



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA**

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO**

TEMA:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MOLDE DE INYECCIÓN BICOLOR
EN ALUMINIO PARA LA PRODUCCIÓN DE SUELAS DE PVC PARA LA
MICROEMPRESA A.T.I. INDUSTRIAL”**

Autores: Fernando Andrés Rojas Guevara

Ander Daryan Vera Sabando

Tutor: Ing. Mg. Carlos Mauricio Carrillo Rosero

AMBATO – ECUADOR

Julio - 2022

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico, con el tema: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MOLDE DE INYECCIÓN BICOLOR EN ALUMINIO PARA LA PRODUCCIÓN DE SUELAS DE PVC PARA LA MICROEMPRESA A.T.I. INDUSTRIAL”**, elaborado por los señores Fernando Andrés Rojas Guevara con C.I.: 1805213277 y Ander Daryan Vera Sabando con C.I.: 1724331952, estudiantes de la Carrera de Mecánica, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el proyecto técnico es original de sus autores.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, Julio 2022

.....
Ing. Mg. Carlos Mauricio Carrillo Rosero

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Nosotros, Fernando Andrés Rojas Guevara, con C.I.: 1805213277 y Ander Daryan Vera Sabando con C.I.: 1724331952, declaramos que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MOLDE DE INYECCIÓN BICOLOR EN ALUMINIO PARA LA PRODUCCIÓN DE SUELAS DE PVC PARA LA MICROEMPRESA A.T.I. INDUSTRIAL”** , así como también las ideas de diseño, criterios, análisis, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de nuestra exclusiva responsabilidad como autores del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Julio 2022



.....
Fernando Andrés Rojas Guevara

C.I.: 1805213277

AUTOR



.....
Ander Daryan Vera Sabando

C.I.: 1724331952

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizamos a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedemos los Derechos en línea patrimoniales de nuestro Proyecto Técnico, con fines de difusión pública, además aprobamos la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando nuestros derechos de autor.

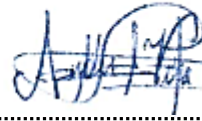
Ambato, Julio 2022



.....
Fernando Andrés Rojas Guevara

C.I.: 1805213277

AUTOR



.....
Ander Daryan Vera Sabando

C.I.: 1724331952

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por los estudiantes Fernando Andrés Rojas Guevara y Ander Daryan Vera Sabando de la Carrera de Mecánica bajo el tema: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MOLDE DE INYECCIÓN BICOLOR EN ALUMINIO PARA LA PRODUCCIÓN DE SUELAS DE PVC PARA LA MICROEMPRESA A.T.I. INDUSTRIAL”**.

Ambato, Julio 2022

.....
Ing. Francisco A. Peña Jordan MSc., Mg.
Miembro Calificador

.....
Ing. MSc. Diego Fernando Núñez Núñez
Miembro Calificador

DEDICATORIA

El siguiente proyecto técnico va dedicado a mis padres, a mi familia y a quienes han sido un soporte en el crecimiento de mis estudios, logrando así la culminación de una etapa más en mi desarrollo personal.

Fernando Rojas

Ander Vera

AGRADECIMIENTO

Principalmente doy gracias a Dios por darme salud y vida, a la Universidad Técnica de Ambato que se ha convertido en un segundo hogar, a los docentes de la Facultad de Mecánica quienes me han guiado en el transcurso de mi formación profesional. A mi tutor Ing. Mauricio Carrillo por guiarme en desarrollo del presente proyecto y a lo largo de toda la carrera. A la microempresa A.T.I. INDUSTRIAL quienes pusieron su confianza en nosotros.

Fernando Rojas

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a la Universidad Técnica de Ambato por haberme abierto sus puertas, a todos los docentes que me guiaron a lo largo de la carrera en el proceso para obtener mi título universitario y a mi tutor el Ing. Mauricio Carrillo por el tiempo y los conocimientos brindados. A la microempresa A.T.I INDUSTRIAL por depositar su confianza para la realización de este proyecto. Y por último, pero no menos importante a mis padres que me apoyaron durante el proceso.

Ander Vera

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes Investigativos	1
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo 1: Determinar las especificaciones técnicas de suelas que requiere la empresa.	3
1.2.1.1 Especificaciones de la suela dadas por la microempresa	3
1.2.2 Objetivo 2: Modelar la suela y el molde de inyección bicolor en un software CAD.....	29
1.2.3 Objetivo 3: Construir las diversas partes que conforman al molde de inyección para suelas bicolor.	36
1.2.4 Objetivo 4: Determinar la calidad de la suela mediante pruebas de inyección.	41
CAPÍTULO II	42

2.1	Materia prima	42
2.2	Materiales	42
2.3	Métodos	48
2.3.1	Deductivo	48
2.3.2	Medición	48
2.3.3	Observación.....	48
2.3.4	Bibliográfico	49
2.3.5	Experimental	49
2.4	Procedimiento.....	49
CAPÍTULO III		52
3.1	Análisis y discusión de los resultados	52
3.1.1	Ensayos de inyección	52
3.2	Presupuesto.....	55
3.2.1	Costo de materiales	55
3.2.2	Costo por uso de máquina y herramientas	56
3.2.3	Costo de herramientas de corte	57
3.2.4	Costo de fabricación del molde.....	58
CAPÍTULO IV		59
4.1	Conclusiones.....	59
4.2	Recomendaciones	60
MATERIALES DE REFERENCIA		62
Referencias Bibliográficas		62
Anexos.....		64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Piezas que conforman al molde	4
Tabla 2. Tipos de puertas	12
Tabla 3. Ponderación para selección de molde	14
Tabla 4. Características del Centro de Mecanizado.....	15
Tabla 5. Características de máquina inyectora.....	16
Tabla 6. Aceros utilizados para diversos componentes de moldes de inyección.....	17
Tabla 7. Propiedades mecánicas del PVC.....	21
Tabla 8. Propiedades térmicas del PVC.....	21
Tabla 9. Desarrollo del modelado de la suela	30
Tabla 10. Desarrollo de modelado del molde	35
Tabla 11. Listado de herramientas.....	36
Tabla 12. Cálculo de velocidades y avances.....	39
Tabla 13. Parámetros de inyección	41
Tabla 14. Materia prima utilizada.....	42
Tabla 15. Lista de herramientas y equipos.....	43
Tabla 16. Pruebas de inyección.....	52
Tabla 17. Costos de materia prima.....	56
Tabla 18. Costo por uso de máquinas y herramientas.....	56
Tabla 19. Costo de herramientas de corte	57
Tabla 20. Costo total del molde	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ilustración de suela tipo caja.....	3
Figura 2. Esquema de partes del molde	5
Figura 3. Etapas de un ciclo de inyección.....	7
Figura 4. Esquema general de un sistema de inyección para moldes	7
Figura 5. Representación de molde de dos placas.....	9
Figura 6. Representación de molde de tres placas	10
Figura 7. Ejemplos de secciones para canales de llenado.....	22
Figura 8. Dimensiones principales de un canal de llenado con geometría parabólica	23
Figura 9. Valores de fuerza de cierre recomendados	24
Figura 10. Área proyectada de inyección.....	25
Figura 11. Espesor de suela.....	33
Figura 12. Volumen de la suela.....	33
Figura 13. Volumen de mazarota.....	34
Figura 14. Diagrama de procesos.....	49
Figura 15. Detalle de contrasalidas de la suela.....	55
Figura 16. Detalle del taco de la suela.....	55

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo el desarrollo de un molde de inyección en el cual se presenta como producto una suela bicolor tipo caja, destinado para la producción de la microempresa A.T.I INDUSTRIAL y fue construido en fundición de aluminio. Para esto se partió de la dima junto con las especificaciones técnicas, modelado mediante software CAD para la inyección bicolor con el fin de contar con las dimensiones para construir las diversas partes que conforman y determinando la calidad de la suela mediante pruebas. Para los procesos anteriores se realizaron diversos cambios y verificaciones hasta obtener un modelo que cumpla con las expectativas para su aprobación. Al terminar los procesos se llevó a cabo las respectivas comprobaciones empleando como materia prima PVC Expansor donde se verificó que las dimensiones, cálculos y el diseño fueron adecuados para la elaboración de la suela. El molde construido fue utilizado para la inyección bicolor y podrá también ser utilizado para monocolor. Además, se determinó en base a pruebas que hay dos factores por los cuales podrá variar el producto final perdiendo sus características estéticas según el tipo de material y el color, llegando a requerir mayor o menor porcentaje para el llenado de este.

Palabras clave: Molde de inyección, Suela bicolor, CAD, Inyección bicolor, PVC Expansor.

ABSTRACT

The objective of this project is the development of an injection mold in which a bicolor box-type sole is presented as a product, destined for the production of the A.T.I INDUSTRIAL microenterprise and it was built in cast aluminum. For this, the design was based on the technical specifications, modeled using CAD software for bicolor injection in order to have the dimensions to build the various parts that conform and determining the quality of the sole through tests. For the previous processes, various changes and verifications were made until a model that meets the expectations for approval was obtained. At the end of the processes, the respective checks were carried out using PVC Expander as raw material, where it was verified that the dimensions, calculations, and design were adequate for the manufacture of the sole. The built mold was used for bicolor injection and can also be used for monocolor. In addition, it will be produced based on tests that there are two factors by which the final product may vary, losing its characteristics depending on the type of material and color, requiring a greater or lesser percentage for the same filling.

Keywords: Injection mold, Two-tone sole, CAD, Two-tone injection, PVC Expander.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

Últimamente a nivel mundial, la demanda de productos cuya materia prima es el plástico se ha incrementado significativamente. Este fenómeno continúa aumentando puesto que muchos objetos que solían ser elaborados de otros materiales actualmente se están fabricando de material polimérico debido a que presentan muchas veces una mejor calidad y pueden ser manufacturados a un menor precio. Existen varias formas en las que se transforma la materia prima para producir nuevos productos, entre estos está la inyección de polímeros o materiales termoplásticos [1].

Este es un proceso bastante utilizado a la hora de fabricar piezas con geometrías un tanto complejas por medio del flujo de un polímero fundido inyectado en una cavidad de un molde de inyección, donde se enfría y solidifica adaptando la forma de la cavidad [2]. En un proceso de inyección el molde es una de las partes fundamentales, debido a que en estos es donde se deposita el polímero fundido para que adquiera una forma específica. Además, este debe soportar grandes presiones y temperaturas, por lo que estos deben tener una alta resistencia y durabilidad de tal manera que el alto volumen de producción justifique su alto precio. La manufactura de esto es mediante maquinaria CNC puesto que se suelen utilizar aceros altamente resistentes [3].

Múltiples trabajos investigativos se han generado con el objetivo de dar solución a problemas ingenieriles en el diseño y construcción de moldes para diferentes tipos de piezas o componentes, moldes que, para la expulsión de una pieza en buenas condiciones, deben ser diseñados y construidos con la mayor calidad posible y tratando de disminuir los costos al mínimo. Estos trabajos sirven como referencia y guía de proyectos con aplicaciones similares como el que se presenta en este trabajo, de entre los cuales se destacan los siguientes:

El autor [3], lleva a cabo el diseño y construcción de un molde de inyección para fabricación de suelas de PVC para la empresa CARVIFACTORY CIA. LTDA. En dicho proyecto se realizan pruebas de inyección para determinar la calidad del diseño y construcción del molde, además de que se realiza el cálculo de ciertos parámetros básicos para la elaboración de una suela monocolor los cuales servirán como guía para el cálculo de los parámetros generales del molde bicolor que se desarrollará en el presente proyecto. De este proyecto se determinó que la talla de la suela y el tipo de molde tienen gran influencia en el costo de construcción de este.

Los autores [4], presenta el diseño, análisis y optimización de un molde de inyección para la producción de cascos de seguridad de plástico, para lo cual muestra ciertos fundamentos para el diseño de moldes, además de diversos problemas o defectos presentes en el moldeo, los cuales serán tomados en cuenta junto con sus causas y soluciones para obtener una suela con el menor número de imperfecciones. Se determinó que los fallos milimétricos con respecto a los espesores en el molde pueden generar problemas en la pieza final inyectada.

El autor [5], presenta el diseño de un molde para fabricar suelas de poliuretano mediante ingeniería CAD, CAM, CAE, el cual presenta de forma detallada el proceso de modelado de la suela, el cual servirá como guía para el presente proyecto. De este proyecto se tomó en cuenta los pasos a seguir para poder modelar una suela.

El autor [6], presenta el diseño y construcción de un molde de inyección para el arco almohadillado de protectores auditivos, donde muestra cálculos y parámetros para el mecanizado del molde, que servirán de guía a la hora de realizar los cálculos de tiempo para la construcción del molde. En base a este proyecto se determinaron los posibles procesos de mecanizado y una referencia de velocidades y avances para cada uno de los componentes.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo 1: Determinar las especificaciones técnicas de suelas que requiere la empresa.

1.2.1.1 Especificaciones de la suela dadas por la microempresa

Calzado deportivo-casual tipo “Caja”: La suela tipo caja es un tipo de suela que lleva una cavidad interna como se muestra en la Figura 1, empleada para una mayor área de pegado en el contorno de la suela.

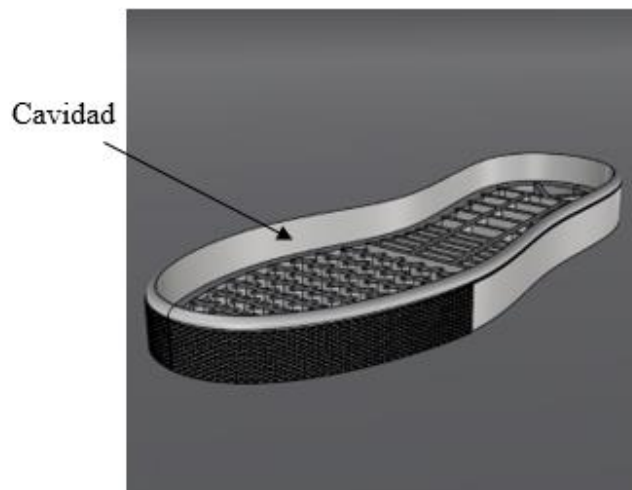


Figura 1. Ilustración de suela tipo caja [Autores].

- Talla 38 unisex.
- La dima empleada en el diseño fue proporcionada por la microempresa: La dima corresponde al contorno de la parte interna de la horma, siendo la horma una pieza que tiene la forma del pie humano la cual sirve para la toma de medidas.
- El material empleado en la suela debe ser de “PVC Expansor”.
- La suela debe constar de dos colores.
- La elaboración de la suela será por medio del proceso de inyección.

1.2.1.2 Número de piezas

El diseño del molde consta de diferentes piezas las cuales se presenta en la Tabla 1 y se ven representadas en la Figura 2. Estas conforman un conjunto para la producción de suelas en bicolor.

Tabla 1. Piezas que conforman al molde [Autores].

N°	Tipo de Pieza	Características
1	Placa base o núcleo.	La placa base es la placa principal en la cual se da el labrado que se le da a la suela, dando la apariencia, forma y medidas externas que se requiere.
2	Placa porta insertos del primer color o cavidad porta insertos del primer color.	La placa porta insertos permite el ensamble con los insertos además de realizar el sellado del primer color que se inyecta con la placa base.
3	Insertos del primer color.	Los insertos del primer color realiza el sellado en los nervios hasta donde llegará la inyección del primer color.
4	Placa porta insertos del segundo color o cavidad porta insertos del segundo color.	La placa porta insertos para el segundo color permite realizar el llenado completo de la suela y unir la primera inyección que ya fue realizada previamente.
5	Insertos del segundo color.	Son de vital importancia debido a que se encargan de dar la forma interna de la suela creando los ahorradores de la misma.
6	Bisagras	Permite realizar el movimiento para el cambio de las placas porta insertos.

N°	Tipo de Pieza	Características
7	Seguros del molde	Permite mantener las placas base y las placas porta insertos firmemente cerradas para el momento de inyección.
8	Filtros de aire	Permiten la salida y el ingreso de aire al interior de las cavidades para reducir la creación de burbujas internamente evitando fallas en la inyección.

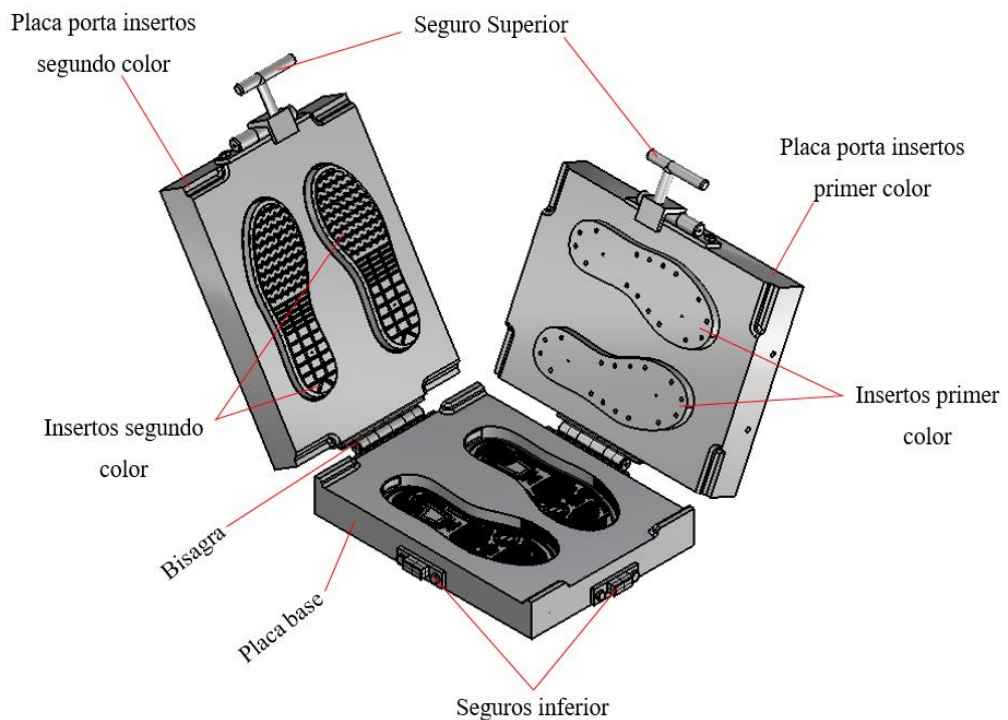


Figura 2. Esquema de partes del molde [Autores].

