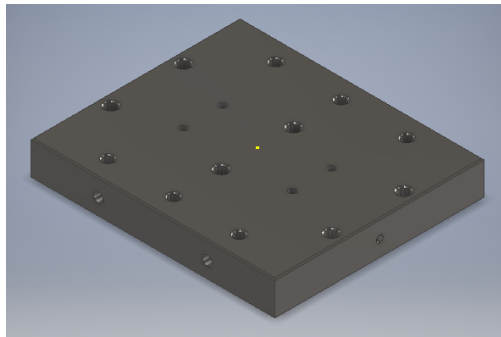


Figura 27: Placas auxiliar para refrigerar el macho de moldeo.

Fuente: Autor

6.4.6. Placa porta molde de macho de moldeo.

Es la encargada de mantener al macho de moldeo fijo en todo el portamolde.

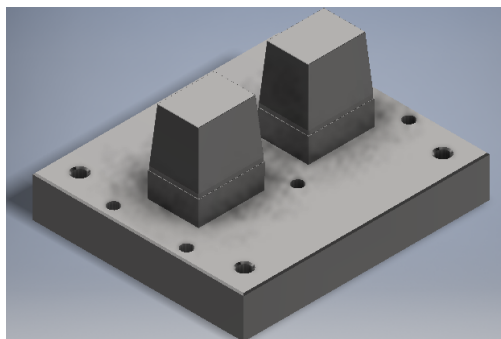


Figura 28: Placas portamolde de macho de moldeo con sus respectivos machos de moldeo.

Fuente: Autor

6.4.7. Placa porta molde de cavidad.

La función de esta placa es la de sujetar a cavidad, los aceros para esta placa deben ser resistentes a la compresión, abrasión y con una buena conductividad térmica, para que el enfriamiento se vuelva uniforme y tenga una eficacia al momento de la inyección, se utiliza el acero con designación comercial SAE 4140.

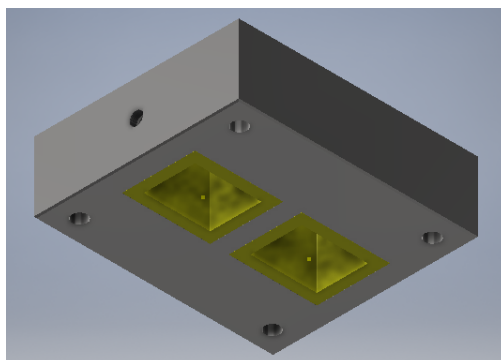


Figura 29: Placa portamolde de cavidad.

Fuente: Autor

6.4.8. Placa auxiliar calefacción.

Es la encargada de proteger al bloque calefactor haciendo que el aire del exterior no interfiera con el bloque calefactor manteniendo así la temperatura. Esta placa soporta presiones internas cíclicas y a temperatura constante de 260°C por lo que se recomienda que su grosor sea lo mas grande posible para evitar la flexión de la placa y se utilizan aceros resistentes a la compresión y a las altas temperaturas que va a estar sometido, se utiliza el acero AISI 1045.

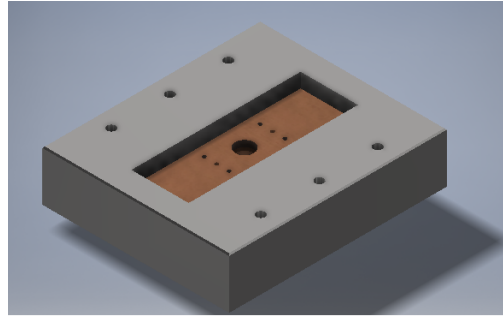


Figura 30: Placa de almacenamiento del bloque calefactor.

Fuente: Autor

6.4.9. Placa base superior.

Es la que sostiene a la parte fija del portamolde, teniendo la entrada principal para el bebedero y el anillo de centrado que van a estar conectadas directamente a la máquina inyectora al igual que todos los componentes del molde la fuerza a la que se somete es la fuerza de cierre del molde que oscila entre 25 y 46 Ton(kgf).

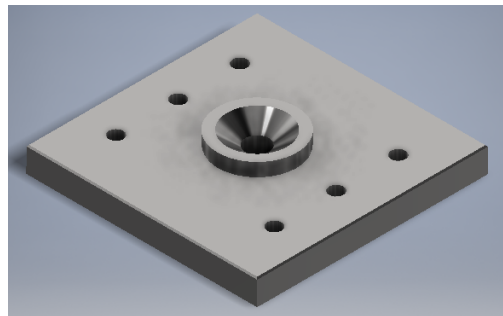


Figura 31: Placa base superior con su anillo de centrado.

Fuente: Autor

6.4.10. Componentes del sistema de calefacción.

Un sistema de inyección de canal caliente consta de algunos componentes para poder mantener la masa a una temperatura constante.

1. Casquillo de boquilla del torpedo.
2. Casquillo del cuerpo del torpedo.
3. Torpedo conductor.
4. Resistencia térmica.

5. Bebedero.

6. Bloque Calefactor.

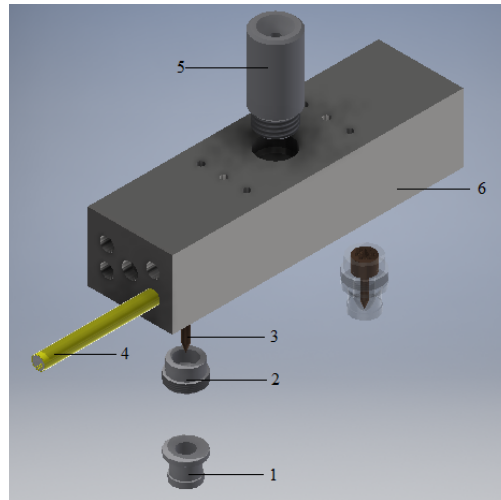


Figura 32: Componentes del sistema de inyección de canal caliente con torpedo atemperado.

Fuente: Autor

6.4.11. Componentes de centrado y ajuste del portamolde.

Para un trabajo óptimo se necesita una guía por donde el molde va a unirse en sus dos partes tanto fija como móvil donde se tiene ejes de acero que van a funcionar como guías. El portamolde va a estar unido por medio de tornillos Allen DIN912 de $\varnothing 14mm$. Componen los siguientes elementos que se ven en la figura.

1. Columna Guía.
2. Buje.
3. Buje.
4. Tornillo Allen
5. Bebedero.

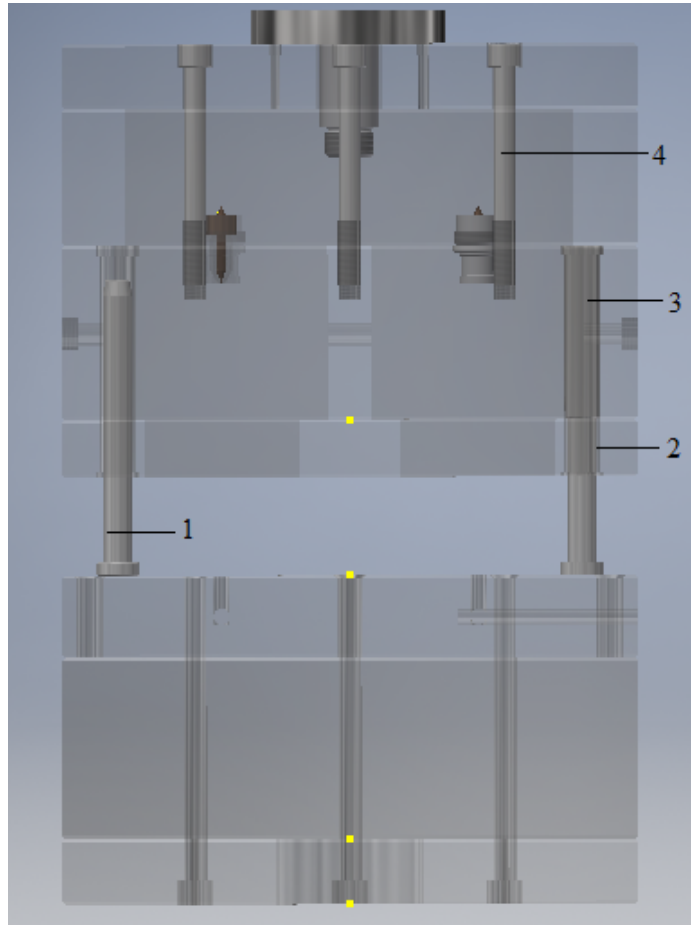


Figura 33: Componentes del sistema de centrado y sujeción del portamolde.

Fuente: Autor

6.4.12. Sistema de expulsión por aire.

Para el momento de desmoldeo como la pieza cuenta con una profundidad de cavidad larga, cuando las placas expulsoras actúan se puede provocar que la pieza solo sea expulsada a la mitad y se quede en el macho de moldeo, por lo que se diseñó una válvula expulsora donde pasa aire por un eje y le sopla a la pieza, haciendo que esta caiga hacia el contenedor de la máquina inyectora, se utiliza un resorte para matricería para su eficacia según la norma ISO 10243 el cuál permite el retroceso de la válvula.

1. Soporte de eje expulsor.
2. Eje expulsor.
3. Válvula de paso de aire

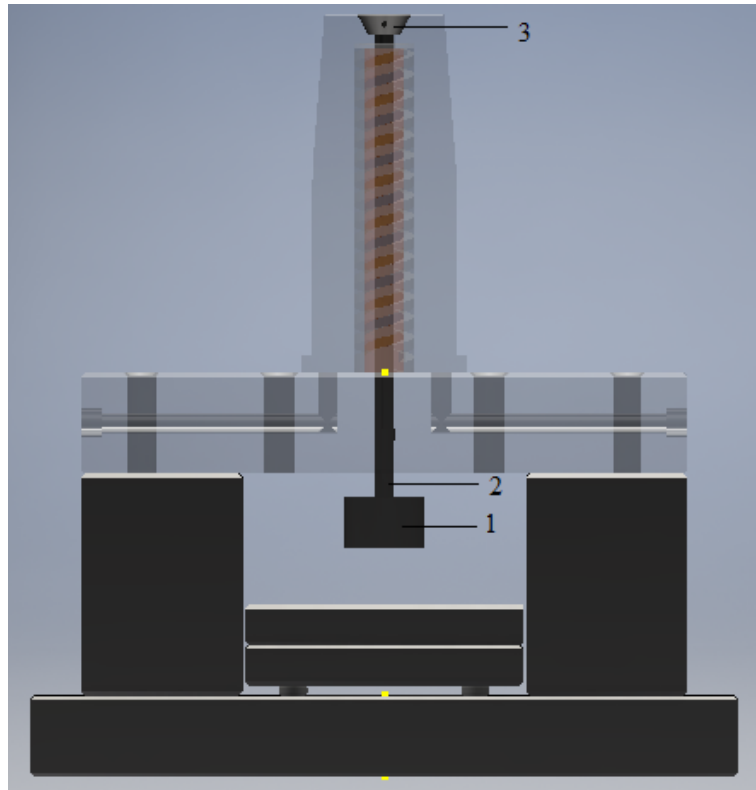


Figura 34: Sistema de expulsión por aire.

Fuente: Autor

6.5. Cálculos generales para el diseño del molde

6.5.1. Número de cavidades

El número de cavidades viene determinado por diversos factores como el volumen de la pieza, la geometría, el peso, la densidad del material que se va a inyectar y las características de la máquina inyectora a utilizar.

Para hallar el número de cavidades se utilizó la ecuación (7) a continuación.

$$Fn = Sv/Av \quad (7)$$

Donde:

- Fn = Número de cavidades.
- Sv = Volumen máximo de inyección de la máquina.
- Av = Volumen de la pieza más canales de alimentación.

$$A_V = 0,000031494m^3 = 31,494cm^3$$

Debemos tomar en cuenta la contracción del material por lo que nos guiamos en el anexo 1, para el material polipropileno que nos da un grado de contracción de 1.0 a 2.5 % tenemos:

$$A_V = 31494,046mm^3 + 31494,046mm^3 * (0,025)$$

$$A_v = 32281,811mm^3$$

$$A_v = 32,28cm^3$$

Utilizando y despejando la ecuación 8, podemos definir el volumen máximo de inyección de la máquina.

$$V = \frac{m}{\rho} \quad (8)$$

Donde:

- ρ = Densidad del material. (polipropileno) $0.899g/cm^3$
- m = Cantidad de masa posible a inyectar.
- V = Volumen posible a inyectar

$$S_v = V$$

$$S_v = \frac{91gr}{0,899g/cm^3}$$

$$S_v = 101,22cm^3$$

Por lo tanto, tenemos que la ecuación 7 reemplazando datos tenemos:

$$F_n = \frac{101,22cm^3}{32,28cm^3}$$

$$F_n = 3.13 \text{ cavidades} \approx 3 \text{ cavidades.}$$

Con este valor podemos definir que el molde va a trabajar a su máxima capacidad y extremas condiciones por lo que contando con las dimensiones de la máquina de acuerdo con el anexo 2, con la distancia entre columnas de 355 x 210 mm llegamos a la conclusión de diseñar el molde con **2 cavidades** que sería el número óptimo de cavidades para el diseño del molde.

6.6. Capacidad de inyección

6.6.1. Fuerza de cierre

Es la fuerza necesaria para unir las dos placas del molde donde se va a realizar el llenado del material, donde tiene que ser mayor a la fuerza de inyección para que se pueda realizar el proceso, esta fuerza de puede calcular con la siguiente ecuación (9).

$$F_i = A * P_i \tag{9}$$

Donde:

- F_i = Fuerza de inyección de la máquina.
- A = Área proyectada de la pieza.
- P_i = Presión interior en el molde de inyección.

Para definir el área proyectada tomamos en cuenta que se trata de un rectángulo por lo que tenemos:

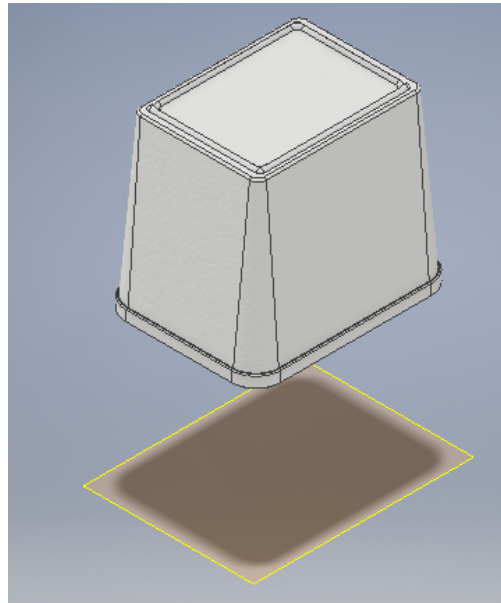


Figura 35: Área proyectada de la pieza a inyectar.

Fuente: Autor

$$A = b * h \quad (10)$$

$$A = 97\text{mm} * 75\text{mm}$$

$$A = 7275 \text{ mm}^2$$

$$\text{Área Total} = 7275 \text{ mm}^2 * 2\text{cavidades}$$

$$\text{Área Total} = 14550 \text{ mm}^2$$

- **Presión interior:** Este valor dependerá de dos factores que son: la longitud de flujo de cuál el material va a recorrer y el espesor de pared. Para tener la longitud de flujo y se trata de un molde de sistema de canal caliente la longitud del material a recorrer va a ser solamente la longitud que recorre en la pieza como podemos observar en la siguiente figura.

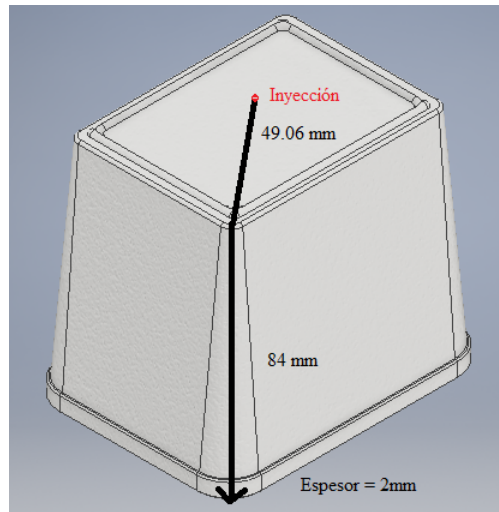


Figura 36: Recorrido del flujo de masa.

Fuente: Autor

Sumamos las longitudes $L1 = 49.06\text{mm}$, $L2 = 84\text{mm}$

$$LT = 49.06\text{mm} + 84\text{mm}$$

$$LT = 133.06 \text{ mm}$$

Con estos datos y la ayuda del nomograma del anexo 3, podemos determinar la presión que genera en el interior del molde, donde tenemos dos valores, el recorrido de flujo 133.06mm que lo definimos como 135mm y el otro valor es el espesor del material, que trazamos una línea horizontal desde el eje de la longitud del recorrido de flujo hasta donde se encuentran las curvas de las dimensiones de los espesores que en esta pieza tiene diferentes espesores, donde se puso 1.8mm de espesor.

Se toma en cuenta de escoger la escala de acuerdo con nuestro material a inyectar, como se va a realizar de propileno entonces escogemos la línea de escala A, teniendo una presión interior de inyección de 170 bar .

$$P_i = 170\text{bar}$$

$$P_i = 170\text{Kgf}/\text{cm}^2$$

Una vez obtenidos estos datos se utilizó la ecuación (9) para determinar la fuerza de cierre.

$$F_i = A * P_i$$

$$A = 14550 \text{ mm}^2 \sim 145,5\text{cm}^2$$

$$P_i = 170\frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$F_i = 145,5\text{cm}^2 * 170\frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$F_i = 24735 \text{ Kgf}$$

$$F_i = 25 \text{ Ton}$$

Con esta fuerza de cierre podemos determinar que es menor que la fuerza de cierre de la inyectora, por lo que se hace posible el proceso de inyección.

25 Ton <60 Ton **ABASTECE**

6.7. Tiempo de Ciclo

6.7.1. Tiempo llenado (tL)

El tiempo de llenado para los gramos necesario para la pieza a inyectar lo podemos definir gracias al nomograma del anexo 4 donde se relaciona el peso en gramos de la pieza y el tiempo de llenado necesario; para una mayor aproximación se dice que el tiempo de llenado es relacionado con el espesor de la pieza, es decir que tendremos un tiempo de llenado de **1.8 segundos** que comparando con el nomograma el tiempo coincide.

6.7.2. Tiempo de reinicio (tR)

El tiempo de reinicio de ciclo comprende 3 tiempos importantes, los cuales son el tiempo de apertura, tiempo de cierre y tiempo de expulsión. El estándar que esta dispuesto para las máquinas inyectoras es de 2 segundos por cada tiempo correspondiente, por lo tanto sería un tiempo de reiniciado de **6 segundos**.

Para hallar el tiempo de ciclo que requiere para producir 2 contenedores rectangulares, se utiliza la siguiente ecuación (10):

$$tT = tL + tR + tK \quad (11)$$

Donde:

- tL = Tiempo de llenado.
- tR = Tiempo de reiniciado.
- tK = Tiempo de enfriamiento.

Gracias a la ecuación (14) el tiempo de enfriamiento resultó *3.3 seg.* Por lo que se calcula un tiempo de ciclo aproximado que se producen las piezas plásticas.

$$tT = tL + tR + tK$$

$$tT = 1,8 + 6 + 3,30[seg]$$

$$tT = 11,1seg.$$

Esto quiere decir que en 11.1 segundos se obtendrá 2 piezas plásticas, es decir 2 contenedores rectangulares de polipropileno por lo que se determina el número de contenedores producidos por hora y por día de producción de 8 horas.

2 contenedores = 11.1 segundos.

324.32 contenedores = 1 hora (3600 segundos).

2594.59 contenedores = 8 horas (28800 segundos).

Quiere decir que por día de producción si a la máquina inyectora cumple con 8 horas de horas laborales aproximados, ya que hay que tener en cuenta el tiempo de calentamiento de la máquina y de la calefacción que es un apróximado de 30 minutos, se obtendrá por dia de elaboración **2594 contenedores plásticos**.

6.8. Sistema de refrigeración

6.8.1. Tiempo de enfriamiento

El tiempo que se necesita después de la inyección es de suma importancia ya que de este va a depender el acabado y la calidad de la pieza inyectada, donde una vez alcanzada la rigidez y soporte necesario es expulsada.

$$\bar{T} = \frac{\theta M - \theta W}{\theta E - \theta W} \quad (12)$$

Donde:

- θM = Temperatura de elaboración del plástico.
- θW = Temperatura del molde.
- θE = Temperatura de desmoldeo.

Recurrimos al anexo 5 para poder determinar las temperaturas como la del molde y elaboración, de acuerdo con el material polipropileno que se va a realizar la pieza.

$$\bar{T} = \frac{210^{\circ}C - 60^{\circ}C}{85^{\circ}C - 60^{\circ}C}$$

$$\bar{T} = 6^{\circ}C$$

Una vez obtenidos esta variable, se procede a calcular la difusividad térmica de acuerdo con las características del material con la siguiente fórmula:

$$\alpha = \frac{k}{\rho * C_p} \quad (13)$$

Donde:

- α = Difusividad térmica del material.
- C_p = Calor específico del material.
- ρ = Densidad del material.
- k = conductividad térmica del material.

$$\alpha = \frac{0,22 \frac{w}{Km}}{899 \frac{Kg}{cm^3} * 1700}$$

$$\alpha = 1,4395e^{-7} \frac{m^2}{s}$$

Con la siguiente fórmula (13) procederemos a calcular el tiempo de enfriamiento (tk), utilizando las variables obtenidas.

$$tk = \frac{(s)^2}{\pi^2 * \alpha} * \ln \frac{4}{\pi} * \left(\frac{\theta M - \theta W}{\theta E - \theta W} \right) \quad (14)$$

$$tk = \frac{(1,8mm)^2}{\pi^2 * 1,4395e^{-7} \frac{m^2}{s}} * \ln \frac{4}{\pi} * \left(\frac{210 - 60}{85 - 60} \right)$$

$$tk = 3,30 \text{segundos}$$

6.8.2. Calor requerido a transferir

Una vez con el tiempo de enfriamiento calculado se procede a determinar el calor requerido a transferir, donde se utilizó la siguiente fórmula (14) para determinar el calor removido de la pieza plástica en el proceso de inyección con las características del polipropileno.

$$Q_{mold} = m_{mold} * C_p * (T_{plast} - T_{desm}) \quad (15)$$

Donde:

- m_{mold} = Masa de la pieza a inyectar.
- C_p = Calor específico del material.
- T_{plast} = Temperatura de elaboración de la pieza.
- T_{desm} = Temperatura de expulsión de la pieza.

Para la masa de la pieza a inyectar de la pieza como se recurrió anteriormente con el software podemos determinar que es: $m = 0,028Kg$
Entonces como el diseño es para dos cavidades:

$$m = 0,028Kg * 2\mathbf{cavidades}$$

$$m = 0,056Kg$$

Procedemos a calcular el calor removido de la pieza a inyectar.

$$Q_{mold} = 0,056Kg * 1700 \frac{J}{Kg * k} * (210^{\circ}C - 85^{\circ}C)$$

$$Q_{mold} = 11900\mathbf{J}$$

Para determinar la rapidez de transferencia de calor podemos utilizar la siguiente fórmula (15):

$$Q_{sist} = \frac{Q_{mold}}{tk} \quad (16)$$

$$Q_{sist} = \frac{11900J}{11,1seg}$$

$$Q_{sist} = 1072,07\mathbf{W}$$

Por lo tanto, el caudal del refrigerante necesaria para poder disipar el calor se utiliza la siguiente ecuación (17):

$$Q = \frac{Q_{sist}}{\rho_{H_2O} * C_{p_{H_2O}} * \Delta T_{H_2O}} \quad (17)$$

Donde:

- $C_{p_{H_2O}}$ = Calor específico del agua. $4175 \text{ KJ/kg} * ^\circ \text{K}$
- ρ_{H_2O} = Densidad del agua. 1000 kg/m^3
- ΔT_{H_2O} = Variación de temperatura del agua. 2°K

entonces tenemos:

$$Q = \frac{1072,07 \frac{\text{J}}{\text{s}}}{1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 4175 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg} * \text{K}} * 2^\circ \text{K}}$$

$$Q = 1,28x10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

6.8.3. Disposición de los canales de refrigeración

Los canales de refrigeración se diseñó de acuerdo al dimensionado del molde y a la disposición de las cavidades y machos de moldeo, los canales para este sistema de refrigeración deben ser dispuestos de manera que la absorción de calor sea uniforme, para que los artículos tengan mejor calidad y un menor ciclo de inyección, por el diseño el caudal del refrigerante va a circular por las paredes de la cavidad y el interior del macho del molde teniendo un sistema de refrigeración más eficaz en donde se va a enfriar la pieza uniforme, se recomienda relacionar con el espesor de la pieza para los canales extras que pasan por a lado de la pieza situados en el molde, donde el espesor de nuestra pieza es de 1.8mm dando así un diametro de canal de refrigeración entre 7 y 11mm de diámetro, donde se determinó un $\varnothing 10 \text{ mm}$.

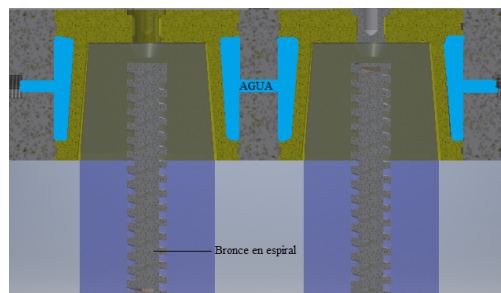


Figura 37: Sistema de refrigeración de la cavidad y el macho de moldeo.

Fuente: Autor

6.9. Cálculos del Sistema de Calefacción

6.9.1. Torpedo Atemperado

La masa fundida debe pasar a una temperatura constante hasta la entrada de inyección de la pieza, la función del torpedo es mantener esa temperatura desde la punta de inicio del torpedo hasta el punto mas alejado. Por el dimensionado y recomendaciones se utilizó para el diseño un torpedo de $\varnothing 6mm$ y de longitud de 47mm, el material a utilizar es el cobre.

Con la ecuación (18) se calculó la temperatura que va a tener el torpedo en su punto más alejado de la inyección de la máquina:

$$\theta_{x1} = (\theta_{cc} - \theta_{casq}) * N + \theta_{casq} \quad (18)$$

Donde:

- θ_{cc} = Temperatura del canal caliente (masa fundida). $250^{\circ}C$
- θ_{casq} = Temperatura en el casquillo de punto de inyección del molde. $120^{\circ}C$

Para el cálculo de N nos ayudamos en el anexo 6 donde utilizamos la siguiente ecuación:

$$N = \frac{2}{e^{u*l} + e^{-u*l}} \quad (19)$$

$$u = \sqrt{\frac{4 * \lambda_p}{\lambda_T * d_T * \delta}} \quad (20)$$

Donde:

- λ_T = Coeficiente de conductividad térmica del torpedo (Anexo 7) $395 \frac{W}{mK}$
- λ_p = Coeficiente de conductividad térmica del plástico. (polipropileno). $0,22 \frac{W}{mK}$
- δ = Distancia de la cámara. (Anexo 8)

Entonces procedemos a calcular la temperatura que se va a establecer en la punta del torpedo:

$$u = \sqrt{\frac{4 * 0,22 \frac{W}{mK}}{395 \frac{W}{mK} * 0,006m * 0,003m}}$$
$$u = 11,125$$

$$N = \frac{2}{e^{11,125*0,047} + e^{-11,125*0,047}}$$

$$N = 0,877$$

Con la ecuación (19) tenemos:

$$\theta_{x1} = (250^{\circ}C - 120^{\circ}C) * 0,877 + 120^{\circ}C$$

$$\theta_{x1} = 234^{\circ}C$$

6.9.2. Variaciones Posicionales del Torpedo

Variación posicional en dirección Y Resultado de las diferencias existentes entre las dilataciones térmicas del bloque calentador y la placa del molde, varía la posición del torpedo en relación con el punto de inyección.

Dicha variación se calcula con la siguiente ecuación (21) y con las dilataciones térmicas del acero y del cobre.

Tenemos:

- Dilatación térmica del torpedo. $\alpha_T = 17,5x10^{-6}K^{-1}$
- Dilatación térmica del acero. $\alpha_{ac} = 11,5x10^{-6}K^{-1}$
- Temperatura ambiente. $\theta_a = 23^{\circ}C$
- Longitud de torpedo desde la boquilla. $l_T = 24mm$

$$Jl_T = l_{oT}[\alpha_T * (\theta_{cc} - \theta_a) - \alpha_{ac} * (\theta_l - \theta_a)] \quad (21)$$

$$Jl_T = 24mm[17,5x10^{-6}K^{-1} * (250^{\circ}C - 23^{\circ}C) - 11,5x10^{-6}K^{-1} * (60^{\circ}C - 23^{\circ}C)]$$

$$Jl_T = 0,094mm$$

Variación posicional en dirección X Resultado de las diferencias existentes entre las dilataciones térmicas en el eje X, utilizamos la siguiente ecuación (22):

En $x = 11.69mm$

$$Jl_{cc} = l_{oT}[\alpha_{ac} * X * (\theta_{cc} - \theta_l)] \quad (22)$$

$$Jl_{cc} = 11,5x10^{-6}K^{-1} * 11,69mm(250^{\circ}C - 60^{\circ}C)$$

$$Jl_{cc1} = 0,0255mm$$

En $x = 156.5mm$

$$Jl_{cc} = 11,5x10^{-6}K^{-1} * 156,5mm(250^{\circ}C - 60^{\circ}C)$$

$$Jl_{cc2} = 0,341mm$$

6.9.3. Bloque Calefactor

Debemos tener en consideración la potencia que se va a instalar en el bloque calefactor, podemos definir que el peso del bloque calefactor será de 7.829 Kg, entonces sin perjuicio de calcular con exactitud la potencia a instalar, podemos señalar que se requieren 200 - 300 W por Kg de peso del bloque calentador.

Entonces la potencia requerida para el bloque calentador es de 1957.25 W.

6.9.4. Resumen de resultados analíticos

Presión de Inyección (MPa)	Fuerza de Cierre (ton)	Tiempo de enfriamiento (s)	Tiempo de ciclo (s)	Número de cavidades	Calor requerido (J)	Caudal requerido (m^3/s)
17	25	3.30	11.1	2	11900	1.28×10^{-4}

Tabla 8: Resultados generales analíticos.

6.10. Simulación del Molde de Inyección

Se utilizó la herramienta CAE para poder simular los diferentes procesos de una pieza inyectada en un aproximado a lo real, gracias a esta herramienta nos facilita en el diseño y comprobar si es que lo analizado, calculado y diseñado anteriormente estaría para un óptimo funcionamiento. Cabe tomar en cuenta que los resultados serán comparados con los cálculos generales del molde de inyección. Para comenzar a simular y obtener resultados que nos ayudarán en el diseño y evaluación final de los parámetros requeridos para la inyección tenemos que recoger todos los datos necesarios de la máquina de inyección, tiempos de ciclo, material a inyectar (polipropileno) y las temperaturas que se va a inyectar, a continuación se puede observar los parámetros introducidos en el software CAE. Todo el análisis se realizó mediante el método de elementos finitos para piezas en 3D con un mallado de nodos de 3.2mm de forma tetraédrica.

A continuación se presenta los parámetros introducidos en el software CAE:

- Características del polipropileno a inyectar según la designación comercial (PETROQUIM) como la temperatura ($230^{\circ}C$), índice de fluidez ($2, 16kg/230^{\circ}C$) melindex de ($40g/10min$)
- Parámetros en el proceso de inyección como; la temperatura de la masa ($250^{\circ}C$), temperatura del molde ($60^{\circ}C$), temperatura de desmoldeo ($85^{\circ}C$), tiempo de apertura del molde ($2s$), tiempo de inyección de ($12s$) aproximados al cálculo analítico para su análisis.

6.10.1. Simulación del proceso de llenado

Se observará el comportamiento de la masa fundida al ser inyectada en el molde con los parámetros del material, en este proyecto el polipropileno.

6.10.2. Tiempo de Llenado

Se observa en la figura (38) el llenado de la pieza plástica, se analiza el tiempo de llenado y debido que se trata de un sistema de colada mediante canal caliente con torpedo atemperado, en el software CAE se diseñó un aproximado a las dimensiones de los puntos de inyección que ocuparía el torpedo atemperado, donde el tiempo es 0 y comienza a contar desde la parte superior de la pieza y se observa un tiempo de llenado final de 0,66segundos que en comparación con el analítico se determinaba de 1 segundo aproximado, que es aproximado al espesor de la pared que domina en toda la pieza de plástico es de 1mm, se puede decir que se trata de un llenado uniforme.

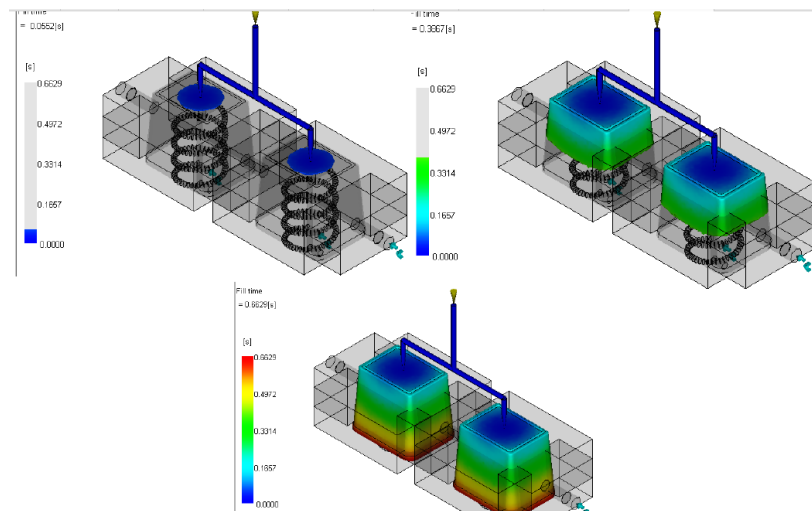


Figura 38: Simulación del tiempo de llenado de la pieza.

6.10.3. Presión de inyección

En la figura (39) se analiza la presión que va a ser necesaria para la inyección, donde se puede determinar que a medida que pasa la fase de llenado se obtiene una presión máxima de inyección de 43.49 MPa los cuales fueron necesarios para llenar el 98 % de la pieza, en donde al entrar en la fase de la presión de sostenimiento se mantiene en 34 MPa llenando por completo a la pieza, se ve que la mayor presión se va a encontrar en los puntos de inyección.

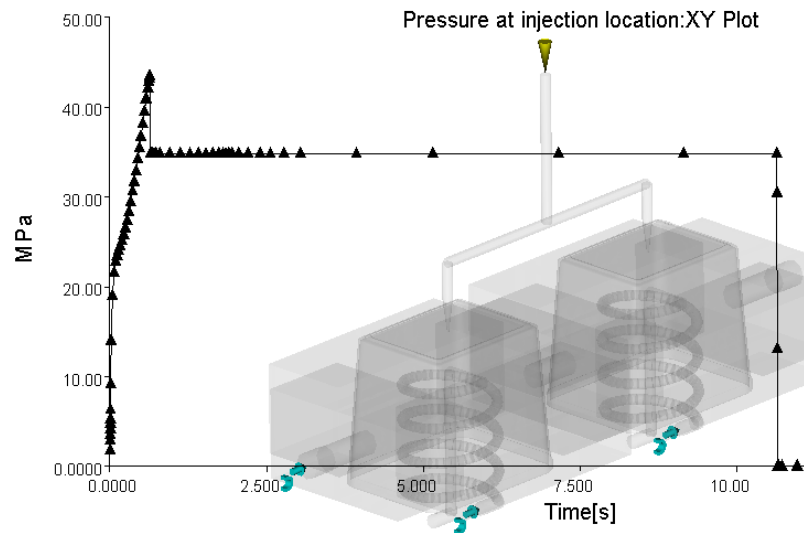


Figura 39: Simulación de la presión de inyección.

6.10.4. Temperatura al final del proceso de llenado

En la figura (40) se presenta la simulación de la temperatura que va a tener la pieza a medida que se va inyectando, se observa que en la parte mas alejada de la pieza se encuentra a una temperatura de $245^{\circ}C$ y la parte mas cerca del punto de inyección se encuentra a una temperatura de $251^{\circ}C$ en donde se determina una gradiente de temperatura de $6^{\circ}C$, En el software nos limita a simular el sistema de enfriamiento, por lo que el diseño se basó en una aproximación al dimensionamiento real, donde se observa que en la zona superior de las esquinas de la pieza hay una variación de temperatura de $258^{\circ}C$ teniendo un gradiente de $13^{\circ}C$, se debe a que el sistema de enfriamiento del CAE no llega a cubrir toda la pieza plástica hasta su extremo superior por lo que la temperatura en ese punto. Se recomienda que la temperatura no haya una variación de mas de $10^{\circ}C$. Aparte de eso se puede determinar que el material no se va a cristalizar rápido en ninguna de las partes de la pieza y se va a llenar uniforme.

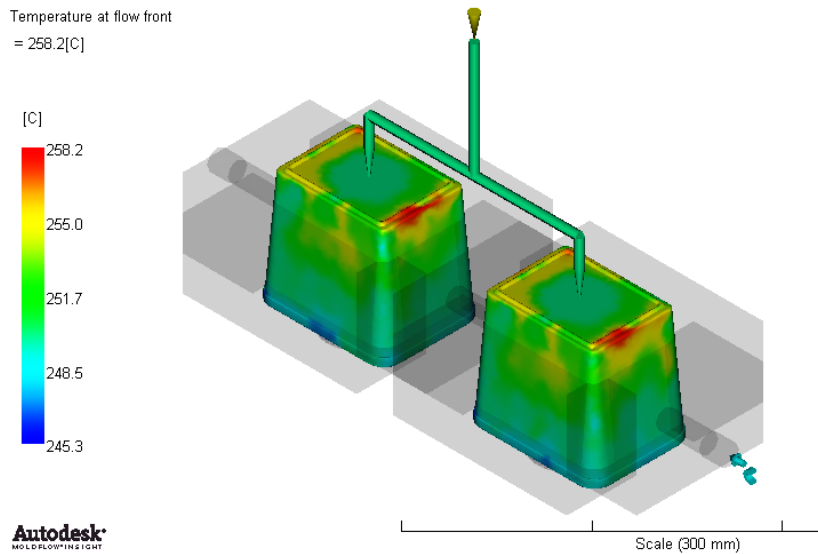


Figura 40: Gráfica de la presión final de llenado en relación con el tiempo de llenado.

6.10.5. Fuerza de cierre

En la figura (45) se puede observar la gráfica de la fuerza de cierre de acuerdo con el tiempo de inyección donde se observa una máxima fuerza de cierre durante la inyección de hasta 25.5 toneladas y una máxima fuerza de cierre de 40 toneladas en el empaquetamiento es decir la fuerza de cierre necesaria para acabar de llenar la pieza. No sobrepasa la fuerza de cierre que tiene la máquina inyectora de 60 Ton, por lo que la inyección si sería posible y abastece a la máquina de inyección.