1.2.1.3 Tipos de moldeo

Mediante el estudio de los tipos de molde estos han cambiado paulatinamente según el tipo de maquinaria y el tipo de molde que estos requieren, llegando a clasificarse según el tipo de proceso que realiza y la influencia que tiene los operarios al emplear este tipo de moldes [7].

Se los clasifica como:

- Moldeo manual

El moldeo manual es un proceso que se encuentra realizado por los operadores en donde se ven involucrados en las acciones y sincronizaciones que se da para el moldeo, siendo un proceso poco empleado para producción continua [7].

- Moldeo semiautomático

El moldeo semiautomático es un proceso donde la maquinaria se encuentra encargada de cumplir ciertos ciclos que requirieren de un control. El reinicio o detención por lo general se lo realiza a través de un operario [7].

- Moldeo automático

El moldeo automático es un proceso en donde ya cuenta con ciclos programados y repetitivos en donde todos los sistemas se encuentran pre-establecidos, requiriendo la intervención de operarios en detención de maquinaria o solucionar problemas que haya en el proceso [7].

- Moldeo Robotizado

El moldeo robotizado es un proceso ya completamente autónomo en donde la maquinaria cumple con todos los ciclos de inyección y se emplea un brazo robot para cumplir con las funciones que realizaría un operario, estos sistemas de moldeo son considerados los más actuales y eficientes en los procesos de moldeo por inyección [8].

Para la producción del molde se empleó un moldeo semiautomático debido a la disponibilidad de maquinaria y tecnología existente, siendo capaz de alcanzar grandes producciones en el menor tiempo posible, pero es necesaria la intervención del obrero en el proceso de inyección.

1.2.1.3.1 Moldeo mediante inyección de polímero

El moldeo por inyección de polímero consiste en calentar el polímero hasta que llegue a un estado de alta plasticidad para que posteriormente fluya a través de un molde, el

cual le dará una forma específica y se enfriará para finalmente ser expulsada del molde [9].

El moldeo por inyección es comúnmente utilizado para fabricar un gran número de piezas en serie para así poder justificar el alto costo del molde. El proceso de inyección descrito en la Figura 3 normalmente tiene una duración de entre 10 y 30 segundos, que puede variar en función del tamaño de la pieza a inyectar, entre otros parámetros [9].

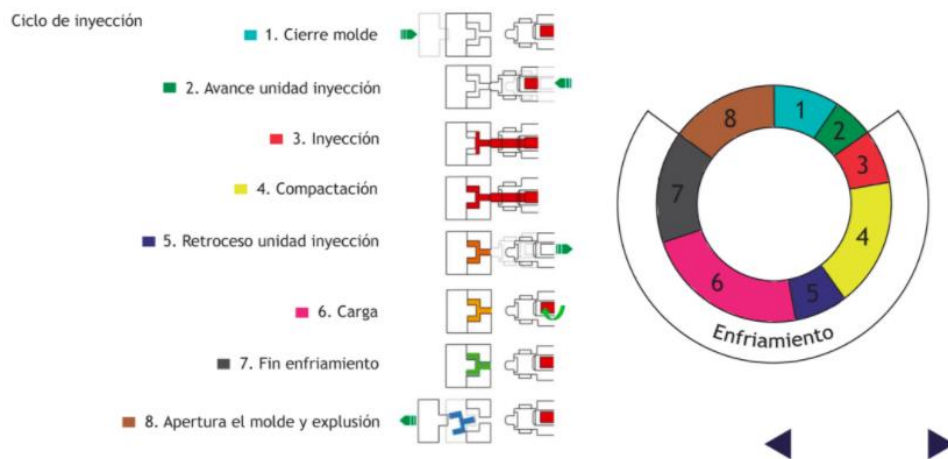


Figura 3. Etapas de un ciclo de inyección [9].

Como se muestra en la Figura 4, la máquina de inyección cuenta con un sistema de alimentación, en el cual se deposita el polímero muchas veces granulado y un émbolo el cual empuja dicho material hasta que llega a la cámara de calefacción y allí el polímero por acción del calor pasa a un estado líquido antes de ser inyectado en el molde.

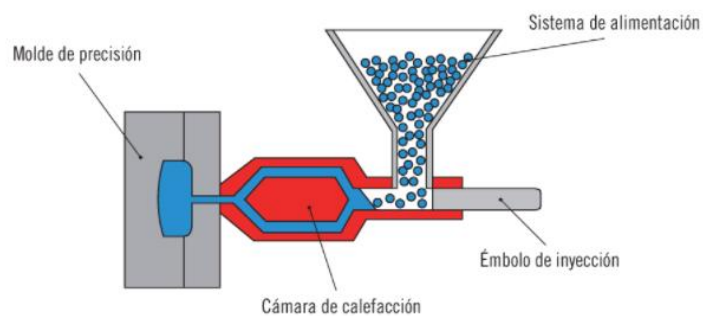


Figura 4. Esquema general de un sistema de inyección para moldes [10].

1.2.1.3.2 Moldeo por compresión

El moldeo por compresión consiste en utilizar tanto la presión como el calor para empujar al material polimérico a la cavidad destinada y que este adquiera la forma de la cavidad. Comúnmente se lo utiliza para aquellos polímeros termorrígidos, es decir aquellos que una vez calentados, moldeados y enfriados, no pueden ser nuevamente moldeados por efectos del calor [10].

Este proceso es similar a otros procesos de moldeo, con la particularidad de que este utiliza una tobera donde se agregan sustancias que ayuden a desmoldar la pieza. El molde en este proceso consta de dos partes que encajan entre sí. Al finalizar este proceso las rebabas se eliminan mediante un proceso de lijado o mecanizado simple [10].

1.2.1.4 Tipos de moldes

Un molde es uno de los componentes principales en el proceso de inyección dado que este es el que contiene la forma que se le asignará a la pieza. Este puede estar constituido por una pieza o por un conjunto de piezas [10].

Existe una gran cantidad de variedad de moldes según el tipo de pieza que se vaya a fabricar. La clasificación de los moldes que se presenta a continuación es en base a la expulsión y desmoldeo de la pieza, junto con la colada que se utiliza [10].

- **Molde de dos placas (Estándar):** Este consiste en dos partes las cuales están unidas a las placas de la máquina, de tal manera que al abrirse la unidad inyectora también se abre el molde. Los moldes pueden contar con una o más cavidades con el fin de generar más de una pieza a la vez. Este molde también debe contar con un canal de distribución por el que pasará el material a inyectar en estado líquido hasta llegar a la cavidad del molde, las partes de este tipo de molde se muestran se la Figura 5 [11].

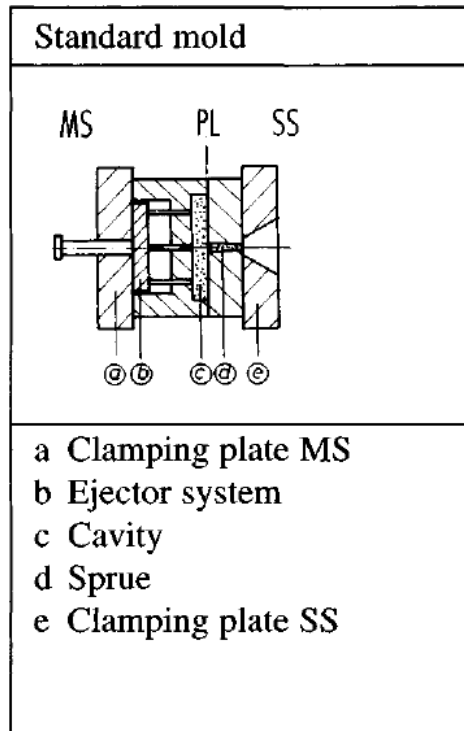


Figura 5. Representación de molde de dos placas [11].

De la Figura 5 se tiene:

- Placa móvil (Clamping plate MS): Unidad que se desliza para cerrar y abrir el molde al momento de la inyección y el desmoldeo.
- Sistema de eyección (Ejector system): Facilita la expulsión de la pieza de la cavidad del molde. Son pasadores que se encuentran en la sección móvil del molde.
- Cavidad (Cavity): Sección que contiene la forma de la pieza a inyectar.
- Bebedero (Sprue). – Ducto por el cual circula el polímero en estado líquido desde la boquilla del molde.
- Placa fija (Clamping plate SS): Unidad que no se desliza para cerrar y abrir el molde al momento de la inyección y el desmoldeo.

Este tipo de molde es de diseño simple y cuenta con una sola línea de partición. La eyección puede ser por gravedad o mediante expulsores.

- **Molde de tres placas:** A diferencia del molde de dos placas, este tiene ciertas ventajas como son:

- Existe una mejor distribución del material fundido debido a que este pasa a través de una puerta que se encuentra en la base de la pieza con forma de taza [11].
- La operación de la máquina moldeadora es automática gracias a la colocación de calentadores en el contorno de los canales del vaciadero los cuales permiten la eliminación de la solidificación del bebedero y vaciadero [11].

Las partes generales de un molde de tres placas se muestran en la Figura 6.

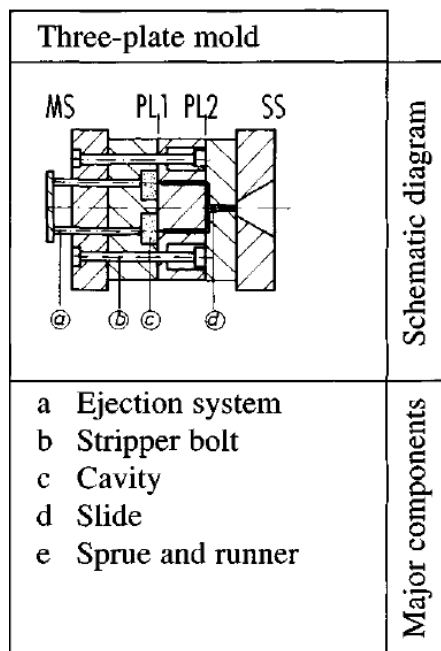


Figura 6. Representación de molde de tres placas [11].

Este tipo de moldes cuenta con dos líneas de partición y su movimiento de apertura es en dos pasos. El desmoldeo y separación de los correderos es automática [11].

- **Moldes combinados:** Cuando en el moldeo por inyección se requiere del uso de dos componentes que serán fundidos e introducidos en las cavidades por medio de compuertas separadas. Este proceso requiere de técnicas especiales de moldeo debido a que las cavidades que serán llenadas con el segundo

material deben estar bloqueadas al momento de inyectarse el primer material para que este no penetre en esas zonas [11].

Algunos de los procesos que se pueden dar con este tipo de moldes son los siguientes:

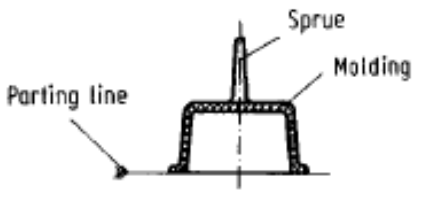
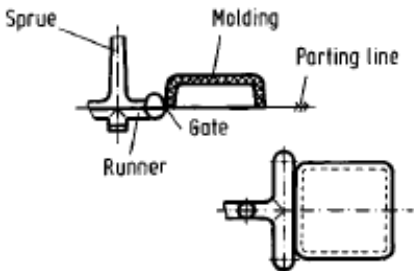
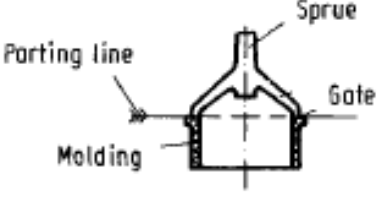
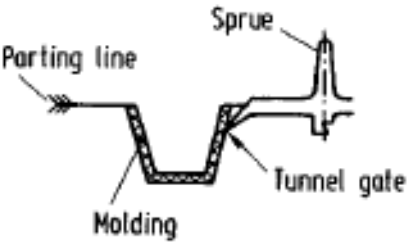
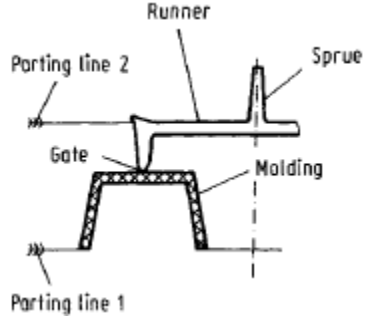
- Moldeo por inyección multicomponente: Todo método de inyección mediante el cual dos o más materiales son procesados. Varios materiales fundidos son inyectados por medio de distintas compuertas [11].
- Moldeo por inyección de dos colores: Similar al anterior, con la diferencia de que se utiliza el mismo material en dos distintos colores [11].
- **Moldes con plato de molde giratorio:** Un molde rotatorio tiene varias estaciones y diferentes cavidades. Para una pieza de dos colores, la primera sección de color se crea por inyección en la primera estación del molde. Luego de transcurrido el tiempo suficiente de enfriamiento el molde se abre y la sección de la pieza es girada 180° hasta la segunda posición. El molde se cierra para crear la segunda cavidad donde el segundo color o material es inyectado en la segunda posición de inyección. Mientras tanto, en la primera posición del molde, la primera pieza moldeada es creada nuevamente [11].

1.2.1.5 Puertas

En un molde, se le conoce como puerta a la abertura que hay entre los canales de recorrido y las cavidades del molde. Estos llevan el material del vaciadero primario o secundario hacia las puertas de las cavidades del molde. La ubicación de la puerta en el molde debe ser en la parte de mayor espesor para así evitar la formación de huecos o marcas de hundimiento [11].

Se tiene varios tipos de puertas, en la Tabla 2 se describen los tipos de puertas y algunas de sus ventajas.

Tabla 2. Tipos de puertas [11].

Tipo	Ilustración	Características
Sprue		<p>Se utiliza normalmente en moldes de una cavidad. Una de las ventajas de utilizar este tipo de puertas son los resultados de alta calidad y dimensiones exactas.</p>
Edge gate		<p>Se utiliza en partes con grandes áreas como placas y tiras. Una de las principales ventajas de este tipo de puerta es que no deja marcas al momento de ser desmoldada.</p>
Disk gate		<p>Para partes axialmente simétricas con núcleo montado únicamente a un lado. Este tipo de moldes permite que no haya reducciones en la fuerza.</p>
Tunnel gate (submarine gate)		<p>Se utiliza principalmente para partes pequeñas en moldes de múltiples cavidades y para materiales elásticos. Su principal ventaja es la remoción automática de puertas.</p>
Pinpoint gate		<p>Es comúnmente utilizada para moldes de múltiples cavidades y puertas céntricas. Consiste en una abertura pequeña de con forma cilíndrica.</p>

1.2.1.6 Canales de alimentación

Estos canales de alimentación o corredores están encargados de dirigir el material de inyección a las cavidades del molde. Su dimensionamiento y conexiones con la pieza moldeada afecta el proceso de llenado y por lo tanto la calidad del producto. Se tiene diferentes tipos dependiendo de la temperatura de control [11]. En función de lo anterior se destacan los siguientes canales de alimentación:

- **Canal de alimentación estándar**

Estos son maquinados directamente en las placas de los moldes, los cuales forman la línea de partición principal. Por lo tanto, su temperatura es la misma que la del molde. El remanente de la mezcla en los corredores se solidifica y tiene que ser desmoldado junto con la pieza moldeada después de cada disparo. En caso de materiales termoplásticos, estos remanentes solidificados pueden ser reciclados mediante triturado, sin embargo, para el caso de termoestables, se tiene un alcance limitado para el reciclado de manera que este material no se puede recuperar [11].

- **Canal de alimentación caliente**

Este tipo de canales de alimentación pueden verse como boquillas de inyección extendidas. Su temperatura suele estar entre los 160 – 180 °C. Las barreras térmicas lo aíslan del molde frío. Contiene el sistema de corredores que está conformado por el casquillo del bebedero central, canales y puertas o boquillas [11]. Algunas de las ventajas que presenta este tipo de boquillas son las siguientes:

- No hay pérdida de mezcla.
- Mayor calidad porque la mezcla puede ser conducida a la cavidad en los puntos óptimos.
- Mayor facilidad en el proceso se puede automatizar totalmente.

- **Canal de alimentación frío**

Este es utilizado para materiales termoestables, caucho entre otros, de características similares. A diferencia de los canales de alimentación caliente, este tipo de canales suele tener una temperatura de 80 – 120 °C para que el material no actúe de forma prematura en el corredor. Las ventajas son similares a las de los canales de alimentación caliente, sin embargo, poseen ciertas dificultades adicionales como: mayor consumo de presión lo que encarece el diseño, es prácticamente imposible introducir el material en cada cavidad con las mismas condiciones debido a las diferencias de temperaturas [11].

1.2.1.7 Selección de molde


Para el presente proyecto y en base a lo que solicita la microempresa se trabajará con un molde por inyección de dos colores debido a es que presenta mayores beneficios según la Tabla 3, además de que la suela debe ser bicolor y el molde debe ser compatible con las especificaciones de la inyectora, para lo cual se tomó como medidas máximas las dimensiones de la inyectora, siendo estas 400x300x60mm. La microempresa A.T.I INDUSTRIAL dispone con un centro de mecanizado, cuyas características se muestran en la Tabla 4.

Tabla 3. Ponderación para selección de molde [Autores].

Propuesta de molde de inyección.	% Relevancia	Molde de dos placas	Molde de tres placas	Molde combinado	Molde con plato de molde giratorio
Factores de análisis					
Costo de implementación	20	1	5	4	4
Costo de mantenimiento	11	2	5	3	3
Rendimiento	18	1	5	5	4
Espacio ocupado	15	3	5	4	4

Factores de análisis	% Relevancia	Molde de dos placas	Molde de tres placas	Molde combinado	Molde con plato de molde giratorio
Adaptabilidad	6	3	1	5	3
Grado de automatización	10	4	5	4	4
Versatilidad	8	3	1	4	4
Durabilidad	12	5	5	4	4
TOTAL	100	55	80	82.5	75


Tabla 4. Características del Centro de Mecanizado [Autores].

Centro de Mecanizado	
	
Características	
Modelo	FADAL 4020
X-AXIS TRAVEL	1016 mm [4 in]
Y-AXIS TRAVEL	508 mm [20 in]
Z-AXIS TRAVEL	508mm [20 in]
TABLE SIZE	1268.48X508 mm [47.94X20 in]
MAX WEIGHT ON TABLE	680.39 Kg [1500 Lbs]
SPINDLE TAQPER	# 40
SPINDEL SPEEDS	40-5.000RPM
SPINDLE MOTOR	11.19 kW [15 HP]
SPLINDLE MOSE TO ABLE	101.6 – 609.6 mm [4 -24 in]
SPINDLE CENTER TO COLUMN WAYS	508 mm [20 in]

Características	
FLOOR TO TABLE SURFACE	787.4 mm [31 in]
ATC, NUMBRE OF TOOLS	533.4 mm [21 in]
ATC, TOOL SELECTION	Bi-Directional

Además, para la inyección del polímero se contratará el servicio de una inyectora bicolor KINGSTONE JL-105-2C, donde sus respectivas características se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Características de máquina inyectora [Autores].

Máquina inyectora	
	
Características	
Marca	KINGSTONE
Modelo	JL-105-2C
Fuerza de sujeción	150 ton
Máximo volumen de inyección	650, 900 cm ³
Velocidad de inyección	500 cm/s
Potencia de calefacción	7*2 KW
Dimensiones (L*W*H)	4.1X25X2.4 m
Peso de la máquina	11900 Kg
Unidad hidráulica	18.5*2 KW
Apertura de golpe	210 mm
Molde de dimensión	420*320 mm

1.2.1.8 Materiales de un molde de inyección

Los moldes de inyección deben satisfacer las necesidades de producción de un alto número de piezas, por lo que estos deben ser resistentes y duraderos, pero al menor costo posible. Estos normalmente se encuentran sometidos a grandes cargas y procesos altamente repetitivos, por el costo del molde debe justificarse con el volumen de producción de la pieza. Por esto y otros parámetros los moldes suelen estar contruidos de metales de alta resistencia como el acero, sin embargo, usualmente las cavidades suelen estar hechas de otros materiales no metales también de alta calidad [11].

Gracias a las nuevas tecnologías se han podido utilizar nuevos materiales no metálicos para la construcción de moldes. Esto tiene relación con la elaboración de prototipos y con la necesidad de los clientes de obtener los moldes en el menor tiempo posible y al menor costo [11].

Hay diversos factores que determinan la selección de un material u otro. Estas pueden ser consideraciones económicas o en función de la naturaleza y forma del molde junto con su aplicación. Otro parámetro importante son las características del material a inyectar, debido que con esto se puede determinar el espacio mínimo de la cavidad, el desgaste que podría tener el molde en condiciones de uso, entre otras [11].

Los materiales más comunes utilizados en la construcción se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Aceros utilizados para diversos componentes de moldes de inyección [Autores].

Componente	Acero
Bloques de cavidades, núcleos de cavidades e insertos	H13, S7, L6, A2, A6, P2, P6, P20, 420SS
Placas de cavidad	P20, H13, S7, 420SS
Placas de sujeción	P20, H13, S7
Expulsores	H13 nitrurado
Placas expulsoras	P20, H13, S7
Pines guía	O1, A2, P6

Componente	Acero
Guías de pin	H13 nitrurado
Retenedores	P20, H13, S7
Deslizadores	P20 nitrurado, O1, O2, O6, A2, A6, P6
Casquillos de bebedero	O1, O2, L6, A2, A6, P6, S7

También se utilizan diversas aleaciones en función de lo que se requiera, como por ejemplo las aleaciones de zinc son comúnmente utilizadas para moldes prototipo o para moldes de producción a baja escala. Esto se debe a su bajo costo en comparación de otros materiales, además de tener una alta conductividad. EL molde alcanzaría una producción de aproximadamente 30000 unidades, tiempo para el cual el costo del molde es representativo.

1.2.1.9 Tratamientos

Los materiales para moldes de inyección deben tener propiedades que les permitan resistir las altas temperaturas y volúmenes de producción, y estas propiedades dependen en gran manera de sus propiedades químicas y los materiales de aleación. Por tanto, hay una búsqueda continua para la mejora de estas propiedades, la cual se puede conseguir por medio de varios tratamientos superficiales con el objetivo de mejorar la calidad superficial, resistencia a la corrosión, reducir la tenacidad, resistencia a la fatiga, entre otras. Los tratamientos más comunes se describen a continuación [11].

- **Tratamiento térmico de aceros**

En tratamientos térmicos tradicionales se cambia la estructura cristalina por medio del calentamiento y el enfriamiento. Esto le da distintas propiedades al acero. Para esto, los productores de aceros brindan información especial sobre tratamiento térmicos con las propiedades resultantes [11].

- **Métodos de tratamientos termoquímicos**

A diferencia de los tratamientos térmicos, los tratamientos termoquímicos utilizan elementos químicos que pueden ir desde gases, líquidos o sólidos aplicados en a la superficie para producir mayor dureza, capas resistentes al desgaste [11].

- **Carburación.** - En este método, el contenido de carbono de las capas cercanas a la superficie del acero es incrementado de un 0.25% a un 0.9% a temperaturas entre 850 y 980 °C. Si se baja la temperatura de forma abrupta se denomina cementación directa. Esto produce un endurecimiento de la superficie la cual está respaldada por un interior suave y un núcleo resistente [11].
- **Nitrurado.** - Esta se puede realizar mediante un baño de sal, gas o polvo. Dependiendo del método se tendrán temperaturas y tiempos distintos para el proceso. El objetivo de estos procesos es el de saturar la capa exterior de la pieza o molde por difusión de nitrógeno para así aumentar la dureza, resistencia al desgaste o a la corrosión. En los baños de nitrurado el molde se precalienta a 400°C, el tiempo de nitrurado depende de la profundidad de nitruración deseada, pero usualmente 2 horas son suficientes, generalmente [11].
- **Bonding.** - En este método las capas cercanas a la superficie son enriquecidas con boro. Esto resulta en una capa sumamente delgada pero extremadamente dura, además proporciona resistencia al desgaste. La unión se puede realizar en un sólido compuesto por medio de tratamiento en gas o en fundidos a base de bórax, con o sin electrolito [11].

Para el presente proyecto se busca la construcción de un molde para producción a gran escala, es por esto que se optó por utilizar una fundición de aluminio como material para el molde, esto se debe a su baja densidad y buena maquinabilidad, además de una alta conductividad térmica. En adición, en comparación con aceros como el P20, el cual también es utilizado con frecuencia, el aluminio presenta una mayor facilidad a la hora de mecanizar, como menciona el autor [3]. Además, haciendo referencia a los

costos, el precio de la obtención del aluminio representa un menor costo con respecto al acero P20 como materia prima para la construcción de molde.

1.2.1.11 Polímeros

Actualmente la utilización de polímeros se ha extendido de tal manera que cada vez aumentan la forma en la que estos pueden ser utilizados, además de las distintas áreas de aplicación que han ido abordando como la aeronáutica, entre otras. Esto se debe a la continua necesidad de crear materiales cada vez más resistentes, ligeros y duraderos [10].

Sin embargo, a pesar de las grandes ventajas que tienen estos materiales como lo es su durabilidad, esta también es una desventaja, hablando desde un enfoque medioambiental, considerando que al momento de ser desechados su descomposición o degradación toma bastante tiempo [10].

- **PVC**

Policloruro de vinilo (PVC) es el resultado del reemplazo de un átomo de hidrógeno por uno de cloruro. Este es un plástico duro y además resistente al fuego el cual suele ser usado para diversos tipos de cañerías. Al agregarle otros aditivos se puede obtener un material que puede llegar a reemplazar al caucho que se utiliza normalmente como impermeable en ropas, manteles, juguetes, entre otros [12].

- **PVC Expansor**

El PVC expansor o también conocido como PVC expandido posee una densidad más baja en comparación con el PVC común, este normalmente no resbala debido a que mantiene las características plásticas del PVC. Es común en suelas antideslizantes o cuando se busca una suela más liviana [13]. Algunas características fundamentales del material que deben ser tomadas en cuenta para efectos de simulación en software se presentan en la Tabla 7 y en la Tabla 8.

Tabla 7. Propiedades mecánicas del PVC [3].

Propiedades mecánicas del PVC	
Resistencia a la tensión	16 – 10 MPa
Módulo de elasticidad a la tensión	860 – 500 MPa
Módulo de elasticidad a la flexión	28 – 20 MPa

Tabla 8. Propiedades térmicas del PVC [3].

Propiedades térmicas del PVC	
Densidad	700 – 500 kg/m ³
Conductividad térmica	0.081 – 0.059 W/m/K
Coefficiente de expansión lineal	56 – 66 10 ⁻⁶ W/m/K
Capacidad calorífica específica	1.2 – 2.0 kJ/kg/K

1.2.1.12 Cálculos para el diseño del molde

- **Cálculo del número de cavidades**

El número de cavidades afecta al costo del molde debido al mecanizado de estas. Estas pueden ser mecanizadas directamente en las placas del molde para piezas grandes o también pueden ser insertadas, siendo independientes de las placas del molde. Estas últimas es que se pueden reemplazar cuando se hayan desgastado o hayan sufrido daños.

El cálculo del número de cavidades puede ser en base a la relación entre el volumen máximo de inyección de la inyectora y el volumen de la pieza junto con el de la mazarota como se muestra en la ecuación (1) [14].

$$F1 = \frac{S_v}{A_v} \quad (1)$$

Donde:

S_v: Volumen máximo de inyección de la máquina en cm³.

A_v: Volumen de la pieza junto con el de la mazarota en cm³.

Reemplazando el volumen máximo de inyección de la máquina dado en la Tabla 5 y el volumen de la suela junto con el de la mazarota mostrado en la Figura 12 y la Figura 13 calculado en software en la ecuación (1) se tiene lo siguiente:

$$F1 = \frac{600cm^3}{148.75cm^3} = 4.03 \approx 4$$

En base a lo calculado anteriormente se tiene que número máximo de cavidades que se puede tener según la geometría de la pieza sería de 4 aproximadamente, sin embargo, debido a que se realizarán dos inyecciones, una por cada color y por exigencias de la microempresa se trabajará con 2 cavidades.

- **Geometría del canal de llenado**

Los canales de llenado, entrada o distribución unen las cavidades del molde con el cono de entrada. Estás están encargados de que el material fundido penetre en todas las cavidades al mismo tiempo con una misma presión y temperatura. La geometría del canal de llenado debe tener en consideración el ahorro de material, por lo que la relación entre superficie y volumen debe ser mínima. Otro factor que influye es el desperdicio de material, por lo que el desecho producido por la extracción de la mazarota también baja. En base a los parámetros mencionados anteriormente se tiene que la mejor geometría que podría tener un canal de llenado es una circular como se muestra en la Figura 7.

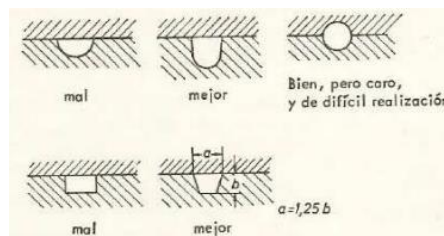


Figura 7. Ejemplos de secciones para canales de llenado [14].

Sin embargo, como se muestra en la Figura 7, la sección circular, a pesar de ser la óptima, su realización es la más complicada. Es por esto y por recomendación de [14], se optará por utilizar una geometría parabólica, la cual, además de ser la más utilizada,

se aproxima bastante a las exigencias de los parámetros mencionados anteriormente y la generación de desperdicios solo aumenta ligeramente con respecto a la geometría circular. En la Figura 8 se muestran los parámetros generales que se tuvieron en cuenta para el cálculo de la sección.

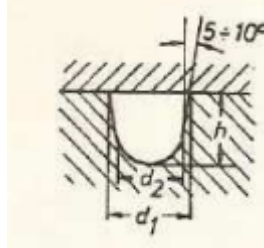


Figura 8. Dimensiones principales de un canal de llenado con geometría parabólica [14].

Para su cálculo de la altura de llenado y el ancho máximo del canal se procede como se muestra en las ecuaciones (2) y (3):

$$d_2 = s_{mas} + 1.5mm = 0.7 \cdot d_1 \quad (2)$$

$$h = \frac{2}{3} d_2 \quad (3)$$

Donde:

s_{max} =Espesor máximo de la pieza.

d_1 =Ancho mínimo del canal.

d_2 =Ancho máximo del canal.

h =Altura del canal.

Despejando d_1 de la fórmula (2) se tiene:

$$d_1 = \frac{s_{mas} + 1.5mm}{0.7}$$

$$d_1 = \frac{3.6mm + 1.5mm}{0.7}$$

$$d_1 = 7.29 \approx 7mm = d_2$$

Para el cálculo de la altura del canal se reemplaza los valores en la ecuación (3), teniendo lo siguiente:

$$h = \frac{2}{3} \cdot 7.29 = 4.86mm \approx 5mm$$

- **Cálculo de la fuerza de cierre**

La fuerza de cierre que posee la máquina inyectora debe ser mayor a la fuerza de inyección para evitar que durante el proceso de inyectar el material el molde no se abra. Esta fuerza de cierre puede ser calculada mediante nomogramas o utilizando fórmulas en caso de que se cuente con valores que estén fuera del rango del nomograma. La Figura 9 muestra valores y rango recomendados de presión en el interior de cavidad del molde, de la cual se tomará el valor promedio del rango de 1.5 a 3 KN/cm² que equivale a 225 Kgf/cm² especificado para PVC flexible.

Table 3.6 Recommended closing force values (clamping force)		
Injection material	Recommended values for specific closing force (kN/cm ²)	Practical values for the mould cavity pressure, based on the recommended closing force values (bar)
PS	1.5-3.5	150-350
SB	2.0-4.0	200-400
SAN	2.5-4.5	250-450
ABS	3.0-5.5	300-550
PVC rigid	2.5-5.0	250-500
PVC soft	1.5-3.0	150-300
CA	2.5-4.5	250-500
CP	2.0-3.5	200-350
PMMA	3.5-5.5	350-550
PPE mod. (PPO mod.)	3.5-6.0	350-600
PC	3.5-6.5	350-650
PSU/PES	4.0-6.0	400-600
PEI	3.5-6.5	350-650
PE soft	2.0-6.0	200-600
PP	3.0-6.5	300-650
PA 4.6	4.5-7.5	450-750
PA6	3.5-5.5	350-550
PA6.6	4.5-7.5	450-750
PA6.10	3.0-5.0	300-500
PA11.PA12	3.5-5.5	350-550
PA amor ph	3.5-4.5	350-450
POM	5.5-10.5	550-1050
PET	4.5-7.5	450-750
PBT	4.0-7.0	400-700
PPS	3.5-6.5	350-650
FEP	3.0-6.0	300-500
PAA	3.0-7.0	300-700

Figura 9. Valores de fuerza de cierre recomendados [15].

Para el cálculo de la fuerza de cierre también se utilizará el área proyectada que se muestra en la Figura 10, cuyo valor se calculó mediante software.