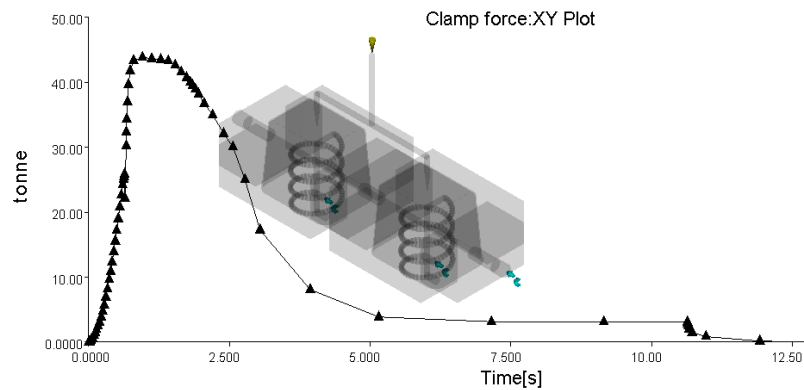


Figura 41: Gráfica de la fuerza de cierre requerida para la inyección.

6.10.6. Atrapamiento de aire

En la figura (42) se puede observar que en este caso va a existir atrapamiento de aire en la zona del borde inferior de la pieza, se puede decir que se producen estas burbujas por la

geometría de la pieza en este caso el borde tiene un radio pequeño y es zona donde se finaliza la inyección, por lo que se recomienda tener una salida de aire en la placa del molde que por lo general el ancho debe ser $< 0,02mm$.

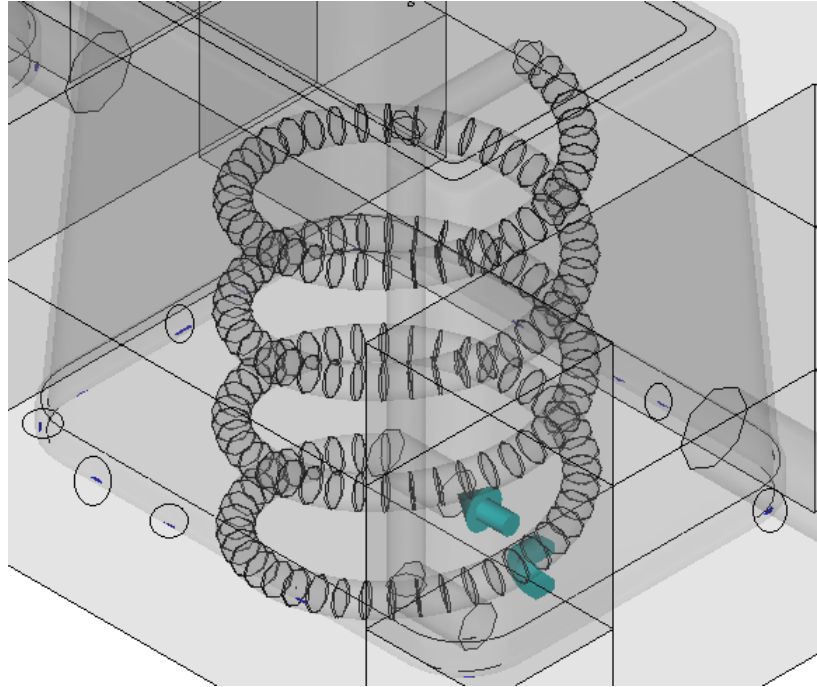


Figura 42: Simulación de las zonas con atrapamientos de aire.

6.10.7. Líneas de soldadura

En la figura (43) se observa que posiblemente en la zona más alejada del contenedor rectangular se puedan observar estas líneas de soldadura debido a la geometría de la pieza, donde es la parte que une la pieza y la placa de expulsión cerrando la inyección, por lo que van a quedar con estas marcas de líneas en todo el filo. no se pierde la estética del producto final.

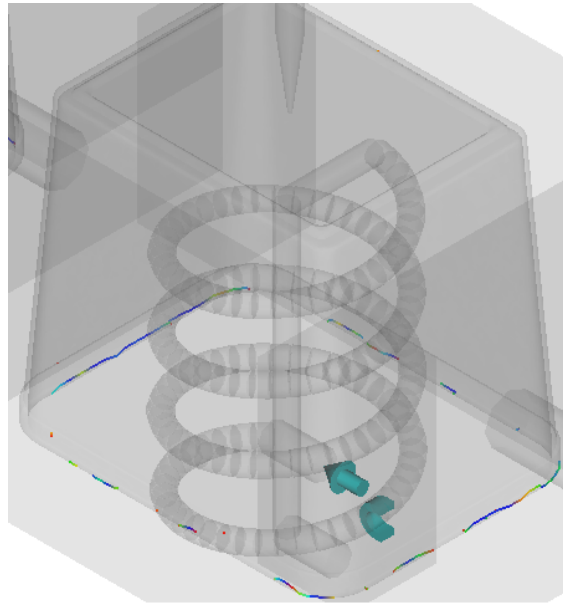


Figura 43: Simulación de las líneas de soldadura.

6.10.8. Simulación del sistema de refrigeración

Debido a que el programa nos ofrece solo canales de refrigeración simples, se realizó el diseño del canal de refrigeración aproximado al dimensionado original del molde, para poder tener una idea clara de la refrigeración que se va a producir en las piezas plásticas.

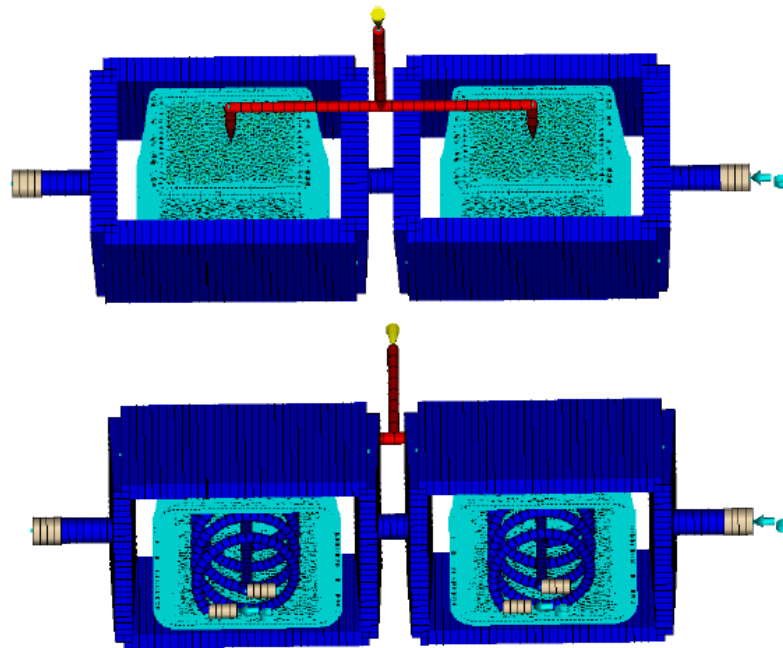


Figura 44: Sistema de refrigeración de la pieza a inyectar.

6.10.9. Flujo del refrigerante

En la figura (45) se observa el recorrido que va a seguir el refrigerante, tanto de las paredes de la cavidad y el agua que circula en la espiral del macho de moldeo removiendo el calor generado de la inyección en las dos cavidades observando que el refrigerante va a conservar su temperatura entre $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ que es de la zona de la cavidad, y la espiral la temperatura máxima que va a alcanzar el refrigerante es de 26.20°C , como resultado el sistema de refrigeración cumple con el propósito de enfriar a la pieza.

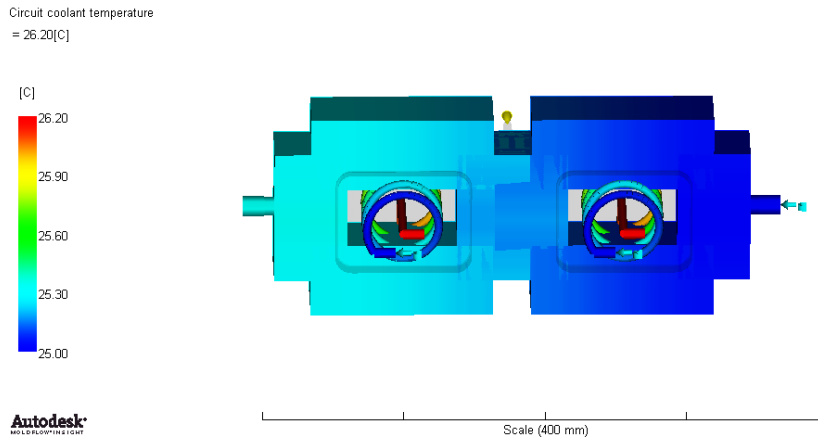


Figura 45: Simulación del flujo del refrigerante.

6.10.10. Circuito de temperatura del metal

En la figura (52) se observa la temperatura aproximada que va a tener el metal donde el circuito va a circular se puede observar que es uniforme el desprendimiento del calor que realiza el agua, manteniendo a las partes del molde refrigeradas manteniendole en un rango de 29 a $35\text{ }[^{\circ}\text{C}]$. Se observa una mayor temperatura en la zona superior pero se debe a que el diseño de sistema de refrigeración que ofrece el software no cubre toda la pieza.

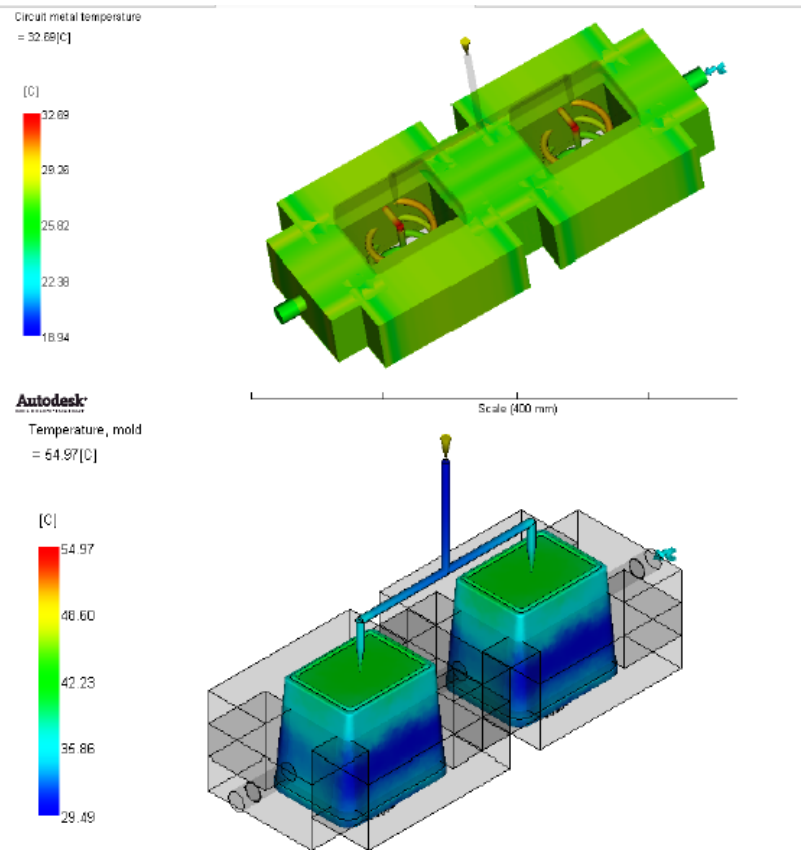


Figura 46: Simulación del calor que desprende el circuito de refrigeración 1.

6.10.11. Deflexión de la pieza inyectada en X, Y y Z

Se puede decir en general que la pieza no sufre una mayor deformación de 0.9mm con respecto a los 3 ejes principales sumados, en donde se garantiza que la pieza al momento de su expulsión no va a sufrir una deformación representativa.

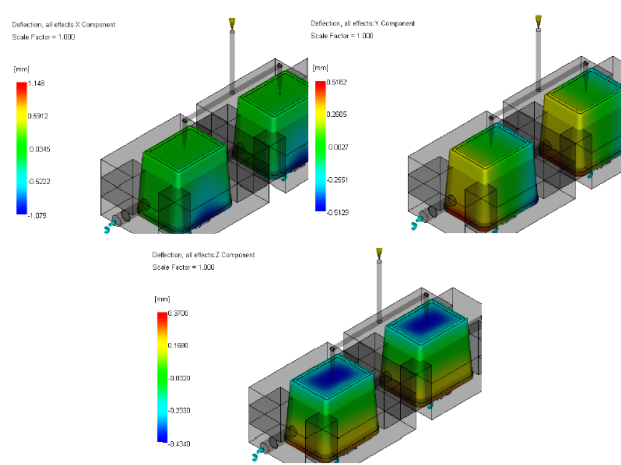


Figura 47: Deflexión de la pieza en X.

6.11. Resumen de resultados de simulación

Se hace una comparación de los resultados analíticos con los resultados de simulación, ya que estos definen la eficacia de la pieza inyectada, donde se observa que en los resultados de presión de inyección tiene un 12 % de error relativo, la fuerza de cierre y el tiempo de ciclo de inyección tienen un error del 2 % que en general son aceptables en considerar los parámetros para la inyección de la pieza plástica.

	Presión de Inyección (MPa)		Error Relativo %	Fuerza de Cierre (t)		Error Relativo %
	Analítico	Simulación		Analítico	Simulación	
Polipropileno (PP)	17	19.08	12.23	25	25.5	2

Tabla 9: Resultados generales de presión de inyección y fuerza de cierre.

	Tiempo de ciclo (s)		Error Relativo %
	Analítico	Simulación	
Polipropileno (PP)	11.1	10.80	2

Tabla 10: Resultado del tiempo de inyección.

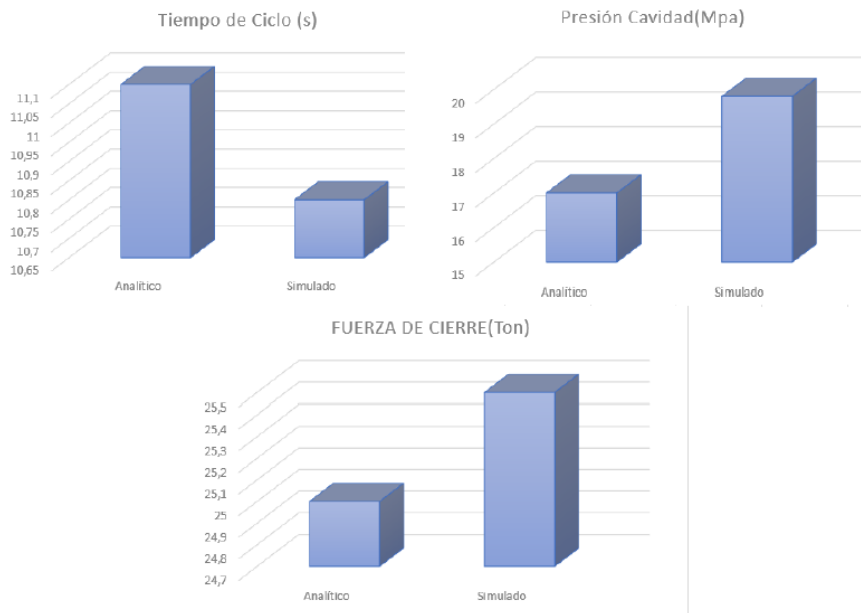


Figura 48: Fuerza de cierre.

6.12. Simulación de mecanizado de las partes del molde

Se presenta una simulación del maquinado de las partes principales del molde, que se pueden construir de una manera más eficiente en una fresadora CNC. Para esta simulación se utilizó un software CAM.

En las siguientes representaciones se podrá observar debajo de cada imagen las herramientas utilizadas en el mecanizado y el tiempo que tarda en terminar de mecanizar lo que corresponden a los ciclos automatizados.

Para la construcción de los componentes del molde intervienen los trabajos de torno, fresa y pulido que anteriormente el técnico debe dejarles listos para proceder al mecanizado en la fresadora CNC, se toma en cuenta que la empresa ya cuenta con todas las herramientas necesarias para la construcción y gracias a los procesos de trabajos que se encuentran en anexos podemos determinar las herramientas y velocidades necesarias para el corte del material.

Se puede optar por construir el molde manualmente pero los costos de producción incrementaría ya que si se pone como ejemplo el taladrado de todas las placas, el técnico al momento de tomar las medidas y el cambio de cada una de las herramientas; en este caso pasar desde la broca de centros hasta la broca de mayor diámetro genera mas tiempo en tomar las dimensiones de los agujeros uno por uno y no garantiza que al final se haya taladrado en la medida que es, por lo que este proceso de construcción es favorable realizarlo mediante software CAM ya que reduce todos los tiempo de intercambio y dimensionamiento a construir.

6.12.1. Tiempo de fabricación de los componentes del molde

Nº	Descripción	Material	Tiempo [h]
1	Placa base fija	AISI 1045	11
2	Placa paralela	AISI 1045	10
3	Expulsores	AISI 420	normalizados
4	Placa Refrigeracion Macho	AISI 4140	6
5	Placa porta postizo	AISI 4140	12
6	Placa expulsora inferior	AISI 4140	3
7	Placa expulsora superior	AISI 1045	3
8	Placa sufridera	AISI 4140	6
9	Placa porta cavidad	AISI 4140	14
10	Placa porta calefacción	AISI 1045	8
11	Placa base superior	AISI 1045	11
12	Anillo de centrado	AISI 1045	1
13	Cavidad	M303	5
14	Macho de moldeo	M303	3
15	Componentes complementarios		8
		TOTAL	93

Tabla 11: Partes características del portamolde.

Fuente: Autor

6.13. Costos de fabricación

Podemos llegar a un costo aproximado que va a tener el molde de inyección, donde con la ayuda de los distribuidores comerciales que se encuentran en Ecuador, la empresa Galán nos ha facilitado en la cotización de los materiales y de acuerdo con los procesos de trabajo de los componentes y los tiempos de fabricación se puede determinar los costos de fabricación de la siguiente manera.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DEL OFERENTE:		Leonardo Faicán			
PROYECTO: Molde de inyección					
ITEM:		1			
DESCRIPCION:		Molde			
UNIDAD:		1			
MATERIALES					
DESCRIPCION	MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD A (Kg)	PRECI/U	COSTO TOTAL C=A*B
Placa base		Kg	38	5,00	190,00
Paralelas		Kg	24	5,00	120,00
Placa refrigeración de macho		Kg	39,86	5,00	199,30
Placa porta postizo		Kg	42	5,00	210,00
Expulsoras		Kg	7,5	5,00	37,50
Sufridera		Kg	24,65	5,00	123,25
Porta Cavidad		Kg	63	5,00	315,00
Porta calefacción		Kg	52	5,00	260,00
Macho de moldeo		Kg	7,9	21,00	165,90
Cavidad		Kg	5,2	21,00	109,20
Bloque Calefactor		Kg	7,82	21,00	164,22
Buje guía		Kg	0,15	10,00	1,50
Buje guía		Kg	0,45	10,00	4,50
EJES columna		Kg	0,37	10,00	3,70
Válvula expulsora		Kg	0,15	5,00	0,75
EJES complementarios		Kg	0,65	21,00	13,65
Bebedero		Kg	0,52	21,00	10,92
Expulsores		Kg	6	40,00	240,00
Anillo de centrado		Kg	1,6	5,00	8,00
EJE BRONCE(ESPIRAL)		Kg	0,78	25,00	19,50
EJE COBRE(TORPEDO)		Kg	0,88	8,80	7,74
Resistencias de Cartucho		Kg	4	50,00	200,00
Pernos DIN912		Kg	12	2,40	28,80
PARCIAL N					2433,43
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA/U B	DISTANCIA C	COSTO TOTAL D=A*B*C
Compra materiales(QUITO)	Km	1	0,35	309,00	108,15
PARCIAL O					108,15
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION		CANTIDAD A	S.R.H. B	RENDIMIENTO O HORAS/U	COSTO TOTAL D=A*B*C
Máquinas y herramientas		1	25,00	160,00	4000,00
Ingeniero Mecánico		1	9,72	160,00	1555,20
Prueba de funcionamiento		1			1200,00
PARCIAL P					6755,20
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					9524,44
INDIRECTOS Y UTILIDAD				0,20	1904,89
COSTO TOTAL DEL RUBRO					
VALOR PROPUESTO					11429,33

Tabla 12: Costo de fabricación del molde de inyección.

La fabricación con la ayuda de las tecnologías computacionales como el CAM, ha disminuido el trabajo del operario y los procesos de diseño teniendo una reducción de tiempo teniendo como consecuencia reducción en el costo de mano de obra.

7. Conclusiones.

- El molde de inyección diseñado se ajusta a las especificaciones técnicas de la máquina Metalmecánica y cumple con los requerimientos de la empresa Metal Mecánica Galán.
- Mediante la simulación se determinó que el tiempo óptimo de llenado de las cavidades es de 0.66 segundos y con un tiempo de ciclo de 10.80 segundos, haciendo que el ciclo de inyección sea productivo.
- La presión máxima se determinó en un valor de 44.8 MPa y una fuerza de cierre máxima de 43.5 toneladas, se observa en la simulación que la presión se distribuye de una manera uniforme, evitando que exista un desequilibrio de fuerzas que impida el sello y produzca algún derrame del material fundido.
- Se optimizó el proceso de fabricación con la ayuda del software Mastercam, que nos proporcionó el código G de cada parte del molde.
- Se realizó una cotización de los materiales necesarios para la construcción del molde, donde el costo de fabricación tuvo un total de \$ 11429,33.
- La producción de lotes de contenedores rectangulares por día se estimó la cantidad de 2400 contenedores rectangulares por día laboral.

8. Recomendaciones.

- Optimizar los tiempo de fabricación en la construcción de moldes variando parámetros de inyección.
- Para una inyección que se requiera tener un acabado transparente, es posible mezclar polipropileno clarificado con polipropileno virgen.
- Se recomienda definir un control de calidad de mallado en el software de simulación, para obtener una mayor precisión en los resultados.

Referencias

- (1999). *Industria del plástico*. Química. Ediciones Paraninfo, S.A.
- Alfonso Leon, E. Y., Ortiz Murcia, C. A., et al. (2021). Diseño y simulación de un molde de inyección de plástico para las tapas del envase de pegastic de 40g.
- Beltrán Rico, M. y Gomis, M. (2012). *Tecnología de polímeros*. Universidad de Alicante.
- Bohorquez, A. (1988). Moldes de inyección para plásticos. parte v. deformaciones elásticas del molde. *Informador Técnico*, 36:17–23.
- Candal, M. (2005). Integración cad/cae/cam-pr en la optimización del diseño de productos plásticos: caso de estudio. *Ciencia e Ingeniería*, 26(3):121–130.
- Frenkler, D. y Zawistowski, H. (2001). *Hot runners in injection moulds*. iSmithers Rapra Publishing.
- Gastrow, H., Lindner, E., y Unger, P. (1992). *Moldes de Inyección para plásticos: en 100 casos prácticos*. Hanser.
- Guachambala, M. E. (2013). Diseño y construcción de un molde para inyección de un casco decorativo de plástico, utilizando ingeniería cad/cam.
- Guayco, Z. y Alfredo, S. (2010). Diseño y simulación de un molde de inyección para la fabricación de cuerpos dispensadores de agua para refrigeradoras. B.S. thesis.
- Herrera Barrera, M. P. et al. (2017). Propuesta de un modelo de optimización de recursos para mejorar la eficiencia en el proceso de transformación del plástico.
- Ledesma, A. J. S., LEDESMA, A. J. S., et al. (2001). Metodología para el diseño de modelos de inyección de plástico de colada caliente.
- MENGES, G. y MOHREN, G. (1990). El plástico en la industria, moldes de inyección.
- Menges, G., Mohren, G., Mestre, L. A., y Massanet, A. A. (1980). *Moldes para inyección de plásticos*. Gustavo Gili.
- Menges, M. (1975). *Moldes para inyección de plásticos*. PhD tesis, Editorial Gustavo Gili, S. A.
- PETROQUIM, S. (2012). Grados de polipropileno petroquim.
- Sanchez (2018). Mejoramiento del proceso de producción de la fibra natural paja toquilla para la elaboración de sombreros y otras artesanías en la comuna barcelona de la península de santa elena. *Disponible en: <http://www.pdpse.espol.edu.ec/documentos/proyectos/2004/pajatoquilla.pdf>*.

Sánchez Andrade, R. D., Amu Molina, O., et al. (1994). Diseño de un molde para inyección de plástico. B.S. thesis, Universidad Autónoma de Occidente.

Unger, P. (2006). *Hot runner technology*. Hanser.

WANG, Y., WANG, L., y LIU, D. (2010). Application of mastercam in nc machining [j]. *Machine Tool & Hydraulics*, 2.

Zienkiewicz, O. C. (2010). *El método de los elementos finitos*. Reverté.

ANEXOS

Anexo 1: Tabla de contracción de algunos polímeros

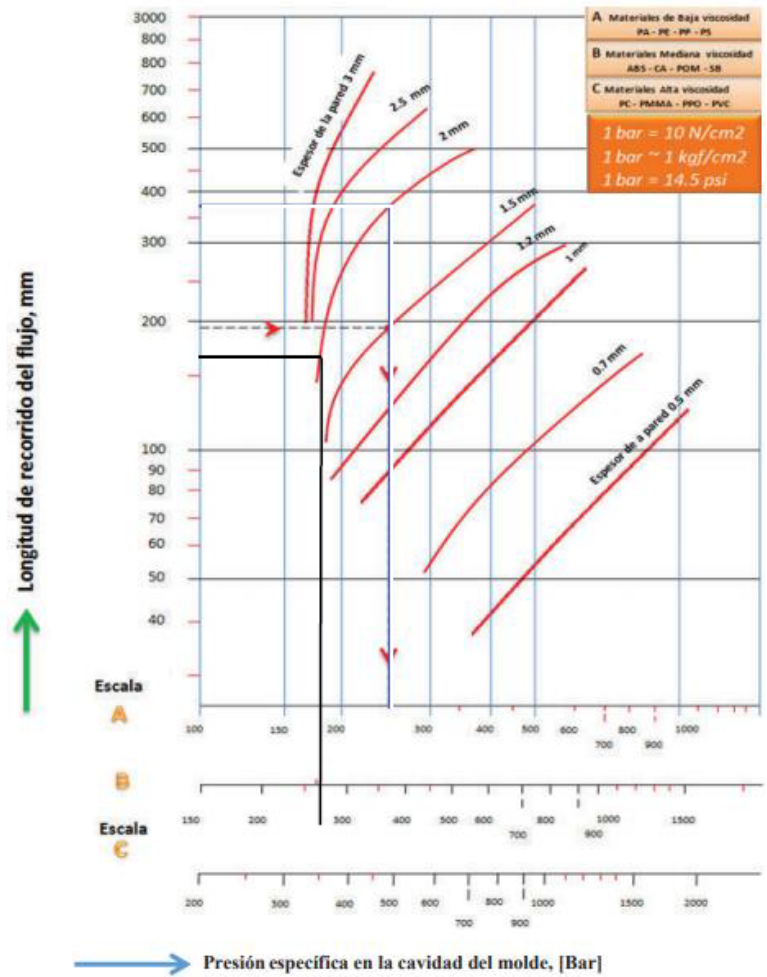
 **Lista de las tasas de contracción de moldeo de principales materiales de plástico**

Material	Tasa de contracción de moldeo (%)	Temperatura superficial de la cavidad (°C)	Presión de moldeo por inyección (Mpa)
ABS	0.4 ~0.9	50~80	53.97~171.7
PS	0.4 ~0.7	20~60	68.69~206.1
SAN	0.2~0.7	50~80	68.69~225.7
EVA	0.2~0.7	50~80	103~274.8
PP	1.0~2.5	20~90	68.69~137.8
PP GF40%	0.2~0.8	20~90	68.69~137.8
HDPE	2.0~6.0	10~60	68.69~137.8
PMMA	0.1~0.4	40~90	68.69~137.8
PA6	0.5~1.5	40~120	34.34~137.8
PA66	0.8~1.5	30~90	34.34~137.8
POM	2.0~2.5	60~120	68.69~137.8
PBT GF30%	0.2~0.8	40~80	54.95~176.6
PC	0.5~0.7	80~120	68.69~137.8
PPS GF40%	0.2~0.4	130~150	34.34~137.8
m-PPE	0.1~0.5	80~90	
PET	0.2~0.4	70~100	

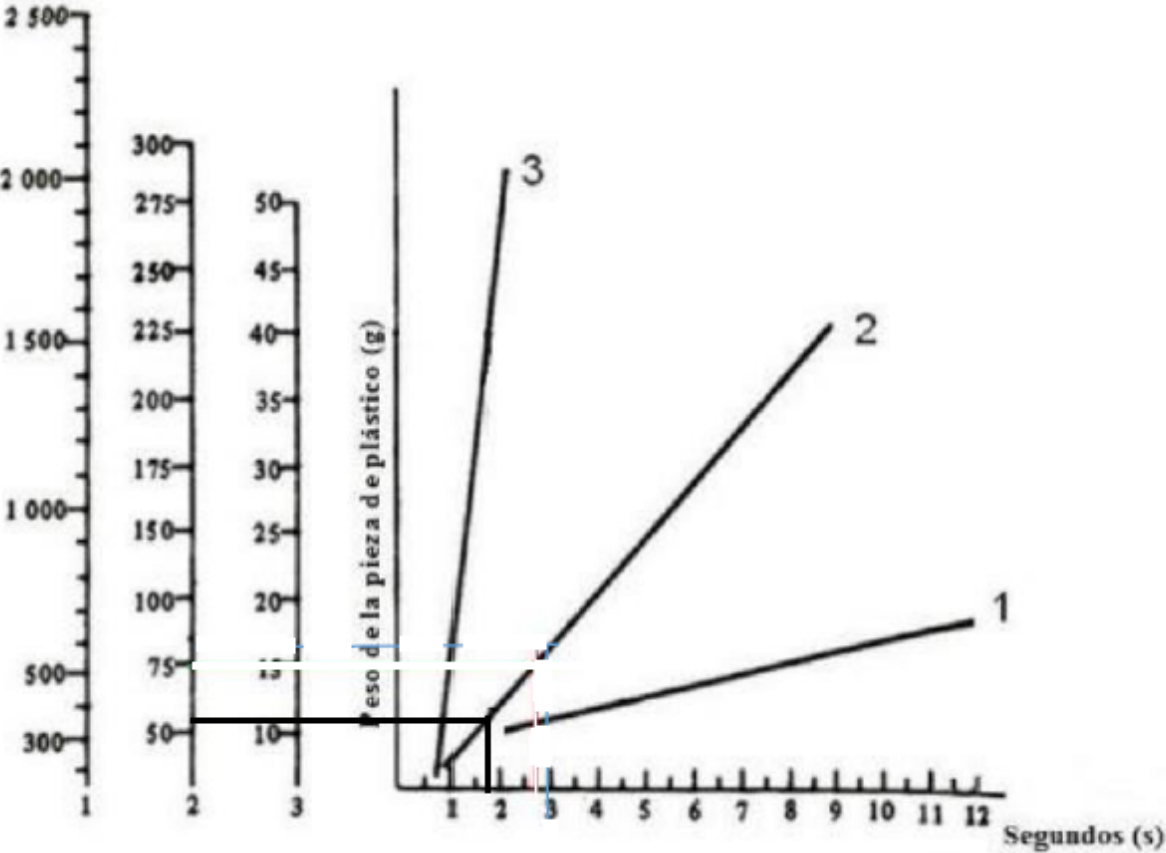
Anexo 2: Ficha técnica de la máquina inyectora.

FICHA TÉCNICA DE LA INYECTORA		
Sistema de inyección	Valor	Unidad
Capacidad máxima de inyección	91	gr
Cierre de moldes	60	ton
Espacio entre columnas	355 x 210	mm
Diámetro del tornillo	40	mm
Mesa	525x440	mm

Anexo 3: Nomograma de la presión específica en la cavidad del molde



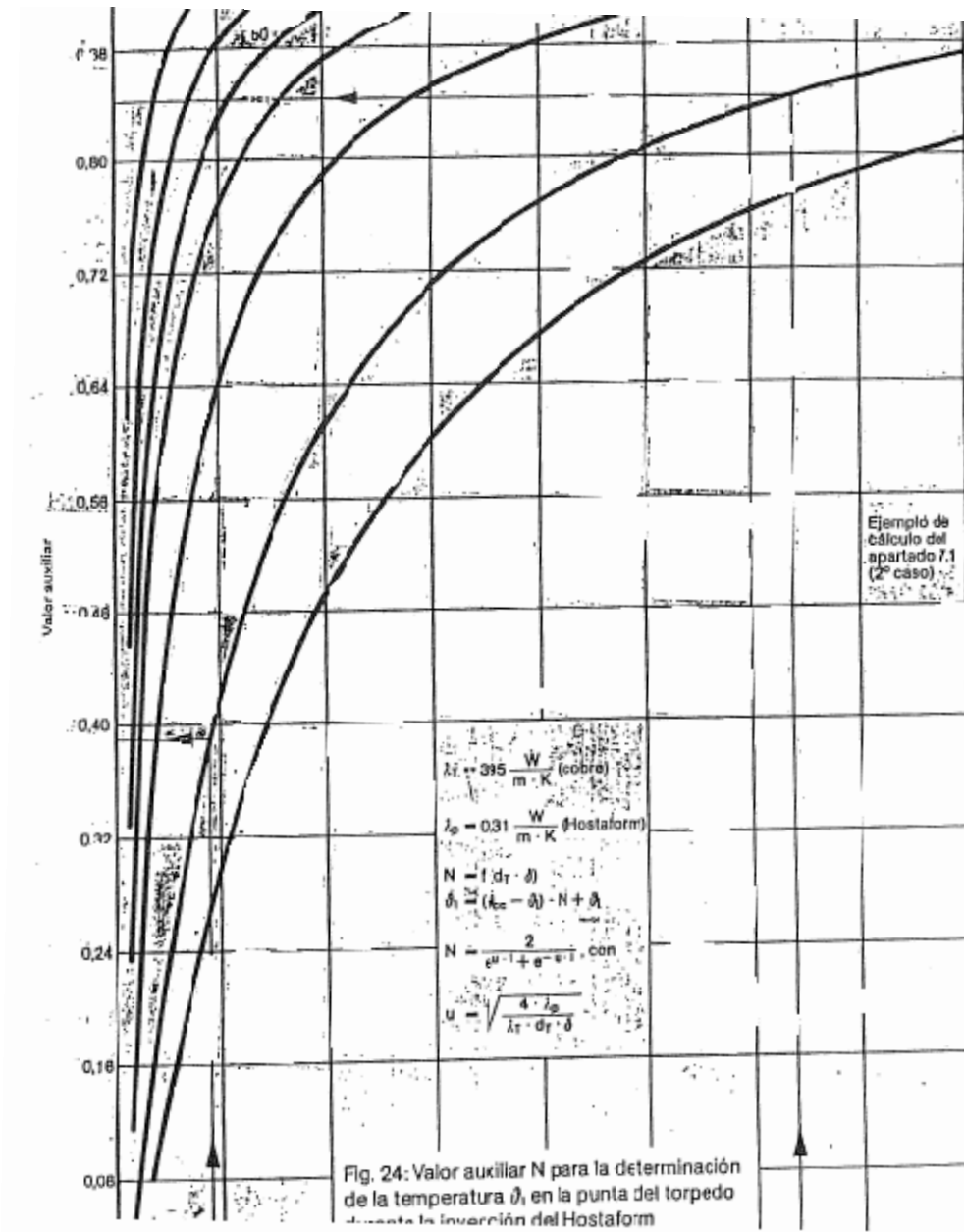
Anexo 4: Nomograma de tiempo de llenado en relación con el espesor de la pieza.



Anexo 5: Temperaturas de fabricación de los plásticos.

Material	Temperatura de elaboración (°C)	Temperatura del molde (°C)
Poliétileno de baja densidad	170 – 260	0 - 70
Poliétileno de alta densidad	220 – 320	0 - 70
Poliestireno normal	200 – 250	30 - 60
Poliestireno antichoque	200 – 250	30 - 60
Poliámidá 6	240 – 290	60 - 100
Poliámidá 6 + fibra de vidrio	260 – 310	80 - 120
Poliámidá 6,6	260 – 300	40 - 120
Poliámidá 6,6 + fibra de vidrio	280 – 320	60 - 120
Poliámidá 6,10	230 – 260	80 - 120
Estireno – acrílnitrilo	230 – 260	50 - 80
Polimetacrílató	170 – 230	40 - 90
Policarbonató	280 – 310	85 - 120
Copolímero acetá	180 – 230	70 - 130
Clóruo de polivinilo blándó	180	20 - 80
Clóruo de polivinilo dúro	160 – 190	20 - 80
Polipropileno	180 – 280	0 - 80
Acetató de celulosa	180 – 230	40 - 80
Acetobutirató de celulosa	180 – 220	40 - 80
Propionató de celulosa	180 - 220	40 - 80
Acrílnitrilo - estireno – butadieno	180 – 240	50 - 80

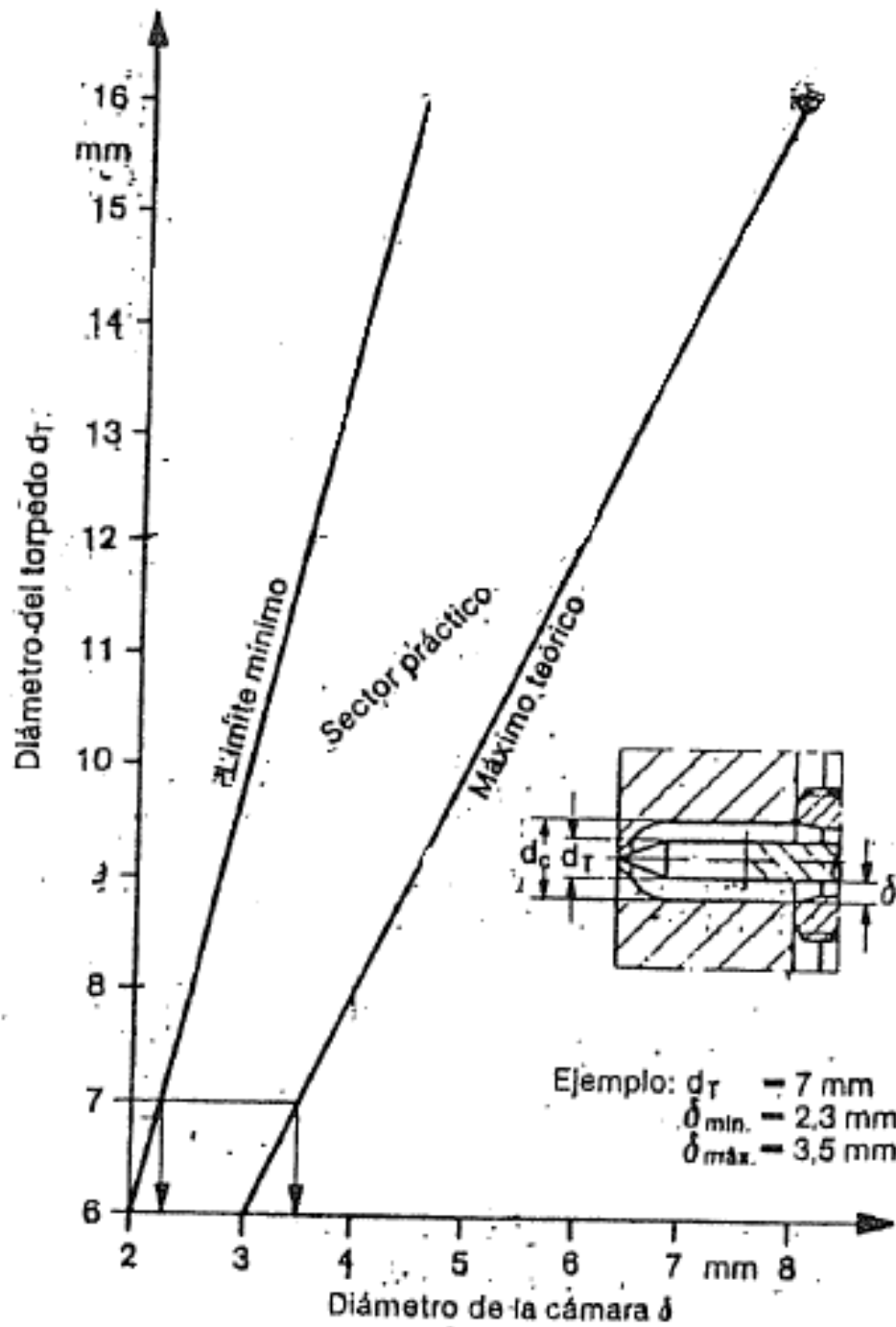
Anexo 6: Gráfica para hallar la variable N del torpedo.



Anexo 7: Coeficiente de conductividad térmica.

Material	Coeficiente de conductividad térmica λ [3] $\left[\frac{W}{m \cdot K} \right]$	Valoración
Plata	410	Buenos conductores
Cobre	395	
CuCrZr	322 [4]	
Aluminio	200 - 230	
CuCoBe	197 [5]	
CuBe2	113 [5]	
Acero 0,8% Cr, 0,2% C	40	
Acero Cr, Ni 18% Cr, 8% Ni, 0,2% C	17	
Cemento conductor	13	
Plásticos	0,2 - 1,2	Malos conductores
Hostaform	0,31	
Polioléfinas reforzadas	0,25 - 0,51*	
Aislantes inorgánicos	0,05 - 0,12	
Aire	0,04	

Anexo 8: Dimensionado de la cámara en relación con el diámetro del torpedo.



```

%
O0002 (PARALELA 1)
  (DATE=DD-MM-YY - 05-01-22 TIME=HH:MM - 00:08)
  (MCX FILE - C:\USERS\BRYAN FAICAN\DOCUMENTS\MY MCAMX!
  (NC FILE - C:\USERS\BRYAN FAICAN\DESKTOP\10CICLO\TES1
  (MATERIAL - ACERO - 2024)
  ( T1 | 5.0 CENTER DRILL | H1 )
  ( T85 | 7.5 DRILL | H85 )
  ( T150 | 14. DRILL | H150 )
N100 G21
N102 G0 G17 G40 G49 G80 G90
N104 T1 M6
N106 G0 G90 G54 X30. Y81. S1145 M3
N108 G43 H1 Z50.
N110 G98 G81 Z-6. R25. F57.3
N112 Y175.
N114 Y269.
N116 G80
N118 M5
N120 G91 G28 Z0.
N122 M01
N124 T85 M6
N126 G0 G90 G54 X30. Y269. S1527 M3
N128 G43 H85 Z50.

```

Figura 51: Primeras líneas de código G de las placas paralelas.

```

%
O0004 (PLACA EXPULSORA SUPERIOR)
  (DATE=DD-MM-YY - 05-01-22 TIME=HH:MM - 00:11)
  (MCX FILE - C:\USERS\BRYAN FAICAN\DOCUMENTS\MY MCAMX5
  (NC FILE - C:\USERS\BRYAN FAICAN\DESKTOP\10CICLO\TES1
  (MATERIAL - ACERO MM - 2024)
  ( T78 | 6.8 DRILL | H78 )
  ( T80 | 7. DRILL | H80 )
  ( T110 | 10. DRILL | H110 )
  ( T609 | 10. REAMER | H609 )
N100 G21
N102 G0 G17 G40 G49 G80 G90
N104 T78 M6
N106 G0 G90 G54 X121. Y17. A0. S1145 M3
N108 G43 H78 Z50.
N110 G98 G81 Z-6. R25. F57.3
N112 X114. Y57.
N114 X121. Y175.
N116 X114. Y293.
N118 X121. Y333.
N120 X17.
N122 X24. Y293.
N124 X17. Y175.
N126 X24. Y57.
N128 X17. Y17.
N130 G80
N132 M5
N134 G91 G28 Z0.
N136 A0.
N138 M01
N140 T80 M6

```

Figura 52: Primeras líneas del código G de la placa expulsora superior.

8.0.1. Placa de refrigeración de macho de moldeo

```
8
O0004 (PLACA EXPULSORA SUPERIOR)
  (DATE=DD-MM-YY - 05-01-22 TIME=HH:MM - 00:11)
  (MCX FILE - C:\USERS\BRYAN FAICAN\DOCUMENTS\MY MCAMX5
  (NC FILE - C:\USERS\BRYAN FAICAN\DESKTOP\10CICLO\TES1
  (MATERIAL - ACERO MM - 2024)
  ( T78 | 6.8 DRILL | H78 )
  ( T80 | 7. DRILL | H80 )
  ( T110 | 10. DRILL | H110 )
  ( T609 | 10. REAMER | H609 )
N100 G21
N102 G0 G17 G40 G49 G80 G90
N104 T78 M6
N106 G0 G90 G54 X121. Y17. A0. S1145 M3
N108 G43 H78 Z50.
N110 G98 G81 Z-6. R25. F57.3
N112 X114. Y57.
N114 X121. Y175.
N116 X114. Y293.
N118 X121. Y333.
N120 X17.
N122 X24. Y293.
N124 X17. Y175.
N126 X24. Y57.
N128 X17. Y17.
N130 G80
N132 M5
N134 G91 G28 Z0.
N136 A0.
N138 M01
N140 T80 M6
```

Figura 53: Primeras líneas del código G de la placa de refrigeración de macho de moldeo.

```

%
O0006 (PLACA PORTA MACHO)
 (DATE=DD-MM-YY - 05-01-22 TIME=HH:MM - 00:13)
 (MCX FILE - C:\USERS\BRYAN FAICAN\DOCUMENTS\MY MCA
 (NC FILE - C:\USERS\BRYAN FAICAN\DESKTOP\10CICLO\I
 (MATERIAL - ACERO MM - 2024)
 ( T1 | 5.0 CENTER DRILL | H1 )
 ( T88 | 7.8 DRILL | H88 )
 ( T135 | 12.5 DRILL | H135 )
 ( T98 | 8.8 DRILL | H98 )
 ( T170 | 16. DRILL | H170 )
 ( T150 | 14. DRILL | H150 )
 ( T190 | 18. DRILL | H190 )
 ( T639 | 25. REAMER | H639 )
 ( T219 | 10. FLAT ENDMILL | H219 | XY STOCK TO
 ( T137 | 10. BULL ENDMILL 4. RAD | H137 | XY ST
N100 G21
N102 G0 G17 G40 G49 G80 G90
N104 T1 M6
N106 G0 G90 G54 X33. Y34. A0. S1145 M3
N108 G43 H1 Z50.
N110 G98 G81 Z-6. R25. F57.3
N112 X30. Y81.
N114 Y175.
N116 Y269.
N118 X33. Y316.
N120 X98. Y333.
N122 X202.
N124 X267. Y316.
N126 X270. Y269.
N128 Y175.

```

Figura 54: Primeras líneas del código G de la placa portamacho.


```

8
O0007 (PLACA SUFRIDERA)
  (DATE=DD-MM-YY - 05-01-22 TIME=HH:MM - 00:14)
  (MCX FILE - C:\USERS\BRYAN FAICAN\DOCUMENTS\MY MCAMX5\M
  (NC FILE - C:\USERS\BRYAN FAICAN\DESKTOP\10CICLO\TESIS\
  (MATERIAL - ACERO MM - 2024)
  ( T1 | 5.0 CENTER DRILL | H1 )
  ( T96 | 8.6 DRILL | H96 )
  ( T150 | 14. DRILL | H150 )
  ( T230 | 22. DRILL | H230 )
  ( T210 | 1. FLAT ENDMILL | H210 | XY STOCK TO LEAVE
  ( T219 | 10. FLAT ENDMILL | H219 | XY STOCK TO LEAVE
N100 G21
N102 G0 G17 G40 G49 G80 G90
N104 T1 M6
N106 G0 G90 G54 X33. Y34. A0. S1145 M3
N108 G43 H1 Z50.
N110 G98 G81 Z-5. R25. F57.3
N112 Y316.
N114 X267.
N116 Y34.
N118 G80
N120 M5
N122 G91 G28 Z0.
N124 A0.
N126 M01
N128 T96 M6
N130 G0 G90 G54 X33. Y34. A0. S1332 M3
N132 G43 H96 Z50.
  ( CUSTOMIZABLE DRILL CYCLE EXAMPLE - FIRST HOLE )
N134 G98 G81 Z-40. R25. Q2. P3. F159.8

```

Figura 55: Primeras líneas del código G de la placa sufridera.

```

%
O0008 (PLACA PORTAHEMERA)
 (DATE=DD-MM-YY - 05-01-22 TIME=HH:MM - 00:16)
 (MCX FILE - C:\USERS\BRYAN FAICAN\DOCUMENTS\MY MCAMX5\MCX\1)
 (NC FILE - C:\USERS\BRYAN FAICAN\DESKTOP\10CICLO\TESIS\TES:
 (MATERIAL - ACERO MM - 2024)
 ( T1 | 5.0 CENTER DRILL | H1 )
 ( T94 | 8.4 DRILL | H94 )
 ( T135 | 12.5 DRILL | H135 )
 ( T190 | 18. DRILL | H190 )
 ( T639 | 25. REAMER | H639 )
 ( T214 | 5. FLAT ENDMILL | H214 | XY STOCK TO LEAVE - .(
 ( T219 | 10. FLAT ENDMILL | H219 | XY STOCK TO LEAVE - .
N100 G21
N102 G0 G17 G40 G49 G80 G90
N104 T1 M6
N106 G0 G90 G54 X33. Y34. A0. S1145 M3
N108 G43 H1 Z50.
N110 G98 G81 Z-6. R25. F57.3
N112 X30. Y81.
N114 Y175.
N116 Y269.
N118 X33. Y316.
N120 X267.

```

Figura 56: Primeras líneas del código G de la palca portacavidad.

```

%
O0009 (PLACA CALEFACCION)
 (DATE=DD-MM-YY - 05-01-22 TIME=HH:MM - 00:17)
 (MCX FILE - C:\USERS\BRYAN FAICAN\DOCUMENTS\MY MCAMX5\;
 (NC FILE - C:\USERS\BRYAN FAICAN\DESKTOP\10CICLO\TESIS
 (MATERIAL - ACERO MM - 2024)
 ( T1 | 5.0 CENTER DRILL | H1 )
 ( T90 | 8. DRILL | H90 )
 ( T150 | 14. DRILL | H150 )
 ( T219 | 10. FLAT ENDMILL | H219 | XY STOCK TO LEAV.
N100 G21
N102 G0 G17 G40 G49 G80 G90
N104 T1 M6
N106 G0 G90 G54 X30. Y81. A0. S1145 M3
N108 G43 H1 Z50.
N110 G98 G81 Z-5. R25. F57.3
N112 Y175.
N114 Y269.
N116 X270.
N118 Y175.
N120 Y81.
N122 G80
N124 M5
N126 G91 G28 Z0.

```

Figura 57: Primeras líneas del código G de la placa porta calefacción.

```

8
O0010 (PLACA BASE SUPERIOR)
  (DATE=DD-MM-YY - 05-01-22 TIME=HH:MM - 00:18
  (MCX FILE - C:\USERS\BRYAN FAICAN\DOCUMENTS\
  (NC FILE - C:\USERS\BRYAN FAICAN\DESKTOP\10C
  (MATERIAL - ACEROMM - 2024)
  ( T1 | 5.0 CENTER DRILL | H1 )
  ( T88 | 7.8 DRILL | H88 )
  ( T150 | 14. DRILL | H150 )
  ( T214 | 5. FLAT ENDMILL | H214 )
  ( T633 | 22. REAMER | H633 )
N100 G21
N102 G0 G17 G40 G49 G80 G90
N104 T1 M6
N106 G0 G90 G54 X55. Y81. S1145 M3
N108 G43 H1 Z50.
N110 G98 G81 Z-5. R25. F57.3
N112 Y175.
N114 Y269.
N116 X295.
N118 Y175.
N120 Y81.
N122 X175. Y175.
N124 G80

```

Figura 58: Primeras líneas del código G de la placa base superior.

```

%
O0011(MACHO DE MOLDEO)
( DATE=DD-MM-YY - 05-01-22 TIME=HH:MM - 00:21
(MCX FILE - C:\USERS\BRYAN FAICAN\DOCUMENTS\
(NC FILE - C:\USERS\BRYAN FAICAN\DESKTOP\100
(MATERIAL - ACEROMM - 2024)
( T217 | 8. FLAT ENDMILL | H217 | D217 |
N100 G21
N102 G0 G17 G40 G49 G80 G90
N104 T217 M6
N106 G0 G90 G54 X-2.107 Y46.5 S2387 M3
N108 G43 H217 Z50.
N110 Z10.
N112 G1 Z-.954 F238.7
N114 G41 D217 Y38.5 F477.4
N116 G3 X5.893 Y46.5 R8.
N118 G1 Y85.055
N120 G2 X7.97 Y87.132 R2.077
N122 G1 X63.03
N124 G2 X65.107 Y85.055 R2.077
N126 G1 Y46.5
N128 Y7.945
N130 G2 X63.03 Y5.868 R2.077
N132 G1 X7.97
N134 G2 X5.893 Y7.945 R2.077
N136 G1 Y46.5
N138 G3 X-2.107 Y54.5 R8.
N140 G1 G40 Y46.5
N142 X-2.243
N144 Z-2.908 F238.7
N146 G41 D217 Y38.5 F477.4

```

Figura 59: Primeras líneas del código G del macho de moldeo.

```

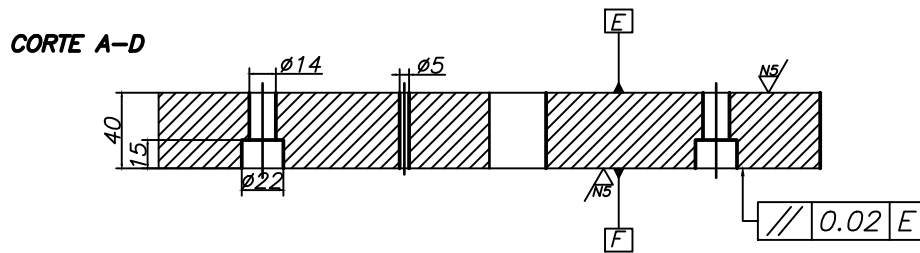
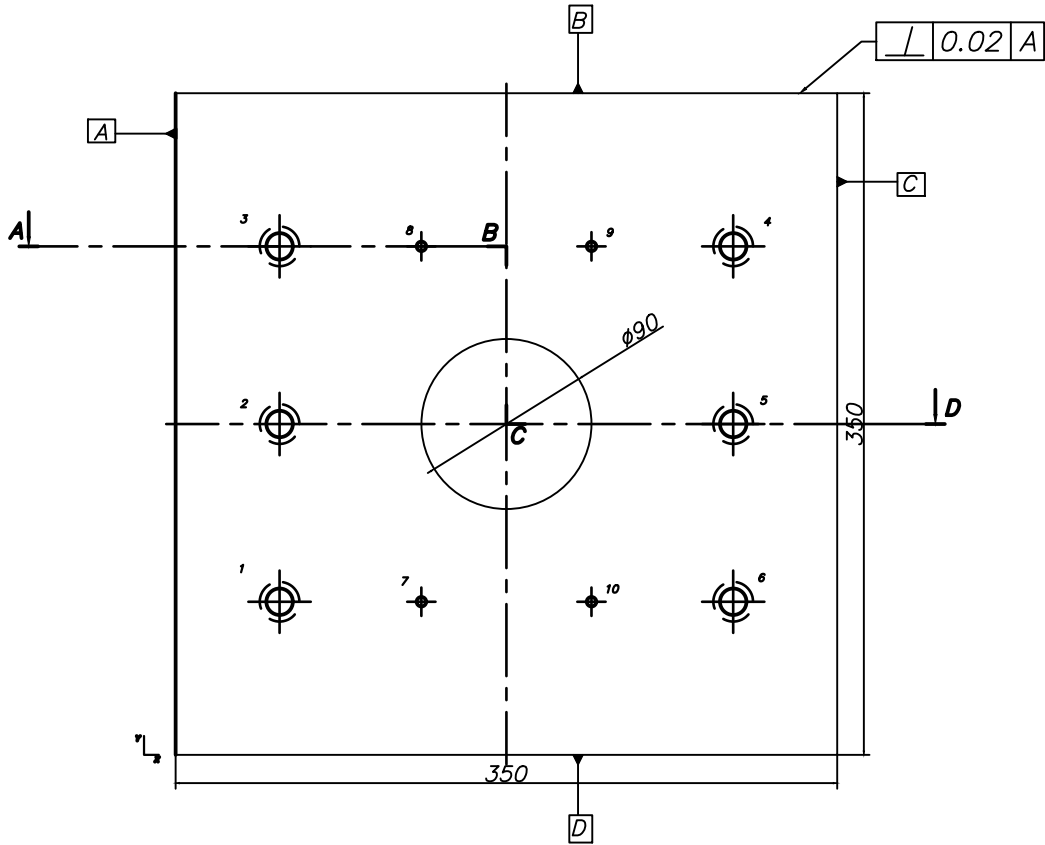
%
O0012(CAVIDAD)
( DATE=DD-MM-YY - 05-01-22 TIME=HH:MM - 00:24)
(MCX FILE - C:\USERS\BRYAN FAICAN\DOCUMENTS\MY MCAMX5\MCX\CAVIDAD.MCX-5)
(NC FILE - C:\USERS\BRYAN FAICAN\DOCUMENTS\MY MCAMX5\MILL\NC\CAVIDAD.NC)
(MATERIAL - ACERO MM - 2024)
( T219 | 10. FLAT ENDMILL | H219 | XY STOCK TO LEAVE - .01 | Z STOCK TO
( T114 | 2. BULL ENDMILL 0.4 RAD | H114 | D114 | CONTROL COMP | TOOL DI
N100 G21
N102 G0 G17 G40 G49 G80 G90
N104 T219 M6
N106 G0 G90 G54 X30.909 Y23.013 S2728 M3
N108 G43 H219 Z50.
N110 Z10.
N112 G1 Z2. F272.8
N114 G2 X11.281 Y19.177 Z.354 I0. J0.
N116 X28.003 Y28.326 Z-.97 I0. J0.
N118 G1 X34.47 Y35.095 F545.6
N120 Y59.47
N122 X40.53
N124 Y35.095
N126 X34.47
N128 X29.47 Y30.095
N130 Y65.095
N132 X45.53
N134 Y30.095
N136 X29.47
N138 X24.47 Y25.095
N140 Y70.72
N142 Y50.53

```

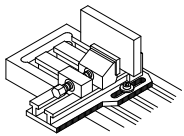
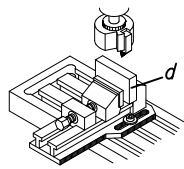
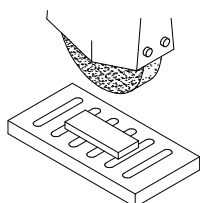
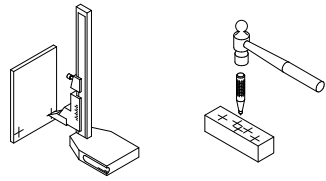
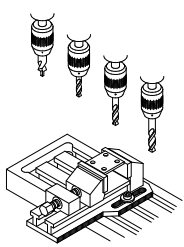
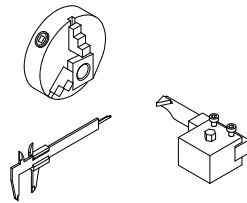
Figura 60: Primeras líneas del código G de la cavidad.



Realizado:	Faican Leonardo		Fecha:	2021/11/06	Carrera:	Tema:	
Aprobado:	Ing. Cesar Paltán		Fecha:	2021/11/09	Mecánica	Molde de Inyección	
Pos.	1	Cant.	1	Denominación	Placa Base	Material	Acero ST-37
Escala	1:4	Dimensión en bruto		350 x 350 x 45	Notas		Hoja N° 01



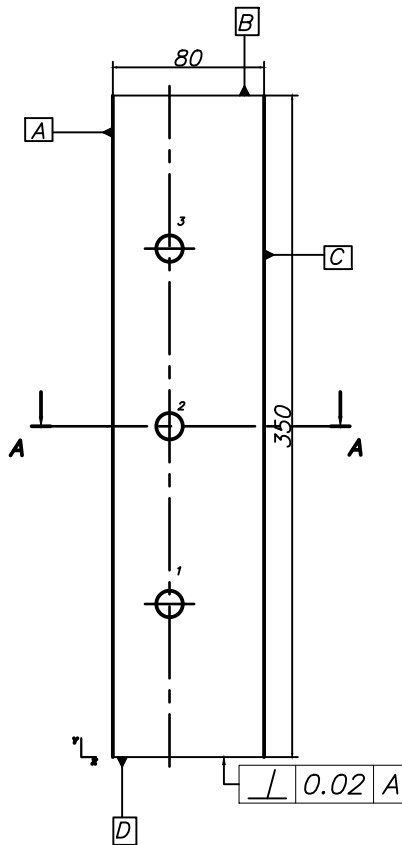
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ø	14	14	14	14	14	14	5 ^{H7}	5 ^{H7}	5 ^{H7}	5 ^{H7}
X	55	55	55	295	295	295	130	130	220	220
Y	81	175	269	269	175	81	81	269	269	81

PROCESO DE MECANIZADO			UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA				Hoja N° 03	
Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos		
						av	prof.	RPM
FRESADORA	1.0 Entenalla	1.1	Corte del material en bruto 352mm x 352mm x 42mm y sujetar en la mesa con bridas.		Cortadora de plasma	-	-	-
		1.2	Poner a escuadra la pieza.		Calibrador Escuadra			
		1.3	Fresar Cara A		Plato de Cuchillas	M	2	600
		1.4	Fresar cara B perpendicular a cara A		Calibrador			
		1.5	Fresar Cara C a 350mm con respecto a cara A perpendicular a B.		Escuadra			
		1.6	Fresar cara D a 350mm con respecto a cara B perpendicular a C.		Reloj Comparador	M	2	
RECTIFICADORA	2.0 Mesa - Iman	2.1	Rectificar cara E		Calibrador Micrómetro	A	0.3	-
		2.2	Rectificar cara F a 40mm paralela a cara E					
MESA MÁRMOL	3.0 Mesa	3.1	Trazar los centros de agujeros respectivos al plano con gramil.		Gramil Rayador Granete Martillo	-	-	-
		3.2	Granetear los centros para agujeros.					
FRESADORA	4.0 Entenalla	4.1	Taladrar agujeros pasantes $\varnothing 14$ con medidas respectivas al plano previamente pasar brocas de: centros, $\varnothing 8$ $\varnothing 12$ $\varnothing 14$		Broca centrar	M	-	600
		4.2	Taladrar agujeros pasantes $\varnothing 5$ con medidas respectivas al plano previamente pasar broca de centros.		Brocas $\varnothing 5$ $\varnothing 8$ $\varnothing 12$ $\varnothing 16$	M	-	850 600 500 450
		4.3	Fresar $\varnothing 22$ mm a 15 mm de profundidad		Fresa $\varnothing 22$ Escareador	M M	- -	200
TORNO	5.0 Mandril pieza cuadrada	5.1	Realizar la cajera circular central con $\varnothing 90$ mm Previamente taladrar con broca de centros $\varnothing 8$, $\varnothing 14$, $\varnothing 20$ $\varnothing 26$ $\varnothing 30$		Calibrador Broca centros brocas $\varnothing 8$ $\varnothing 14$ $\varnothing 20$ $\varnothing 26$ $\varnothing 30$	M M	- -	850 600 500 450
		5.2	Cilindrar Interior hasta $\varnothing 90$		Cuchilla cilindrar interior	A	-	500
Observaciones:						Tiempo:		

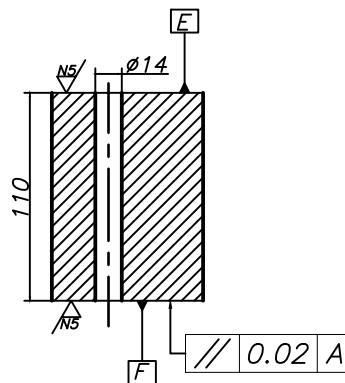


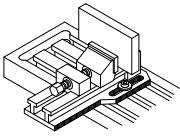
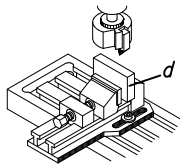
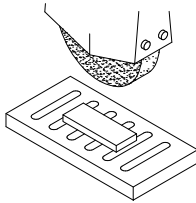
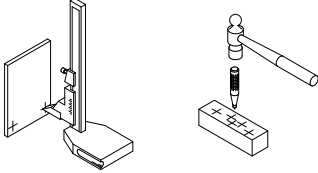
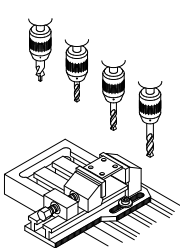
Realizado:	Faican Leonardo			Fecha:	2021/11/06	Carrera:	Tema:
Aprobado:	Ing. Cesar Paltán			Fecha:	2021/11/09	Mecánica	Molde de Inyección
Pos.	2	Cant.	2	Denominación	Placa paralela	Material	Acero ST-37
Escala	1:4	Dimensión en bruto			355 x 85 x 115	Notas	

Hoja N° 02




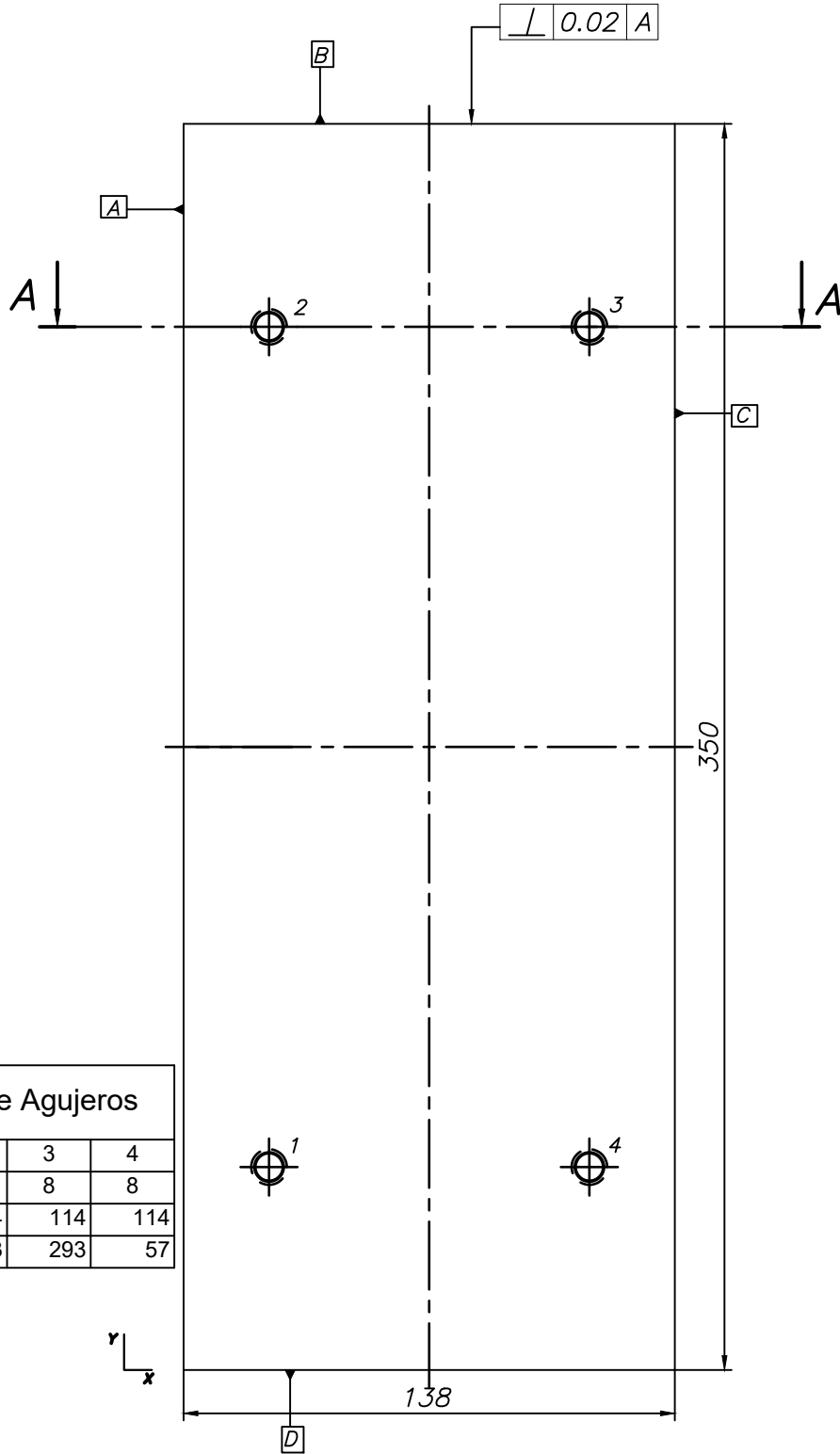
	1	2	3
Ø	14	14	14
X	30	30	30
Y	81	175	269



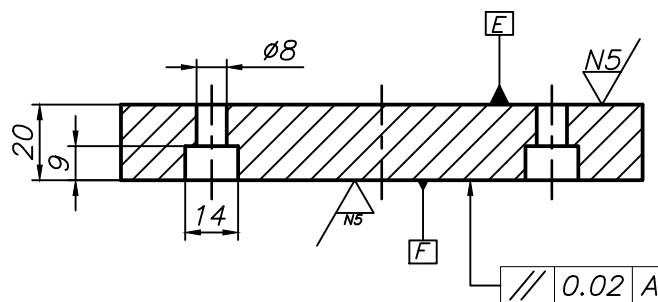
PROCESO DE MECANIZADO			UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA				Hoja N° 03	
Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos		
						av	prof.	RPM
FRESADORA	1.0 Entenalla	1.1	Corte del material en bruto 355mm x 85mm x 115mm y sujetar en la mesa con bridas.		Cortadora de plasma	-	-	-
		1.2	Poner a escuadra la pieza.		Calibrador Escuadra			
		1.3	Fresar Cara A		Plato de cuchillas	M	2	600
		1.4	Fresar cara B perpendicular a cara A		Calibrador			
		1.5	Fresar Cara C a 80mm con respecto a cara A perpendicular a B.		Escuadra			
		1.6	Fresar cara D a 350mm con respecto a cara B perpendicular a C.					
RECTIFICADORA	2.0 Mesa - Iman	2.1	Rectificar cara E		calibrador micrómetro	A	0.3	850
	2.2	Rectificar cara F a 25mm paralela a cara E						
MESA MÁRMOL	3.0 Mesa	3.1	Trazar los centros de agujeros respectivos al plano con gramil.		Gramil Rayador Granete Martillo	M	1	850
	3.2	Granetear los centros para agujeros.						
FRESADORA	4.0 Entenalla	4.1	Taladrar agujeros pasantes $\varnothing 14$ con medidas respectivas al plano previamente pasar brocas de: centros , $\varnothing 8$ $\varnothing 12$ $\varnothing 14$		Broca centrar	M	-	600
					broca $\varnothing 8$, $\varnothing 12$, $\varnothing 14$			600 350 250
Observaciones:						Tiempo:		

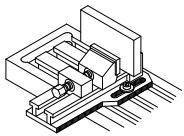
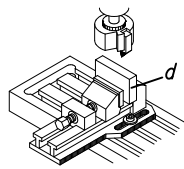
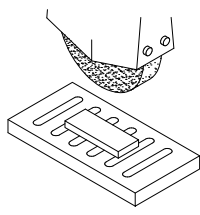
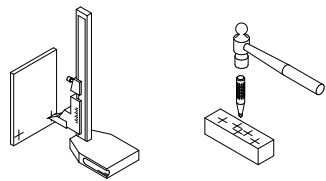
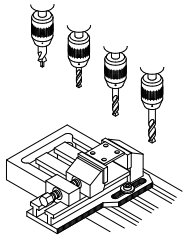


Realizado:	Faican Leonardo		Fecha:	2021/11/06	Carrera:	Tema:	
Aprobado:	Ing. Cesar Paltán		Fecha:	2021/11/09	Mecánica	Molde de Inyección	
Pos.	D	Cant.	1	Denominación	Placa Expulsora Inferior	Material	Acero ST-37
Escala	1:2	Dimensión en bruto		140 x 355 x 25	Notas		Hoja N° 03



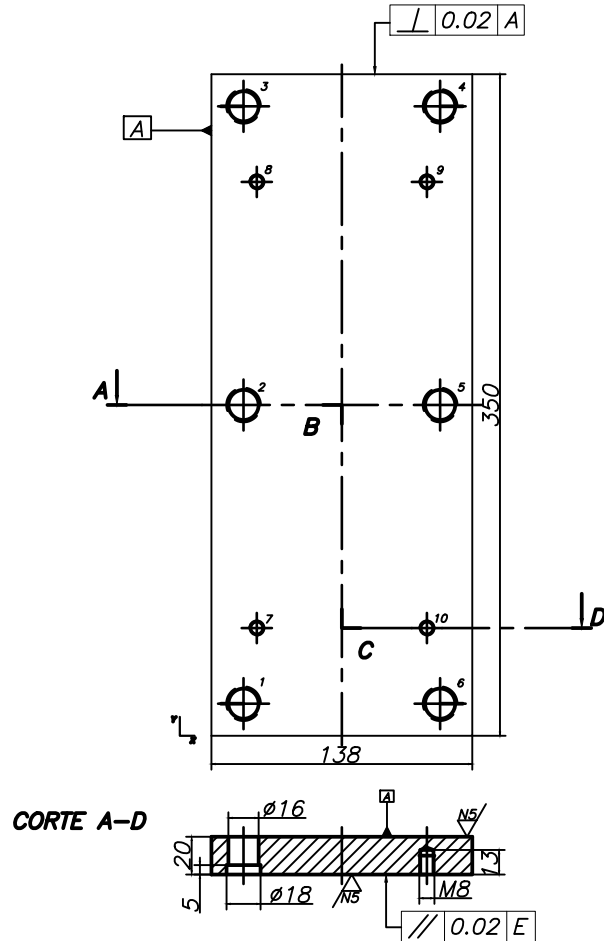
	1	2	3	4
Ø	8	8	8	8
X	24	24	114	114
Y	57	293	293	57



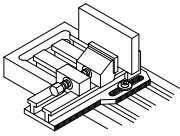
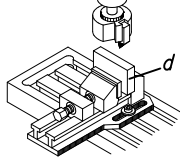
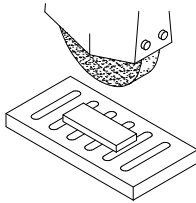
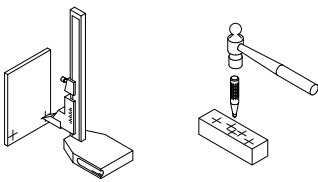
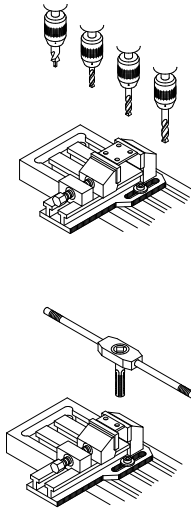
PROCESO DE MECANIZADO			UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA				Hoja N° 03	
Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos		
						av	prof.	RPM
FRESADORA	1.0 Entenalla	1.1	Corte del material en bruto 140mm x 355mm x 25mm y sujetar en la mesa con bridas.		Cortadora de plasma Calibrador Escuadra	-	-	-
		1.2	Poner a escuadra la pieza.					
		1.3	Fresar Cara A		Plato de Cuchillas Calibrador Escuadra	M	2	600
		1.4	Fresar cara B perpendicular a cara A					
		1.5	Fresar Cara C a 138mm con respecto a cara A perpendicular a B.					
		1.6	Fresar cara D a 350mm con respecto a cara B perpendicular a C.					
RECTIFICADORA	2.0 Mesa - Iman	2.1	Rectificar cara E		calibrador micrómetro	A	0,3	-
		2.2	Rectificar cara F a 25mm paralela a cara E					
MESA MÁRMOL	3.0 Mesa	3.1	Trazar los centros de agujeros respectivos al plano con gramil.		Gramil Rayador Granete Martillo	-	-	-
		3.2	Granetear los centros para agujeros.					
FRESADORA	4.0 Entenalla	4.1	Taladrar agujeros pasantes $\varnothing 8$ con medidas respectivas al plano previamente pasar brocas de: centros, $\varnothing 8$		Broca centrar broca $\varnothing 8$, Calibrador Escareador	M	-	800
		4.2	Taladrar agujeros para cabeza de tornillo profundidad 9 mm previamente con broca centros, $\varnothing 8$ Después: Escarear agujero $\varnothing 14$ a 9mm de profundidad					800
Observaciones:						Tiempo:		



Realizado:	Faican Leonardo			Fecha:	2021/11/06	Carrera:	Tema:
Aprobado:	Ing. Cesar Paltán			Fecha:	2021/11/09	Mecánica	Molde de Inyección
Pos.	C	Cant.	1	Denominación	Placa Expulsora Superior	Material	Acero ST-37
Escala	1:3	Dimensión en bruto			140 x 355 x 25	Notas	Hoja N° 04