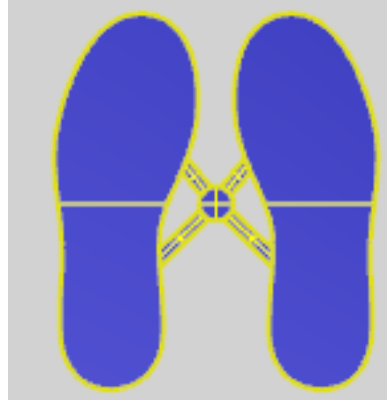


Figura 10. Área proyectada de inyección [Autores].

Para la presión de cierre se utiliza la ecuación (4):

$$F_c = A_p \cdot P_i \quad (4)$$

Donde:

F_c = Fuerza de cierre en Kgf

A_p =Área proyectada en cm^2

P_i =Presión interna de las cavidades en Kgf/cm^2

Reemplazando el área de la Figura 10 y el promedio de presiones de la Figura 9 en la ecuación (4) se tiene:

$$F_c = 446.097cm^2 \cdot 225 \frac{Kgf}{cm^2}$$

$$F_c = 100371.825Kgf \cdot \frac{9.81}{1000} = 984.65KN \rightarrow 100.41ton$$

Como se observa en la Tabla 5, la inyectora posee una fuerza de cierre de 150 ton, siendo mayor a la fuerza de cierre calculada necesaria para la inyección de la pieza, esto quiere decir que es factible utilizar el molde de dos colores en la inyectora KINGSTONE JL-105-2C.

- **Tiempo de enfriamiento del molde**

La velocidad de intercambio de calor entre el material inyectado y el molde es un factor importante en el desempeño económico del molde de inyección. El calor debe ser

retirado del material termoplástico hasta alcanzar un estado estable que permita el desmoldeo. El tiempo necesario para se denomina tiempo de enfriamiento. Según [14], existen varios métodos para el cálculo de tiempos de enfriamiento que van desde fórmulas hasta el uso de nomogramas, sin embargo, cuando se trabaja fuera de los rangos de los monogramas es necesario el uso de fórmulas. Debido a lo anterior, para el presente proyecto, según [16], se utilizó la ecuación (5):

$$t_e = \frac{s^2}{\pi^2 \cdot a} \ln \left[\frac{4}{\pi} \left(\frac{T_i - T_m}{T_e - T_m} \right) \right] \quad (5)$$

Donde se tiene que:

t_e = Tiempo de enfriamiento del molde

s = Espesor de pared de pieza.

A = Difusividad térmica de la pieza

T_m = Temperatura del molde

T_e = Temperatura de eyección

T_i = Temperatura de inyección

Acorde a [14], el cálculo de la difusividad térmica se lo obtiene mediante la aplicación de la ecuación (6), cuyos datos serán tomados de la Tabla 7 y la Tabla 8.

$$\alpha = \frac{\lambda}{\rho \cdot c} \quad (6)$$

Donde se tiene que:

α = Difusividad térmica del material

λ = Conductividad térmica del material

ρ = Densidad del material

c = Capacidad calorífica del material

Reemplazando datos en la ecuación (6) se tiene:

$$\alpha = \frac{1.45 \times 10^{-3} \frac{W}{m \cdot K}}{1525 \frac{kg}{m^3} * 1.6 \frac{kJ}{kg \cdot K}} = 5.9426 \times 10^{-7} \frac{m^2}{s}$$

Una vez calculada la difusividad térmica se puede calcular el tiempo de enfriamiento con la ecuación (5) teniendo en consideración que el espesor de pared de la suela es de 3.2mm calculado por software. Además, para la temperatura de inyección, se tomó el valor promedio de 155 °C y la temperatura del molde es de 40 °C. Estos valores están seleccionados acorde a [11]. La temperatura de desmoldeo se tomó el valor de 50°C.

$$t_e = \frac{0.0036^2 m^2}{\pi^2 \cdot 5.9426 \times 10^{-7} \frac{m^2}{s}} \ln \left[\frac{4}{\pi} \left(\frac{155^\circ C - 40^\circ C}{50^\circ C - 40^\circ C} \right) \right] = 5.93 seg$$

Cabe recalcar que el sistema de refrigeración no necesita de un dimensionamiento ya que el enfriamiento del molde se da de la misma manera gracias al uso de ventiladores.

- **Transferencia de calor entre el molde y el polímero**

Una vez calculado en tiempo de enfriamiento se procede a calcular el calor que se debe extraer junto con la rapidez con la que esto ocurre, para lo cual [3], aplica las siguientes fórmulas:

La ecuación (7) es utilizada para determinar el calor a ser extraído o removido.

$$Q_{molde} = m_{pieza} \cdot C_p \cdot (T_i - T_e) \quad (7)$$

Donde se tiene que:

Q_{molde} = Calor removido

m_{pieza} = Masa de pieza a inyectar

C_p = Calor específico del material

T_i = Temperatura de inyección

T_e = Temperatura de eyección

Para calcular la masa de la pieza se utilizó el volumen dado por el software junto con la densidad mostrada en la Tabla 7. Estos datos son reemplazados en la ecuación (8):

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

Donde se tiene que:

ρ = Densidad del material

m = Masa del material

v = Volumen del material

Despejando la masa de la ecuación (8) y reemplazando los datos del volumen de material dados en la Figura 12 y Figura 13:

$$m = \rho \cdot v$$

$$m = 1525 \frac{kg}{m^3} \cdot ((2.396 \times 10^{-6} \cdot 2) + 6.958 \times 10^{-5}) = 0.113kg$$

$$m = 0.113kg \cdot 2 \text{ cavidades} = 0.226kg$$

- **Trasferencia de calor del sistema**

Posteriormente a la obtención de la masa de ambas cavidades se calcula el calor removido a partir de la ecuación(7):

$$Q_{molde} = 0.226kg \cdot 1.6 \frac{kJ}{kg \cdot K} \cdot (428.15 - 313.15)$$

$$Q_{mold} = 41.74kJ$$

Como siguiente paso se determina la rapidez de transferencia de calor a partir de la ecuación (9) tomando en cuenta el tiempo de enfriamiento antes calculado:

$$Q_{sist} = \frac{Q_{molde}}{t_e} \quad (9)$$

Donde se tiene que:

Q_{sist} = Rapidez de transferencia de calor

Q_{molde} = Calor removido

t_e = Tiempo de enfriamiento

$$Q_{sist} = \frac{41.74}{5.93} = 7.04 \frac{kJ}{seg} = 7.04kW$$

1.2.2 Objetivo 2: Modelar la suela y el molde de inyección bicolor en un software CAD.

1.2.2.1 Modelado de la suela

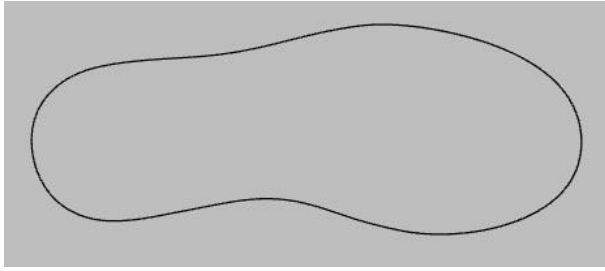
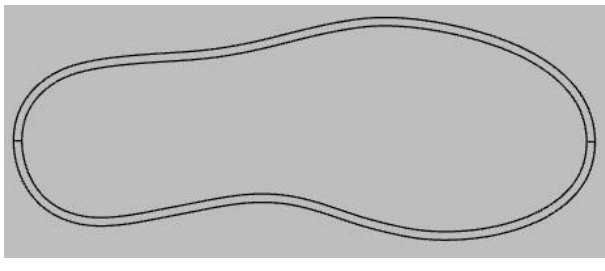
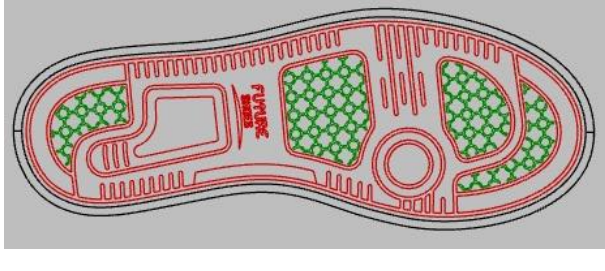
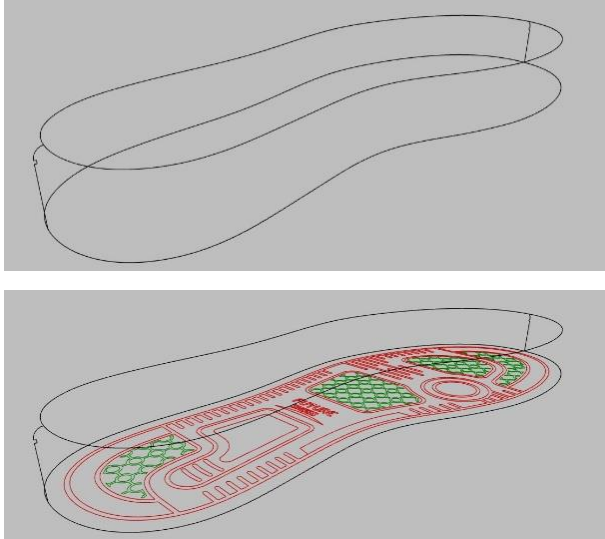
El modelado de la suela se debe iniciar del prototipo propuesto por la microempresa llevando la idea a un programa CAD, posteriormente diseñando cada una de las partes empleadas para la construcción del molde de inyección bicolor.

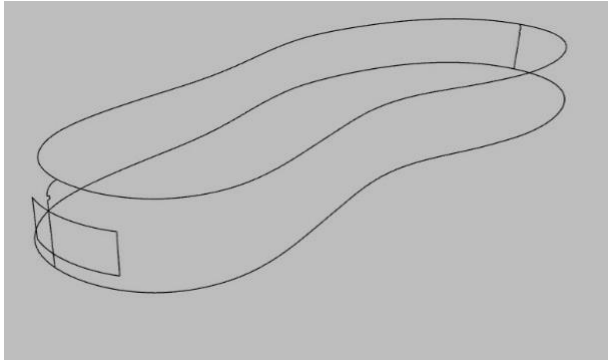
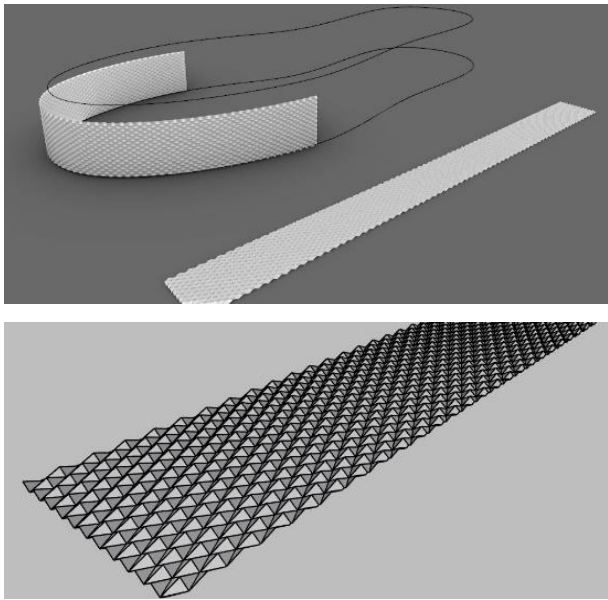
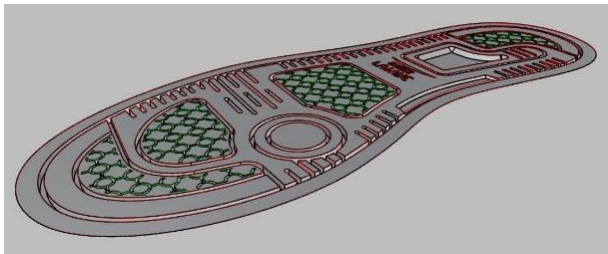
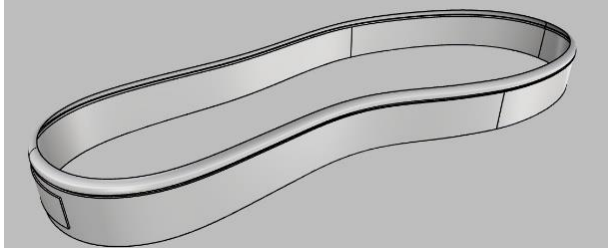
- **Diseño (CAD)**

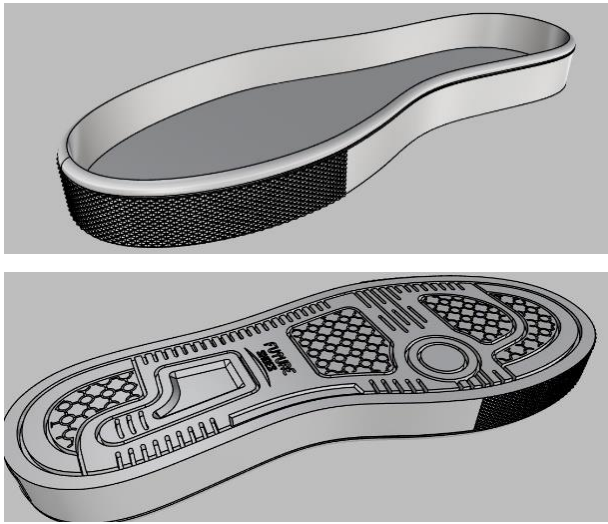
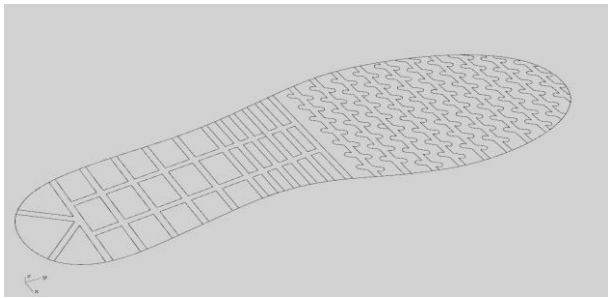
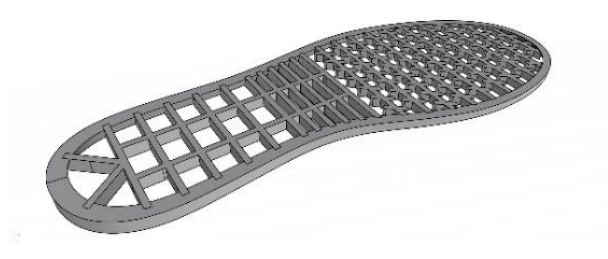

El diseño asistido por computadora (CAD), es uno de los principales procesos de manufactura dado que se encarga de generar la geometría, diseño, análisis y modelado por medio de un software, permitiendo que este tipo de procesos de diseño sean los más eficientes y óptimos [17].

El modelado fue mediante un diseño CAD, debido a que el trabajo no se enfoca directamente en el diseño se menciona en la Tabla 9 algunos de los pasos necesarios para la obtención de la suela.

Tabla 9. Desarrollo del modelado de la suela [Autores].

#	Desarrollo de suela	Descripción
1		<p>Se inicia con el diseño de la dima según las especificaciones dadas por la microempresa.</p>
2		<p>Se designa el espesor y el área delimitada de la suela.</p>
3		<p>Posteriormente se diseña el tipo de piso con su respectiva marca.</p>
4		<p>Mediante una segunda vista se procede a diseñar el detalle que conforma su contorno y su respectiva altura.</p>

#	Desarrollo de suela	Descripción
5		<p>Se realiza el detalle que se encuentra en el talón de la suela.</p>
6		<p>Se diseña la textura que se encuentra en la punta de la suela.</p>
7		<p>Se procede a crear la superficie del piso.</p>
8		<p>Se crea la superficie que conforma la caja mediante las líneas de patrón creadas anteriormente.</p>

#	Desarrollo de suela	Descripción
9		<p>Se une todas las superficies creadas con sus respectivos detalles.</p>
10		<p>Se diseña los ahorradores internos de la suela según las especificaciones de la microempresa.</p>
11		<p>Se recortan los ahorradores extruidos.</p>
12		<p>Se obtiene el modelo de suela con cada uno de sus detalles y especificaciones.</p>

1.2.2.2 Contracción

Debido a que el material a inyectar es PVC expansor, a diferencia del PVC común que se contrae al enfriarse, no tiene el mismo comportamiento si no que se expande, por lo que no se toman en cuenta la contracción debido a que esta no es representativa.

1.2.2.3 Espesor

El espesor de la suela se lo consigue por medio de software cuyo valor se muestra en la Figura 11.

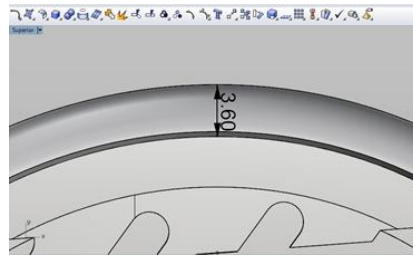


Figura 11. Espesor de suela [Autores].

1.2.2.4 Volumen

El volumen de la suela a inyectar se obtiene mediante software cuyo valor se muestra en la Figura 12.