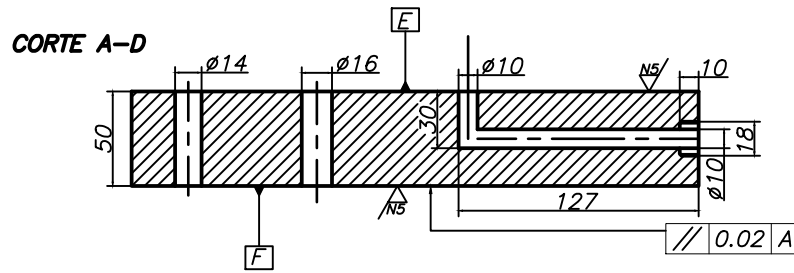
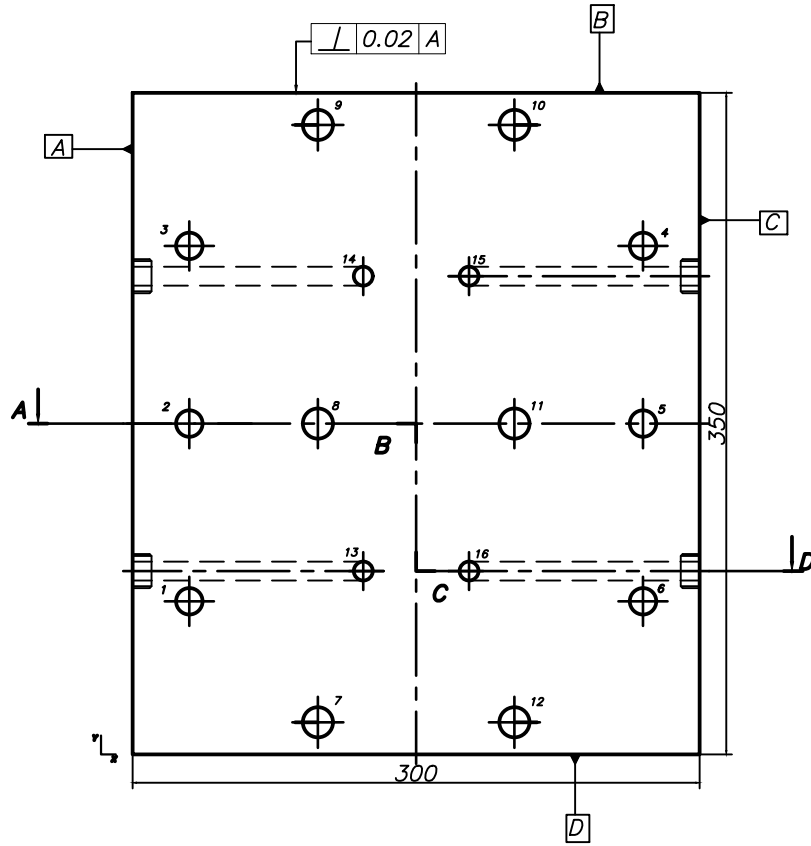


	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ø	16	16	16	16	16	16	M8	M8	M8	M8
X	17	17	17	121	121	121	24	24	114	114
Y	17	175	333	333	175	17	57	293	293	57

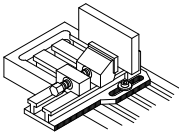
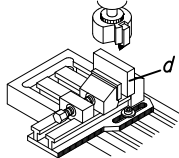
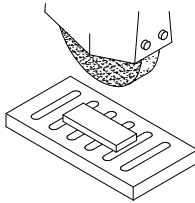
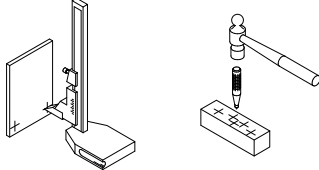
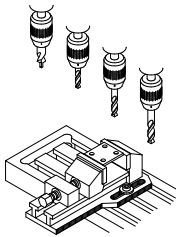
PROCESO DE MECANIZADO			UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA				Hoja N° 03	
Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos		
						av	prof.	RPM
FRESADORA	1.0 Entenalla	1.1	Corte del material en bruto 140mm x 352mm x 22mm y sujetar en la mesa con bridas.		Cortadora de plasma	-	-	-
		1.2	Poner a escuadra la pieza.		Calibrador Escuadra			
		1.3	Fresar Cara A		Plato de Cuchillas Calibrador Escuadra	M	2	600
		1.4	Fresar cara B perpendicular a cara A					
		1.5	Fresar Cara C a 138mm con respecto a cara A perpendicular a B.					
		1.6	Fresar cara D a 350mm con respecto a cara B perpendicular a C.					
RECTIFICADORA	2.0 Iman	2.1	Rectificar cara E		calibrador micrómetro	A	0,3	-
		2.2	Rectificar cara F a 25mm paralela a cara E					
MESA MÁRMOL	3.0 Mesa	3.1	Trazar los centros de agujeros respectivos al plano con gramil.		Gramil Rayador Granete Martillo	-	-	-
		3.2	Granetear los centros para agujeros.					
FRESADORA	4.0 Entenalla	4.1	Taladrar agujeros pasantes $\varnothing 16$ con medidas respectivas al plano previamente pasar brocas de: centros , $\varnothing 8$ $\varnothing 12$ $\varnothing 16$		Broca centrar	M	-	800
		4.2	Taladrar agujeros M8 profundidad 13mm con medidas respectivas al plano previamente pasar broca de centros Despues: Roscar agujero con machuelo M8		broca $\varnothing 8$, $\varnothing 12$, $\varnothing 16$ Calibrador Escareador			600 350 250
		4.3	Fresar $\varnothing 18$ a 5 mm de profundidad		Machuelo M8 Fresa $\varnothing 18$			350
Observaciones:						Tiempo:		

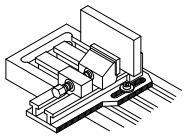
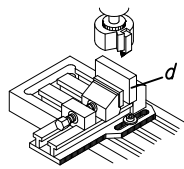
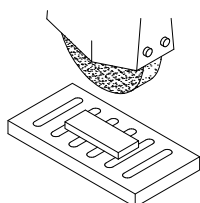
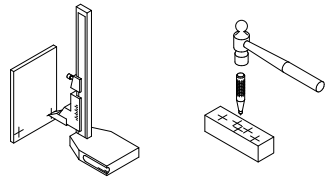
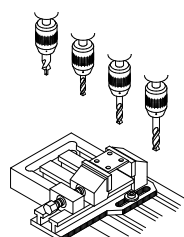


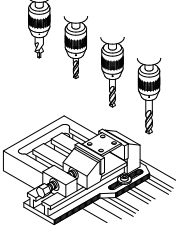
Realizado:	Faican Leonardo		Fecha:	2021/10/10	Carrera:	Seccion:	
Aprobado:	Ing. Cesar Paltán		Fecha:	2021/10/11	Mecanica	Molde de Inyeccion	
Pos.	3	Cant.	1	Denominación	Placa Refrigeracion Macho	Material	Acero ST-37
Escala	1:4		Dimensión en bruto	355x305x55		Notas	Hoja N° 05



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Ø	14	14	14	14	14	14	16	16	16	16	16	16	10	10	10	10
X	30	30	30	270	270	270	98	98	98	202	202	202	122	122	178	178
Y	81	175	269	269	175	81	17	175	333	333	175	17	97	253	253	97

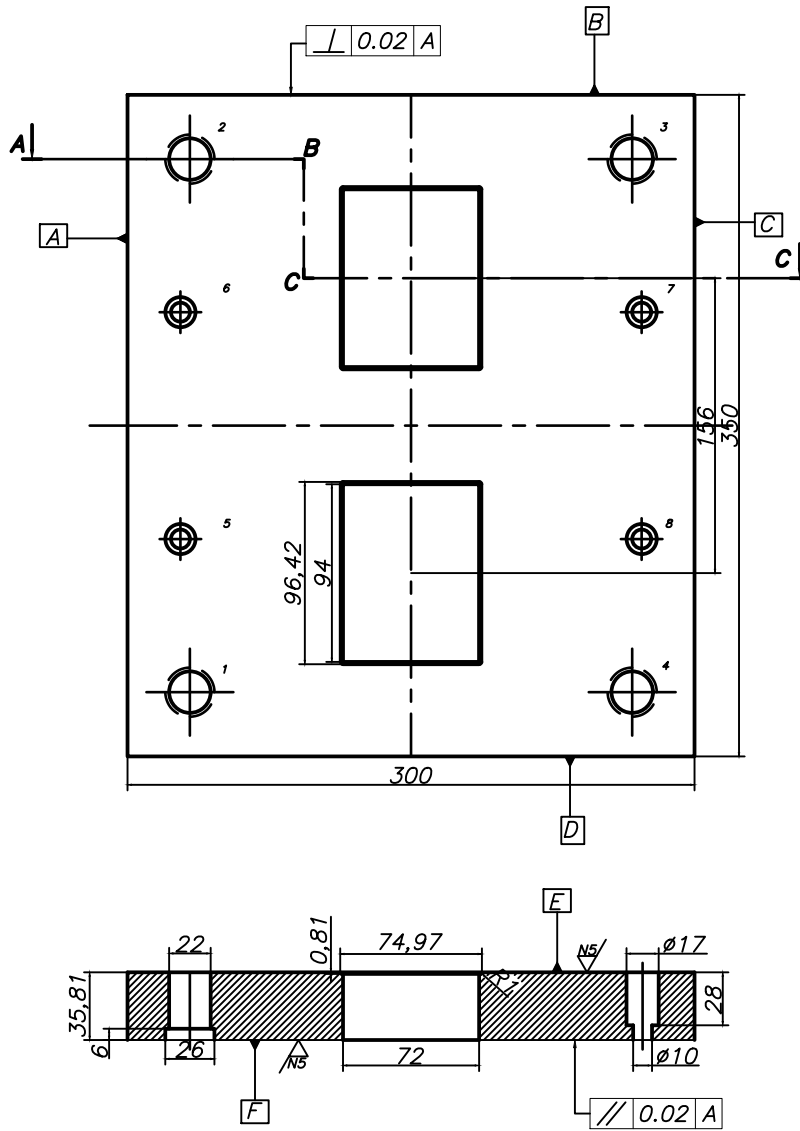
PROCESO DE MECANIZADO			UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA				Hoja N° 03	
Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos		
						av	prof.	RPM
FRESADORA	1.0 Entenalla	1.1	Corte del material en bruto 302mm x 352mm x 52mm y sujetar en la mesa con bridas.		Cortadora de plasma	-	-	-
		1.2	Poner a escuadra la pieza.		Calibrador Escuadra			
		1.3	Fresar Cara A		Plato de cuchillas Calibrador Escuadra	M	2	650
		1.4	Fresar cara B perpendicular a cara A					
		1.5	Fresar Cara C a 300mm con respecto a cara A perpendicular a B.			M	2	600
		1.6	Fresar cara D a 350mm con respecto a cara B perpendicular a C.					
RECTIFICADORA	2.0 Iman	2.1	Rectificar cara E		calibrador	A	0.5	850
		2.2	Rectificar cara F a 50mm paralela a cara E					
MESA MÁRMOL	3.0 Mesa	3.1	Trazar los centros de agujeros respectivos al plano con gramil.		Gramil Rayador Granete Martillo	M	1	850
		3.2	Granetear los centros para agujeros.					
FRESADORA	4.0 Entenalla	4.1	Taladrar agujeros pasantes \varnothing 16 con medidas respectivas al plano previamente pasar brocas de: centros , \varnothing 8 \varnothing 14 \varnothing 16		Broca centrar broca \varnothing 8, \varnothing 10 \varnothing 12, \varnothing 14 \varnothing 16 Calibrador	M	-	800 600 350 250
		4.2	Taladrar agujeros pasantes \varnothing 14 con medidas respectivas al plano previamente pasar brocas de: centros , \varnothing 8 \varnothing 14					
		4.3	Taladrar agujeros de las caras A y C de \varnothing 10 mm profundidad 127 mm con medidas respectivas al plano previamente pasar broca de centros, \varnothing 7					
		4.4	Taladrar agujeros de la cara E de \varnothing 10 mm profundidad 30 mm con medidas respectivas al plano previamente pasar broca de centros, \varnothing 10					
Avellanar Agujeros								
Observaciones:						Tiempo:		

PROCESO DE MECANIZADO			UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA				Hoja N° 03	
Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos		
						av	prof.	RPM
FRESADORA	1.0 Entenalla	1.1	Corte del material en bruto 302mm x 352mm x 62mm y sujetar en la mesa con bridas.		Cortadora de plasma	-	-	-
		1.2	Poner a escuadra la pieza.		Calibrador Escuadra			
		1.3	Fresar Cara A		Plato de Cuchillas Calibrador Escuadra	M	2	650
		1.4	Fresar cara B perpendicular a cara A					
		1.5	Fresar Cara C a 300mm con respecto a cara A perpendicular a B.			M	2	600
		1.6	Fresar cara D a 350mm con respecto a cara B perpendicular a C.					
RECTIFICADORA	2.0 Iman	2.1	Rectificar cara E		calibrador	A	0.5	850
		2.2	Rectificar cara F a 60mm paralela a cara E					
MESA MÁRMOL	3.0 Mesa	3.1	Trazar los centros de agujeros respectivos al plano con gramil.		Gramil Rayador Granete Martillo	M	1	850
	3.2	Granetear los centros para agujeros.						
FRESADORA	4.0 Entenalla	4.1	Taladrar agujeros pasantes \varnothing 16 con medidas respectivas al plano previamente pasar brocas de: centros , \varnothing 8 \varnothing 12 \varnothing 16		Broca centrar	M	-	800 600 350 250
		4.2	Taladrar agujeros pasantes \varnothing 18 con medidas respectivas al plano previamente pasar brocas de: centros, \varnothing 8, \varnothing 14, \varnothing 18, Escarear cavidad para cabeza de eje guía \varnothing 26 mm		broca \varnothing 8, \varnothing 12, \varnothing 16 \varnothing 18			
		4.3	Taladrar agujeros de la cara F de M14 según las dimensiones del plano a profundidad de 31 mm Después: Roscar con machuelo M14		Machuelo M14			
		4.4	Avellanar Agujeros		Escareador \varnothing 26 Calibrador			
Observaciones:						Tiempo:		

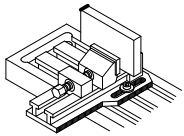
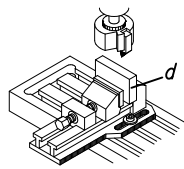
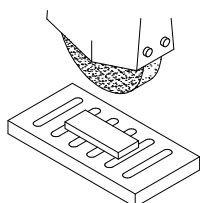
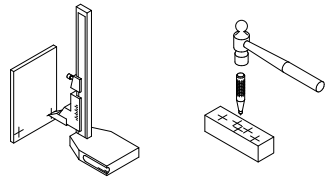
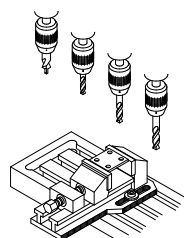
PROCESO DE MECANIZADO			UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA			Hoja N° 03		
Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos		
						av	prof.	RPM
		4.5	Realizar agujero de cajera rectangular superior: Proceso Taladrar 4 esquinas según las dimensiones del plano para dar paso a la fresa $\varnothing 15$		Fresa $\varnothing 15$ calibrador	M	2	650
		4.6	Fresar cajera rectangular para macho de moldeo con pasadas de 2 mm.					
		4.7	Realizar agujero de cajera rectangular inferior: Proceso Taladrar 4 esquinas según las dimensiones para dar paso a la fresa.					
		4.8	Fresar cajera rectangular para macho de moldeo con pasadas de 2 mm.					
		4.9	Realizar chaflanes en la placa					
Observaciones:						Tiempo:		

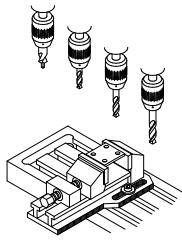
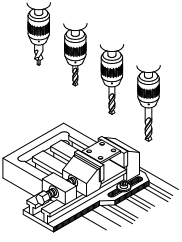


Realizado:	Faican Leonardo		Fecha:	2021/10/10	Carrera:	Seccion:	
Aprobado:	Ing. Cesar Paltán		Fecha:	2021/10/11	Mecanica	Molde de Inyeccion	
Pos.	7	Cant.	1	Denominación	Placa Sufridera Expulsión	Material	Acero ST-37
Escala	1:4		Dimensión en bruto	355 x 305 x 40		Notas	Hoja N° 07



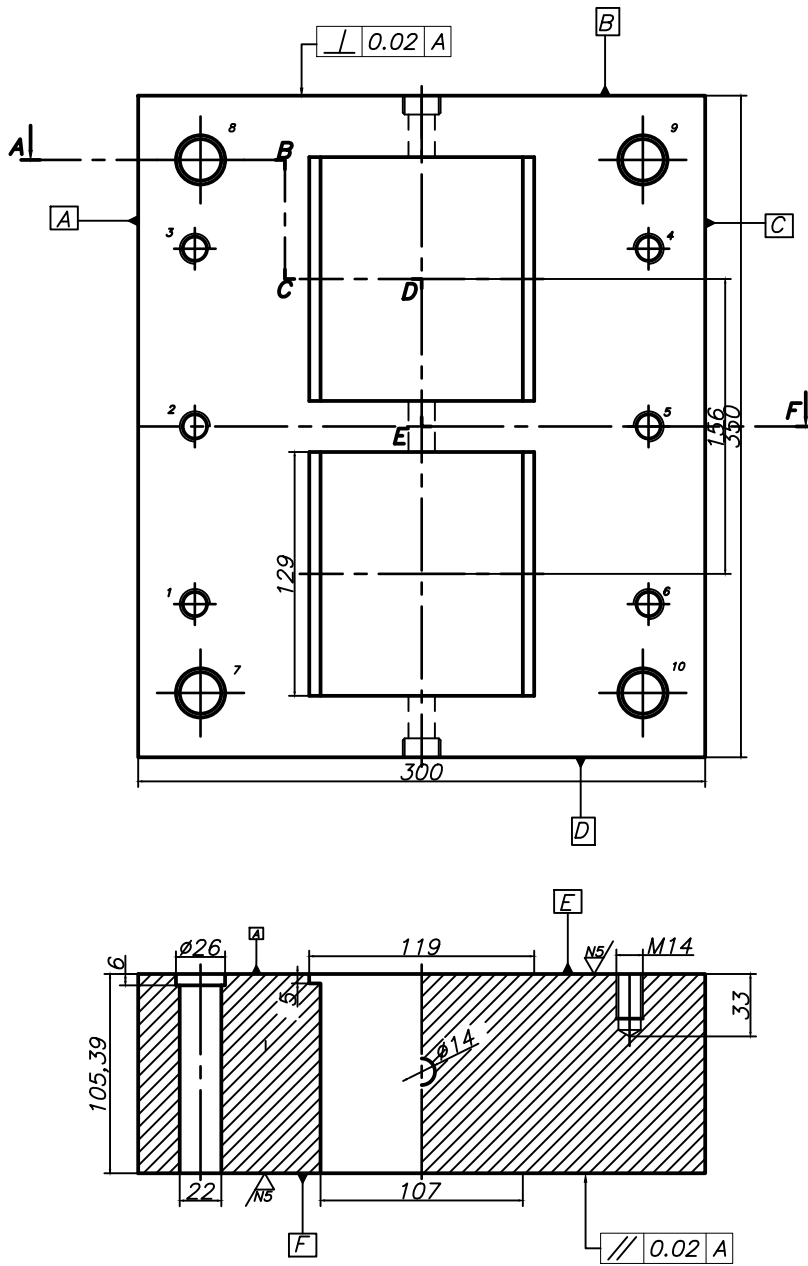
	1	2	3	4	5	6	7	8
Ø	22	22	22	22	10	10	10	10
X	33	33	267	267	28	28	272	272
Y	34	316	316	34	115	235	235	115

PROCESO DE MECANIZADO			UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA				Hoja N° 03	
Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos		
						av	prof.	RPM
FRESADORA	1.0 Entenalla	1.1	Corte del material en bruto 302mm x 352mm x 37mm y sujetar en la mesa con bridas.		Cortadora de plasma	-	-	-
		1.2	Poner a escuadra la pieza.		Calibrador Escuadra			
		1.3	Fresar Cara A		Fresa Calibrador Escuadra	M	2	650
		1.4	Fresar cara B perpendicular a cara A					
		1.5	Fresar Cara C a 300mm con respecto a cara A perpendicular a B.			M	2	600
		1.6	Fresar cara D a 350mm con respecto a cara B perpendicular a C.					
RECTIFICADORA	2.0 Iman	2.1	Rectificar cara E		calibrador	A	0.5	850
		2.2	Rectificar cara F a 35,81 mm paralela a cara E					
MESA MÁRMOL	3.0 Mesa	3.1	Trazar los centros de agujeros respectivos al plano con gramil.		Gramil Rayador Granete Martillo	M	1	850
		3.2	Granetear los centros para agujeros.					
FRESADORA	4.0 Entenalla	4.1	Taladrar agujeros pasantes $\varnothing 22$ con medidas respectivas al plano previamente pasar brocas de: centros, $\varnothing 8$ $\varnothing 12$ $\varnothing 15$ $\varnothing 22$		Broca centrar	M	-	800 600 350 250
		4.2	Fresar cavidad para cabeza de eje de acero $\varnothing 26$ mm a 6 mm de profundidad		broca $\varnothing 8$, $\varnothing 12$, $\varnothing 15$, $\varnothing 22$	M	-	
		4.3	Taladrar agujeros pasantes de la cara D de $\varnothing 14$ según las dimensiones del plano		Calibrador	M	-	
Observaciones:						Tiempo:		

PROCESO DE MECANIZADO			UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA				Hoja N° 03		
Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos			
						av	prof.	RPM	
4.0	Entenalla	4.5	Realizar agujero de cajera rectangular superior: Proceso Taladrar 4 esquinas según las dimensiones del plano para dar paso a la fresa $\phi 15$ mm previamente pasar brocas de centros, $\phi 8$ $\phi 12$ $\phi 15$		Fresa $\phi 15$	—	—	—	
		4.6	Fresar cajera rectangular para macho de moldeo con pasadas de 2 mm.		Broca centrar	—	—	800 600 350 250	
						broca $\phi 8$, $\phi 12$, $\phi 15$	M	—	
						Calibrador			
		4.7	Realizar agujero de cajera rectangular inferior: Proceso Taladrar 4 esquinas según las dimensiones para dar paso a la fresa $\phi 15$ mm previamente pasar brocas de centros, $\phi 8$ $\phi 12$ $\phi 15$		Fresa $\phi 15$				
		4.8	Fresar cajera rectangular para macho de moldeo con pasadas de 2 mm.		Broca centrar			800 600 350 250	
						broca $\phi 8$, $\phi 12$, $\phi 15$	M	—	
						Calibrador			
		4.9	Fresar ranura para desmoldeo de radio 1 mm y profundidad de 0.89mm						
		4.10	Realizar chaflanes en la placa						
Observaciones:						Tiempo:			

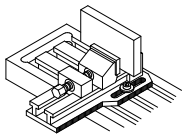
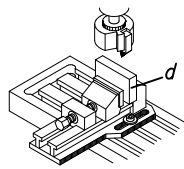
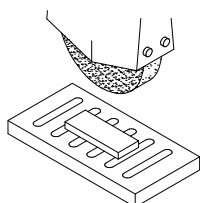
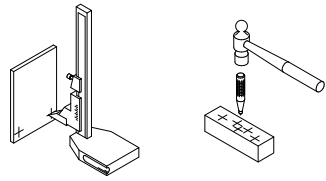
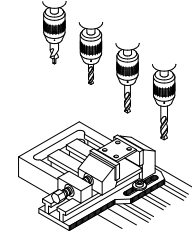


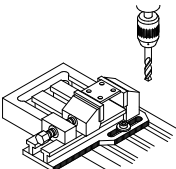
Realizado:	Faican Leonardo		Fecha:	2021/10/10	Carrera:	Seccion:	
Aprobado:	Ing. Cesar Paltán		Fecha:	2021/10/11	Mecanica	Molde de Inyeccion	
Pos.	8	Cant.	1	Denominación	Placa Porta Hembra	Material	Acero ST-37
Escala	1:4		Dimensión en bruto	355 x 305 x 110		Notas	Hoja N° 08



Coordenadas de Agujeros

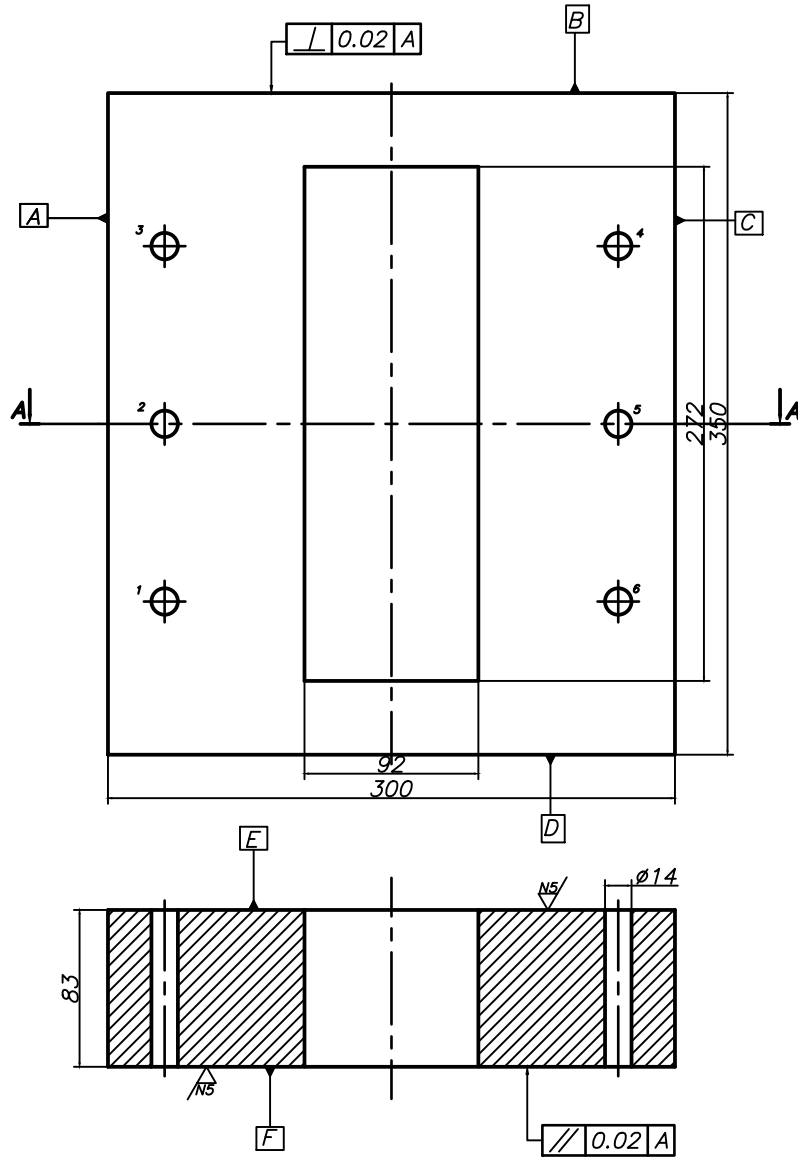
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ø	M14	M14	M14	M14	M14	M14	18	18	18	18
X	30	30	30	270	270	270	33	33	267	267
Y	81	175	269	269	175	81	34	316	316	34

PROCESO DE MECANIZADO			UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA				Hoja N° 03			
Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos				
						av	prof.	RPM		
FRESADORA	1.0 Entenalla	1.1	Corte del material en bruto 302mm x 352mm x 107 mm y sujetar en la mesa con bridas.		Cortadora de plasma	-	-	-		
		1.2	Poner a escuadra la pieza.		Calibrador Escuadra					
		1.3	Fresar Cara A		Plato de cuchillas Calibrador Escuadra	M	2	650		
		1.4	Fresar cara B perpendicular a cara A			M	2	600		
		1.5	Fresar Cara C a 300mm con respecto a cara A perpendicular a B.							
		1.6	Fresar cara D a 350mm con respecto a cara B perpendicular a C.							
RECTIFICADORA	2.0 Iman	2.1	Rectificar cara E		calibrador	A	0.5	850		
		2.2	Rectificar cara F a 105.39mm paralela a cara E							
MESA MÁRMOL	3.0 Mesa	3.1	Trazar los centros de agujeros respectivos al plano con gramil.		Gramil Rayador Granete Martillo	M	1	850		
		3.2	Granetear los centros para agujeros.							
FRESADORA	4.0 Entenalla	4.1	Taladrar agujeros pasantes ϕ 22 con medidas respectivas al plano previamente pasar brocas de: centros , ϕ 8 ϕ 12 ϕ 15 ϕ 22		Broca centrar	M	-	800 600 350 250		
		4.2	Escarear cavidad para cabezaje de acero ϕ 26 mm a profundidad de 6mm		Machuelo M14				M	-
		4.3	Taladrar agujeros de la cara E de M14 según las dimensiones del plano a profundidad de 33 mm Después: Roscar con machuelo M14		Escareador ϕ 26 Calibrador				M	-
Observaciones:						Tiempo:				

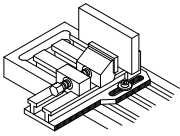
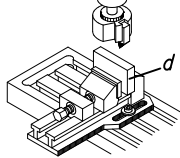
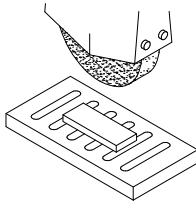
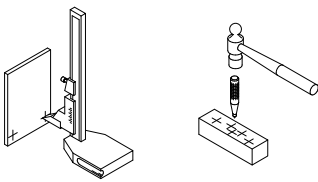
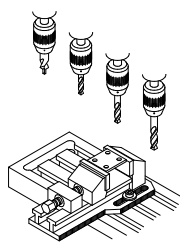
PROCESO DE MECANIZADO			UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA				Hoja N° 03	
Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos		
						av	prof.	RPM
FRESADORA	4.0 Entenalla	4.5	Taladrar agujero pasante de la cara D y B para refrigeración $\varnothing 14$ previamente pasar broca de centros $\varnothing 8$ $\varnothing 14$		Broca centrar	M	2	800 600 350 250
		4.6	Realizar agujero de cajera rectangular superior: Proceso Taladrar 4 esquinas según las dimensiones del plano para dar paso a la fresa $\varnothing 15$ mm previamente pasar brocas de centros, $\varnothing 8$ $\varnothing 12$ $\varnothing 15$		Machuelo M14			
		4.7	Fresar cajera rectangular para macho de moldeo con pasadas de 2 mm.		Escareador $\varnothing 26$			
		4.8	Fresar a 119 mm a profundidad de 5mm Realizar agujero de cajera rectangular inferior: Proceso Taladrar 4 esquinas según las dimensiones para dar paso a la fresa $\varnothing 15$ mm previamente pasar brocas de centros, $\varnothing 8$ $\varnothing 12$ $\varnothing 15$		Calibrador			
		4.9	Fresar cajera rectangular para macho de moldeo con pasadas de 2 mm.					
		4.10	Fresar a 119 mm a profundidad de 5mm					
		4.11	Realizar chaflanes de la placa					
Observaciones:						Tiempo:		



Realizado:	Faican Leonardo		Fecha:	2021/10/10	Carrera:	Seccion:	
Aprobado:	Ing. Cesar Paltán		Fecha:	2021/10/11	Mecanica	Molde de Inyeccion	
Pos.	10	Cant.	1	Denominación	Placa Porta Calefacción	Material	Acero ST-37
Escala	1:4		Dimensión en bruto	355 x 305 x 90		Notas	Hoja N° 09

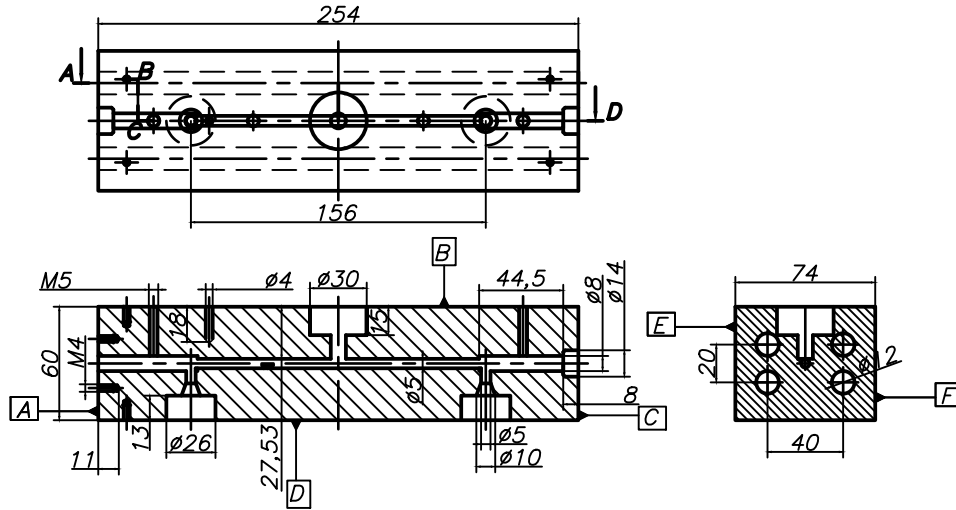


	1	2	3	4	5	6
Ø	14	14	14	14	14	14
X	55	55	55	295	295	295
Y	81	175	269	269	175	81

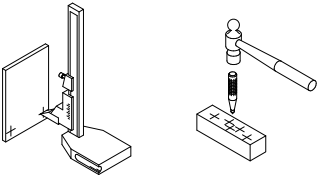
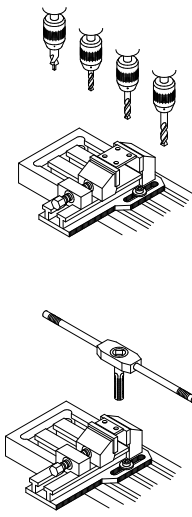
PROCESO DE MECANIZADO			UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA				Hoja N° 03	
Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos		
						av	prof.	RPM
FRESADORA	1.0 Entenalla	1.1	Corte del material en bruto 302mm x 352mm x 85mm y sujetar en la mesa con bridas.		Cortadora de plasma	-	-	-
		1.2	Poner a escuadra la pieza.		Calibrador Escuadra			
		1.3	Fresar Cara A		Fresa Calibrador Escuadra	M	2	650
		1.4	Fresar cara B perpendicular a cara A					
		1.5	Fresar Cara C a 300mm con respecto a cara A perpendicular a B.			M	2	600
		1.6	Fresar cara D a 350mm con respecto a cara B perpendicular a C.					
RECTIFICADORA	2.0 Iman	2.1	Rectificar cara E		Calibrador Micrómetro	A	0.5	850
		2.2	Rectificar cara F a 83mm paralela a cara E					
MESA MÁRMOL	3.0 Mesa	3.1	Trazar los centros de agujeros respectivos al plano con gramil.		Gramil Rayador Granete Martillo	M	1	850
		3.2	Granetear los centros para agujeros.					
FRESADORA	4.0 Entenalla	4.1	Taladrar agujeros pasantes \varnothing 14 con medidas respectivas al plano previamente pasar brocas de: centros , \varnothing 8 \varnothing 12 \varnothing 14		Broca centrar Fresa \varnothing 15 broca \varnothing 8, \varnothing 12, \varnothing 14, \varnothing 15 Calibrador	M	-	800 600 350 250
		4.2	Mecanizar cajera rectangular Proceso Proceso			M	-	
		4.3	Taladrar 4 esquinas según las dimensiones del plano para dar paso a la fresa \varnothing 15mm previamente pasar brocas de centros, \varnothing 8 \varnothing 12 \varnothing 15			M	-	
		4.4	Fresar cajera rectangular para macho de moldeo con pasadas de 2 mm.					
		4.5	Realizar chaflanes de la placa					
Observaciones:						Tiempo:		



Realizado:	Faican Leonardo		Fecha:	2021/10/10	Carrera:	Seccion:	
Aprobado:	Ing. Cesar Paltán		Fecha:	2021/10/11	Mecanica	Molde de Inyeccion	
Pos.	0	Cant.	1	Denominación	Bloque Calefactor	Material	Acero ST-37
Escala	1:3		Dimensión en bruto	260 x 80 x 65		Notas	Hoja N° 10




Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos		
						av	prof.	RPM
FRESADORA	1.0 Entenalla	1.1	Corte del material en bruto 356mm x 62mm x 76mm y sujetar en la mesa con bridas.		Cortadora de plasma	-	-	-
		1.2	Poner a escuadra la pieza.		Calibrador			
		1.3	Fresar Cara A		Plato de cuchillas	M	2	650
		1.4	Fresar cara B perpendicular a cara A		Calibrador			
		1.5	Fresar Cara C a 255mm con respecto a cara A perpendicular a B.		Escuadra	M	2	600
		1.6	Fresar cara D a 61mm con respecto a cara B perpendicular a C.					
		1.7	Fresar cara E					
		1.8	Fresar cara F a 75mm paralela a cara E					
RECTIFICADORA	2.0 Iman	2.1	Rectificar B Y D a 60mm		Calibrador	A	0.5	850
2.2	Rectificar A Y C a 254mm	Micrómetro						
2.3	Rectificar E y F a 70mm							

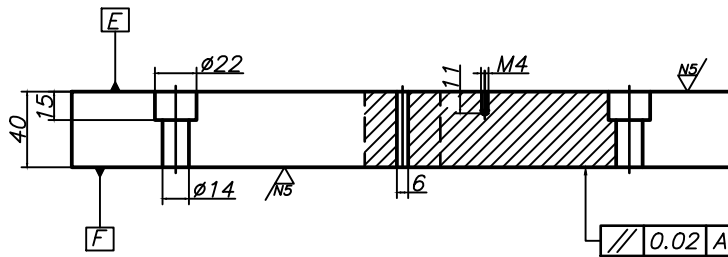
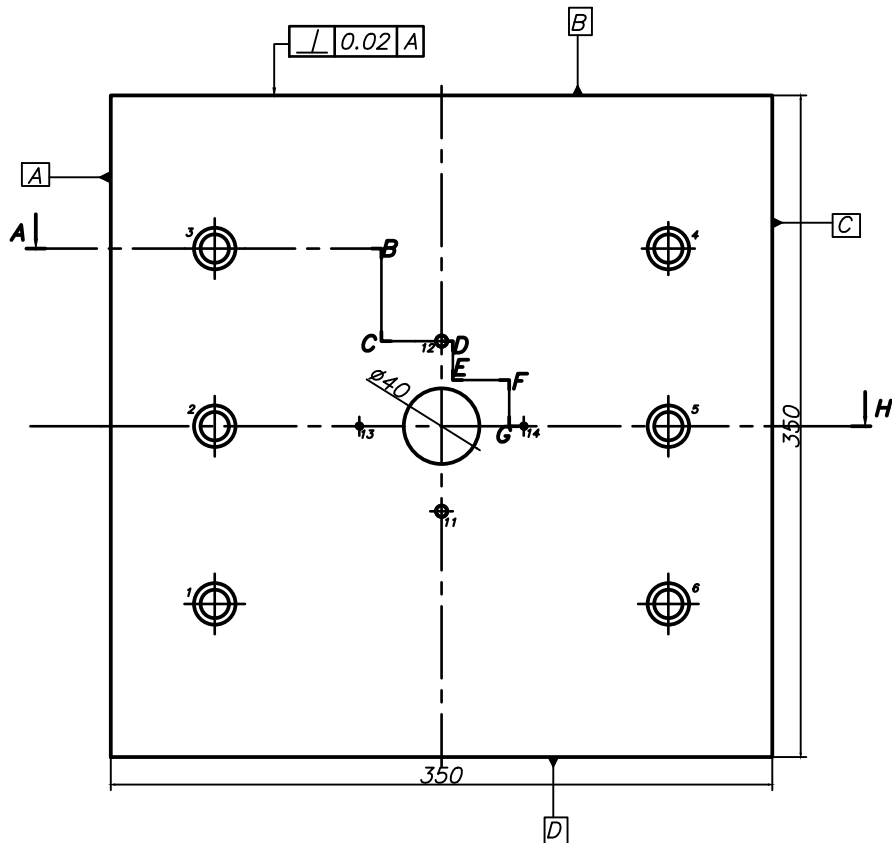
PROCESO DE MECANIZADO			UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA				Hoja N° 03	
Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos		
						av	prof.	RPM
MESA MÁRMOL	3.0 Mesa	3.1	Trazar los centros de agujeros respectivos al plano con gramil.		Rayador Gramil Granete Martillo	-	-	-
		3.2	Granetear los centros para agujeros.					
FRESADORA	4.0 Entenalla	4.1	Taladrar agujero pasante $\varnothing 5$ previamente pasar broca de centros		Broca de centros broca $\varnothing 4$ $\varnothing 5$ $\varnothing 8$, $\varnothing 12$, $\varnothing 14$ Machuelo M14 Machuelo M5 Fresa $\varnothing 10$ Machuelo M30 calibrador Aceitero Broca	M	2	850
		4.2	Taladrar agujeros de cara A y C de $\varnothing 8$ de acuerdo a la dimensión del plano					650
		4.3	Escarear cavidad para perno de $\varnothing 14$					600
		4.4	Taladrar agujero con profundidad 27mm de $\varnothing 8$ para canal de bebedero					450
		4.5	Fresar agujero para bebedero M30					250
		4.6	Roscar con machuelo M30					450
		4.7	Taladrar agujeros M5 para prisioneros					
		4.8	Roscar con machuelo M5					
		4.9	Taladrar agujeros M4					
		4.10	Roscar con machuelo M4					
		4.11	Taladrar agujeros de $\varnothing 6$ con profundidad de 18mm para termostato					
		4.12	Taladrar agujeros pasantes $\varnothing 12$ con medidas respectivas al plano previamente de cara lateral pasar brocas de: centros, $\varnothing 5$ $\varnothing 8$, $\varnothing 12$					
		4.13	Fresar cavidad para casquillo de torpedo de $\varnothing 26$					
		4.14	Taladrar agujeros M4 de las caras A,B,C,D con dimensiones al plano profundidad de 11 mm					