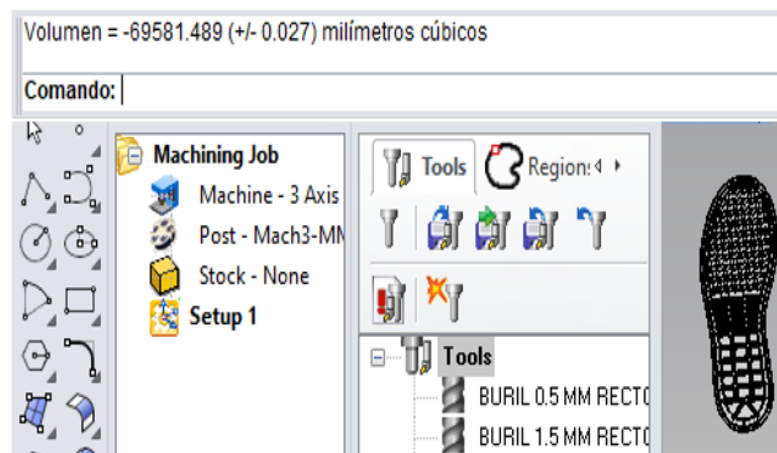


Figura 12. Volumen de la suela [Autores].

La mazarota es la encargada de conducir el material y definir el punto de inyección. En ella se crea un exceso de material que también es necesario tomar en cuenta, el cual es calculado mediante software y su valor se muestra en la Figura 13.

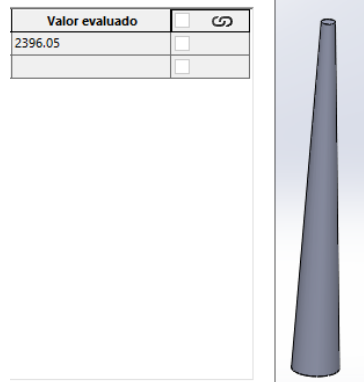


Figura 13. Volumen de mazarota [Autores].

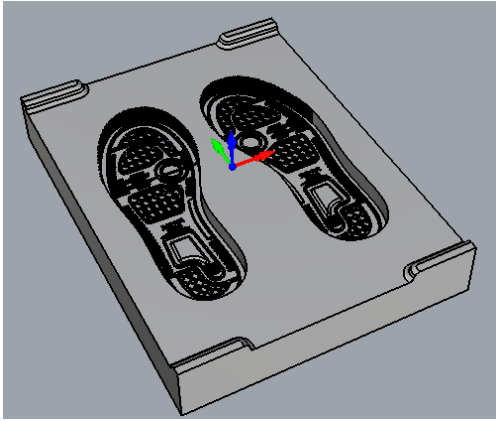
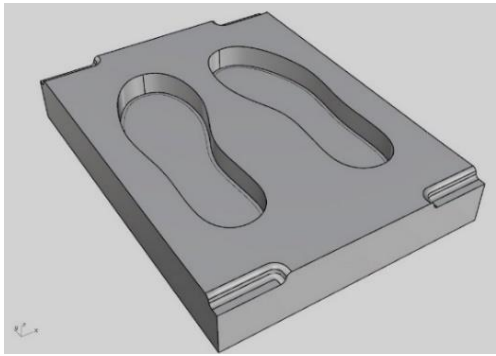
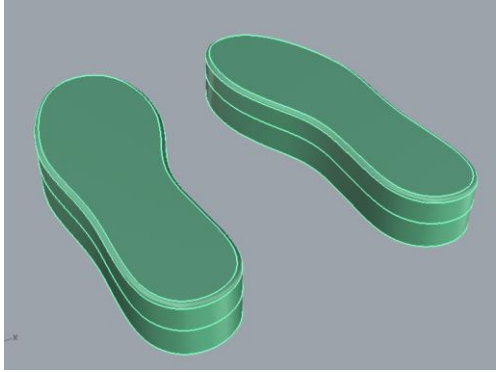
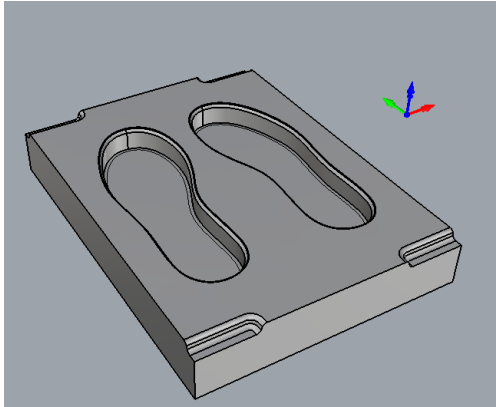
1.2.2.4 Datos de funcionalidad

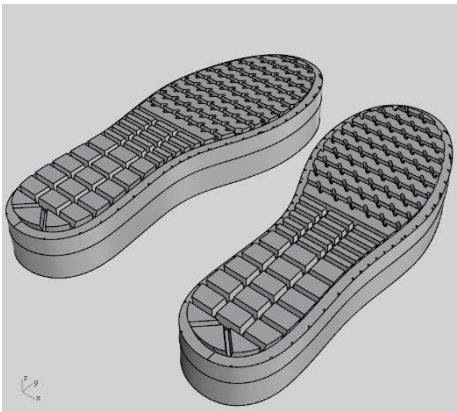
La suela en un zapato se encuentra ubicada en la parte inferior de este y está en contacto con el suelo. La función principal de una suela es la de proteger la planta del pie, además de brindar tracción para una mayor estabilidad. Si bien se tiene varios tipos de suelas en función del tipo de calzado o actividad a la que está destinada, para el presente proyecto se tomó en cuenta la especificación de la microempresa, la cual es una suela tipo caja utilizada mayormente en un calzado casual para adulto [18].

1.2.2.5 Modelado del molde de inyección

En la Tabla 10 se detalla el proceso de modelado de cada una de las partes del molde.

Tabla 10. Desarrollo de modelado del molde [Autores].

#	Desarrollo de suela	Descripción
1		<p>A partir del diseño de la suela se procede a modelar la cavidad del molde.</p>
2		<p>Se procede a modelar el núcleo/porta inserto para el primer color.</p>
3		<p>Se diseña los insertos para el primer color.</p>
4		<p>Se procede a modelar el núcleo/porta inserto para el segundo color.</p>

#	Desarrollo de suela	Descripción
5		Se diseña los insertos para el segundo color.

1.2.3 Objetivo 3: Construir las diversas partes que conforman al molde de inyección para suelas bicolor.

1.2.3.1 Cálculos de mecanizado

El cálculo de parámetros de mecanizado es de vital importancia para un correcto tipo de acabado y para un correcto uso de las herramientas o herramientas a utilizar en operaciones de planeado, escuadrado, acabados, refrentado, perforado, etc.

En la Tabla 11 se tomaron en cuenta el siguiente listado de herramientas que se requirieron para los procesos de mecanizado para un material de fundición de aluminio.

Tabla 11. Listado de herramientas [Autores].

N°	Material	Tipo de herramienta	Diámetro (mm)	N° de filos	Tipo de operación
1	Carburo	Fresa torica porta insertos.	63	4	Desbaste
2		Fresa porta insertos.	25.4	2	Desbaste
					Acabado
3		Fresa redonda.	10	2	Desbaste
					Acabado

N°	Material	Tipo de herramienta	Diámetro (mm)	N° de filos	Tipo de operación
4	Carburo	Fresa plana.	5	4	Desbaste
					Acabado
5		Fresa redonda.	8	2	Acabado
6		Buril redondo.	3	1	
7		Buril redondo.	1.5	1	
8		Buril plano.	0.4	1	
9		Buril cónico.	2	1	
10		Fresa cola de milano.	24	2	

Para el cálculo de velocidades de las herramientas que realizan las operaciones de desbaste y acabados es necesario determinar la velocidad del husillo, avances de corte y profundidad por pasada.

Velocidad del husillo

En base a [19] por medio de la ecuación (10) permite determinar la velocidad el husillo.

$$n = \frac{V_C * 1000}{\pi * \emptyset * Z} \quad (10)$$

Donde:

n = Velocidad del husillo.

V_C = Velocidad de corte.

\emptyset = diámetro de la herramienta.

Z = Número de filos cortantes de la herramienta.

Avances de corte

Por medio de la ecuación (11) permite determinar el avance de corte.

$$V_f = f_z * n * Z \quad (11)$$

Donde:

V_f = Avance de corte.

n = velocidad del husillo.

f_z = Avance por filos cortantes.

Z = Número de filos cortantes de la herramienta.

Los valores asignados para la velocidad de corte (V_c) y avance por filos cortantes (f_z), fueron tomados del **Anexo I**.

En la Tabla 12 se muestran los valores calculados para las velocidades y avances de los herramientas a utilizar cuyos valores se obtuvieron del **Anexo I**.

Tabla 12. Cálculo de velocidades y avances [Autores].

Tipo de herramienta	Diámetro (mm)	N° de filos	Operación	Velocidad de corte	Avance por diente	Velocidad del husillo	Velocidades seleccionadas	Avances de corte	Avances seleccionados
						[RPM]	[RPM]	[mm/min]	[mm/min]
				$V_c \left[\frac{m}{min} \right]$	$f_z \left[\frac{mm}{rev} \right]$	$n = \frac{V_c * 1000}{\pi * \phi * Z}$		$V_f = f_z * n * Z$	
Fresa tórica porta insertos.	63	4	Desbaste	200	0.20	1010.51	1011	808.80	809
Fresa porta insertos.	25.4	2	Desbaste	200	0.20	1253.19	1253	250.60	251
			Acabados	300	0.20	1879.78	1880	376.00	376
Fresa redonda.	10	2	Desbaste	120	0.15	1909.86	1910	286.50	287
			Acabados	150	0.10	2387.32	2387	238.70	239
Fresa plana.	5	4	Desbaste	120	0.15	1909.86	1910	286.50	287
			Acabados	150	0.10	2387.32	2387	238.70	239

Tipo de herramienta	Diámetros (mm)	N° de filos	Operación	Velocidad de corte	Avance por diente	Velocidad del husillo	Velocidades seleccionadas	Avances de corte	Avances seleccionados
						[RPM]	[RPM]	[mm/min]	[mm/min]
				$V_c \left[\frac{m}{min} \right]$	$f_z \left[\frac{mm}{rev} \right]$	$n = \frac{V_c * 1000}{\pi * \phi * Z}$		$V_f = f_z * n * Z$	
Fresa redonda.	8	2	Acabados	150	0.10	2984.16	2984	298.40	298
Buril redondo.	3	1				15915.49	5000	500	500
Buril redondo.	1.5	1				31830.99	5000	500	500
Buril plano.	0.4	1				119366.21	5000	500	500
Buril cónico.	2	1				23873.24	5000	500	500
Fresa cola de milano.	24	2				994.72	995	99.50	100
Buril en T plano.	3.5	4				3410.46	3410	341	341
Buril en T redondo.	7	2				3410.46	3410	341	341

Como se puede apreciar en la Tabla 12 hay valores de velocidades de usillo mayores a 5000 RPM, sin embargo, como esta es la velocidad máxima que alcanza la máquina se procedió a ocupar dicho valor para el cálculo de avances en esos casos.

1.2.3.2 Mecanizado del molde

Los pasos detallados para el mecanizado del molde se encuentran en el **Anexo 2**.

1.2.4 Objetivo 4: Determinar la calidad de la suela mediante pruebas de inyección.

Previo a los procesos de inyección se calibrará los parámetros de inyección con los cuales funcionará la inyectora bicolor los cuales se muestran en la Tabla 13, donde dará inicio el ciclo de inyección.

Tabla 13. Parámetros de inyección [Autores].

Parámetros de inyección				
Primer color	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
Temperatura de inyección (°C)	170	191	182	173
Volumen de inyección (g)	125-135			
Segundo color	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
Temperatura de inyección (°C)	141	174	154	139
Volumen de inyección (g)	145-160			

Para el valor de las temperaturas se tomó como base la temperatura promedio de 155°C en base a [11] y se fueron variando en las distintas zonas de la inyectora en función de cada una de las pruebas que fueron realizadas. Las pruebas de inyección realizadas y resultados obtenidos se presentarán en el capítulo III.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA.

2.1 Materia prima

En la Tabla 14 se pueden apreciar cada una de las partes junto con el material del que están compuestas, además de sus dimensiones y cantidad.







Tabla 14. Materia prima utilizada [Autores].








Materia prima utilizada				
N°	Tipo de Pieza	Material	Dimensión	Cantidad
1	Placa base o núcleo.	Aluminio	400x300x60mm	1
2	Placa porta insertos del primer color o cavidad porta insertos del primer color.	Aluminio	400x300x60mm	1
3	Insertos del primer color 1.	Aluminio	267.61x98.45x40.30mm	2
4	Placa porta insertos del segundo color o cavidad porta insertos del segundo color.	Aluminio	400x300x60mm	1
5	Insertos del segundo 2.	Aluminio	267.61x98.45x38.30mm	2
6	Bisagras	Acero		2
7	Seguros del molde	Acero		2
8	Filtros de aire	Acero		64

2.2 Materiales







Las herramientas que se utilizarán a lo largo del proceso de construcción del molde se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15. Lista de herramientas y equipos [Autores].



Listado de herramientas y equipos		
Fotografía	Descripción	Detalle y funcionalidad
	Computadora de escritorio	Empleada para el diseño, programación y simulación mediante software.
	Memoria USB	Trasmisión de datos e información.
	Calibrador digital o pie de rey	Instrumento de precisión para medición con un margen de exactitud de ± 0.01 mm.
	Flexómetro	Instrumento de medición con un margen de exactitud de ± 1 mm.
	Sierra manual	Herramienta de corte empleada para la fabricación de las bisagras.
	Llaves hexagonales	Herramienta para el ensamble del molde.

Fotografía	Descripción	Detalle y funcionalidad
	<p>Llaves mixtas (boca y corona)</p>	<p>Herramienta para la sujeción en las maquinas</p>
	<p>Llave pico de loro o llave inglesa</p>	<p>Herramienta para la sujeción en las máquinas.</p>
	<p>Reloj comparador</p>	<p>Instrumento de precisión para la medición de dimensiones con margen de exactitud de ± 0.001 mm.</p>
	<p>Fresa plana</p>	<p>Herramienta de corte empleada para el desbaste o afinados del molde.</p>
	<p>Fresa redonda</p>	<p>Herramienta de corte empleada para el afinado de la superficie del molde.</p>
	<p>Fresa porta insertos</p>	<p>Herramienta de corte empleada para el desbaste del molde.</p>
	<p>Fresa cónica</p>	<p>Herramienta de corte empleada para el afinado de los detalles más pequeños del molde.</p>

Fotografía	Descripción	Detalle y funcionalidad
	Fresa cola milano	Herramienta de corte especial para detalles en T para los ahorradores de los insertos.
	Buril en T plano	Herramienta de corte especial para detalles en T para las contrasalidas del molde
	Buril en T redondo	Herramienta de corte especial para detalles en T para la tapa del segundo color.
	Fresa porta cuchillas	Herramienta de corte empleada para grandes desbastes de superficies.
	Fresa Porta insertos	Herramienta de corte empleada para fresados universales.
	Brocas	Herramienta de corte para crear una perforación en el molde.

Fotografía	Descripción	Detalle y funcionalidad
	Broca cónica	Herramienta de corte para crear perforaciones cónicas en el molde para los puntos de inyección.
	Juego de machuelos	Herramienta de detalle para la conformación de roscas.
	Lima	Herramienta manual utilizada para eliminar los filos cortantes de las placas del molde producto del mecanizado
	Amoladora	Herramienta de corte para el desbaste de las bisagras y seguros.
	Motor tool	Herramienta de corte para acabados o afinados manuales del molde.
	Cabina de sandblasting	Herramienta empleada para dar los acabados del molde.

Fotografía	Descripción	Detalle y funcionalidad
	<p>Compresor de aire</p>	<p>Maquinaria empleada durante todo el proceso de construcción para el funcionamiento del centro de mecanizado, limpieza del molde, cabina sandblasting, entre otras.</p>
	<p>Taladro de mano</p>	<p>Herramienta eléctrica empleada para el perforado de los bebederos.</p>
	<p>Fresadora universal</p>	<p>Maquinado inicial de las placas para post mecanizado CNC.</p>
	<p>Taladro de pedestal</p>	<p>Maquinaria empleada para la sujeción de brocas y perforado de las placas.</p>

Fotografía	Descripción	Detalle y funcionalidad
	<p>Soldadora SMAW</p>	<p>Máquina empleada para la unión en acero de la bisagra y seguros del molde.</p>
	<p>Centro de mecanizado – FADAL 4020</p>	<p>Maquinaria empleada para el proceso de desbaste y acabados.</p>

2.3 Métodos

2.3.1 Deductivo

Mediante este método se logró que la información reunida sirva como guía y se utilizó para la determinación de las mejores opciones de diseño. Mediante este método se determinó de entre los varios tipos de puertas para el molde, la más adecuada para este, siendo la puerta pin – point la seleccionada para el molde en cuestión. Además, también fue necesario para la selección de temperaturas al momento de los cálculos.

2.3.2 Medición

Este método fue utilizado para poder determinar la cantidad de desperdicio en gramos que se obtiene de cada inyección. Esto permitió saber cuál es el volumen de desperdicio que se da en cada inyección. También para conocer la cantidad de material a inyectar en cada color, para así reducir los volúmenes de desperdicio en la mayor cantidad posible.