Observaciones:

Tiempo:

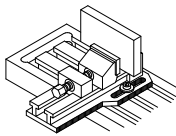
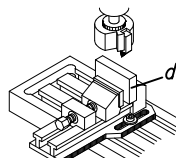
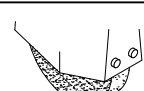
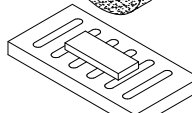
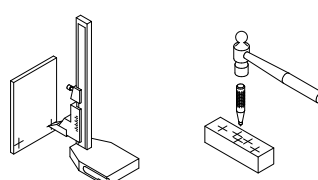
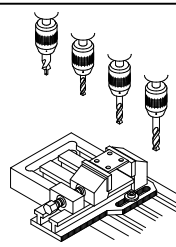
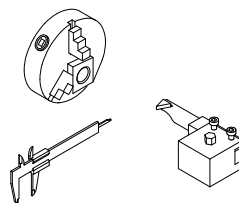


Realizado:	Faican Leonardo		Fecha:	2021/10/10	Carrera:	Seccion:		
Aprobado:	Ing. Cesar Paltán		Fecha:	2021/10/11	Mecanica	Molde de Inyeccion		
Pos.	11	Cant.	1	Denominación	Placa Expulsora Superior	Material	Acero ST-37	Hoja N°
Escala	1:4		Dimensión en bruto	355 x 355 x 45		Notas		11



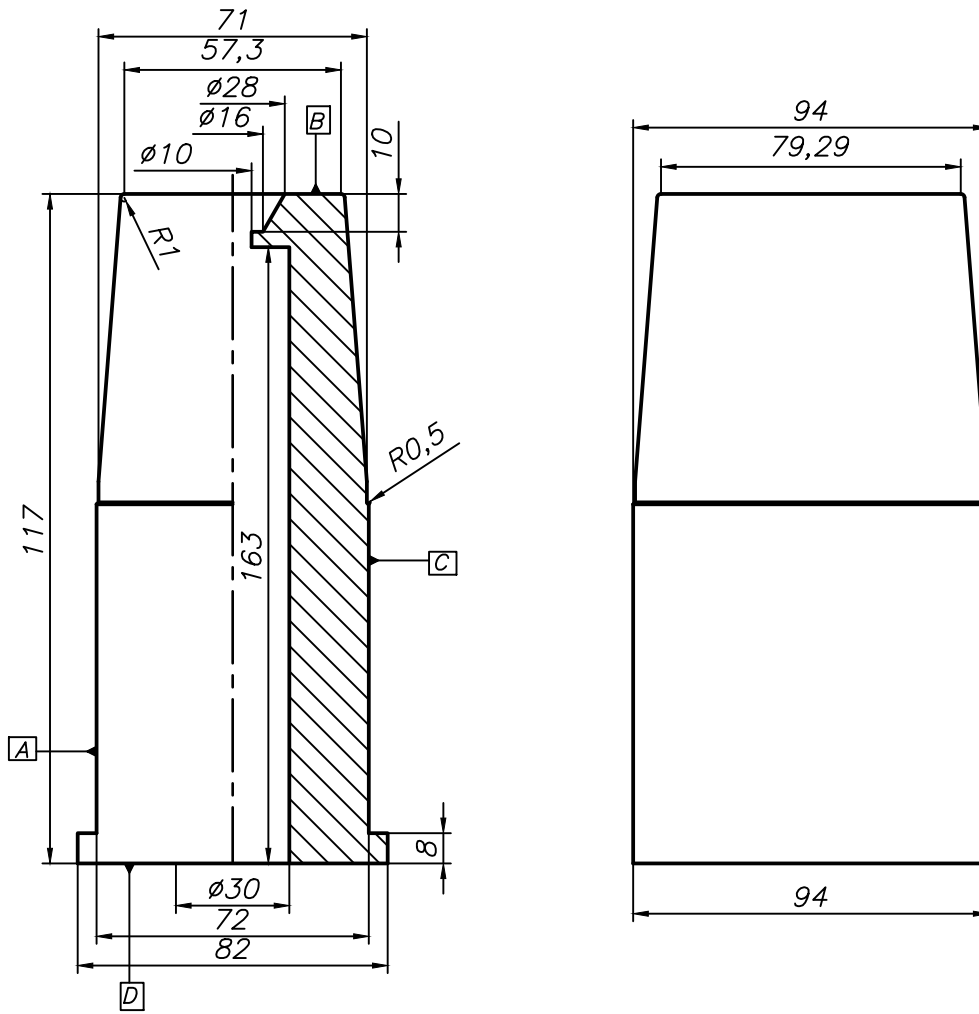
Coordenadas de Agujeros

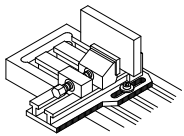
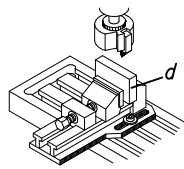
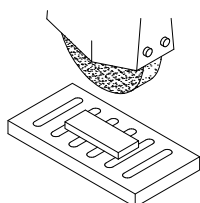
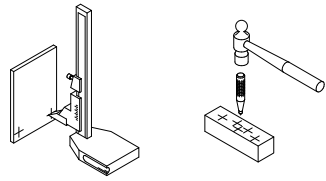
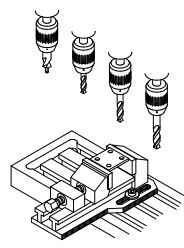
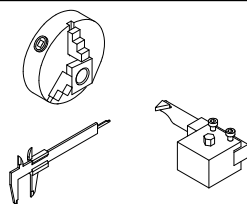
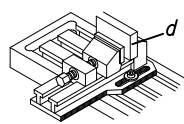
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ø	14	14	14	14	14	14	6	6	M4	M4
X	55	55	55	295	295	295	175	175	131	218
Y	81	175	269	269	175	81	130	220	175	175

PROCESO DE MECANIZADO			UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA				Hoja N° 03		
Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos			
						av	prof.	RPM	
FRESADORA	1.0 Entenalla	1.1	Corte del material en bruto 352mm x 352mm x 42mm y sujetar en la mesa con bridas.		Cortadora de plasma Calibrador Escuadra	-	-	-	
		1.2	Poner a escuadra la pieza.						
		1.3	Fresar Cara A		Plato de cuchillas Calibrador Escuadra	M	2	600	
		1.4	Fresar cara B perpendicular a cara A						
		1.5	Fresar Cara C a 350mm con respecto a cara A perpendicular a B.			M	2		
		1.6	Fresar cara D a 350mm con respecto a cara B perpendicular a C.						
	2.0 Iman	2.1	Rectificar cara E		Calibrador Micrómetro	A	0.3		-
		2.2	Rectificar cara F a 40mm paralela a cara E						
		3.0 Mesa	3.1	Trazar los centros de agujeros respectivos al plano con gramil.		Gramil Rayador Granete Martillo	-	-	-
	3.2		Granetear los centros para agujeros.						
	FRESADORA	4.0 Entenalla	4.1	Taladrar agujeros pasantes ϕ 14 con medidas respectivas al plano previamente pasar brocas de: centros , ϕ 8 ϕ 12 ϕ 14		Broca centrar broca ϕ 8, ϕ 12, ϕ 14 Calibrador	M	-	600
			4.2	Escarear cavidad para eje de acero ϕ 22 mm profundidad de 15mm		Escareador ϕ 22 Broca ϕ 6	M	-	850 600 500 450 200
4.3			Taladrar agujeros pasantes de ϕ 6			M	-		
TORNO	5.0 Mandril	5.1	Mecanizar cajera circular central ϕ 40 Previamente taladrar con broca de centros, ϕ 8, ϕ 14, ϕ 18, ϕ 25 Cilindrar interior hasta ϕ 40		Broca de centros broca ϕ 8, ϕ 14, ϕ 25 Cuchilla de cilindrar	M M A	- - -	850 600 500 450 500	
Observaciones:						Tiempo:			



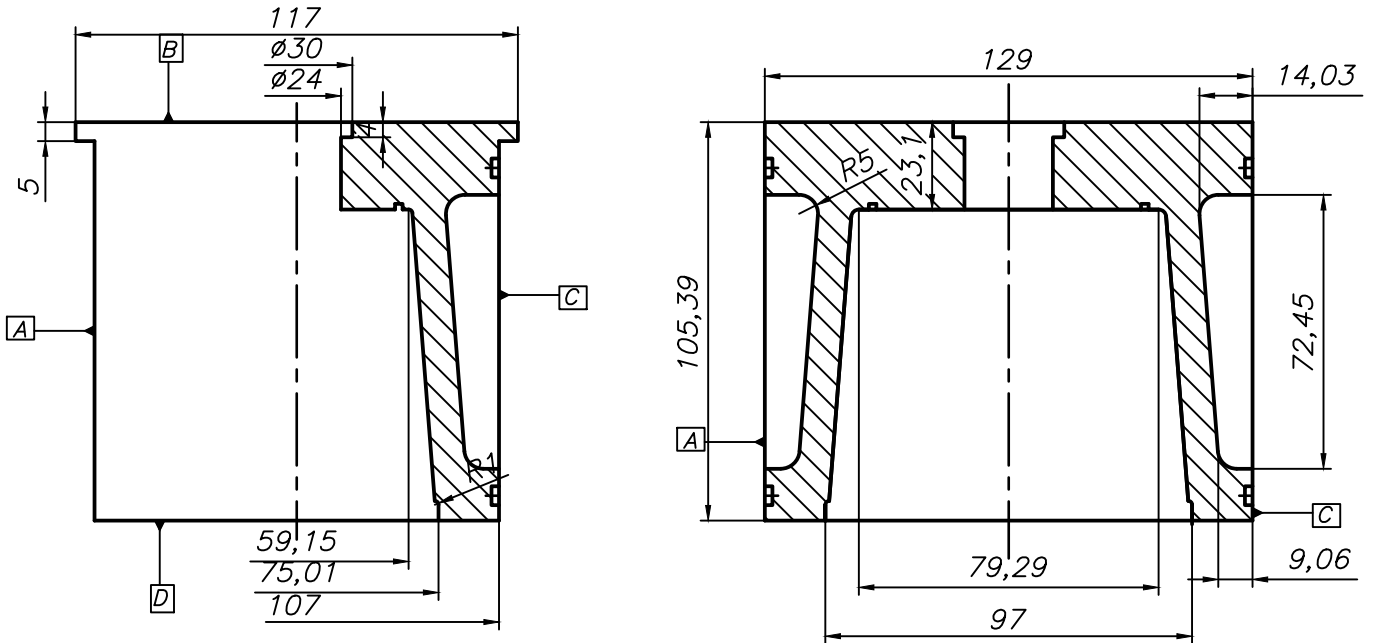
Realizado:	Faican Leonardo		Fecha:	2021/10/10	Carrera:	Seccion:	
Aprobado:	Ing. Cesar Paltán		Fecha:	2021/10/11	Mecanica	Molde de Inyeccion	
Pos.	16	Cant.	1	Denominación	Macho de Moldeo	Material	Acero ST-37
Escala	1:2		Dimensión en bruto	90x120x100		Notas	Hoja N° 12



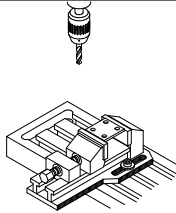
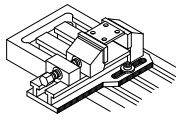
PROCESO DE MECANIZADO			UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA				Hoja N° 03	
Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos		
						av	prof.	RPM
FRESADORA	1.0 Entenalla	1.1	Corte del material en bruto 122mm x 99mm x 87mm y sujetar en la mesa con bridas.		Cortadora de plasma	-	-	-
		1.2	Poner a escuadra la pieza.		Calibrador Escuadra			
		1.3	Fresar Cara A		Plato de cuchillas Calibrador Escuadra	M	2	600
		1.4	Fresar cara B perpendicular a cara A					
		1.5	Fresar Cara C a 82mm con respecto a cara A perpendicular a B.			M	2	
		1.6	Fresar cara D a 117mm con respecto a cara B perpendicular a C.					
RECTIFICADORA	2.0 Iman	2.1	Rectificar caras A,B,C,D		Calibrador Micrómetro	A	0.3	-
MESA MÁRMOL	3.0 Mesa	3.1	Trazar los centros de agujeros respectivos al plano con gramil.		Gramil Rayador Granete Martillo	-	-	-
		3.2	Granetear los centros para agujeros.					
FRESADORA	4.0 Entenalla	4.1	Taladrar agujero pasante ϕ 10 con medidas respectivas al plano previamente pasar brocas de: centros , ϕ 5, ϕ 10		Broca centrar broca ϕ 5, ϕ 10 Calibrador	M M	-	600 850 600
TORNO	5.0 Mandril	5.1	Taladrar agujero ϕ 30 con medidas respectivas al plano previamente pasar brocas de: centros, ϕ 8, ϕ 14, ϕ 18, ϕ 24 Cilindrar interior hasta ϕ 30		Broca ϕ8, ϕ14, ϕ18 ϕ24 Cuchilla cilindrar	M M	- -	850 600 500 450
CNC	6.0 Entenalla	6.1	Mecanizar la pieza de acuerdo a sus dimensiones			A	-	-
Observaciones:						Tiempo:		



Realizado:	Faican Leonardo		Fecha:	2021/10/10	Carrera:	Seccion:		
Aprobado:	Ing. Cesar Paltán		Fecha:	2021/10/11	Mecanica	Molde de Inyeccion		
Pos.	14	Cant.	1	Denominación	Placa Expulsora Superior	Material	Acero ST-37	Hoja N°
Escala	1:2		Dimensión en bruto	120X135X110		Notas		13



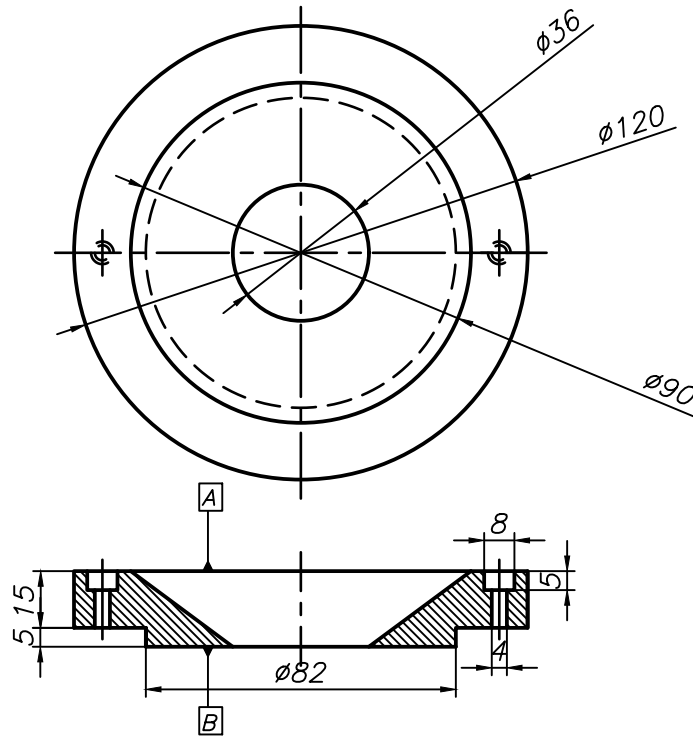
Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos		
						av	prof.	RPM
FRESADORA		1.1	Corte del material en bruto 119mm x 131mm x 107mm y sujetar en la mesa con bridas.		Cortadora de plasma	-	-	-
		1.2	Poner a escuadra la pieza.		Calibrador			
	1.0 Entenalla	1.3	Fresar Cara A		Plato de cuchillas	M	2	600
		1.4	Fresar cara B perpendicular a cara A		Calibrador			
		1.5	Fresar Cara C a 118mm con respecto a cara A perpendicular a B.		Escuadra	M	2	
		1.6	Fresar cara D a 106.39 mm con respecto a cara B perpendicular a C.					
		1.7	Fresar cara E					
		1.8	Fresar cara F a 129mm paralela a cara E			A	0.3	
RECTIFICADORA	2.0 Iman	2.1	Rectificar B Y D a 105.39 mm		Calibrador	A	0.3	-
		2.2	Rectificar A Y C a 117mm					
		2.3	Rectificar E y F a 129mm					

PROCESO DE MECANIZADO			UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA				Hoja N° 03	
Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos		
						av	prof.	RPM
FRESADORA	3.0 Entenalla	3.1	Mecanizar ranura para Orings		Fresa $\varnothing 3$	M	2	650
CNC	4.0 Entenalla	4.1	Mecanizar la cajera de pieza de la hembra de acuerdo a las dimensiones del plano			-	-	-
Observaciones:						Tiempo:		



Realizado:	Faicán Leonardo	Fecha:	2021/10/10	Carrera:	Sección:
Aprobado:	Ing. Cesar Paltán	Fecha:	2021/10/11	Mecánica	Molde de Inyección
Pos. S	Cant. 1	Denominación	Anillo de Centrado	Material	Acero ST-37
Escala	1:2	Dimensión en bruto	25X125	Notas	

Hoja N°
14

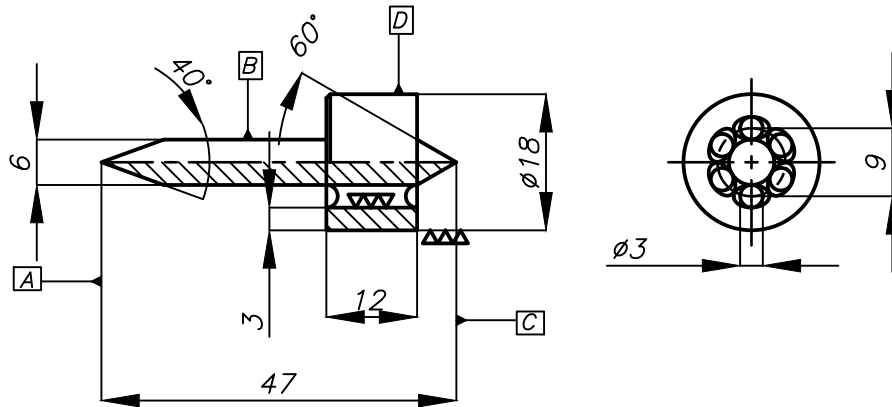


Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos		
						av	prof.	RPM
TORNO	1.0 Mandril	1.1	Corte del material en bruto 25 x 125mm		Calibrador Cuchilla de refrentar	A	2	400
		1.2	Montar en el Mandril					
		1.3	Refrentar cara A					
		1.4	Refrentar cara B a 20mm					
		1.5	Taladrar 30 Previamente pasar broca de centros 8, 14, 22, 26		Calibrador Broca centros, 8, 14, 22, 26	A	2	650 400 300
		1.6	Cilindrar interior a 36		Calibrador Cuchilla de cilindrar exterior e interior	A	2	400
		1.7	Cilindrar interior en forma cónica hasta el 36					
		1.8	Cilindrar cara B 82 a profundidad de 5 mm					
		1.9	Realizar Chaflanes					



Realizado:	Faicán Leonardo	Fecha:	2021/10/10	Carrera:	Sección:
Aprobado:	Ing. Cesar Paltán	Fecha:	2021/10/11	Mecánica	Molde de Inyección
Pos. S	Cant. 2	Denominación	Torpedo	Material	Cobre
Escala	1:1	Dimensión en bruto	∅25x55	Notas	

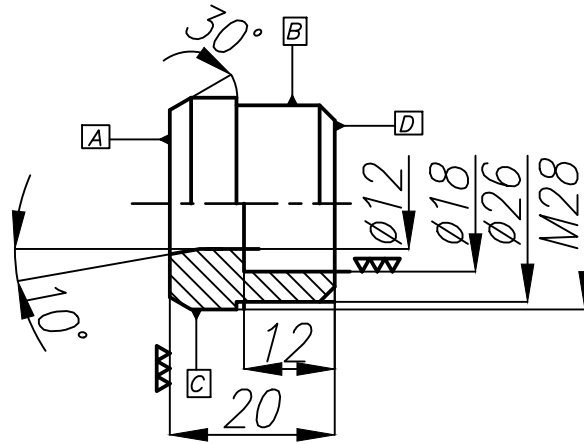
Hoja N°
15



Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos		
						av	prof.	RPM
TORNO	1.0 Mandril	1.1	Corte del material en bruto 55 x ∅25mm		Calibrador Cuchilla de refrentar	A	2	650
		1.2	Montar en el Mandril					
		1.3	Refrentar cara A					
		1.4	Refrentar cara C a 47mm					
		1.5	Cilindrar cara D a ∅18 mm		Calibrador Cuchilla de cilindrar interior	A	2	650
		1.6	Cilindrar cara B a ∅6 mm					
		1.7	Cilindrar conicidad de la cara C a 60°					
		1.8	Cilindrar conicidad de la cara A a 40°					
		1.9	Realizar Chaflanes					
FRESADORA	2.0Plato Universal	2.1	Taladrar Agujeros ∅3 de acuerdo a la medida del torpedo		Calibrador Broca ∅3	M	-	850



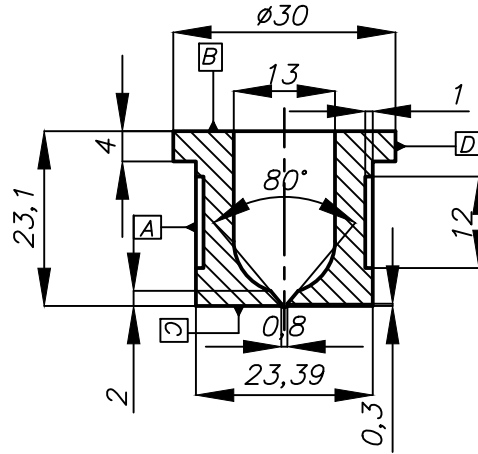
Realizado:	Faican Leonardo		Fecha:	2021/10/10	Carrera:	Seccion:	
Aprobado:	Ing. Cesar Paltán		Fecha:	2021/10/11	Mecanica	Molde de Inyeccion	
Pos.	R	Cant.	2	Denominación	Casquillo de Torpedo	Material	Acero ST-37
Escala	1:1		Dimensión en bruto	∅35x25	Notas		Hoja N° 16



Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos		
						av	prof.	RPM
TORNO	1.0 Mandril	1.1	Corte del material en bruto 25 x ∅35mm		Calibrador Cuchilla de refrentar	A	2	650
		1.2	Montar en el Mandril					
		1.3	Refrentar cara A					
		1.4	Refrentar cara D a 20mm					
		1.5	Cilindrar cara C a M30 mm		Calibrador Cuchilla de cilindrar	A	2	650
		1.6	Cilindrar cara B a ∅26 mm					
		1.7	Taladrar ∅18mm		Calibrador Broca centros broca ∅12 ∅18	A	2	650 500 450
		1.8	Taladrar agujero pasante ∅12mm					
		1.9	Cilindrar interior a 10°		Calibrador Cuchilla de cilindrar Cuchilla roscar	A	2	650 150
	1.10	Roscar M30						
	1.11	Realizar Chaflanes						
RECTIFICADORA	2.0 Iman	2.1	Rectificar Caras A y B		Calibrador Micrómetro			



Realizado:	Faicán Leonardo	Fecha:	2021/10/10	Carrera:	Sección:
Aprobado:	Ing. Cesar Paltán	Fecha:	2021/10/11	Mecánica	Molde de Inyección
Pos. T	Cant. 2	Denominación	Casquillo Buje Torpedo	Material	Acero ST-37
Escala	1:1	Dimensión en bruto	∅35x25	Notas	

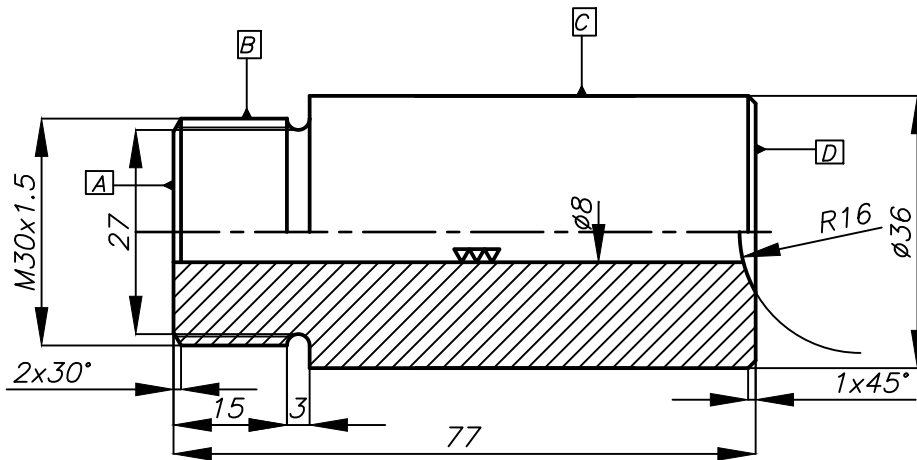


Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos		
						av	prof.	RPM
TORNO	1.0 Mandril	1.1	Corte del material en bruto 25 x ∅35mm		Calibrador Cuchilla de refrentar	A	2	650
		1.2	Montar en el Mandril					
		1.3	Refrentar cara C					
		1.4	Refrentar cara B a 23.1mm					
		1.5	Cilindrar cara A a ∅23.39		Calibrador Cuchilla de cilindrar	A	2	650
		1.6	Cilindrar cara D a ∅30 mm					
		1.7	Taladrar ∅13mm a profundidad con redondeo		Calibrador Broca centros broca ∅12 ∅18	A	2	650 500 450
		1.8	Taladrar ∅1 mm					
		1.9	Realizar conicidad a 80°		Calibrador Cuchilla de cilindrar Cuchilla ranurar	A	2	650 150
		1.10	Mecanizar ranura					
		1.11	Realizar Chaflanes					
RECTIFICADORA	2.0 Iman	2.1	Rectificar caras C y B		Calibrador Micrómetro			



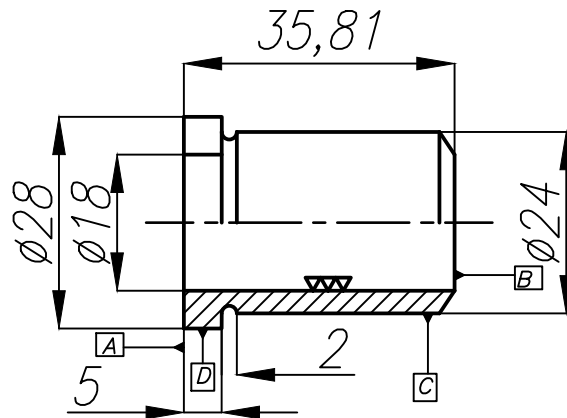
Realizado:	Faicán Leonardo	Fecha:	2021/10/10	Carrera:	Sección:
Aprobado:	Ing. Cesar Paltán	Fecha:	2021/10/11	Mecánica	Molde de Inyección
Pos. M	Cant. 1	Denominación	Bebedero	Material	Acero ST-37
Escala	1:1	Dimensión en bruto	∅40x80	Notas	

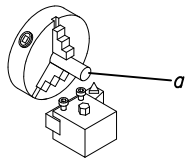
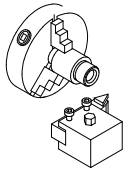
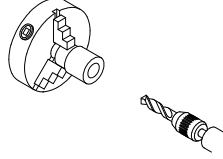
Hoja N°
18



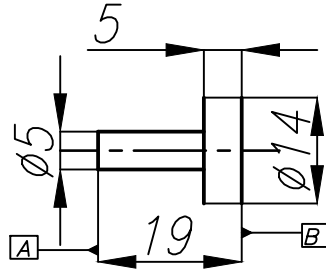
Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos		
						av	prof.	RPM
TORNO	1.0 Mandril	1.1	Corte del material en bruto 85 x ∅40		Calibrador Cuchilla de refrentar	A	2	650
		1.2	Sujetar en el Mandril					
		1.3	Refrentar cara A					
		1.4	Refrentar cara B a 77mm					
		1.5	Cilindrar C a ∅36		Calibrador Cuchilla de cilindrar	A	2	650
		1.6	Cilindrar B a M30					
		1.7	Ranurar a ∅ 27 longitud de 3 mm					
		1.8	Taldrar agujero pasante ∅ 8mm despues escarear ∅8mm		Calibrador Broca centros broca ∅8 Escareador ∅8	A	2	650 500 450
		1.9	Realizar rosca M30					
		1.10	Realizar Chaflanes					

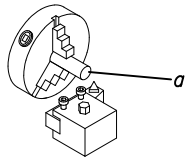
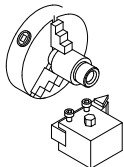
PROCESO DE MECANIZADO				UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA				
Realizado:	Faican Leonardo			Fecha:	2021/10/10	Carrera:		Seccion:
Aprobado:	Ing. Cesar Paltán			Fecha:	2021/10/11	Mecanica		Molde de Inyeccion
Pos.	6	Cant.	2	Denominación	Buje	Material		Acero ST-37
Escala	1:1		Dimensión en bruto	∅35x40		Notas	Hoja N° 20	



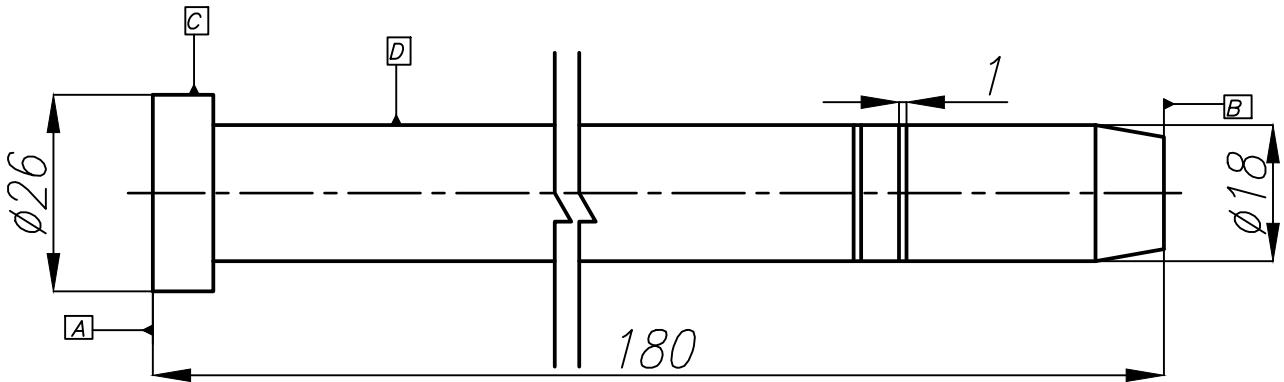
Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos		
						av	prof.	RPM
TORNO	1.0 Mandril	1.1	Corte del material en bruto 40 x ∅35		Calibrador Cuchilla de refrentar	A	2	650
		1.2	Sujetar en el Mandril					
		1.3	Refrentar cara A					
		1.4	Refrentar cara B a 35.81 mm					
		1.5	Cilindrar C a ∅24		Calibrador Cuchilla de cilindrar	A	2	650
		1.6	Cilindrar D a ∅28 longitud de 5mm					
		1.7	Ranurar a ∅ 22 longitud de 2 mm					
		1.8	Taldrar agujero pasante ∅ 18mm. Previamente pasar broca de centros, ∅8 ∅14 ∅ 18		Calibrador Broca centros broca ∅8, ∅14, ∅18 Escareador ∅18	A	2	650
		1.9	despues escarear ∅18mm					500
		1.10	Realizar Chaflanes					450

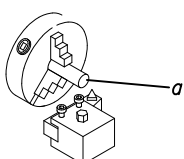
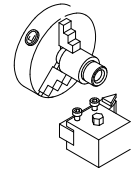
PROCESO DE MECANIZADO				UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA				
Realizado:	Faican Leonardo			Fecha:	2021/10/10	Carrera:		Seccion:
Aprobado:	Ing. Cesar Paltán			Fecha:	2021/10/11	Mecanica		Molde de Inyeccion
Pos.	F	Cant.	4	Denominación	Guía separadora	Material		Acero ST-37
Escala	1:1		Dimensión en bruto	∅20x25		Notas	Hoja N° 21	



Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos		
						av	prof.	RPM
TORNO	1.0 Mandril	1.1	Corte del material en bruto 25 x ∅20		Calibrador Cuchilla de refrentar	A	2	650
		1.2	Sujetar en el Mandril					
		1.3	Refrentar cara A					
		1.4	Refrentar cara B a 19mm					
		1.5	Cilindrar C a ∅14		Calibrador Cuchilla de cilindrar	A	2	650
		1.6	Cilindrar D a ∅5 longitud de 14mm					
		1.7	Realizar Chaflanes					

PROCESO DE MECANIZADO				UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA				
Realizado:	Faican Leonardo			Fecha:	2021/10/10	Carrera:		Seccion:
Aprobado:	Ing. Cesar Paltán			Fecha:	2021/10/11	Mecanica		Molde de Inyeccion
Pos.	5	Cant.	4	Denominación	Guía	Material		Acero ST-37
Escala	1:1		Dimensión en bruto	∅30x185		Notas	Hoja N° 01	

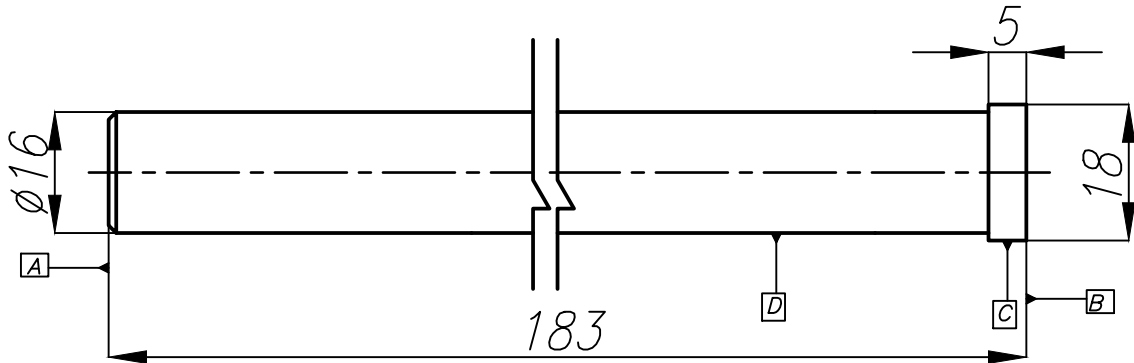


Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos		
						av	prof.	RPM
TORNO	1.0 Mandril	1.1	Corte del material en bruto 180 x ∅30		Calibrador Cuchilla de refrentar	A	2	650
		1.2	Sujetar en el Mandril					
		1.3	Refrentar cara A					
		1.4	Refrentar cara B a 180mm					
		1.5	Cilindrar C a ∅26		Calibrador Cuchilla de cilindrar Cuchilla de ranurar	A	2	650
		1.6	Cilindrar D a ∅18					
		1.7	Cilindrar conicidad a 15°					
		1.8	Realizar ranuras de 1mm					
		1.9	Realizar Chaflanes					



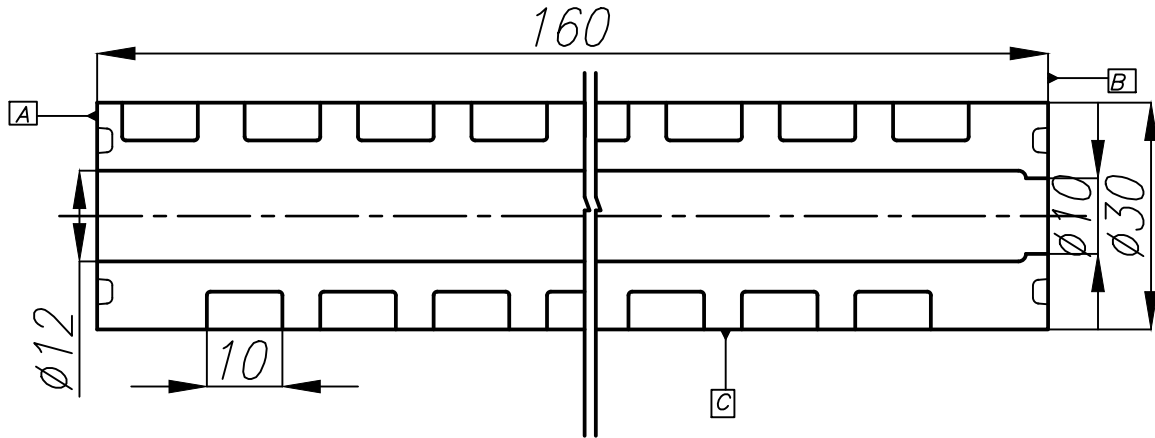
Realizado:	Faicán Leonardo	Fecha:	2021/10/10	Carrera:	Sección:
Aprobado:	Ing. Cesar Paltán	Fecha:	2021/10/11	Mecánica	Molde de Inyección
Pos. G	Cant. 6	Denominación	Expulsor	Material	Acero ST-37
Escala	1:1	Dimensión en bruto	∅25x190	Notas	