2.3.3 Observación

Este método permitió encontrar las presiones de llenado óptimas al momento de las pruebas de inyección. Además, también se lograron encontrar ciertas fallas en los

insertos, las cuales se solucionaron permitiendo así un llenado correcto del primer color. También se pudo notar que para la correcta extracción de la suela se debía primero retirar el material residual de los puntos de inyección y los canales de alimentación luego de la inyección. Otro punto importante fue percatarse de la necesidad de un respiradero extra en el inserto del primer color en la primera inyección para solucionar unas quemaduras que se generaban en la suela por atrapamiento de oxígeno.

2.3.4 Bibliográfico

Este método permitió la recopilación de información necesaria para cálculos, además de proyectos que sirvieron como guía para la estructura del trabajo y los pasos a seguir para la correcta elaboración y estudio del molde de inyección. También fue necesario al momento de los cálculos de mecanizado para encontrar las fórmulas necesarias junto con los rangos en los que se deben trabajar según cada proceso de mecanizado.

2.3.5 Experimental

Este método fue especialmente utilizado al momento de las pruebas de inyección, dado que fue necesario probar diferentes presiones de inyección para encontrar la más adecuada que permitió llenar cada color eficientemente, sin dejar espacios sin llenar por falta de presión o desbordes de material por exceso de presión.

2.4 Procedimiento

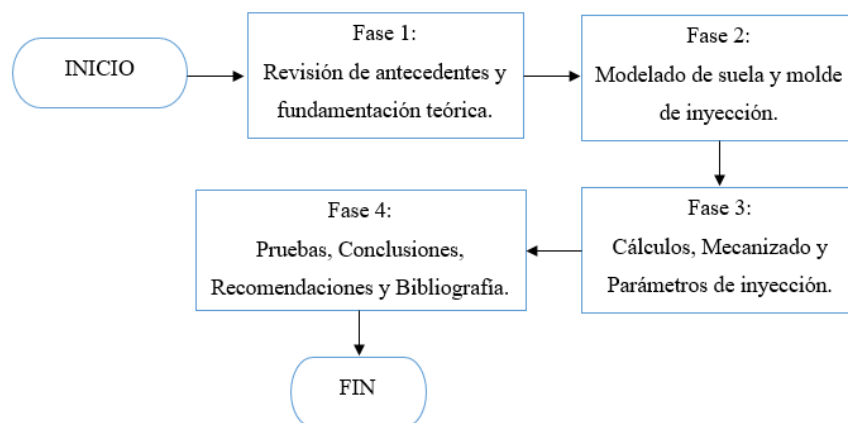


Figura 14. Diagrama de procesos [Autores].

Fase 1

- Como primera parte se tomó en cuenta las características técnicas solicitadas por la microempresa, entre estas las dimensiones de la suela y su aspecto.
- Se tomaron en cuenta los parámetros que debe tener la suela para cumplir con los requerimientos de dimensiones y forma a partir de la dima facilitada por la microempresa.

Fase 2

- Se procedió a modelar la suela por medio de software CAD.
- Se presentó un modelo tentativo al negocio del aspecto final de la suela para su aprobación.
- Se realizó un estudio sobre los tipos de molde y los tipos de llenado para determinar cuál sería el ideal en función del tipo de suela a inyectar, tomando en cuenta tipos de moldes generados previamente en la microempresa.
- Se dimensionó el molde diseñando así cada una de las placas junto con los insertos.
- Se aplicó un modelo de apertura, cierre y sujeción para el molde.

Fase 3

- Se realizaron cálculos para determinar la fuerza de cierre del molde, tiempos de enfriamiento, entre otros parámetros importantes a tener en cuenta en la construcción del molde.
- Se realizaron cálculos previos al mecanizado del molde como velocidades de husillo, avances, entre otros parámetros necesarios a tener en cuenta para el correcto uso de los herramientas y el Centro de Mecanizado.
- Se generaron los procesos de mecanizado en software CAM para la fabricación de cada una de las partes que conforman al molde.
- Se realizó la simulación del mecanizado de cada uno de los componentes del molde tomando en cuenta los cálculos de mecanizado y el diseño realizado previamente.
- Se generó el código G una vez comprobadas las operaciones de mecanizado.
- Se transmitieron los códigos G al Centro de Mecanizado.

- Se obtuvieron cada una de las partes principales del molde.
- Se lijaron los bodes y esquinas del molde para evitar cortes al momento de su manipulación, además del arenado para un aspecto mate en el acabado de la suela.
- Se colocaron los desgasificadores a los insertos para la salida del aire interno del molde evitando así su atrapamiento y generación de quemaduras en la suela.
- Se ensamblaron las bisagras, seguros e insertos en las palcas del molde.

Fase 4

- Se realizaron pruebas de inyección del molde para determinar la calidad de la suela.
- Se realizaron cambios en los parámetros de inyección hasta obtener una suela con los requerimientos que fueron dados por la microempresa.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN


3.1 Análisis y discusión de los resultados




3.1.1 Ensayos de inyección




Mediante la culminación de la construcción y armado del molde de inyección se procede a las pruebas las cuales se desarrollarán en el área de inyección, donde se acoplará el molde para sus debidas pruebas de cada color.

Mediante los parámetros previos se obtuvieron los siguientes resultados de cada color según el comportamiento del material y el color según como se muestra en la Tabla 16. Cabe recalcar que para las pruebas a continuación mostradas el molde tuvo un precalentamiento para lo cual se utilizó material reciclado en las primeras inyecciones para elevar la temperatura del molde. Esto ayuda que el material virgen tenga una mayor fluidez del material a la hora de la inyección.

Tabla 16. Pruebas de inyección [Autores].

Pruebas de inyección		
N°	Detalle	Imagen
1	Luego de realizar la primera prueba de inyección para el primer color se observó que el porcentaje en gramos del material de inyección era muy alto y debido a esto hubo un exceso de material en la parte inferior de la suela.	

N°	Detalle	Imagen
2	<p>Luego de disminuir un poco el porcentaje en gramos del material para el segundo color se notó que esta sección se llenó correctamente</p>	
3	<p>Al momento de realizar una prueba empleando ambos colores se notó una imperfección en el primer color, faltando material.</p>	
4	<p>Para la siguiente prueba se aumentó el porcentaje en gramos del primer color y se disminuyó el del segundo color, donde se pudo notar que, si bien el primer color se llenó de forma correcta, el segundo color tuvo una escasez de material en la parte superior interna en la zona de los ahorradores.</p>	

N°	Detalle	Imagen
5	<p>Con la intención de corregir el error de falta de material del segundo color en la prueba anterior, se aumentó su porcentaje en gramos, sin embargo, este fue demasiado provocando un exceso de material en forma de rebaba en el contorno del segundo color.</p>	
6	<p>Tanto el primer color como el segundo se llenaron de forma correcta, sin embargo, se puede apreciar una pequeña quemadura en la parte inferior de la suela debido a un atrapamiento de aire en la zona.</p>	
7	<p>En la prueba final se puede apreciar que se obtuvo un llenado correcto tanto del primer color como del segundo en las partes superior e inferior.</p>	

Como se puede observar en la Figura 15 el detalle de las contrasalidas ubicado en la parte frontal de las suelas tuvo buenos resultados.



Figura 15. Detalle de contrasalidas de la suela [Autores].

En la Figura 16 se puede apreciar que el detalle del taco de la suela no tuvo problemas y tuvo un buen acabado cumpliendo con los parámetros que fueron solicitados.



Figura 16. Detalle del taco de la suela [Autores].

3.2 Presupuesto

3.2.1 Costo de materiales

En la Tabla 17 se muestra el valor de los costos generados por materia prima o materiales que fueron necesarios para la elaboración del molde.

Tabla 17. Costos de materia prima [Autores].

Costos de materia prima				
Cantidad	Componente	Característica	Cost U.	Costo T.
3	Placa de aluminio	400x300x60 mm	\$ 250.00	\$ 750.00
2	Placa de aluminio	99x270x40	\$ 120.00	\$ 240.00
8	Perno allen	5/16 x 1 1/2 in	\$ 0.28	\$ 2.24
16	Perno hexagonal	3/8 x 1 in	\$ 0.25	\$ 4.00
3	Lija	Grano 150	\$ 0.50	\$ 1.50
1	Brocha	2 in	\$ 1.00	\$ 1.00
1	Tiñer	1 Lt	\$ 0.95	\$ 0.95
Cantidad	Componente	Característica	Cost U.	Costo T.
2	PVC Expansor	25 Kg	\$ 115.00	\$ 230.00
Total				\$ 1,229.69

3.2.2 Costo por uso de máquina y herramientas

En la Tabla 18 se muestra el costo resultado del uso de las distintas máquinas y herramientas necesarias para el mecanizado y construcción del molde, donde los tiempos de uso para cada máquina se encuentran más detallados en el **Anexo 2**.

Tabla 18. Costo por uso de máquinas y herramientas [Autores].

Costo por uso de máquinas y herramientas				
N°	Máquina	Tiempo de uso (h)	Costo máquina (\$)	Costo total de uso (\$)
1	Taladro de pedestal	7.98	\$ 10.00	\$ 79.80
2	Fresadora universal	12	\$ 12.00	\$ 144.00
3	Soldadora	2	\$ 10.00	\$ 20.00
4	Centro de Mecanizado	70.23	\$ 15.00	\$ 1,053.45
5	Compresor	1.5	\$ 10.00	\$ 15.00
6	Computadora de escritorio	180	\$ 1.00	\$ 180.00
7	Cabina Sandblasting	0.6	\$ 10.00	\$ 6.00
8	Motor tool	2	\$ 10.00	\$ 20.00
9	Amoladora	1	\$ 10.00	\$ 10.00
10	Inyectora	5	\$ 20.00	\$ 100.00
11	Taladro de mano	2	\$ 10.00	\$ 20.00
Total				\$ 1,648.25

3.2.3 Costo de herramientas de corte

Tabla 19. Costo de herramientas de corte [Autores].

Costo de herramientas de corte			
N°	Herramientas	Cantidad	Costo (\$)
1	Fresa torica 63 mm	1	94
2	Fresa porta insertos 25.4 mm	1	35
3	Fresa redonda 10 mm	1	25
4	Fresa plana 5 mm	1	15
5	Fresa redonda 8 mm	1	10
6	Varilla de acero rápido 6 mm	5	27.50
7	Varilla de acero rápido 8 mm	1	8.50
8	Fresa cola de milano 24 mm	1	35
9	Fresa porta cuchillas 150 mm	1	180
10	Broca 8.5 mm	1	6
11	Broca 8 mm	1	6
12	Broca 12 mm	1	8
13	Broca 6.5 mm	1	7
14	Broca 6 mm	1	5
Total			462.00

En la Tabla 19 se muestra el costo de cada uno de las herramientas de corte, donde dichos costos pertenecen al tiempo de mecanizado.

3.2.4 Costo de fabricación del molde

Para determinar el costo total de construcción del molde suman los valores obtenidos en los gastos de materia prima y mecanizado, cuyo resultado se muestra en la Tabla 20.

Tabla 20. Costo total del molde [Autores].

Costo total de fabricación del molde	
Costos de materia prima	\$ 1,229.69
Costo por uso de máquinas y herramientas	\$ 1,648.25
Total	\$ 2,877.94

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Con el fin de diseñar una suela que cumpla con las especificaciones de la microempresa, primero se generó un diseño en software CAD que fue presentado a esta para mostrar una idea más realista de aspecto final de la suela y poder empezar a diseñar el molde de la mejor manera.
- Para el diseño del molde se realizaron cálculos para el diseño del canal de llenado seleccionando aquel que es más utilizada acorde a otros autores para el tipo de molde utilizado, escogiendo así un canal de llenado de sección transversal parabólica cuyas dimensiones fueron de 5 mm de alto y 7 mm de ancho.
- Para asegurarse de que el molde no tienda a abrirse o que el material de inyección pueda llegar a desbordarse se realizaron cálculos para determinar la presión necesaria de inyección y compararla con la presión de cierre de la máquina, dando como resultado una presión de inyección necesaria de 100 ton aproximadamente, siendo esta menor a las 150 ton de presión de cierre de la inyectora.
- Para la construcción del molde se emplearon diferentes tipos de máquinas y herramientas las cuales estaban para nuestra disposición en la microempresa, en donde se aplicaron los conocimientos adquiridos en CAD/CAM y procesos de manufactura. Para su elaboración fue principalmente necesaria la utilización de un Centro de Mecanizado cuyo proceso de cada una de las partes se describen detalladamente en la calendarización, dando en resumen los siguientes tiempos para cada uno de los componentes: En la placa base se obtuvo un tiempo de 34 horas con 25 min, para la tapa del primer color fue necesario un tiempo de 19 horas con 41 min, en la tapa del segundo color se tomó un tiempo de 20 horas y 51 min, y para los insertos del primer y segundo color se requirieron tiempos de 9 horas con 18 min y 16 horas con 19 min respectivamente, dando así un tiempo total de construcción del molde de en el centro de mecanizado de 70 horas y 59 min aproximadamente.

- Para el mecanizado de las contra salidas fue necesario modificar los diámetros internos del buril en T debido a que este podría llegar a generar daños en los bordes de la punta y taco de la parte interna de la placa base desbastando estos bordes o incluso llegando a romperse la herramienta.
- Al momento de realizar las pruebas de inyección fue necesario establecer los parámetros de la inyección en función del tipo de material dependiendo ser este virgen o reciclado y color, teniendo en cuenta que al momento de realizar las pruebas de inyección, debido a las condiciones antes mencionadas, las secciones del primer color que fueron llenadas con color negro necesitaron menos porcentaje de material que aquellas llenadas con color blanco, esto mismo sucedió cuando se inyectó primero utilizando material virgen y luego utilizando material reciclado.
- Para la producción de moldes se debe de considerar el uso de placas de aluminio fundido para abaratar costos debido a que al diseñar un tipo de molde bicolor se deben emplear muchas más piezas y componentes, debido a que aumentan el número de placas en función del número de colores, aumentando así los costos y tiempos de mecanizado.
- En función de las necesidades de la microempresa, el molde construido también puede llegar a ser utilizado para suelas monocolor, aumentando así su versatilidad y variedad de suelas.

4.2 Recomendaciones

- Cuando se tiene la inyección de dos colores en una misma suela es necesario tener en cuenta los espesores resultantes de cada color para evitar así secciones que no alcancen a llenar completamente debido a un espesor demasiado pequeño evitando la fluidez del material.
- Al realizar pruebas de inyección es recomendable utilizar material reciclado en las primeras inyecciones con la intención de precalentar el molde, facilitando así la fluidez del material en el molde al momento de la inyección y asegurando que el molde se llene completamente cuando se vaya a inyectar el material virgen.
- Al momento de diseño es importante tener en cuenta aquellas secciones en las que es necesario evacuar los gases que pueden llegar a generarse internamente generando quemaduras en la suela por estos atrapamientos.

- Para el desarrollo de las demás series de números se debe tomar en cuenta el comportamiento del material a diferentes temperaturas provocando que el cálculo de volúmenes no sea exacto para el resto de las tallas.
- Es necesario tener en cuenta el uso de herramientas en función de la talla de la suela, dado que a menor talla se deberá emplear buriles y fresas más pequeñas.

MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias Bibliográficas

- [1] Á. Guarín Grisales, “Estudio del estado de arte de molde de inyección en Colombia”, Colombia: *Red Universidad Eafit*, 2006.
- [2] R. A. R. Linares y L. E. C. Bravo, *Procesos de fabricación en polímeros y cerámicos*, Bogotá: Ediciones de la U, 2018.
- [3] C. I. T. Carpio, “Diseño y construcción de un molde de inyección para fabricación de suelas de PVC para la empresa CARVIFACTORY CIA. LTDA.”, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2021.
- [4] D. B. Upadhyay, N. Ghimire y P. Thapa, “Design, analysis and optimization of injection mold for production of plastic safety hermel”, Nepal: *Kathmandu University*, 2019.
- [5] E. C. C. Vega, “Diseño de un molde para fabricación de suelas FABYA tamaño 37 de poliuretano, utilizando ingeniería CAD CAM CAE”, Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2015.
- [6] D. I. C. Bonifaz, “Diseño y construcción de un molde de inyección del arco almohadillado, de protectores para la empresa Halley Corporación”, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2017.
- [7] D. N. Buchwald Haberkorn, “Metodología para el diseño de moldes de inyección de plásticos utilizando pro/Moldesign de pro/engineer.”, Intituto Tecnológico de Monterrey, México, 1996.
- [8] Innovative Automation, “Procesamiento robotizado del plástico”, Innovative Automation Inc., 27 Febrero 2012. [En línea]. Available: <https://www.innovativeautomation.com/es/procesamiento-robotizado-del-plastico/>. [Último acceso: 1 Enero 2022].
- [9] L. A. S. G. S. T. P. P. M. H. Castellano, “Desarrollo de un producto de material plástico por inyección”, Las Palmas de Gran Canaria: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Servicio de Publicaciones y Difusion Científica, 2015.
- [10] D. I. M. S. Miriam Hervás Torres, *Configuración de moldes, matrices y cabezales de equipos para la transformación de polímeros: operaciones de*

transformación de polímeros termoplásticos, Antequera, Málaga: IC Editorial, 2015.