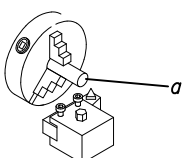
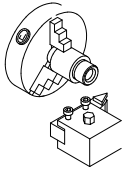
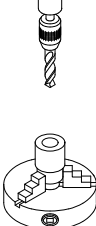
Hoja N°
23



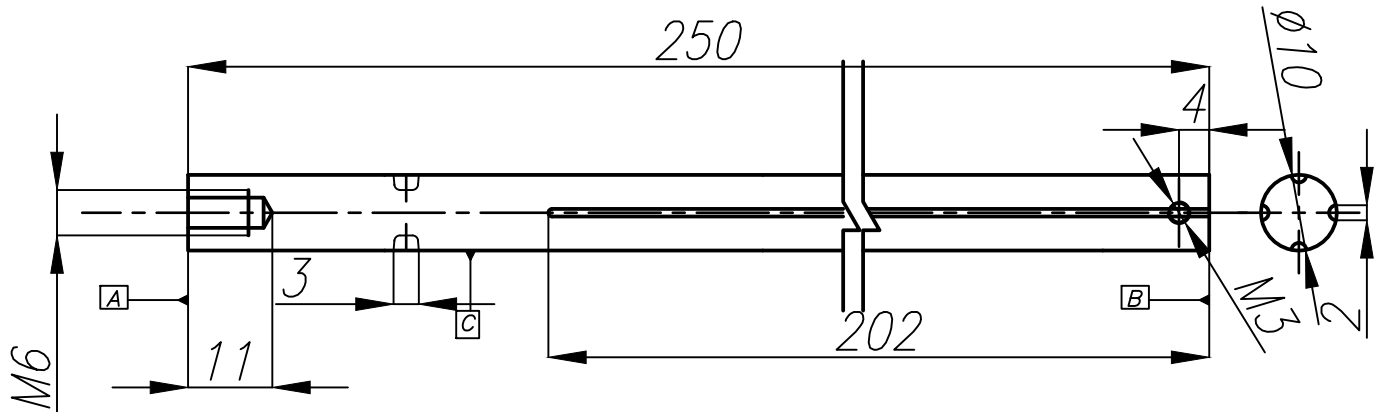
Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos		
						av	prof.	RPM
TORNO	1.0 Mandril	1.1	Corte del material en bruto 185 x $\varnothing 25$		Calibrador Cuchilla de refrentar	A	2	650
		1.2	Sujetar en el Mandril					
		1.3	Refrentar cara A					
		1.4	Refrentar cara B a 183mm					
		1.5	Cilindrar C a $\varnothing 18$		Calibrador Cuchilla de cilindrar Cuchilla de ranurar	A	2	650
		1.6	Cilindrar D a $\varnothing 16$					
		1.7	Realizar Chaflanes					

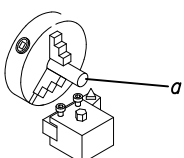
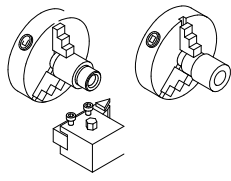


PROCESO DE MECANIZADO				UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA				
Realizado:	Faican Leonardo			Fecha:	2021/10/10	Carrera:		Seccion:
Aprobado:	Ing. Cesar Paltán			Fecha:	2021/10/11	Mecanica		Molde de Inyeccion
Pos.	18	Cant.	2	Denominación	Cilindro de Refrigeración	Material		Acero ST-37
Escala	1:3		1:1	Dimensión en bruto	∅35x165	Notas	Hoja N° 01	



Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos		
						av	prof.	RPM
TORNO	1.0 Mandril	1.1	Corte del material en bruto 165 x ∅35		Calibrador Cuchilla de refrentar	A	2	650
		1.2	Sujetar en el Mandril					
		1.3	Refrentar cara A					
		1.4	Refrentar cara B a 160mm					
		1.5	Cilindrar C a ∅30 Taladrar ∅10 pasante		Calibrador Cuchilla de cilindrar Cuchilla de ranurar	A	2	650
		1.6	Taladrar ∅12					
CNC	2.0Entenalla	2.1	Mecanizar ranuras de refrigeración			A	2	650
		2.2	Mecanizar ranura para Orings					

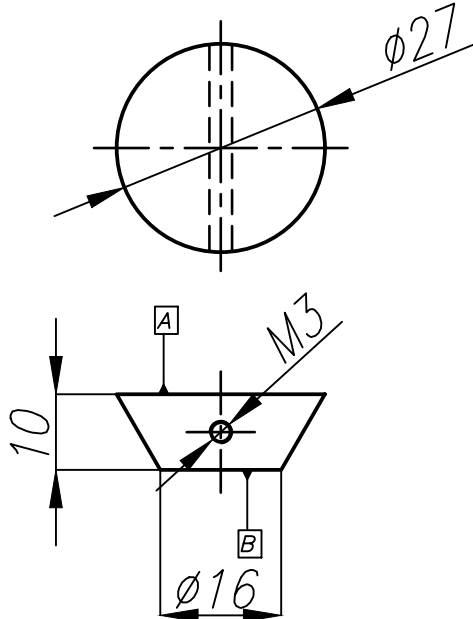
PROCESO DE MECANIZADO				UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA				
Realizado:	Faican Leonardo			Fecha:	2021/10/10	Carrera:		Seccion:
Aprobado:	Ing. Cesar Paltán			Fecha:	2021/10/11	Mecanica		Molde de Inyeccion
Pos.	17	Cant.	2	Denominación	Eje expulsor de aire	Material		Acero ST-37
Escala	1:1		Dimensión en bruto	∅15x255		Notas	Hoja N° 25	



Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos		
						av	prof.	RPM
TORNO	1.0 Mandril	1.1	Corte del material en bruto 255 x ∅15		Calibrador Cuchilla de refrentar	A	2	650
		1.2	Sujetar en el Mandril					
		1.3	Refrentar cara A					
		1.4	Refrentar cara B a 250mm					
		1.5	Cilindrar C a ∅10		Calibrador Cuchilla de cilindrar	A	2	650
		1.6	Taladrar en cara A con M6 a profundidad de 11		Cuchilla de ranurar	M	-	850
		1.7	Taladrar en cara C M3					
		1.8	Realizar Chaflanes					
FRESADORA	2.0 Divisor Universal	2.1	Realizar ranuras de 1mm alrededor del Eje a longitud de 202mm		Calibrador Fresa ∅2	M	1	650



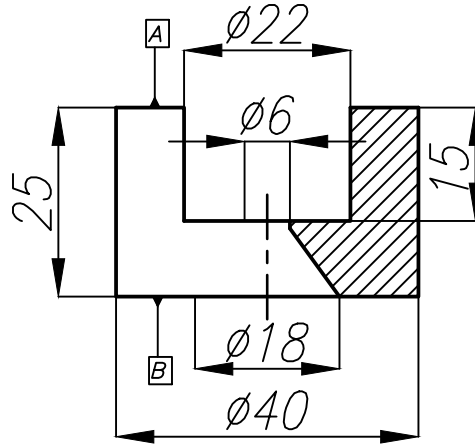
Realizado:	Faican Leonardo		Fecha:	2021/10/10	Carrera:	Seccion:	
Aprobado:	Ing. Cesar Paltán		Fecha:	2021/10/11	Mecanica	Molde de Inyeccion	
Pos.	15	Cant.	2	Denominación	Válvula expulsora de aire	Material	Acero ST-37
Escala	1:1		Dimensión en bruto	∅35x15		Notas	Hoja N° 26



Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos		
						av	prof.	RPM
TORNO	1.0 Mandril	1.1	Corte del material en bruto 10 x ∅30		Calibrador Cuchilla de refrentar	A	2	650
		1.2	Sujetar en el Mandril					
		1.3	Refrentar cara A					
		1.4	Refrentar cara B a 10mm					
		1.5	Cilindrar Conicidad a ∅16		Calibrador	A	2	650
		1.6	Taladrar M3					
RECTIFICADORA	2.0Iman	2.1	Rectificar caras		Calibrador Micrómetro	M	-	-

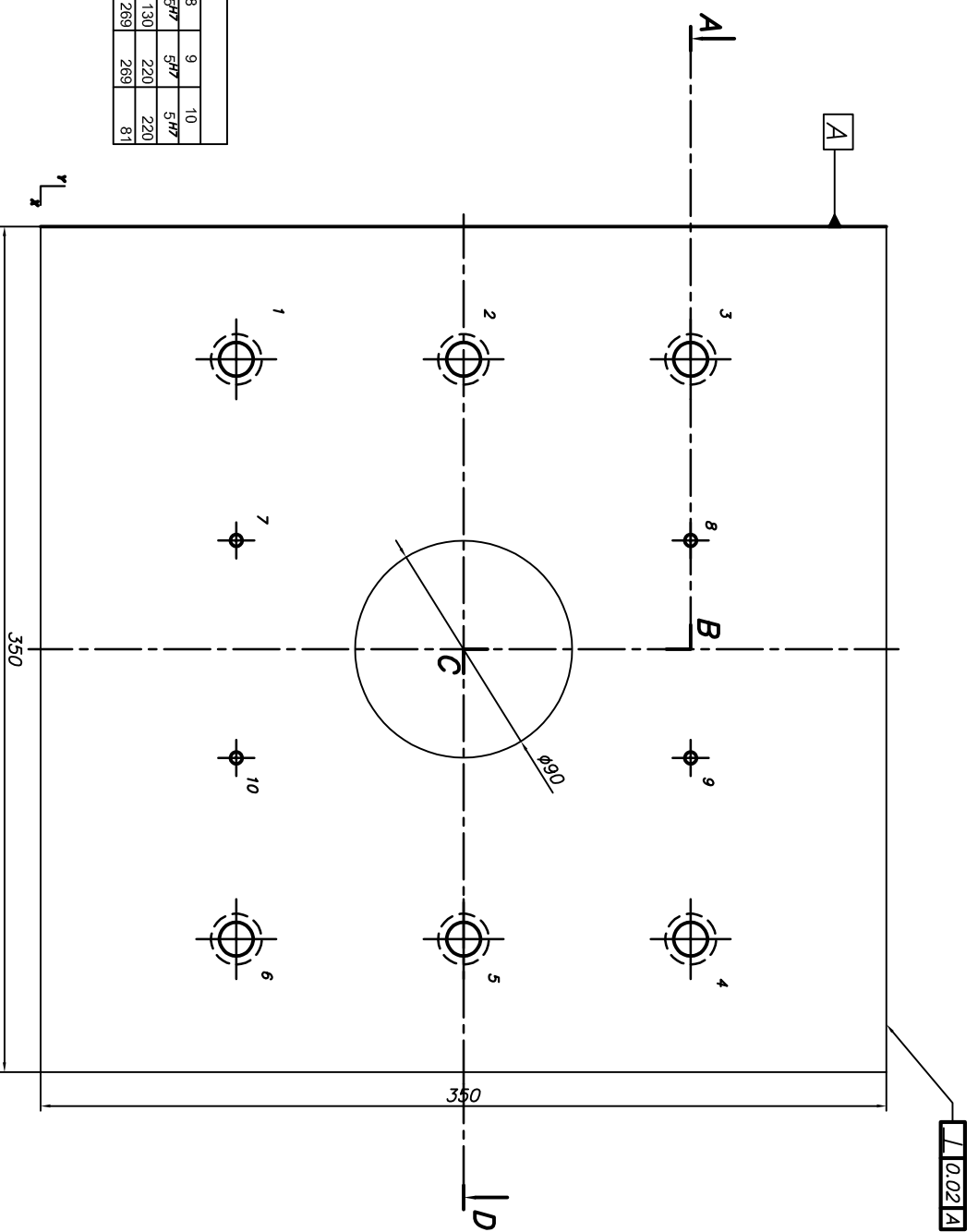


Realizado:	Faican Leonardo		Fecha:	2021/10/10	Carrera:	Seccion:	
Aprobado:	Ing. Cesar Paltán		Fecha:	2021/10/11	Mecanica	Molde de Inyeccion	
Pos.	B	Cant.	2	Denominación	Sujetador Eje	Material	Acero ST-37
Escala	1:1		Dimensión en bruto	Ø45x30	Notas		Hoja N° 27

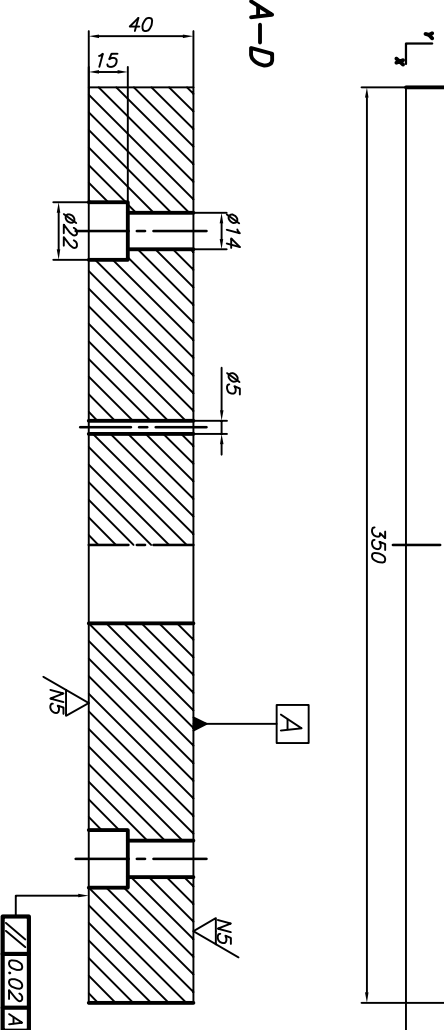


Fase	Sub Fase	Oper.	Descripción	Croquis	Útiles	Datos Técnicos		
						av	prof.	RPM
TORNO	1.0 Mandril	1.1	Corte del material en bruto 25 x Ø45		Calibrador Cuchilla de refrentar	A	2	650
		1.2	Sujetar en el Mandril					
		1.3	Refrentar cara A Refrentar cara B a 25mm					
		1.4	Cilindrar a Ø40		Calibrador Cuchilla de cilindrar Broca centros broca Ø6 Cuchilla de ranurar	A	2	650
		1.5	Cilindrar diametro interior a Ø22 Previamente taladrar con broca de centros, Ø8 Ø14 Ø20					
		1.6	Cilindrar conicidad de cara B a Ø18 a Ø6					
		1.7	Realizar Chaflanes					

Coordenadas de Agujeros										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ø	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
X	55	55	55	295	295	295	295	130	220	220
Y	81	175	269	269	175	81	81	269	269	81

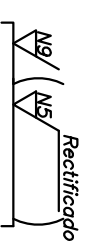


CORTE A-D

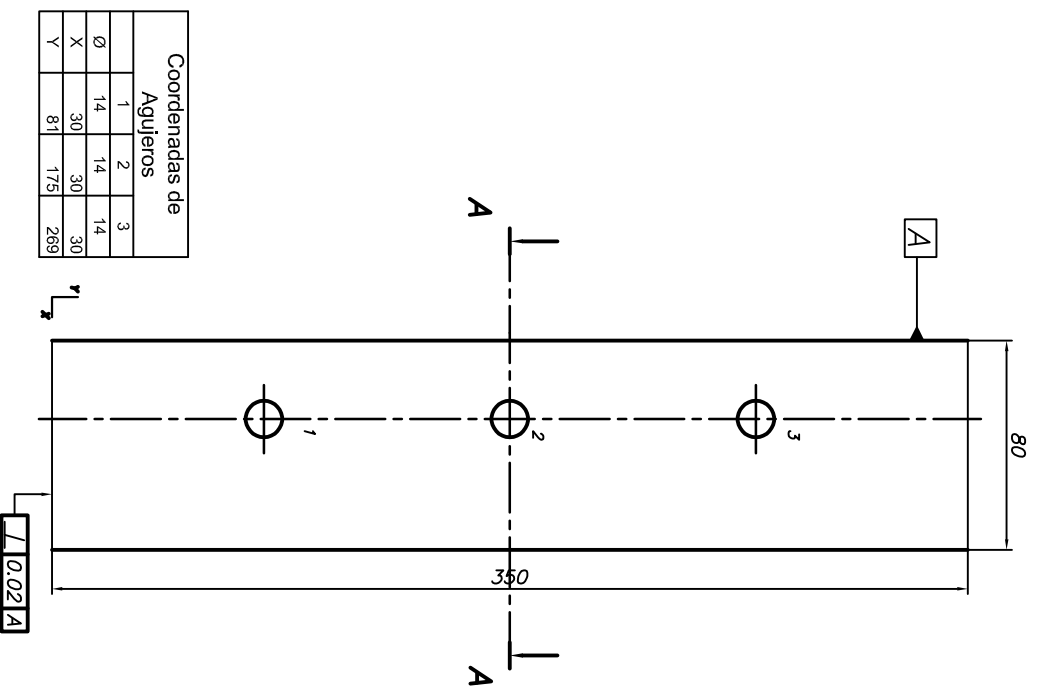


Ø	max.	min.	Tolerancia
5	5.02	5.00	0.02

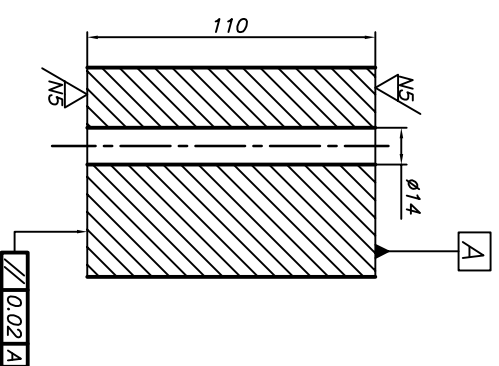
Medidas en milímetros (mm) Tolerancia general ± 0.01



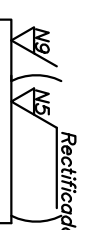
Pos.	01	Placa Base	350x350x40	Ac. 1045	
Cant.		Denominación			
Dibujado:	26/10/2021	Nombre:	Faicán Leonardo	Proyección:	Universidad Politécnica Silesiana
Comprobado:	29/10/2021	Nombre:	Ing. Cesar Paltán		
Escała:	1:2	MOLDE DE INYECCION DE CANAL CALIENTE CONTENEDOR			MECANICA
					Lámina N° 1



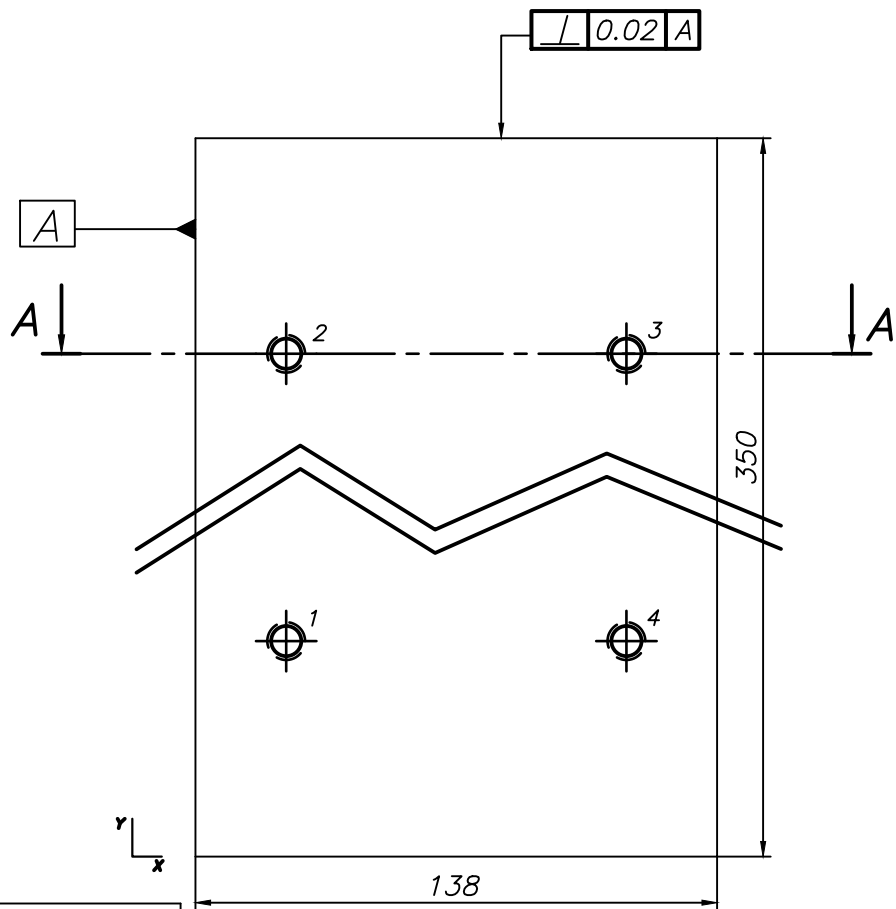
CORTE A-A



Medidas en milímetros (mm) Tolerancia general ± 0.01



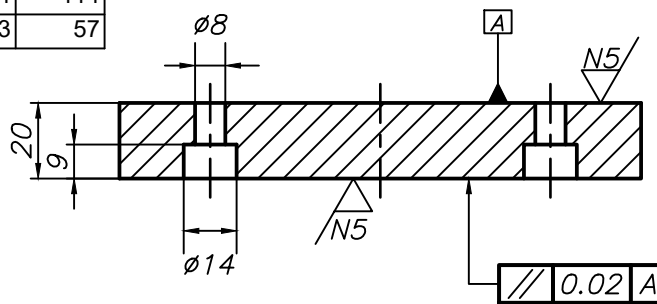
2	02	Placa Paralela	355x85x115	Ac. St 37	
Pos. Cant.	Denominación		M. en bruto	Materia	Norma
Dibujado:	26/10/2021	Faican Leonardo		Universidad Politécnica Silesiana	
Comprobado:	29/10/2021	Ing. Cesar Paltán			
Esca la:			MOLDE DE INYECCION DE CANAL CALIENTE CONTENEDOR		
1:2					



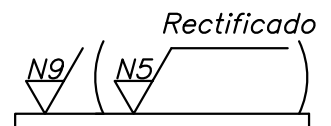
Coordenadas de Agujeros

	1	2	3	4
∅	8	8	8	8
X	24	24	114	114
Y	57	293	293	57

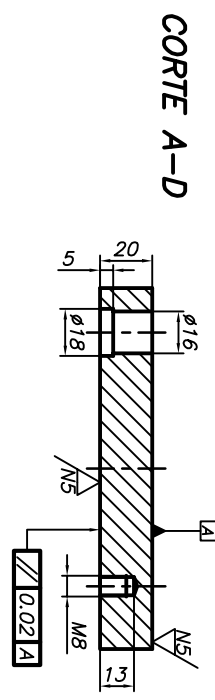
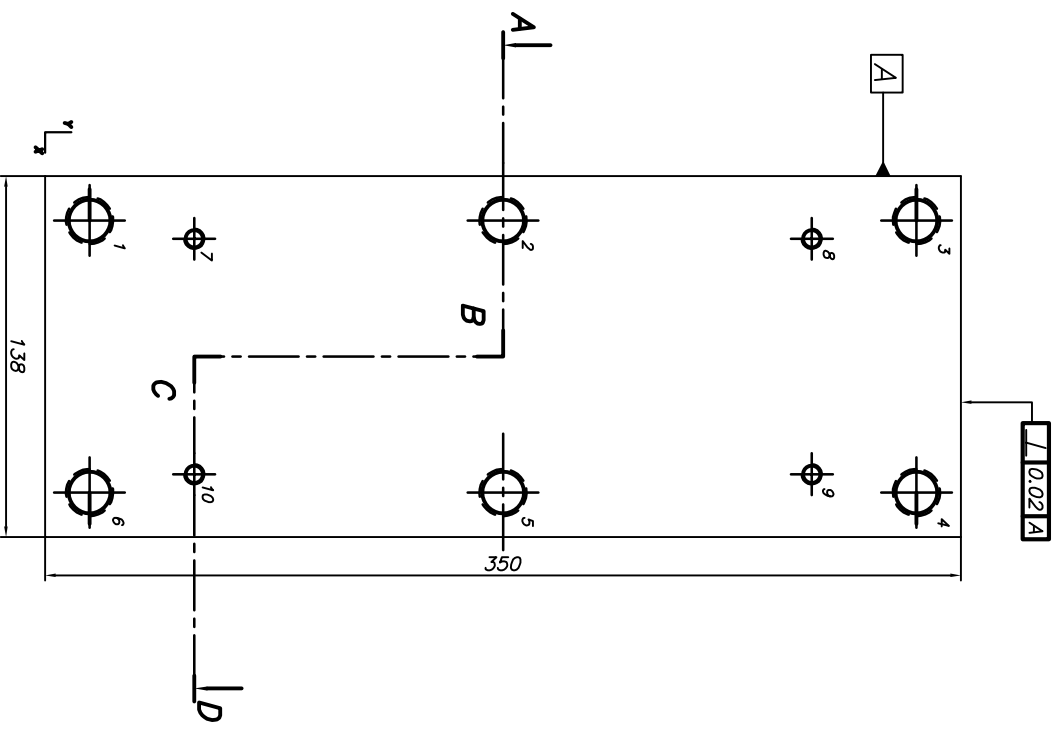
CORTE A-A



Medidas en milímetros (mm) Tolerancia general ± 0.01



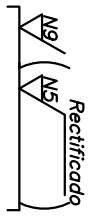
D	01	Placa Expulsora Inferior	355x145x25	AISI 4140	
Pos.	Cant.	Denominación	M. en bruto	Material	Norma
		Fecha:	Nombre:	Proyección:	Universidad Politécnica Salesiana
Dibujado:	08-11-21	Faican Leonardo			
Comprobado:	09-11-21	Ing. Cesar Páltan			
Escala:	1:2	MOLDE DE INYECCION DE UN LLAVERO DEL MUNDIAL			MECÁNICA
					Lámina Nº: 3



Coordenadas de Agujeros

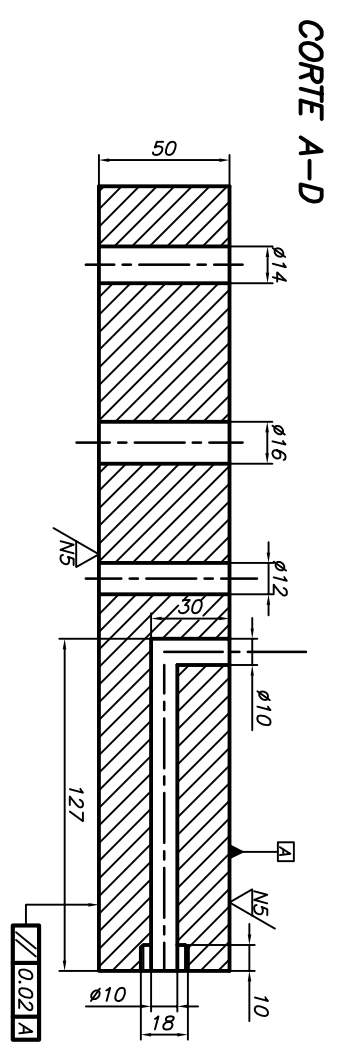
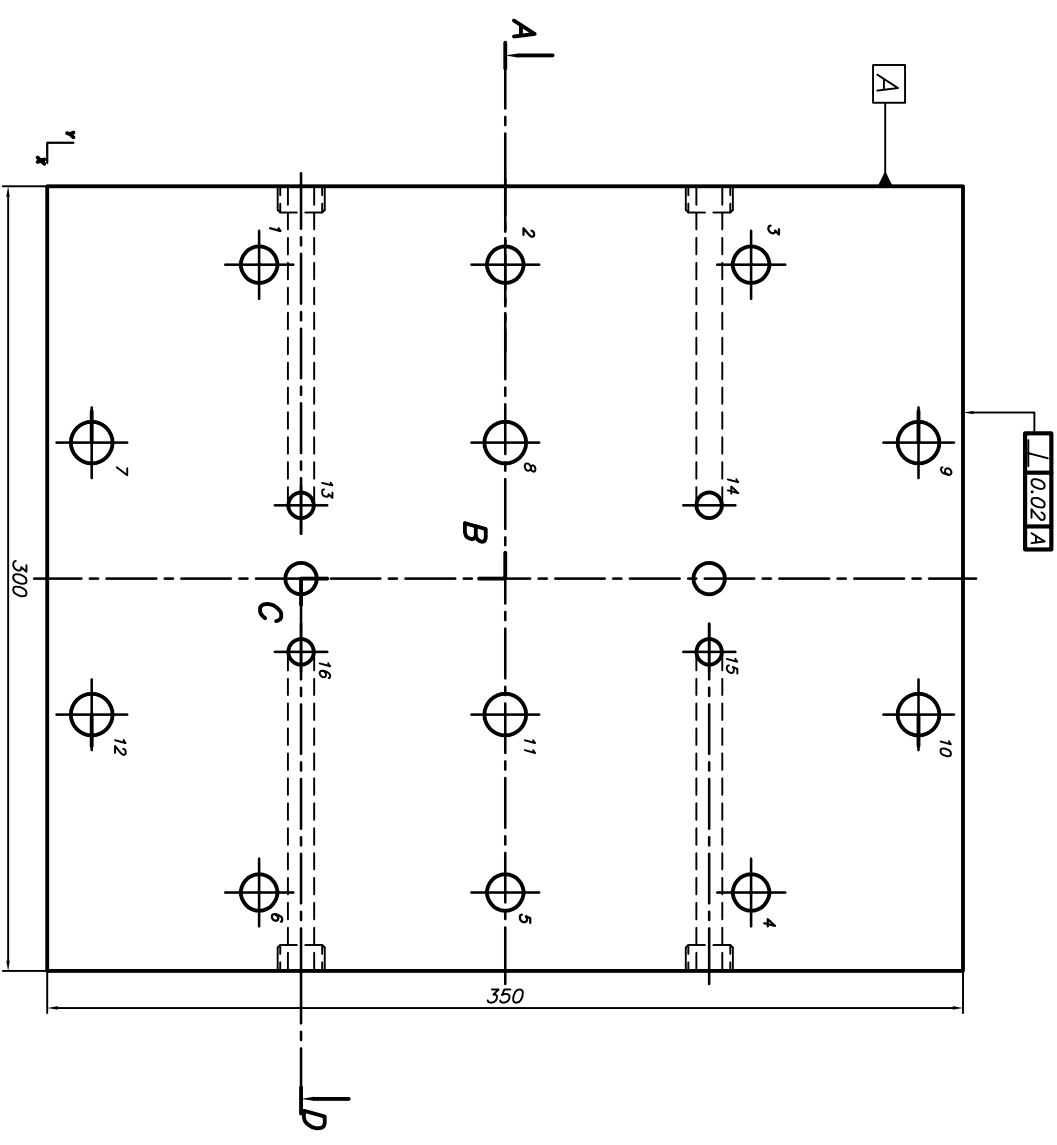
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ϕ	16	16	16	16	16	16	M8	M8	M8	M8
X	17	17	17	121	121	121	24	24	114	114
Y	17	175	333	333	175	17	57	293	293	57

Medidas en milímetros (mm) Tolerancia general ± 0.01

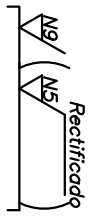


C	01	Placa Expulsora Superior	355 X 145 X	2 ^{da} St 37		
Pos.	Cant.	Denominación	M. en bruto	Materia	Norma	
Dibujado:	Fecha:	Nombre:	Proyección:			
Comprobado:	26/10/2021	Faicán Leonardo				
	29/10/2021	Ing. Cesar Paltán				
Escala:	MOLDE DE INYECCION DE CANAL CALIENTE CONTENEDOR					MECANICA
1:2						Lámina N°: 4

Universidad Politécnica Salesiana



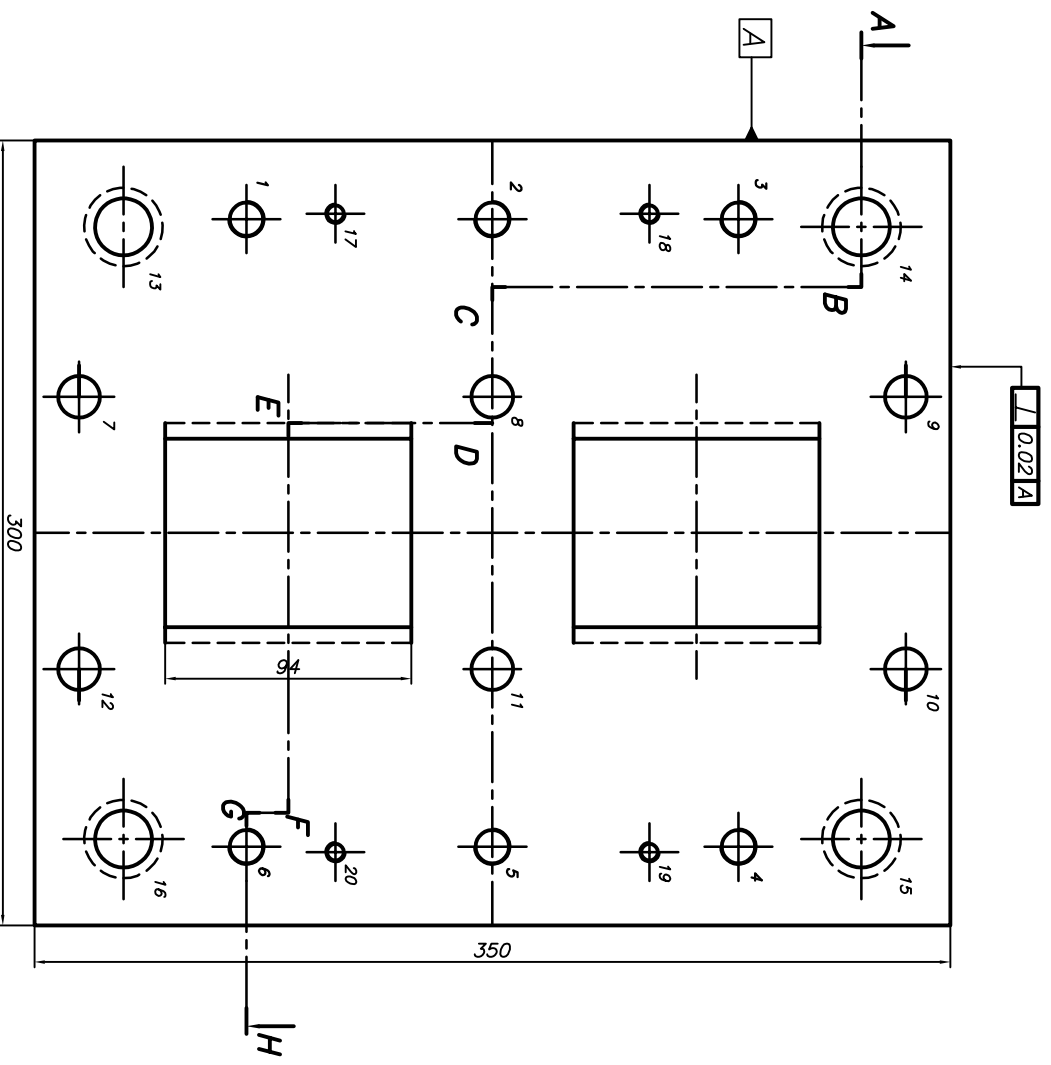
Medidas en milímetros (mm) Tolerancia general ± 0.01



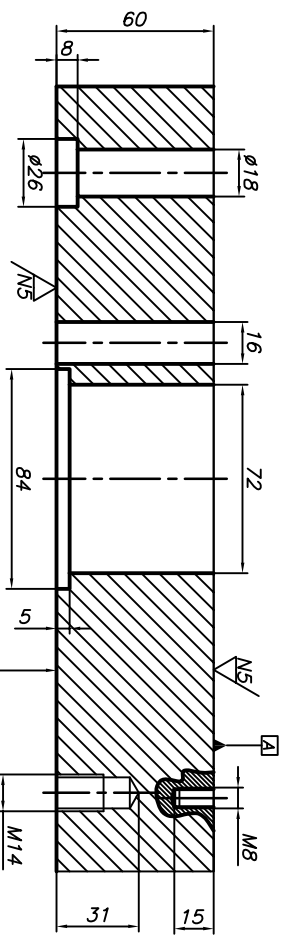
Coordenadas de Agujeros

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
14	14	14	14	14	14	16	16	16	16	16	16	10	10	10	10	12	12
X	30	30	30	270	270	98	98	98	98	202	202	122	122	178	178	150	150
Y	81	175	269	269	175	17	175	333	333	175	17	97	253	253	97	97	253

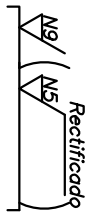
3	01	Placa Refrigeracion Macho	350x305x55	Ac. St 37	
Pos. Cant.	Denominación		M. en bruto	Materia	Norma
Dibujado:	Fecha:	Nombre:	Proyección:	Universidad Politécnica Salesiana	
26/10/2021	Faican Leonardo		1st		
Comprobado:	29/10/2021	Ing. Cesar Pallán			
Escala:	MOLDE DE INYECCION DE CANAL CALIENTE CONTENEDOR			MECANICA	
1:2				Lámina N°:	5



CORTE A-H



Medidas en milímetros (mm) Tolerancia general ± 0.01



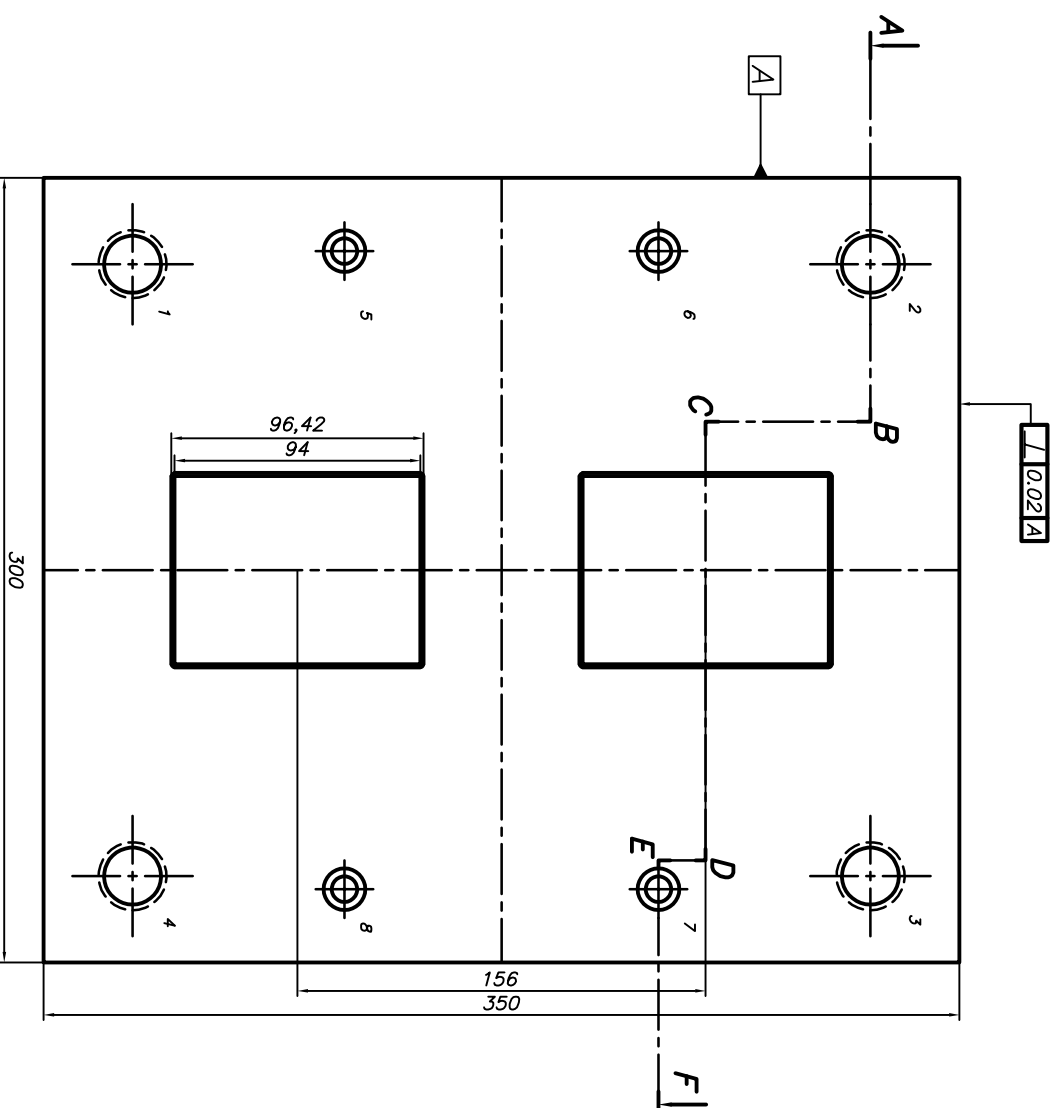
Coordenadas de Agujeros																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Ø	M14	M14	M14	M14	M14	M14	16	16	16	16	16	16	18	18	18	18
X	30	30	30	270	270	270	98	98	98	202	202	202	33	33	267	267
Y	81	175	269	269	175	81	17	175	333	333	175	17	34	316	316	34

Coordenadas de Agujeros					
	17	18	19	20	
Ø	M8	M8	M8	M8	
X	28	28	272	272	
Y	115	235	235	115	

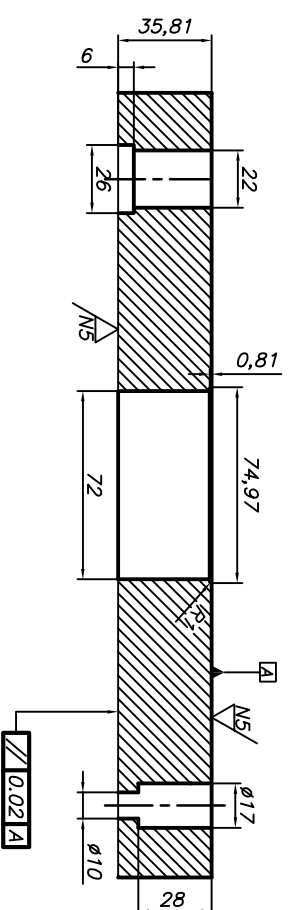
4	01	Placa Porta Macho		355 x305 x65	Ac. St 37	
Pos. Cant.	Denominación		M. en bruto	Materia	Norma	
Dibujado:	26/10/2021	Faican Leonardo				
Comprobado:	29/10/2021	Ing. Cesar Pallán				
Escala:	1:2	MOLDE DE INYECCION DE CANAL CALIENTE CONTENEDOR		MECANICA	Lámina N°:	6

Proyección:

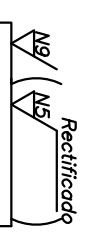
Universidad Politécnica Salesiana



CORTE A-F

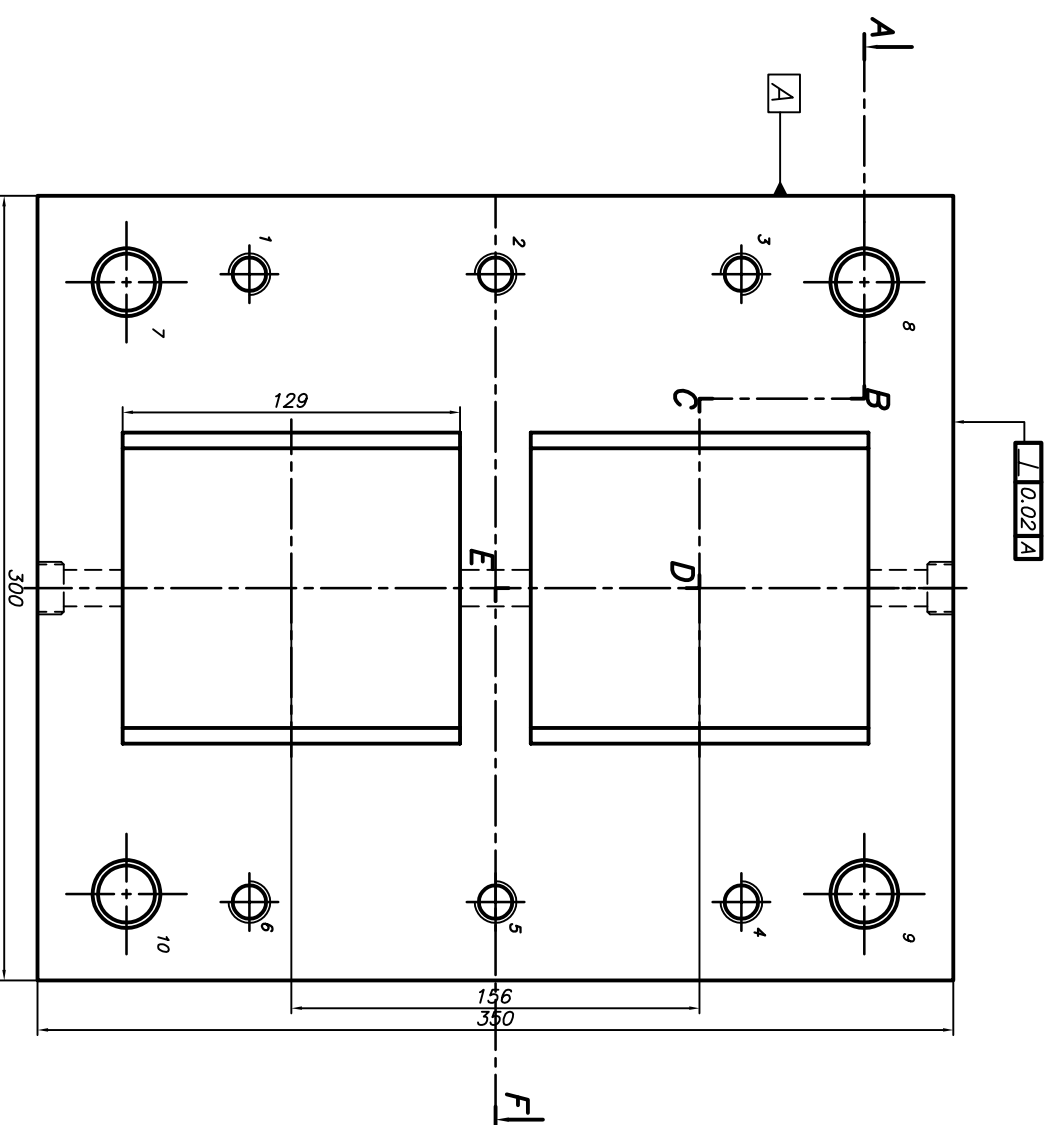


Medidas en milímetros (mm) Tolerancia general ± 0.01

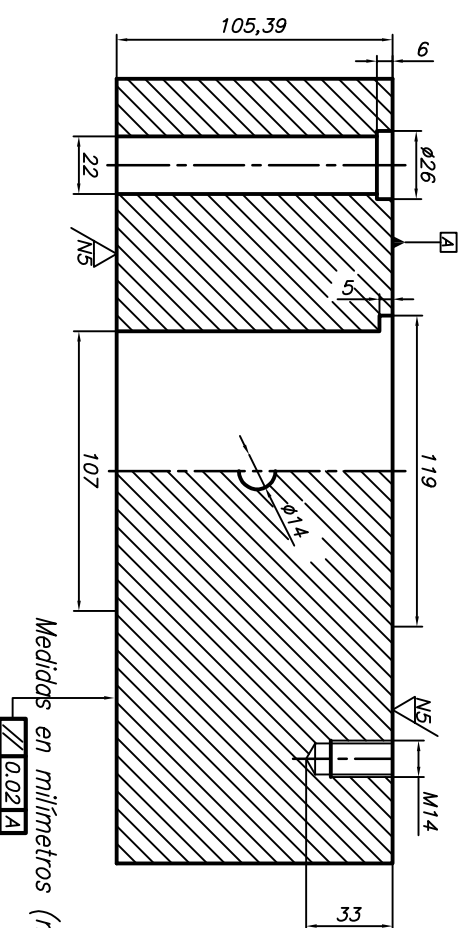


Coordenadas de Agujeros								
	1	2	3	4	5	6	7	8
Ø	22	22	22	22	10	10	10	10
X	33	33	267	267	28	28	272	272
Y	34	316	316	34	115	235	235	115

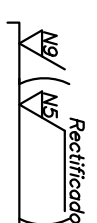
7	01	Placa Sufridera	355x305x45	Ac. St 37		
Pos. Cant.	Denominación		M. en bruto	Materia	Norma	
Dibujado:	26/10/2021	Faican Leonardo				
Comprobado:	29/10/2021	Ing. Cesar Pallán				
Escala:	1:2	MOLDE DE INYECCION DE CANAL CALIENTE CONTENEDOR		MECANICA	Lámina N°:	7
					Universidad Politécnica Salesiana	



CORTE A-F



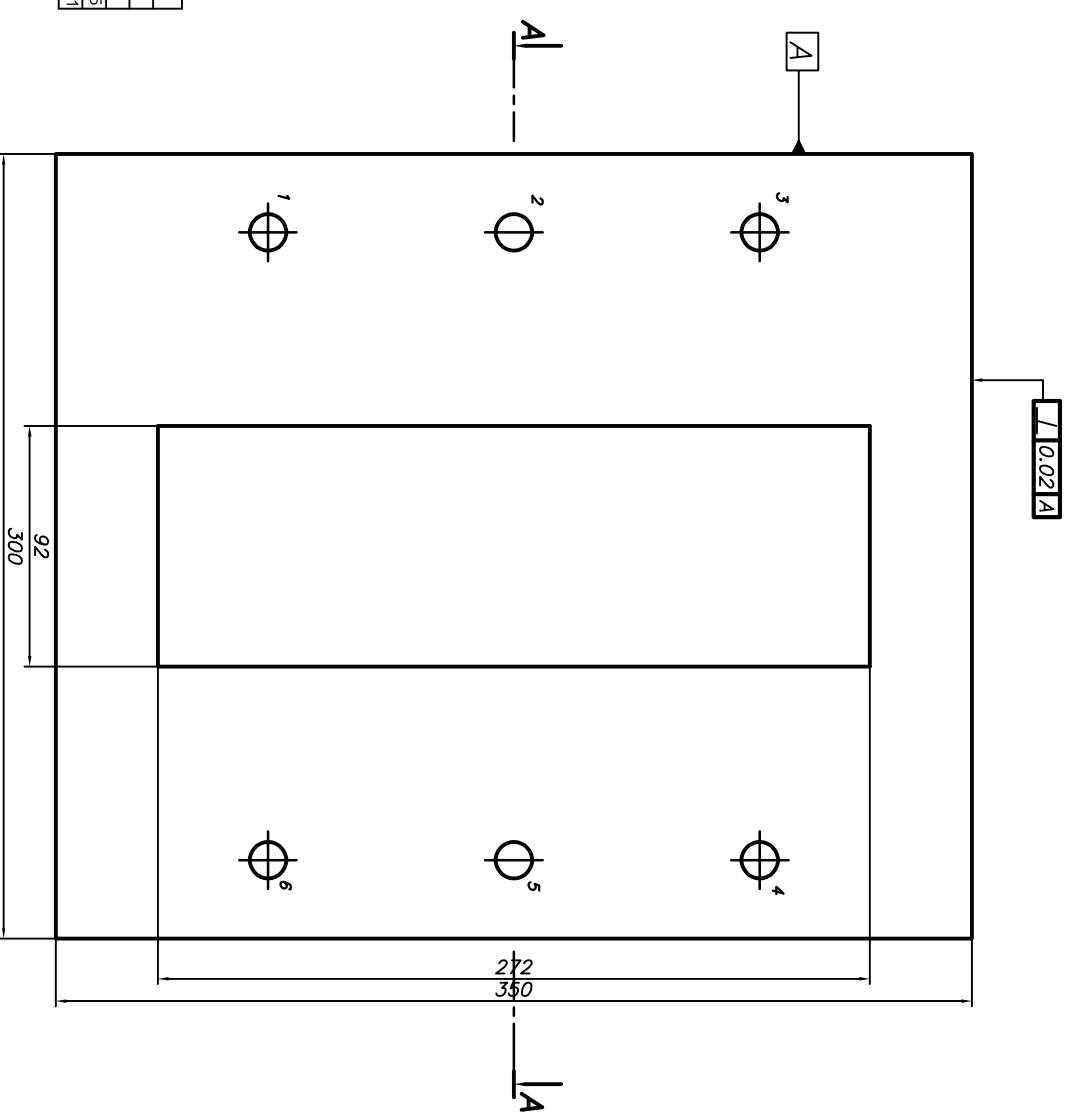
Medidas en milímetros (mm) Tolerancia general ± 0.01



Coordenadas de Agujeros

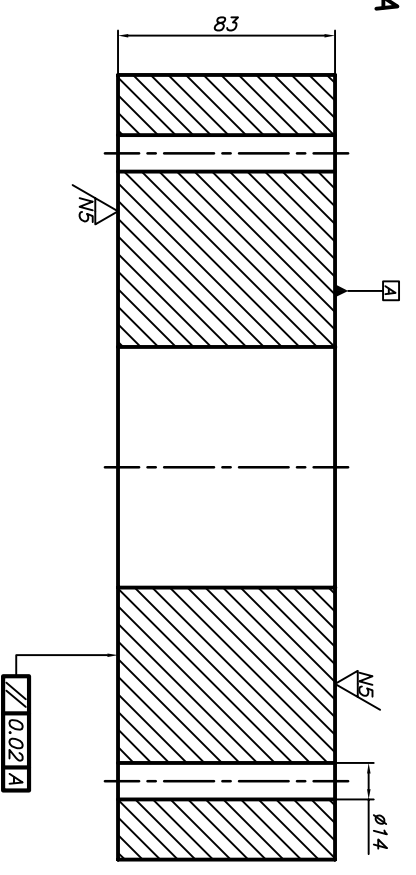
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ø	M14	M14	M14	M14	M14	M14	M14	M14	M14	M14
X	30	30	30	270	270	270	270	33	33	267
Y	81	175	269	269	175	81	34	316	316	34

8	01	Placa Porta Hembra	355x305x110	Ac. St 37		
Pos. Cant.	Denominación		M. en bruto	Materia	Norma	
Dibujado:	26/10/2021	Faicán Leonardo				
Comprobado:	29/10/2021	Ing. Cesar Paltán				
Proyección:						
Escala:	1:2	MOLDE DE INYECCION DE CANAL CALIENTE CONTENEDOR		MECANICA	Lámina N°: 8	
						Universidad Politécnica Salesiana

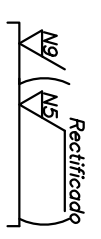


Coordenadas de Agujeros						
	1	2	3	4	5	6
Ø	14	14	14	14	14	14
X	55	55	55	295	295	295
Y	81	175	269	269	175	81

CORTE A-A

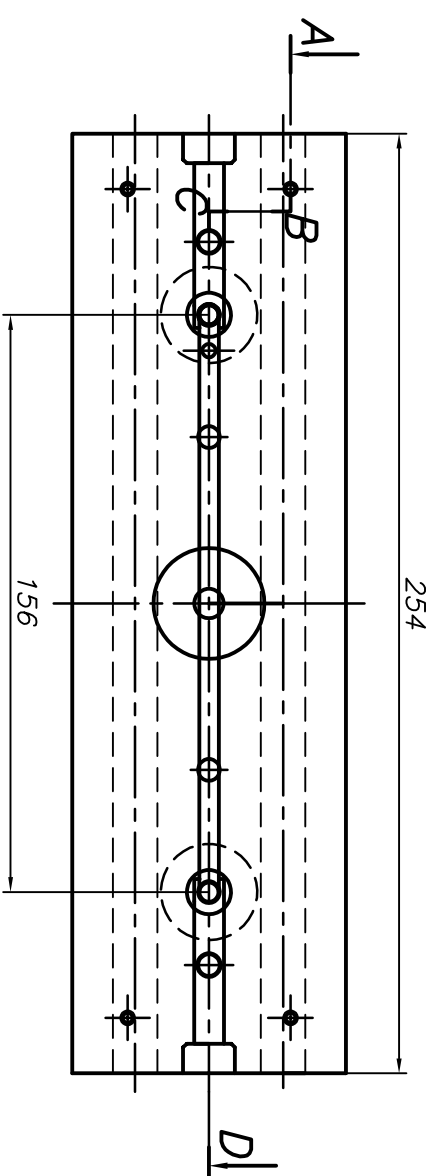


Medidas en milímetros (mm) Tolerancia general ± 0.01

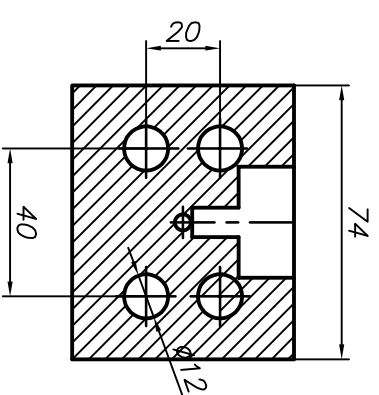
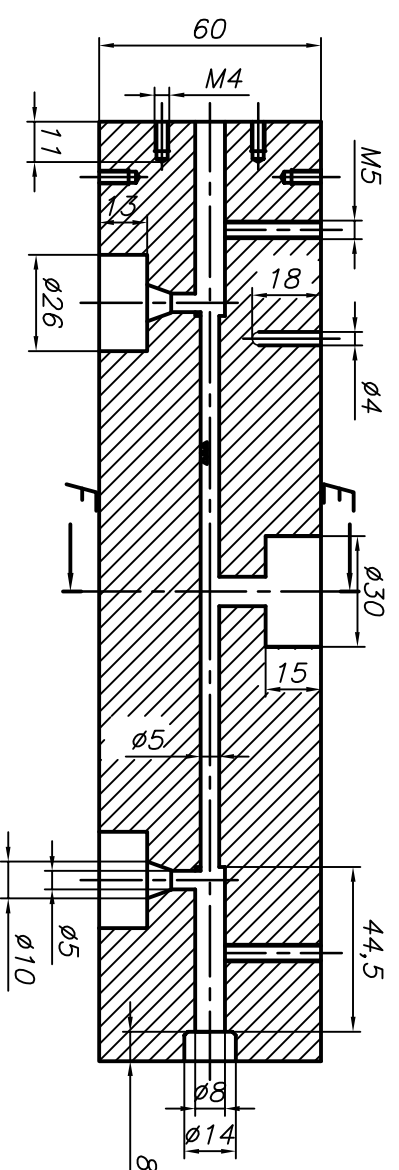


10	01	Placa Porta Caleración	355x305x90	Ac. St 37	
Pos. Cant.		Denominación	M. en bruto	Materia	Norma
Dibujado:	26/10/2021	Fecha:	Faican Leonardo	Proyección:	
Comprobado:	29/10/2021	Fecha:	Ing. Cesar Pallán	Materia	
Escala: 1:2			MOLDE DE INYECCION DE CANAL CALIENTE CONTENEDOR		MECANICA
					Lámina N°: 9

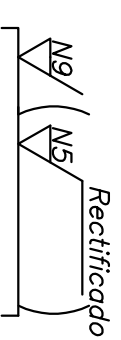
Universidad Politécnica Salesiana



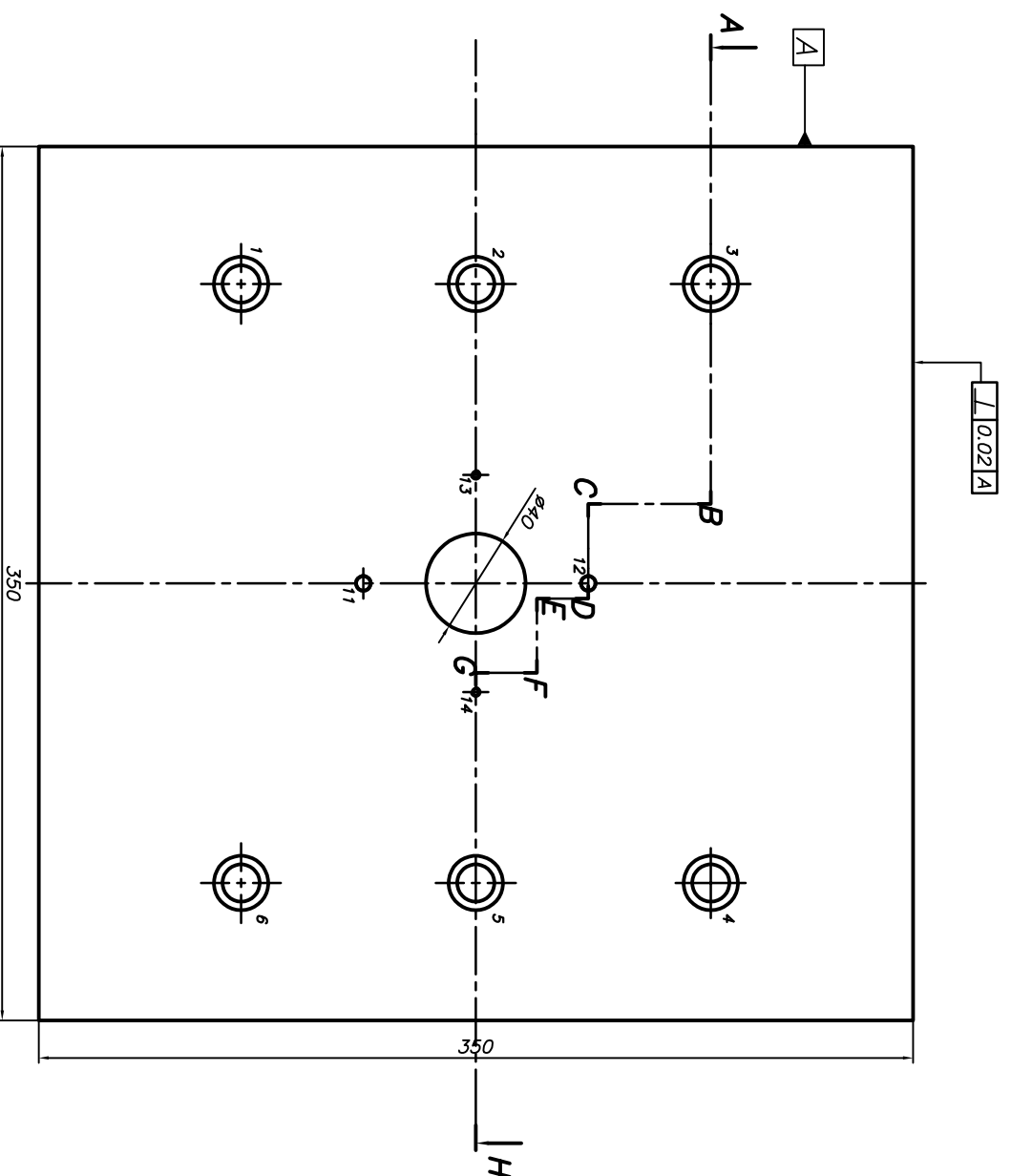
CORTE A-D



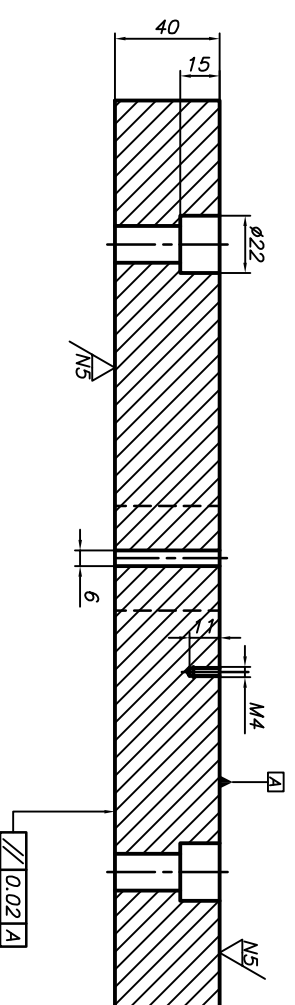
Medidas en milímetros (mm) Tolerancia general ± 0.01



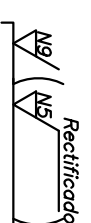
0	01	Bloque Calfactor	260x80x65	Ac. St 37	
Pos.	Cant.	Denominación	M. en bruto	Material	Norma
		Fecha:	Nombre:	Proyección:	
		Dibujado: 8/11/2021	Faicán Leonardo		
		Comprobado: 9/11/2021	Ing. Cesar Páltan	Universidad Politécnica Salesiana	
Escala:		MOLDE DE INYECCION DE UN LLAVERO DEL MUNDIAL			MECÁNICA
1:2					Lámina N°:



CORTE A-H



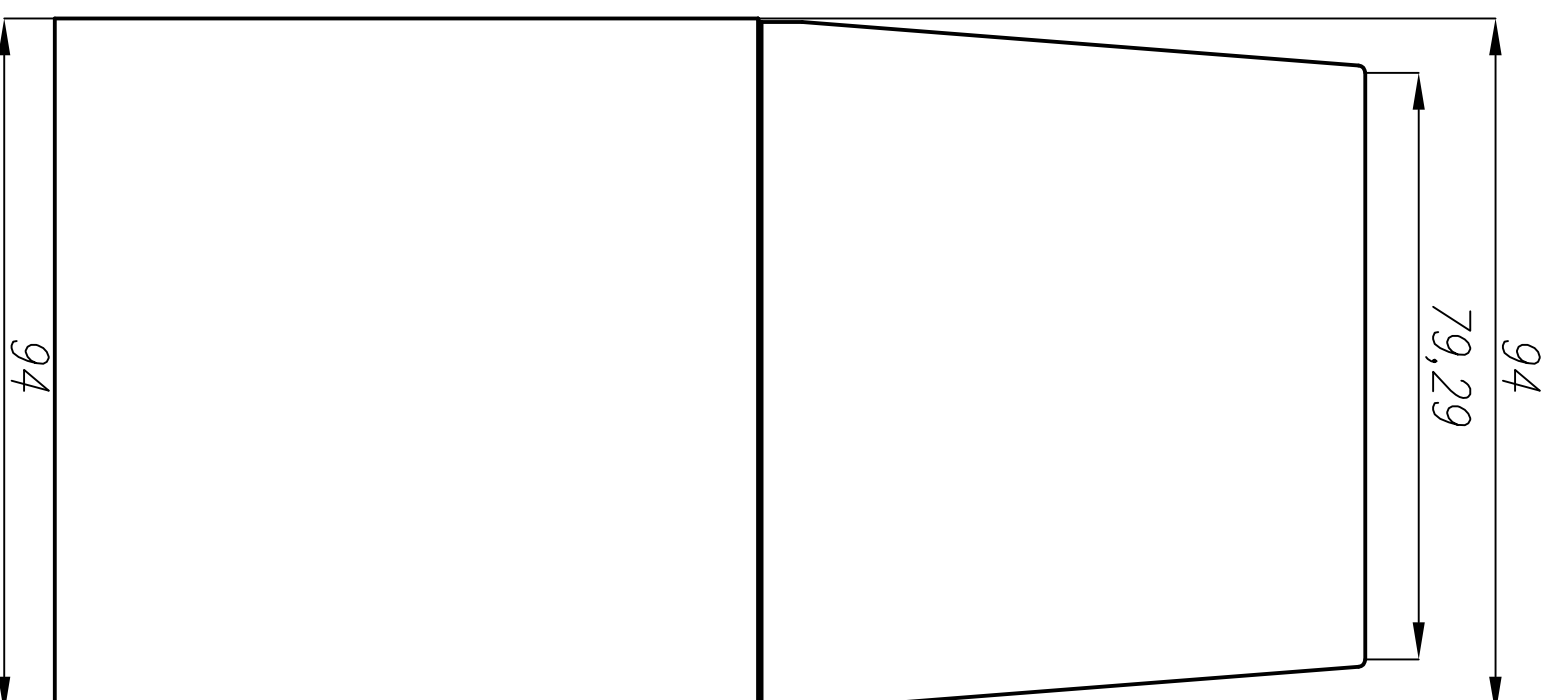
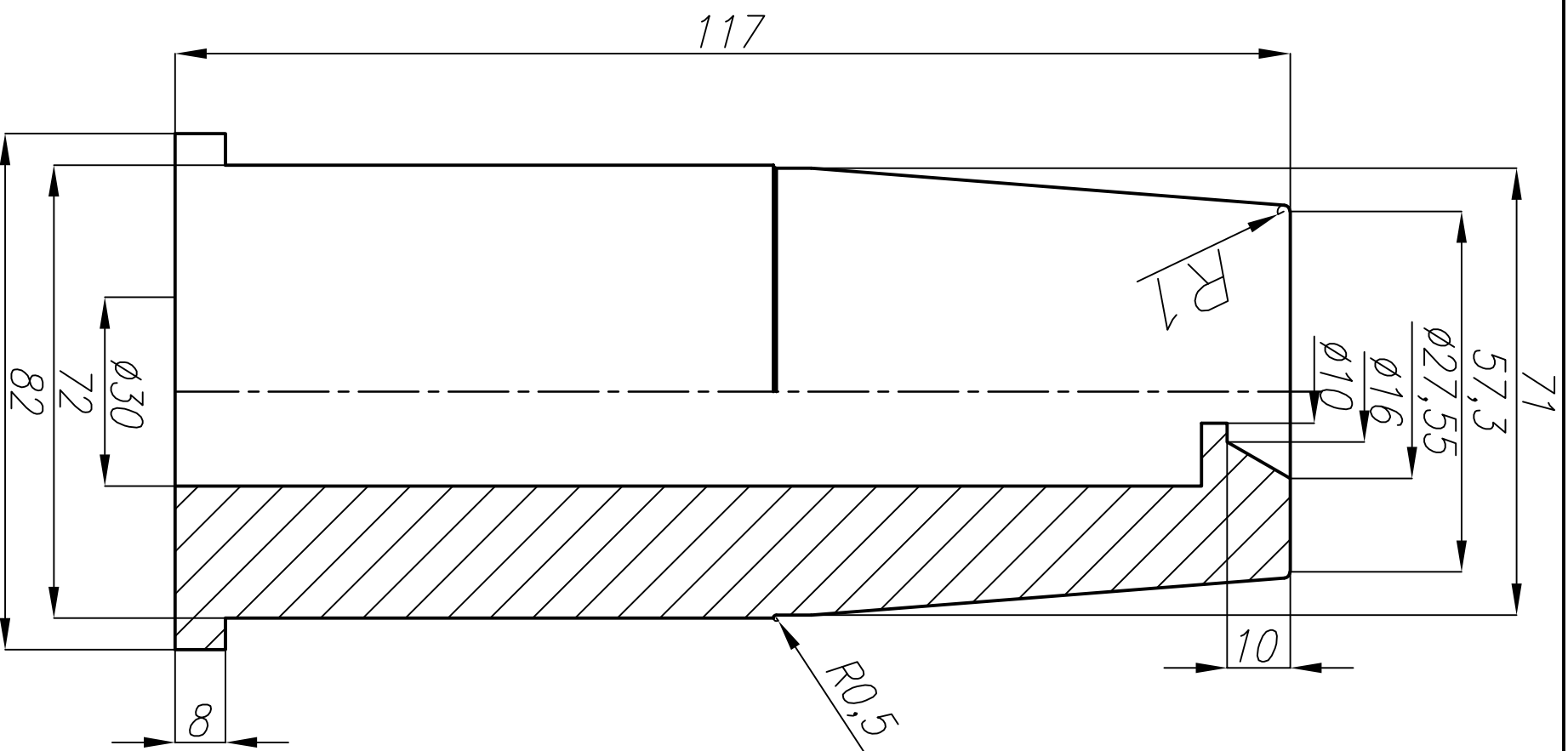
Medidas en milímetros (mm) Tolerancia general ± 0.01



Coordenadas de Agujeros

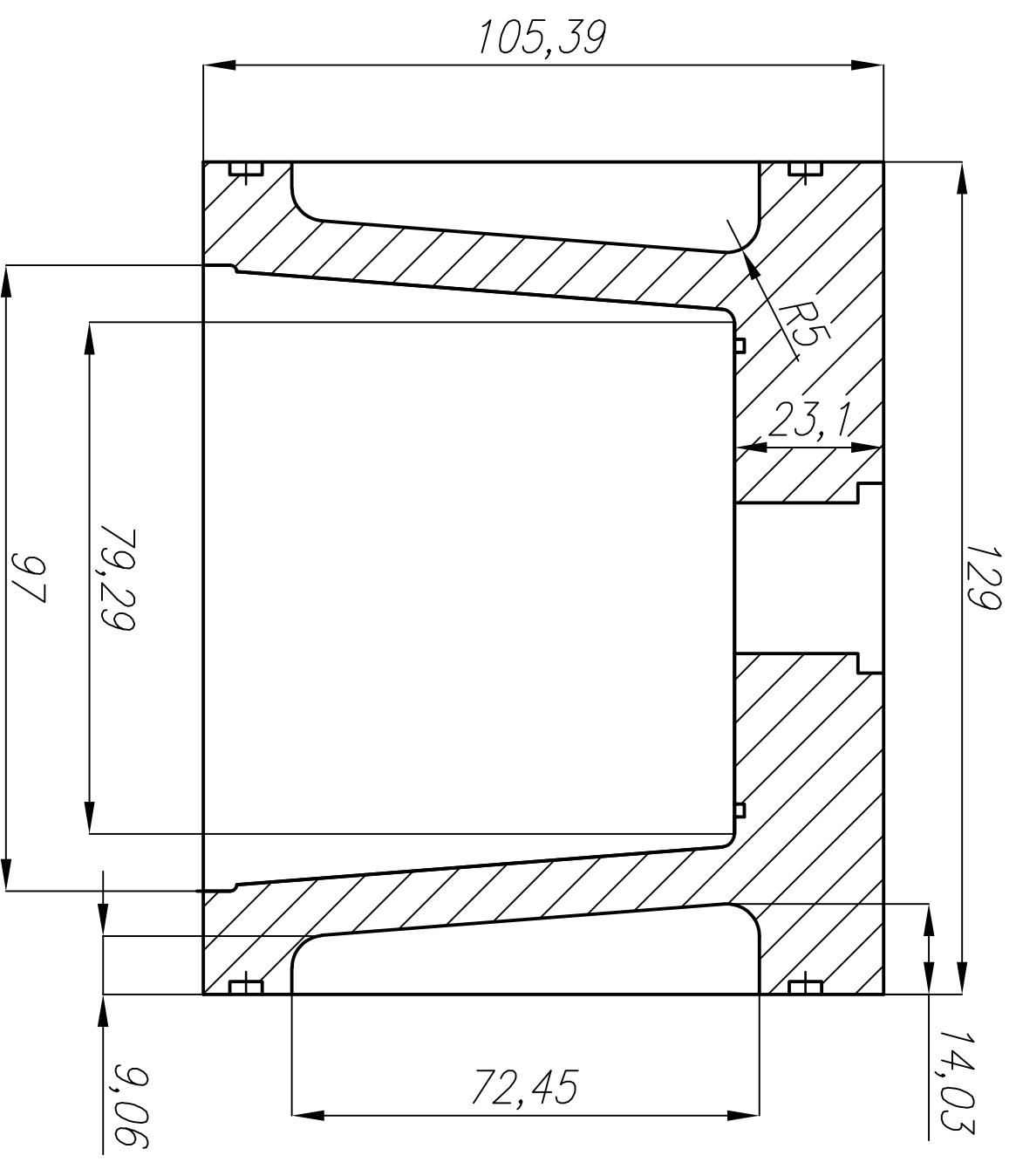
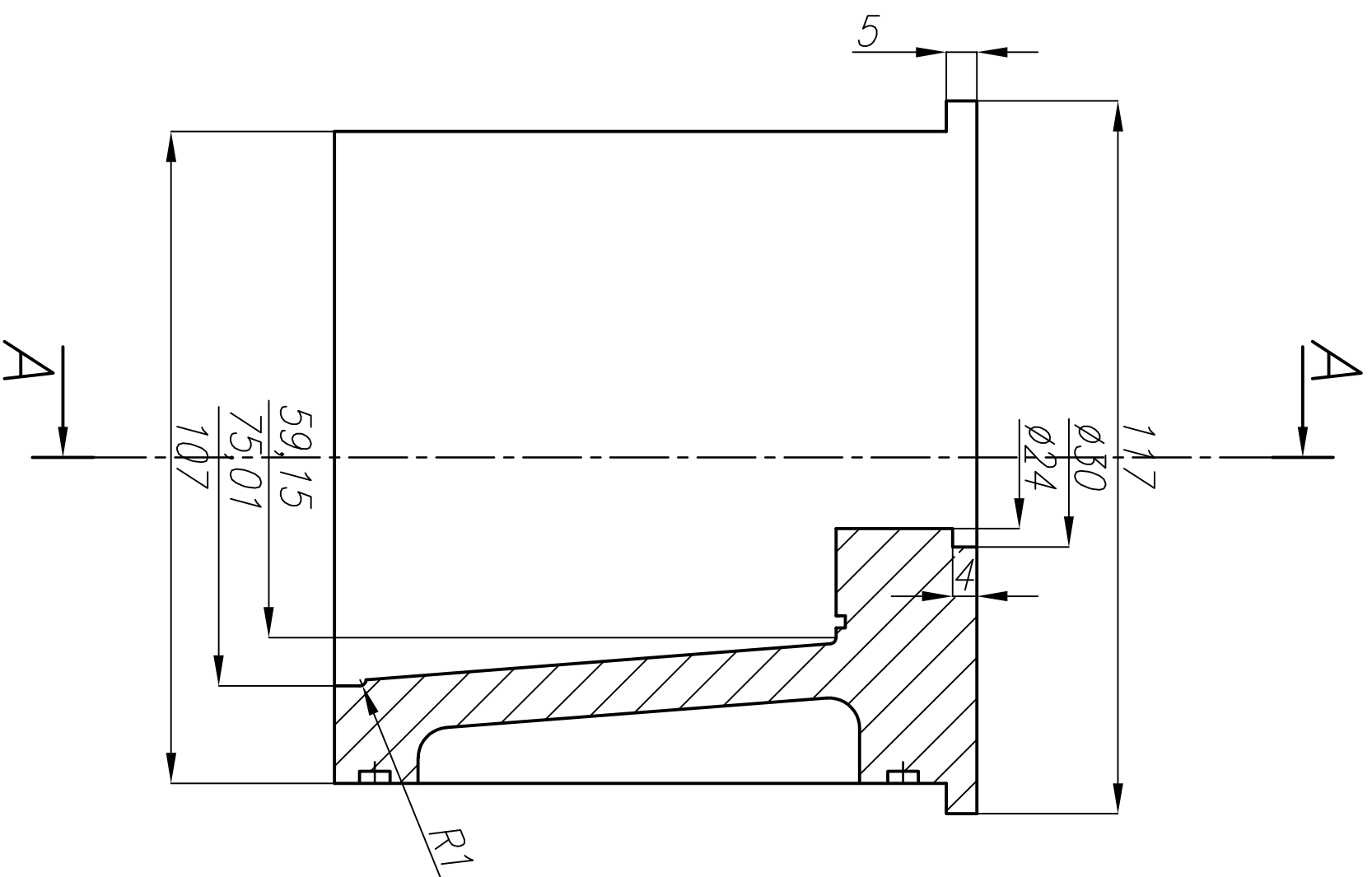
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ø	14	14	14	14	14	14	6	6	M4	M4
X	55	55	55	295	295	295	175	175	131	218
Y	81	175	269	269	175	81	130	220	175	175