- [11] M. Georg, M. Walter y M. Paul, *How to make injection molds*, Hanser Publications, 2001.
- [12] E. Segundo, *Ingeniería de materiales I*, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2015.
- [13] A. Snachez, “Tipos de suelas”, *YNDAC Perú S.A.C*, 12 Octubre 2016. [En línea]. Available: <https://www.yndacperu.com/2016/10/12/tipos-de-suelas/>. [Último acceso: 02 Febrero 2020].
- [14] G. Menges y G. Mohren, *Moldes para inyección de plásticos*, México: G, Gili, S.A, 1983.
- [15] V. Goodship y R. C. Bethany Middleton, *Design and Manufacture of Plastic Components for Multifunctionality Structural Composites, Injection Molding, and 3D Printing*, Elsevier, 2016.
- [16] X. - P. D. Hong - Seok Park, “mold, Optimization of conformal cooling channels with array of baffles for plastic injection”, *INTERNATIONAL JOURNAL OF PRECISION ENGINEERING AND MANUFACTURING*, 2010.
- [17] P. Radhakrishnan, *CAD/CAM/CIM*, New Age International Ltd., 2008.
- [18] J. M. Loreto, “Cual es la importancia de una buena suela”, *Calzados Club Verde*, 03 Marzo 2017. [En línea]. Available: <https://www.calzadosclubverde.es/blog/hombre-mujer/cual-es-la-importancia-de-una-buena-suela>. [Último acceso: 02 Febrero 2022].
- [19] J. S. Solís, *Teoría y cálculo para fresado mecánico*, Instituto Nacional de Aprendizaje, Costa Rica, 2013.
- [20] P. V. E., *Programación del Centro de Mecanizado*, Quito: SECAP, 2005.


Anexo 1: Condiciones de corte.







Kind of machining	Material to be cut	Steel (S35C)		Cast (FC25)		Aluminum (Al)	
	Cutting condition	Cutting speed(V)	Feed rate (f)	Cutting speed(V)	Feed rate (f)	Cutting speed(V)	Feed rate (f)
	Classification	m/min	mm/Tooth <i>Az</i>	m/min	mm/Tooth <i>Az</i>	m/min	mm/Tooth <i>Az</i>
Face milling (Cemented carbide)	Rough	120	0.2	90	0.2	200	0.2
	Finish	150	0.15	120	0.2	300	0.2
End milling (High-speed steel)	Rough	20	0.12	22	0.1	^{Plastic} 180 80	0.1
	Finish	25	0.08	26	0.06	90	0.08
End milling (Cemented carbide)	Rough	60	0.1	65	0.1	120	0.15
	Finish	70	0.06	75	0.07	150	0.10
Drilling (High-speed steel)	/	20	0.2 (mm/rev)	25	0.2 (mm/rev)	50	0.2 (mm/rev)
Drilling (Cemented carbide)	/	60	0.3 (mm/rev)	50	0.2 (mm/rev)	/	/
Boring (Cemented carbide)	Rough	85	0.15	95	0.15	250	0.15
	Finish	95	0.08	100	0.1	300	0.08
Tapping (High-speed steel)	/	8	(Pitch)	10	(Pitch)	15	(Pitch)
Reaming (High-speed steel)	/	6	0.25 (mm/rev)	6	0.25 (mm/rev)	10	0.5 (mm/rev)




b) Cutting conditions vary according to various kinds of factors such as the size of the tool diameter, the rigidity and setting method, workpiece and machining accuracy. Values in the above table can be used as yardsticks of cutting conditions.

Fuente: [20]


Anexo 2: Calendarización.




UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBAIO										
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA										
CARRERA DE MECANICA										
Elaborado por:	Fernando Rojas, Ander Vera					Fecha:	18/2/2022			
						Potencia de corte recomendada	7.83KW			
Material	Fundición de aluminio									
Concepto	Proceso	Descripción	Máquina	Herramienta	Velocidad del husillo (RPM)	Avance (mm/min)	Profundidad de corte (mm)	Tiempo (min)	Ilustración	
Placa base	Planeado	Se retiró material en la superficie para aproximarla al espesor requerido por el molde	Fresadora universal	Fresa porta cuchilla 150mm	680	204	2	120		
	Taladrado	Se realizaron perforaciones a las placas de aluminio fundido para que estas puedan ser montadas en el Centro de Mecanizado	Taladro de pedestal	Broca 8.5mm	N/A	N/A	N/A	5		
	Roscado	Se generó las roscas en las perforaciones para la sujeción de la placa base al Centro de Mecanizado	Manual	Machuelo M10	N/A	N/A	N/A	8		



Concepto	Proceso	Descripción	Máquina	Herramienta	Velocidad del husillo (RPM)	Avance (mm/min)	Profundidad de corte (mm)	Tiempo (min)	Ilustración
Placa base	Desbaste	Se retiró el exceso de material de las paredes y de la parte interna del molde.	Centro de Mecanizado	Fresa tórica porta insertos 63 mm	1011	809	12	150	
	Escuadre	Este proceso fue necesario para dimensionar la placa	Centro de Mecanizado	Fresa porta insertos 25.4mm	1253	251	13	70	
	Remaquinado de la parte interna	Se desbastó el exceso de material de la parte interna deja por la fresa tórica de 63 mm debido a sus radios	Centro de Mecanizado	Fresa porta insertos 25.4mm	1880	376	1	210	
	Afinado de superficie	Se dio el acabado superficial a la parte superior del molde	Centro de Mecanizado	Fresa redonda 10mm	2387	239	02	360	
	Afinado interno	Se realiza el afinado interno de las paredes	Centro de Mecanizado	Fresa plana 5mm	2387	239	08	45	
	Afinado superficial del labrado	Se realizó el acabado de la superficie interna del labrado.	Centro de Mecanizado	Fresa redonda 8mm	2984	298	02	228	

Concepto	Proceso	Descripción	Máquina	Herramienta	Velocidad del husillo (RPM)	Avance (mm/min)	Profundidad de corte (mm)	Tiempo (min)	Ilustración
Placabase	Reafinado superficial del labrado	Se realizó el acabado de la superficie interna del labrado debido al radio que dejó la herramienta de 8mm.	Centro de Mecanizado	Butil redondo 3mm	5000	500	0.2	240	
	Reafinado superficial del labrado	Se realizó el acabado de la superficie interna del labrado debido al radio que dejó la herramienta de 3mm.	Centro de Mecanizado	Butil redondo 1.5mm	5000	500	0.2	270	
	Afinado de las letras	Se realiza del afinado de las letras	Centro de Mecanizado	Butil plano 0.4mm	5000	500	0.1	60	
	Contrasalida	Se realiza un mecanizado lateral de las paredes tanto en la punta como en el taco de la suela	Centro de Mecanizado	Butil en T plano 3.5mm	1364	341	0.05	180	
	Perforado	Se realizaron las perforaciones para la sujeción de bisagras y seguros	Taladro de pedestal	Broca 8mm	N/A	N/A	N/A	20	
	Roscado	Se realizó el roscado para la sujeción de bisagras y seguros	Manual	Machuelo 3/8	N/A	N/A	N/A	32	
	Pulido	Se eliminó los filos cortantes y se pulió la superficie del molde	Manual	Lijas, limas	N/A	N/A	N/A	60	
	Arenado	Se realiza un arenado sandblasting para dar un acabado mate a la superficie del molde	Sandblasting	Compresor, arena sílice para sandblasting	N/A	N/A	N/A	7	
Total									206


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBAIO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA



Elaborado por:	Fernando Rojas, Ander Vera				Fecha:	18/2/2022			
					Potencia de corte recomendada	7.83KW			
Material	Fundición de aluminio								
Concepto	Proceso	Descripción	Máquina	Herramienta	Velocidad del husillo (RPM)	Avance (mm/min)	Profundidad de corte (mm)	Tiempo (min)	Ilustración
Tapa primer color	Planeado	Se retiró material en la superficie para aproximarla al espesor requerido por el molde	Fresadora universal	Fresa porta cuchilla 150 mm	680	204	2	120	
	Taladrado	Se realizaron perforaciones a las placas de aluminio fundido para que estas puedan ser montadas en el Centro de Mecanizado	Taladro de pedestal	Broca 8.5 mm	N/A	N/A	N/A	5	
	Roscado	Se generó las roscas en las perforaciones para la sujeción de la placa base al Centro de Mecanizado	Manual	Machuelo M10	N/A	N/A	N/A	8	
	Desbaste	Se retiró el exceso de material de las paredes y de la parte interna del molde.	Centro de Mecanizado	Fresa tórica porta insertos 63 mm	1011	809	12	150	
	Escuadre	Este proceso fue necesario para dimensionar la placa	Centro de Mecanizado	Fresa porta insertos 25.4 mm	1253	251	13	70	
	Remaquinado de la parte interna	Se desbastó el exceso de material de la parte interna deja por la fresa tórica de 63 mm debido a sus radios	Centro de Mecanizado	Fresa porta insertos 25.4 mm	1880	376	1	210	

Concepto	Proceso	Descripción	Máquina	Herramienta	Velocidad del husillo (RPM)	Avance (mm/min)	Profundidad de corte (mm)	Tiempo (min)	Ilustración
Tapa primer color	Desbaste	Se realiza el desbaste de los cojinetes	Centro de Mecanizado	Fresa porta insertos 25.4 mm	1253	251	1	30	
	Afinado de superficie	Se dio el acabado superficial a la parte superior del molde	Centro de Mecanizado	Fresa redonda 10mm	2387	239	0.2	360	
	Afinado interno	Se realiza el afinado interno de las paredes	Centro de Mecanizado	Fresa plana 5mm	2387	239	0.8	45	
	Afinado superficial	Se realizó el acabado de la superficie interna de la cavidad porta insertos.	Centro de Mecanizado	Fresa porta insertos 25.4 mm	1880	376	0.2	10	
	Desbaste	Se realizó un canal para la salida de aire	Centro de Mecanizado	Fresa plana 5mm	1910	287	0.6	3	
	Desbaste	Se realizaron los canales de alimentación	Fresadora universal	Fresa redonda 10mm	293	100	15	60	
	Perforado	Se realizó las perforaciones de los puntos de inyección	Taladro manual	Broca cónica 7mm	N/A	N/A	N/A	30	
	Perforado	Se realizaron las perforaciones para la sujeción de bisagras y seguros	Taladro de pedestal	Broca 8mm	N/A	N/A	N/A	10	

Concepto	Proceso	Descripción	Máquina	Herramienta	Velocidad del husillo (RPM)	Avance (mm/min)	Profundidad de corte (mm)	Tiempo (min)	Ilustración
Tapaprimercolor	Perforado	Se realizaron las perforaciones para la sujeción del inserto a la placa porta insertos.	Taladro de pedestal	Broca 8mm	N/A	N/A	N/A	10	
	Perforado	Se realizaron las perforaciones para la sujeción del inserto a la placa porta insertos.	Taladro de pedestal	Broca 12mm	N/A	N/A	N/A	7	
	Roscado	Se realizó el roscado para la sujeción de bisagras y seguros	Manual	Machuelo 3/8	N/A	N/A	N/A	16	
	Pulido	Se eliminó los filos cortantes y se pulió la superficie del molde	Manual	Lijas, limas	N/A	N/A	N/A	30	
	Arenado	Se realiza un arenado sandblasting para dar un acabado mate a la superficie del molde	Sandblasting	Compresor, arena sílice para sandblasting	N/A	N/A	N/A	7	
Total									1181

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBAIO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA

Elaborado por:	Fernando Rojas, Ander Vera					Fecha:	18/2/2022			
						Potencia de corte recomendada	7.83KW			
Material	Fundición de aluminio									
Concepto	Proceso	Descripción	Máquina	Herramienta	Velocidad del husillo (RPM)	Avance (mm/min)	Profundidad de corte (mm)	Tiempo (min)	Ilustración	
Tapa Segundo Color	Planeado	Se retiró material en la superficie para aproximarla al espesor requerido por el molde	Fresadora universal	Fresa porta cuchilla 150mm	680	204	2	120		
	Taladrado	Se realizaron perforaciones a las placas de aluminio fundido para que estas puedan ser montadas en el Centro de Mecanizado	Taladro de pedestal	Broca 8.5mm	N/A	N/A	N/A	5		
	Roscado	Se generó las roscas en las perforaciones para la sujeción de la placa base al Centro de Mecanizado	Manual	Machuelo M10	N/A	N/A	N/A	8		
	Desbaste	Se retiró el exceso de material de las paredes y de la parte interna del molde.	Centro de Mecanizado	Fresa tónica porta insertos 63 mm	1011	809	1.2	150		
	Escuadre	Este proceso fue necesario para dimensionar la placa	Centro de Mecanizado	Fresa porta insertos 25.4mm	1253	251	1.3	70		
	Remaquinado de la parte interna	Se desbastó el exceso de material de la parte interna de la placa por la fresa tónica de 63mm debido a sus radios	Centro de Mecanizado	Fresa porta insertos 25.4mm	1880	376	1	210		
	Desbaste	Se realiza el desbaste de los cojinetes	Centro de Mecanizado	Fresa porta insertos 25.4mm	1253	251	1	30		



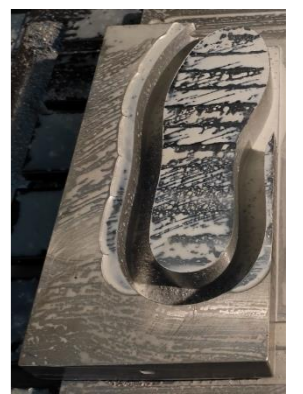
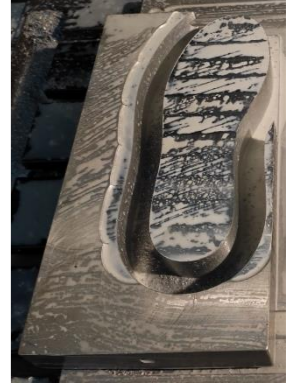
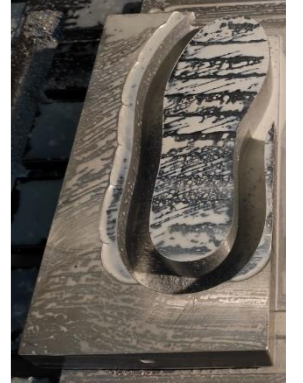
Concepto	Proceso	Descripción	Máquina	Herramienta	Velocidad del husillo (RPM)	Avance (mm/min)	Profundidad de corte (mm)	Tiempo (min)	Ilustración
Tapa Segundo Color	Afinado de superficie	Se dio el acabado superficial a la parte superior del molde	Centro de Mecanizado	Fresa redonda 10 mm	2387	239	0.2	360	
	Afinado interno	Se realiza el afinado interno de las paredes	Centro de Mecanizado	Fresa plana 5 mm	2387	239	0.8	45	
	Afinado superficial	Se realizó el acabado de la superficie interna de la cavidad porta insertos.	Centro de Mecanizado	Fresa porta insertos 25.4 mm	1880	376	0.2	10	
	Desbaste	Se realizó un canal para la salida de aire	Centro de Mecanizado	Fresa plana 5 mm	1910	287	0.8	3	
	Desbaste	Se realiza el detalle de la tapa que se encuentra ubicado en la parte superior	Centro de Mecanizado	Fresa plana 5 mm	1910	287	0.3	30	
	Afinado	Se realiza el afinado del detalle de la tapa que se encuentra ubicado en la parte superior	Centro de Mecanizado	Butil en T redondo 7 mm	682	341	0.2	40	
	Desbaste	Se realizaron los canales de alimentación	Fresadora universal	Fresa redonda 10 mm	293	100	1.5	60	
	Perforado	Se realizó las perforaciones de los puntos de inyección	Taladro manual	Broca cónica 7 mm	N/A	N/A	N/A	30	
	Perforado	Se realizaron las perforaciones para la sujeción de bisagras y seguros	Taladro de pedestal	Broca 8 mm	N/A	N/A	N/A	10	
	Perforado	Se realizaron las perforaciones para la sujeción del inserto a la placa porta insertos.	Taladro de pedestal	Broca 8 mm	N/A	N/A	N/A	10	
	Perforado	Se realizaron las perforaciones para la sujeción del inserto a la placa porta insertos.	Taladro de pedestal	Broca 12 mm	N/A	N/A	N/A	7	



Concepto	Proceso	Descripción	Máquina	Herramienta	Velocidad del husillo (RPM)	Avance (mm/min)	Profundidad de corte (mm)	Tiempo (min)	Ilustración
Tapa Segundo Color	Roscado	Se realizó el roscado para la sujeción de bisagras y seguros	Manual	Machuelo 3/8	N/A	N/A	N/A	16	
	Pulido	Se eliminó los filos cortantes y se pulió la superficie del molde	Manual	Lijas, limas	N/A	N/A	N/A	30	
	Arenado	Se realiza un arenado sandblasting para dar un acabado mate a la superficie del molde	Sandblasting	Compresor, arena sílice para sandblasting	N/A	N/A	N/A	7	
Total								121	