11	01	Placa Superior	355x355x45	Ac. St 37	
Pos. Cant.	Denominación		M. en bruto	Materia	Norma
Dibujado:	26/10/2021	Faican Leonardo			
Comprobado:	29/10/2021	Ing. Cesar Pallán			
Proyección:					
Escala:	1:2	MOLDE DE INYECCION DE CANAL CALIENTE CONTENEDOR		MECANICA Látina N° 11	Universidad Politécnica Salesiana



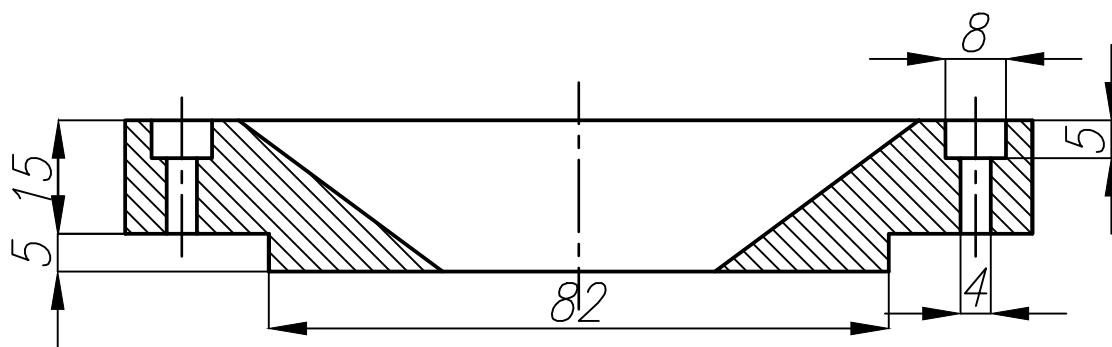
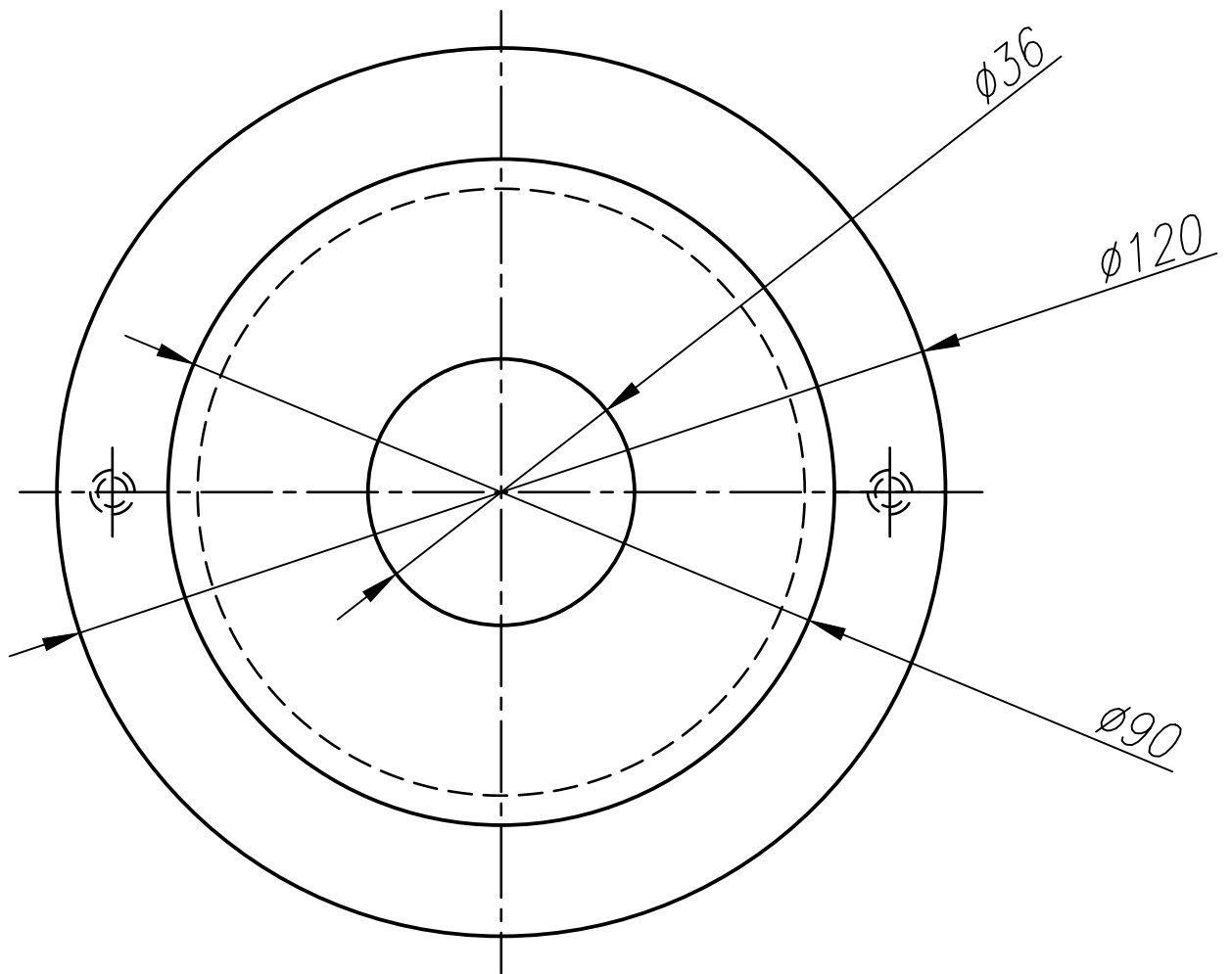
16	01	Macho de Moldeo	90x120x100	Ac. St 37	
Pos.	Cant.	Denominación	M. en bruto	Material	Norma
		Fecha:	Nombre:	Proyección:	
Dibujado:		8/11/2021	Faicán Leonardo		
Comprobado:		9/11/2021	Ing. Cesar Páltan	<i>Universidad Politécnica Salesiana</i>	
Escala:			MOLDE DE INYECCION DE UN LLAVERO DEL MUNDIAL		
1:1					
				MECÁNICA	
				Lámina N°:	12

Medidas en milímetros (mm) Tolerancia general ± 0.01



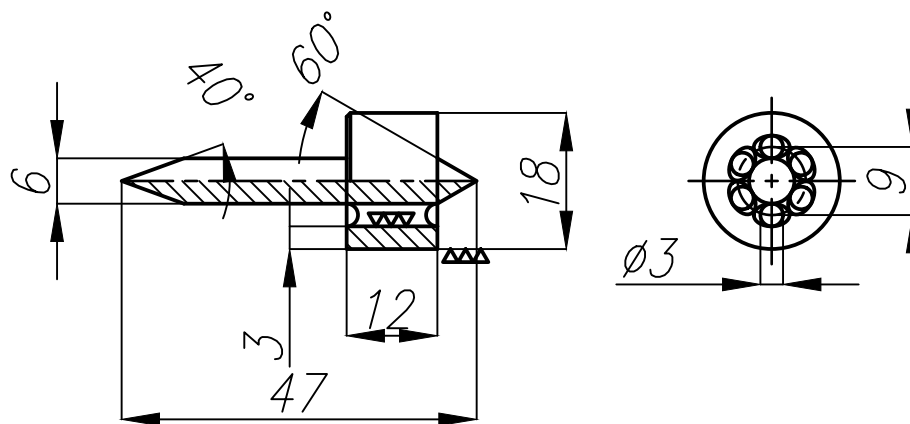
14	01	Hembra de Moldeo	120X135X110	Ac. St 37	
Pos.	Cant.	Denominación	M. en bruto	Material	Norma
		Fecha:	Nombre:	Proyección:	
Dibujado:		8/11/2021	Faicán Leonardo		
Comprobado:		9/11/2021	Ing. Cesar Páltan	Universidad Politécnica Salesiana	
Escala:			MOLDE DE INYECCION DE UN		
1:2			LLAVERO DEL MUNDIAL		
			MECÁNICA		
			Lámina		
			N°:		
			13		

Medidas en milímetros (mm) Tolerancia general ± 0.01



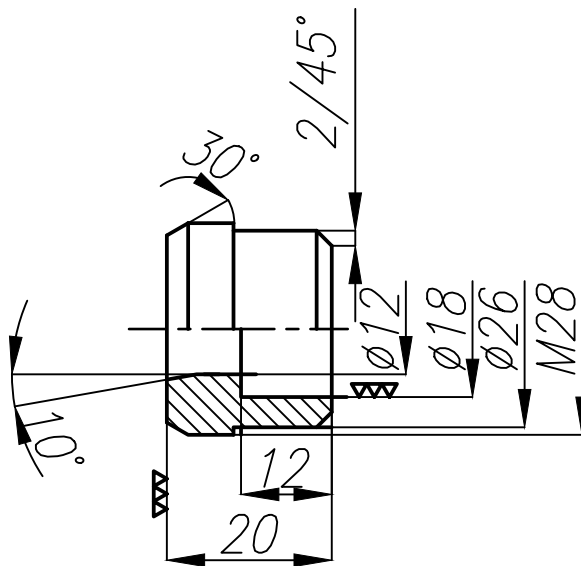
Medidas en milímetros (mm) Tolerancia general ± 0.01

8	04	Anillo de centrado	$\phi 125 \times 25$	Ac. St-37	
Pos.	Cant.	Denominación	M. en bruto	Material	Norma
		Fecha:	Nombre:	Proyección:	Universidad Politécnica Salesiana
		Dibujado: 08-11-21	Faicán Leonardo		
		Comprobado: 09-11-21	Ing. Cesar Páltan		
Escala:	MOLDE DE INYECCION DE UN LLAVERO DEL MUNDIAL				MECÁNICA
1:1					Lámina Nº: 14

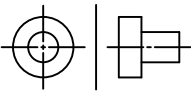


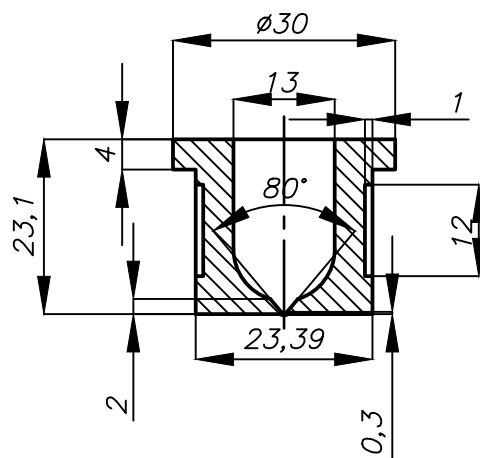
Medidas en milímetros (mm) Tolerancia general ± 0.01

S	02	Torpedo de Inyección	$\varnothing 25 \times 55$	Cobre		
Pos.	Cant.	Denominación	M. en bruto	Material	Norma	
		Fecha:	Nombre:	Proyección: 	Universidad Politécnica Salesiana	
		Dibujado:	08-11-21			Faicán Leonardo
		Comprobado:	09-11-21			Ing. Cesar Páltan
Escala:	1:1	MOLDE DE INYECCION DE UN LLAVERO DEL MUNDIAL			MECÁNICA	
					Lámina Nº: 15	



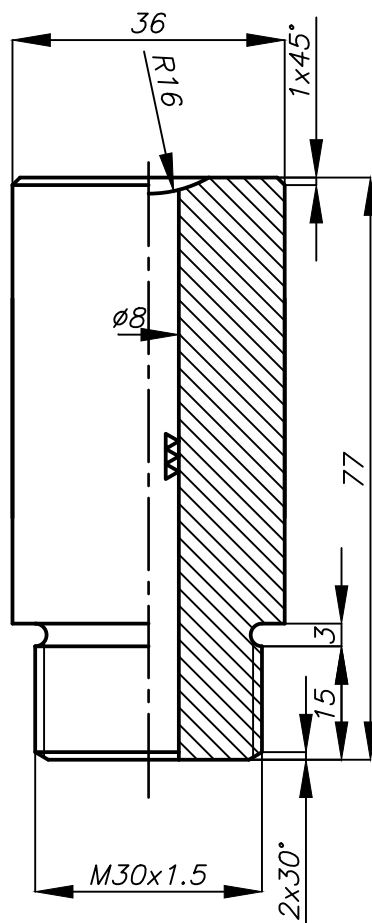
Medidas en milímetros (mm) Tolerancia general ± 0.01

R	02	Casquillo de Torpedo	$\varnothing 35 \times 25$	Ac St-37	
Pos.	Cant.	Denominación	M. en bruto	Material	Norma
		Fecha:	Nombre:	Proyección: 	Universidad Politécnica Salesiana
		Dibujado: 08-11-21	Faican Leonardo		
		Comprobado: 09-11-21	Ing. Cesar Páltan		
Escala:	1:1	MOLDE DE INYECCION DE UN LLAVERO DEL MUNDIAL			MECÁNICA
					Lámina N°: 16



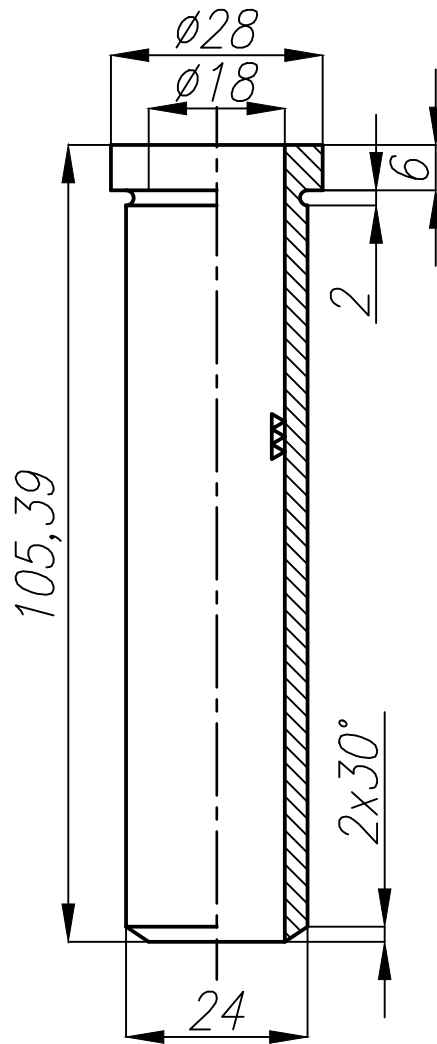
Medidas en milímetros (mm) Tolerancia general ± 0.01

T	02	Casquillo Buje Torpedo	$\phi 35 \times 25$	Ac. St-37		
Pos.	Cant.	Denominación	M. en bruto	Material	Norma	
		Fecha:	Nombre:	Proyección:	Universidad Politécnica Salesiana	
		Dibujado:	08-11-21	Faican Leonardo		
		Comprobado:	09-11-21	Ing. Cesar Páltan		
Escala:	1:1	MOLDE DE INYECCION DE UN LLAVERO DEL MUNDIAL			MECÁNICA	
					Lámina Nº: 17	



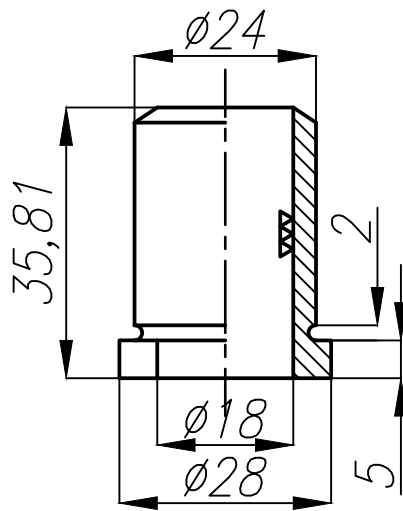
Medidas en milímetros (mm) Tolerancia general ± 0.01

M	04	Bebedero	$\varnothing 40 \times 80$	Ac. St-37	
Pos.	Cant.	Denominación	M. en bruto	Material	Norma
		Fecha:	Nombre:	Proyección:	Universidad Politécnica Salesiana
Dibujado:	08-11-21	Faican Leonardo			
Comprobado:	09-11-21	Ing. Cesar Páltan			
Escala:	1:1	MOLDE DE INYECCION DE UN LLAVERO DEL MUNDIAL			MECÁNICA
					Lámina Nº: 18

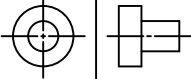


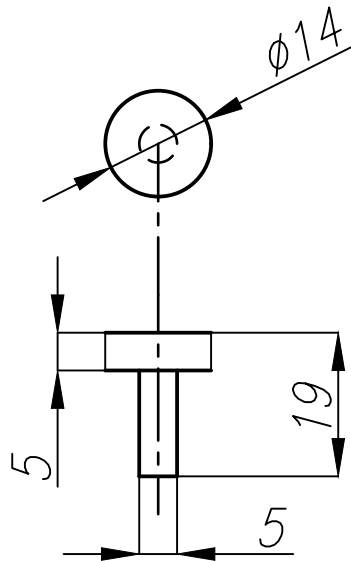
Medidas en milímetros (mm) Tolerancia general ± 0.01

9	02	Buje Guía	$\varnothing 35 \times 110$	Ac. St-37		
Pos.	Cant.	Denominación	M. en bruto	Material	Norma	
		Fecha:	Nombre:	Proyección: 	Universidad Politécnica Salesiana	
		Dibujado:	08-11-21			Faican Leonardo
		Comprobado:	09-11-21			Ing. Cesar Páltan
Escala:	1:1	MOLDE DE INYECCION DE UN LLAVERO DEL MUNDIAL			MECÁNICA	
					Lámina Nº: 19	



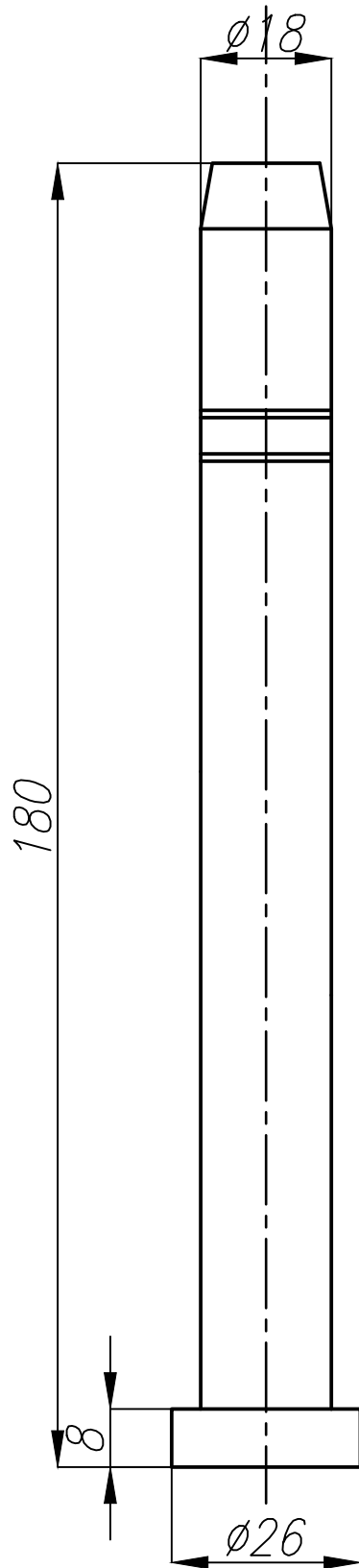
Medidas en milímetros (mm) Tolerancia general ± 0.01

6	02	Buje	$\varnothing 35 \times 40$	Ac. St-37		
Pos.	Cant.	Denominación	M. en bruto	Material	Norma	
		Fecha:	Nombre:	Proyección: 	Universidad Politécnica Salesiana	
		Dibujado:	08-11-21			Faican Leonardo
		Comprobado:	09-11-21			Ing. Cesar Páltan
Escala:		MOLDE DE INYECCION DE UN LLAVERO DEL MUNDIAL			MECÁNICA	
1:1					Lámina N°:	20



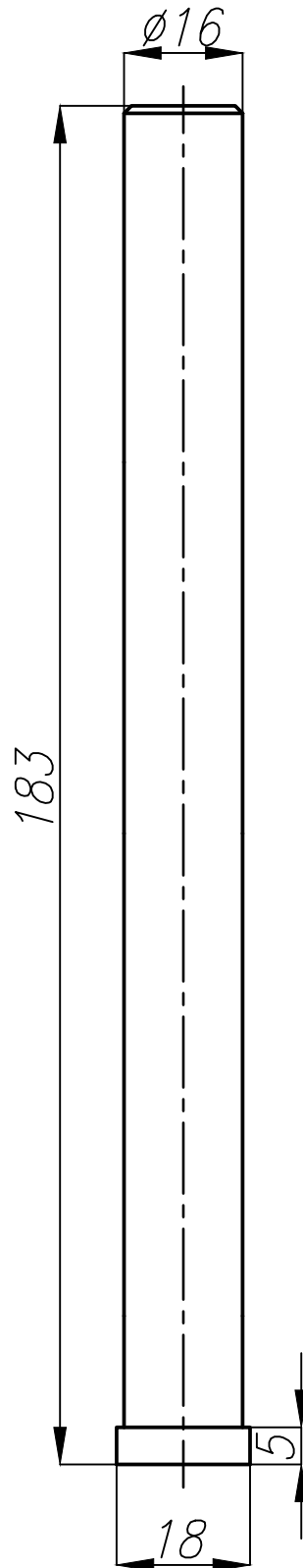
Medidas en milímetros (mm) Tolerancia general ± 0.01

F	04	Guía Separadora	ø20X25	Ac. St-37	
Pos.	Cant.	Denominación	M. en bruto	Material	Norma
		Fecha:	Nombre:	Proyección:	Universidad Politécnica Salesiana
Dibujado:	08-11-21	Faican Leonardo			
Comprobado:	09-11-21	Ing. Cesar Páltan			
Escala:	1:1	MOLDE DE INYECCION DE UN LLAVERO DEL MUNDIAL			MECÁNICA
					Lámina Nº: 21

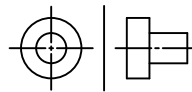


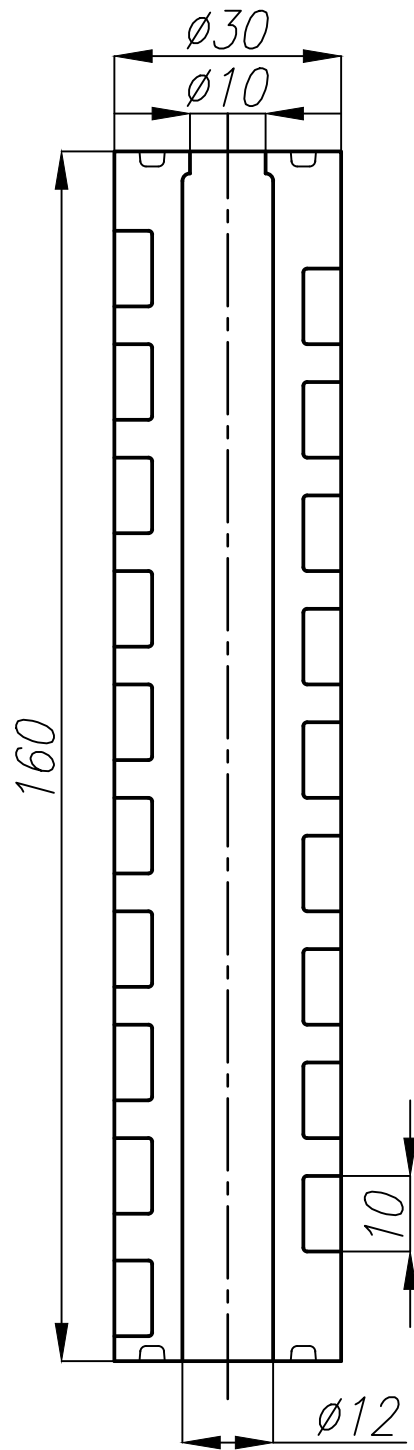
Medidas en milímetros (mm) Tolerancia general ± 0.01

5	04	Guía	$\varnothing 30 \times 185$	Ac. St-37		
Pos.	Cant.	Denominación	M. en bruto	Material	Norma	
		Fecha:	Nombre:	Proyección: 	Universidad Politécnica Salesiana	
		Dibujado:	08-11-21			Faican Leonardo
		Comprobado:	09-11-21			Ing. Cesar Páltan
Escala:	MOLDE DE INYECCION DE UN LLAVERO DEL MUNDIAL				MECÁNICA	
1:1					Lámina N°: 22	



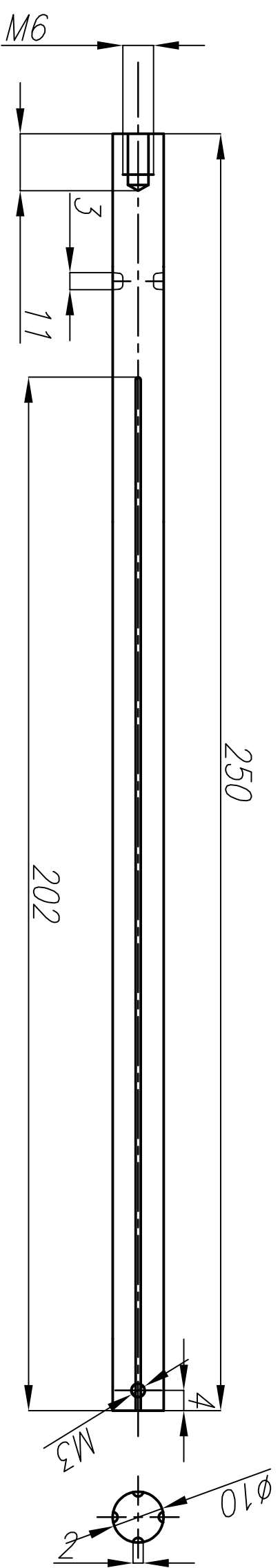
Medidas en milímetros (mm) Tolerancia general ± 0.01

G	04	Expulsor	$\varnothing 25 \times 190$	Ac. St-37	
Pos.	Cant.	Denominación	M. en bruto	Material	Norma
		Fecha:	Nombre:	Proyección: 	Universidad Politécnica Salesiana
		Dibujado: 08-11-21	Faican Leonardo		
		Comprobado: 09-11-21	Ing. Cesar Páltan		
Escala:	MOLDE DE INYECCION DE UN LLAVERO DEL MUNDIAL				MECÁNICA
1:1					Lámina N°: 23



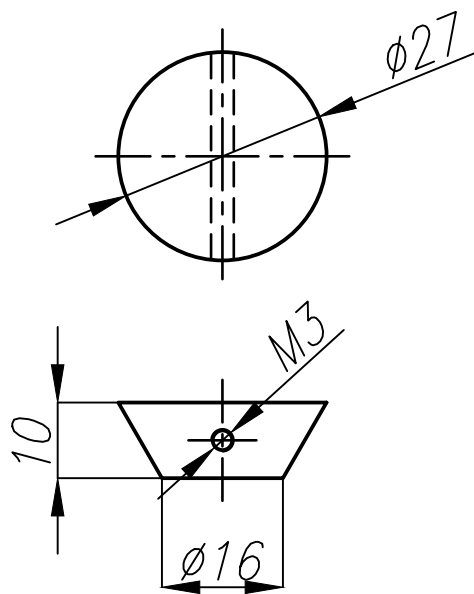
Medidas en milímetros (mm) Tolerancia general ± 0.01

18	02	Cilindro Refrigeracion	$\varnothing 35 \times 165$	Bronce		
Pos.	Cant.	Denominación	M. en bruto	Material	Norma	
		Fecha:	Nombre:	Proyección: 	Universidad Politécnica Salesiana	
		Dibujado:	08-11-21			Faican Leonardo
		Comprobado:	09-11-21			Ing. Cesar Páltan
Escala:	1:1	MOLDE DE INYECCION DE UN LLAVERO DEL MUNDIAL			MECÁNICA	
					Lámina N°: 24	

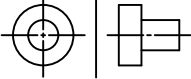


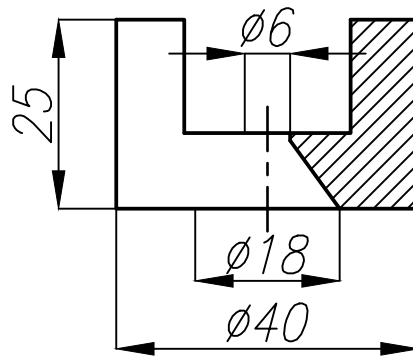
Medidas en milímetros (mm) Tolerancia general ± 0.01

17	01	Eje expulsor de Aire	$\varnothing 15 \times 255$	Ac. St 37	
Pos.	Cant.	Denominación	M. en bruto	Material	Norma
		Fecha:	Nombre:	Proyección:	
Dibujado:		8/11/2021	Faicán Leonardo		
Comprobado:		9/11/2021	Ing. Cesar Páltan	<i>Universidad Politécnica Salesiana</i>	
Escala:			MOLDE DE INYECCION DE UN LLAVERO DEL MUNDIAL		MECÁNICA
1:1					

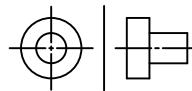


Medidas en milímetros (mm) Tolerancia general ± 0.01

15	02	Válvula Expulsora de aire	$\varnothing 25 \times 55$	Ac. St-37		
Pos.	Cant.	Denominación	M. en bruto	Material	Norma	
		Fecha:	Nombre:	Proyección: 	Universidad Politécnica Salesiana	
		Dibujado:	08-11-21			Faican Leonardo
		Comprobado:	09-11-21			Ing. Cesar Páltan
Escala:	1:1	MOLDE DE INYECCION DE UN LLAVERO DEL MUNDIAL			MECÁNICA	
					Lámina Nº: 26	

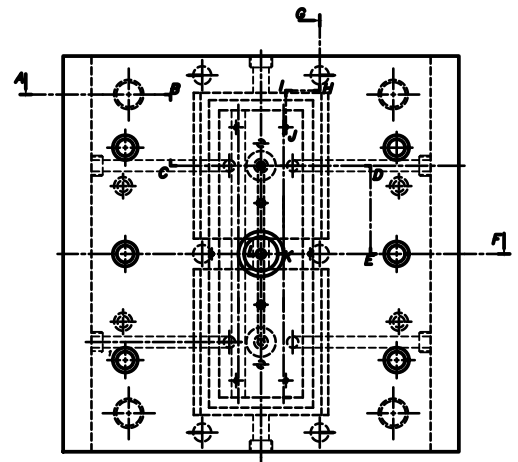


Medidas en milímetros (mm) Tolerancia general ± 0.01

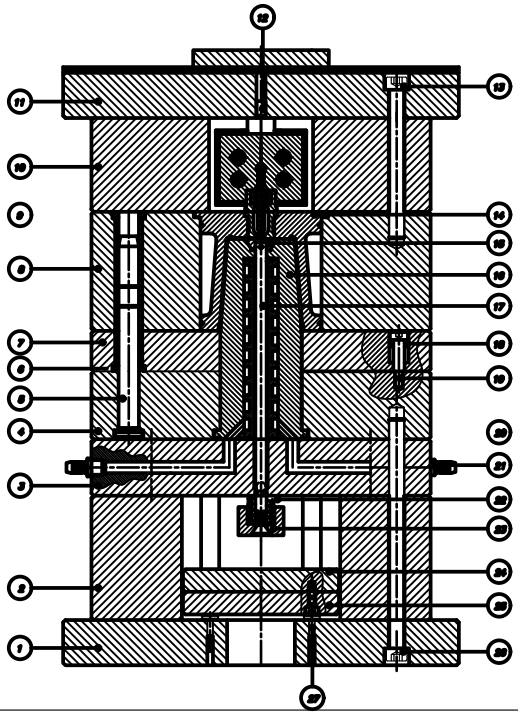
B	04	Sujetador Eje	$\varnothing 45 \times 30$	Ac. St-37		
Pos.	Cant.	Denominación	M. en bruto	Material	Norma	
		Fecha:	Nombre:	Proyección: 	Universidad Politécnica Salesiana	
		Dibujado:	08-11-21			Faican Leonardo
		Comprobado:	09-11-21			Ing. Cesar Páltan
Escala:	MOLDE DE INYECCION DE UN LLAVERO DEL MUNDIAL				MECÁNICA	
1:1					Lámina N°: 27	

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



CORTE A-F

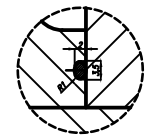


DETALLE A



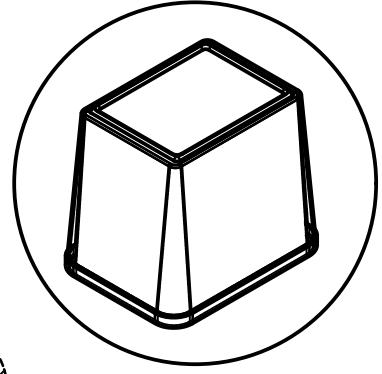
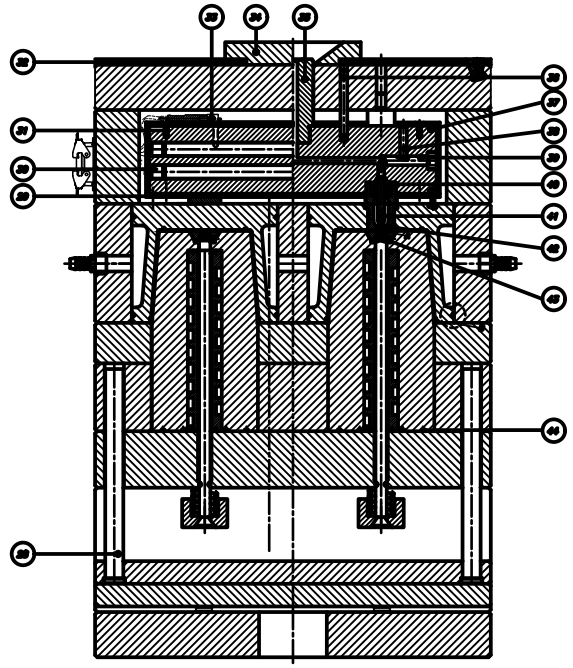
ESCALA 2:1

DETALLE B



ESCALA 2:1

CORTE G-M



Item	Description	Quantity	Material	Notes
1	1	1	Aluminio	
2	2	2	Acero inoxidable	
3	3	2	Acero inoxidable	
4	4	2	Acero inoxidable	
5	5	2	Acero inoxidable	
6	6	2	Acero inoxidable	
7	7	2	Acero inoxidable	
8	8	2	Acero inoxidable	
9	9	2	Acero inoxidable	
10	10	2	Acero inoxidable	
11	11	2	Acero inoxidable	
12	12	2	Acero inoxidable	
13	13	2	Acero inoxidable	
14	14	2	Acero inoxidable	
15	15	2	Acero inoxidable	
16	16	2	Acero inoxidable	
17	17	2	Acero inoxidable	
18	18	2	Acero inoxidable	
19	19	2	Acero inoxidable	
20	20	2	Acero inoxidable	
21	21	2	Acero inoxidable	
22	22	2	Acero inoxidable	
23	23	2	Acero inoxidable	
24	24	2	Acero inoxidable	
25	25	2	Acero inoxidable	
26	26	2	Acero inoxidable	
27	27	2	Acero inoxidable	
28	28	2	Acero inoxidable	
29	29	2	Acero inoxidable	
30	30	2	Acero inoxidable	
31	31	2	Acero inoxidable	
32	32	2	Acero inoxidable	
33	33	2	Acero inoxidable	
34	34	2	Acero inoxidable	
35	35	2	Acero inoxidable	
36	36	2	Acero inoxidable	
37	37	2	Acero inoxidable	
38	38	2	Acero inoxidable	
39	39	2	Acero inoxidable	
40	40	2	Acero inoxidable	
41	41	2	Acero inoxidable	
42	42	2	Acero inoxidable	
43	43	2	Acero inoxidable	
44	44	2	Acero inoxidable	
45	45	2	Acero inoxidable	
46	46	2	Acero inoxidable	
47	47	2	Acero inoxidable	
48	48	2	Acero inoxidable	
49	49	2	Acero inoxidable	
50	50	2	Acero inoxidable	
51	51	2	Acero inoxidable	
52	52	2	Acero inoxidable	
53	53	2	Acero inoxidable	
54	54	2	Acero inoxidable	
55	55	2	Acero inoxidable	
56	56	2	Acero inoxidable	
57	57	2	Acero inoxidable	
58	58	2	Acero inoxidable	
59	59	2	Acero inoxidable	
60	60	2	Acero inoxidable	
61	61	2	Acero inoxidable	
62	62	2	Acero inoxidable	
63	63	2	Acero inoxidable	
64	64	2	Acero inoxidable	
65	65	2	Acero inoxidable	
66	66	2	Acero inoxidable	
67	67	2	Acero inoxidable	
68	68	2	Acero inoxidable	
69	69	2	Acero inoxidable	
70	70	2	Acero inoxidable	
71	71	2	Acero inoxidable	
72	72	2	Acero inoxidable	
73	73	2	Acero inoxidable	
74	74	2	Acero inoxidable	
75	75	2	Acero inoxidable	
76	76	2	Acero inoxidable	
77	77	2	Acero inoxidable	
78	78	2	Acero inoxidable	
79	79	2	Acero inoxidable	
80	80	2	Acero inoxidable	
81	81	2	Acero inoxidable	
82	82	2	Acero inoxidable	
83	83	2	Acero inoxidable	
84	84	2	Acero inoxidable	
85	85	2	Acero inoxidable	
86	86	2	Acero inoxidable	
87	87	2	Acero inoxidable	
88	88	2	Acero inoxidable	
89	89	2	Acero inoxidable	
90	90	2	Acero inoxidable	
91	91	2	Acero inoxidable	
92	92	2	Acero inoxidable	
93	93	2	Acero inoxidable	
94	94	2	Acero inoxidable	
95	95	2	Acero inoxidable	
96	96	2	Acero inoxidable	
97	97	2	Acero inoxidable	
98	98	2	Acero inoxidable	
99	99	2	Acero inoxidable	
100	100	2	Acero inoxidable	