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBAIO


FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA



CARRERA DE MECANICA


Elaborado por:	Fernando Rojas, Ander Vera					Fecha:	18/2/2022			
						Potencia de corte recomendada	783KW			
Material	Fundición de aluminio									
Concepto	Proceso	Descripción	Máquina	Herramienta	Velocidad del husillo (RPM)	Avance (mm/min)	Profundidad de corte (mm)	Tiempo (min)	Ilustración	
Inserto de Primer color	Planeado	Se retiró material en la superficie para aproximarla al espesor requerido por el molde	Fresadora universal	Fresa porta cuchilla 150mm	680	204	2	120		
	Taladrado	Se realizaron perforaciones a las placas de aluminio fundido para que estas puedan ser montadas en el Centro de Mecanizado	Taladro de pedestal	Broca 8.5mm	NA	NA	NA	5		
	Rosado	Se generó las roscas en las perforaciones para la sujeción de la placa base al Centro de Mecanizado	Manual	Machuelo M10	NA	NA	NA	8		
	Desbaste	Se retiró el exceso de material de la superficie dando el espesor del inserto	Centro de Mecanizado	Fresa tórica porta insertos 63 mm	1011	809	1.2	17		
	Desbaste	Se realiza el contorneado del inserto	Centro de Mecanizado	Fresa porta insertos 25.4mm	1253	251	1	60		

Concepto	Proceso	Descripción	Máquina	Herramienta	Velocidad del husillo (RPM)	Avance (mm/min)	Profundidad de corte (mm)	Tiempo (min)	Ilustración
Inserte de Primer Color	Perforado	Se realizó las perforaciones de los puntos de inyección	Taladro manual	Broca cónica 7mm	N/A	N/A	N/A	30	
	Perforado	Se realizaron las perforaciones para la sujeción del inserto a la placa porta insertos.	Taladro de pedestal	Broca 65mm	N/A	N/A	N/A	10	
	Perforado	Se realizó las perforaciones para los desgasificadores	Taladro de pedestal	Broca 6mm	N/A	N/A	N/A	180	
	Inserción de desgasificadores	Se colocaron los desgasificadores en cada una de las perforaciones correspondientes	Manual	Desgasificadores 6mm	N/A	N/A	N/A	15	
	Roscado	Se realizaron los roscados para la sujeción del inserto a la placa porta insertos.	Manual	Machuelo 5/16	N/A	N/A	N/A	16	
	Pulido	Se eliminó los filos cortantes y se pulió la superficie del inserto	Manual	Lijas, limas	N/A	N/A	N/A	30	
	Ajuste	Se da el ajuste al inserto en las paredes laterales para el ensamble en la placa insertos	Manual	Motor tool	N/A	N/A	N/A	60	
	Arenado	Se realiza un arenado sandblasting para dar un acabado mate a la superficie del inserto	Sandblasting	Compresor, arena sílice para sandblasting	N/A	N/A	N/A	7	
Total								558	

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE MECANICA

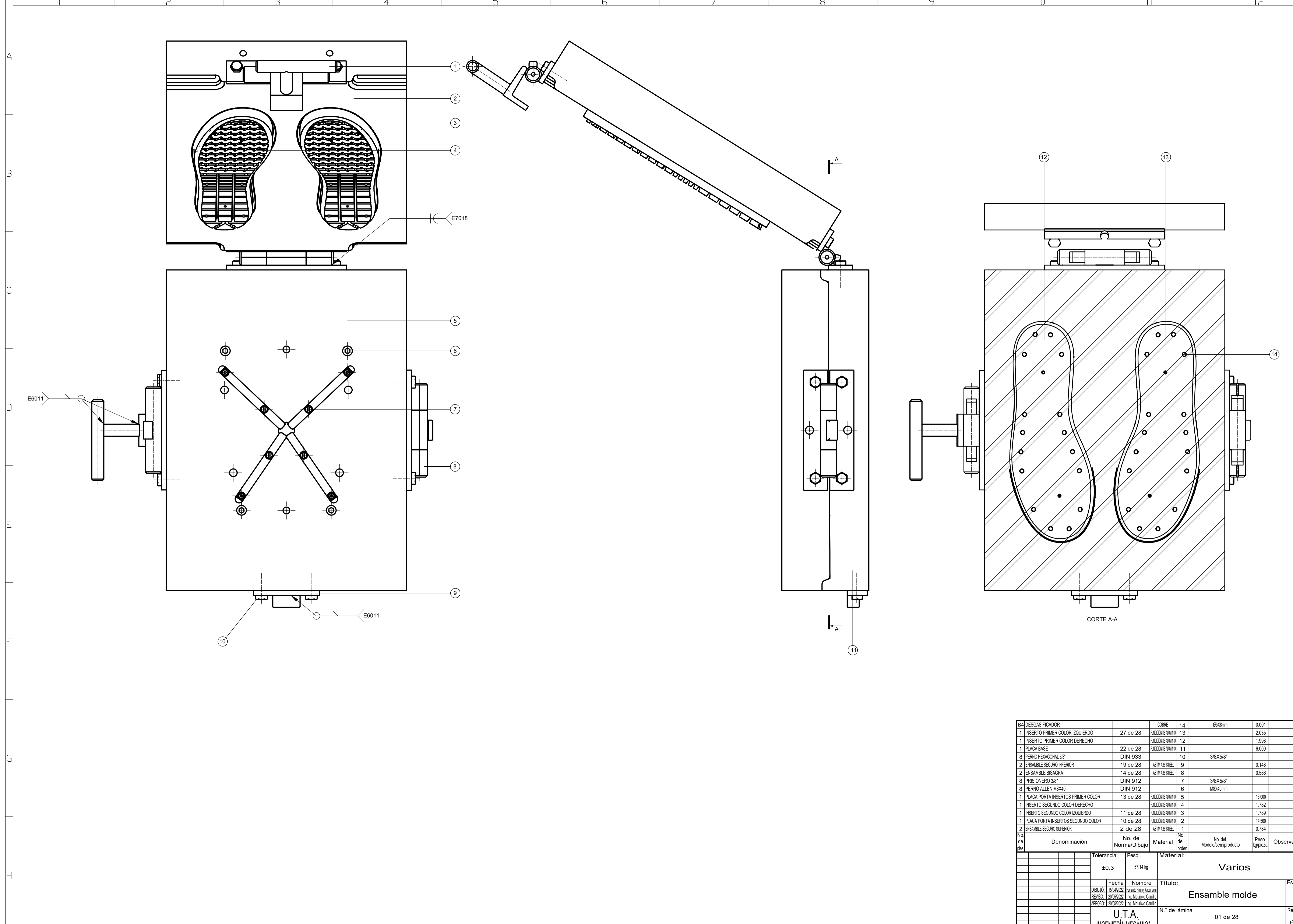
Elaborado por:	Fernando Rojas, Ander Vera				Fecha:	18/2/2022			
					Potencia de corte recomendada	7.83KW			
Material	Fundición de aluminio								
Concepto	Proceso	Descripción	Máquina	Herramienta	Velocidad del husillo (RPM)	Avance (mm/min)	Profundidad de corte	Tiempo (min)	Ilustración
Inserto de Segundo color	Planeado	Se retiró material en la superficie para aproximarla al espesor requerido por el molde	Fresadora universal	Fresa porta cuchilla 150mm	680	204	2	120	
	Taladrado	Se realizaron perforaciones a las placas de aluminio fundido para que estas puedan ser montadas en el Centro de Mecanizado	Taladro de pedestal	Broca 8.5mm	N/A	N/A	N/A	5	
	Roscado	Se generó las roscas en las perforaciones para la sujeción de la placa base al Centro de Mecanizado	Manual	Machuelo M10	N/A	N/A	N/A	8	
	Desbaste	Se retiró el exceso de material de la superficie dando el espesor del inserto	Centro de Mecanizado	Fresa tónica porta insertos 63mm	1011	809	12	17	
	Desbaste	Se realiza el contomeado del inserto	Centro de Mecanizado	Fresa porta insertos 25.4mm	1253	251	1	60	

Concepto	Proceso	Descripción	Máquina	Herramienta	Velocidad del husillo (RPM)	Avance (mm/min)	Profundidad de corte	Tiempo (min)	Ilustración
Inserto de Segundo color	Afinado	Se realiza el afinado del inserto en las aristas de la parte superior creando un redondeado	Centro de Mecanizado	Fresa redonda 10 mm	2387	239	05	151	
	Afinado	Se realiza el detalle de los ahorradores	Centro de Mecanizado	Buril cónico 2mm	5000	500	03	210	
	Afinado	Se realiza el mecanizado lateral del inserto para dar la inclinación en los costados	Centro de Mecanizado	Fresa cola de milano 24mm	995	100	02	60	
	Perforado	Se realizó las perforaciones de los puntos de inyección	Taladro manual	Broca cónica 7mm	N/A	N/A	N/A	30	
	Perforado	Se realizaron las perforaciones para la sujeción del inserto a la placa porta insertos.	Taladro de pedestal	Broca 6.5mm	N/A	N/A	N/A	10	
	Perforado	Se realizó las perforaciones para los desgasificadores	Taladro de pedestal	Broca 6mm	N/A	N/A	N/A	180	
	Inserción de desgasificadores	Se colocaron los desgasificadores en cada una de las perforaciones correspondientes	Manual	Desgasificadores 6 mm	N/A	N/A	N/A	15	
	Roscado	Se realizaron los roscados para la sujeción del inserto a la placa porta insertos.	Manual	Machuelo 5/16	N/A	N/A	N/A	16	

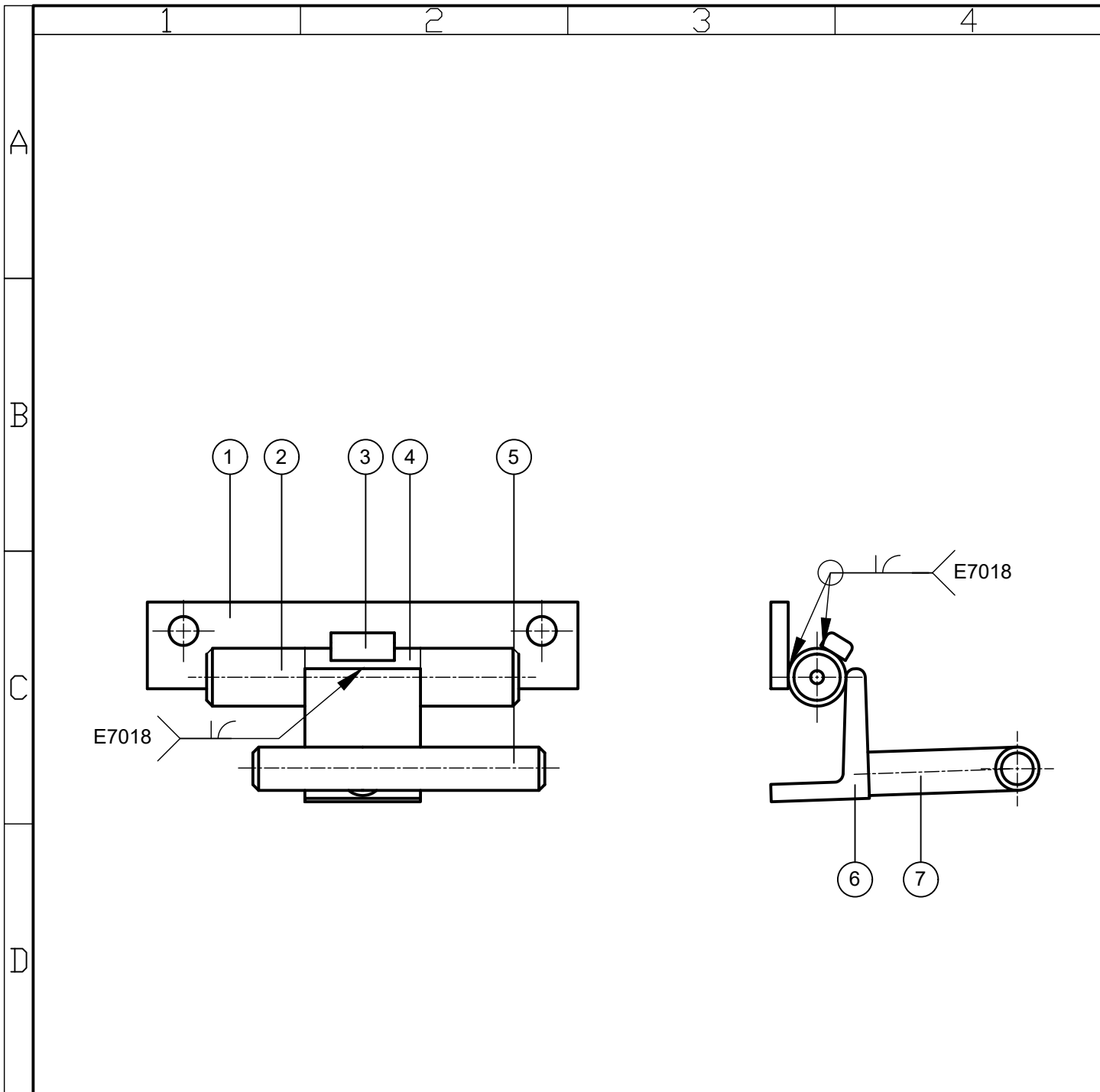
Concepto	Proceso	Descripción	Máquina	Herramienta	Velocidad del husillo (RPM)	Avance (mm/min)	Profundidad de corte	Tiempo (min)	Ilustración
Inserto de Segundo color	Pulido	Se eliminó los filos cortantes y se pulió la superficie del inserto	Manual	Lijas, limas	N/A	N/A	N/A	30	
	Ajuste	Se da el ajuste al inserto en las paredes laterales para el ensamble en la porta insertos	Manual	Motor tool	N/A	N/A	N/A	60	
	Arenado	Se realiza un arenado sandblasting para dar un acabado mate a la superficie del inserto	Sandblasting	Compresor, arena sílice para sandblasting	N/A	N/A	N/A	7	
Total								97	

Nota: Para el caso de las velocidades y avances en el proceso de taladrado, estas no aplican ya que no se pueden ingresar dichos valores y deben ser controlados manualmente por el operario.

Anexo 3: Planos



Nº de pieza	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. de orden	No. del Modelo/semiproducto	Peso kg/pieza	Observaciones
64	DES GASIFICADOR		COBRE	14	05X2mm	0.001	
1	INSERTO PRIMER COLOR IZQUIERDO	27 de 28	FINICÓN DE ALUMINO	13		2.035	
1	INSERTO PRIMER COLOR DERECHO		FINICÓN DE ALUMINO	12		1.998	
1	PLACA BASE	22 de 28	FINICÓN DE ALUMINO	11		6.000	
8	PERNO HEXAGONAL 3/8"	DIN 933		10	3/8X5/8"		
2	ENSAMBLE SEGURO INFERIOR	19 de 28	ASTM A36 STEEL	9		0.148	
2	ENSAMBLE BISAGRA	14 de 28	ASTM A36 STEEL	8		0.586	
8	PRISIONERO 3/8"	DIN 912		7	3/8X5/8"		
8	PERNO ALLEN M8X40	DIN 912		6	M8X40mm		
1	PLACA PORTA INSERTOS PRIMER COLOR	13 de 28	FINICÓN DE ALUMINO	5		16.000	
1	INSERTO SEGUNDO COLOR DERECHO		FINICÓN DE ALUMINO	4		1.782	
1	INSERTO SEGUNDO COLOR IZQUIERDO	11 de 28	FINICÓN DE ALUMINO	3		1.789	
1	PLACA PORTA INSERTOS SEGUNDO COLOR	10 de 28	FINICÓN DE ALUMINO	2		14.500	
2	ENSAMBLE SEGURO SUPERIOR	2 de 28	ASTM A36 STEEL	1		0.784	
Tolerancia:		±0.3	Peso:		57.14 kg		
Fecha:		15/04/2022	Nombre:		Fernando Rojas y Aster Vera		
REVISÓ:		20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		Título: Ensamble molde		
APROBÓ:		20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		Escala: 1:2		
U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA				N.º de lámina		01 de 28	
Edición: Modificación: Fecha: Nombre:				N.º de lámina		01 de 28	
				(Sustitución):		Registro:	



E	1	EJE SEGURO 2	9 de 28	ASTM A36 STEEL	7		0.158	
	1	ÁNGULO SEGURO	8 de 28	ASTM A36 STEEL	6		0.046	
	1	EJE SEGURO 1	7 de 28	ASTM A36 STEEL	5		0.148	
	1	BISAGRA MACHO SEGURO	6 de 28	ASTM A36 STEEL	4		0.130	
	1	TOPE SEGURO SUPERIOR	5 de 28	ASTM A36 STEEL	3		0.018	
	2	BISAGRA HEMBRA SEGURO	4 de 28	ASTM A36 STEEL	2		0.061	
	1	PLATINA SEGURO SUPERIOR	3 de 28	ASTM A36 STEEL	1		0.162	
No. de pieza	Denominación		No. de Norma/Dibujo	Material	No. de orden	No. del Modelo/semiproducto	Peso kg/pieza	Observaciones

				Tolerancia:	Peso:	Material:		
				±0.5	784 gr	ASTM A36 Steel		
				Fecha	Nombre	Título:		Escala:
				DIBUJÓ: 15/04/2022	Fernando Rojas y Ander Vera	Ensamble seguro superior		1:2
				REVISÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo			
				APROBÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo			
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º de lámina	Registro:	
						02 de 28		
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:			(Sustitución):		

1

2

3

4

A

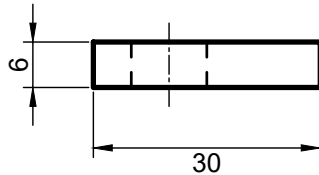
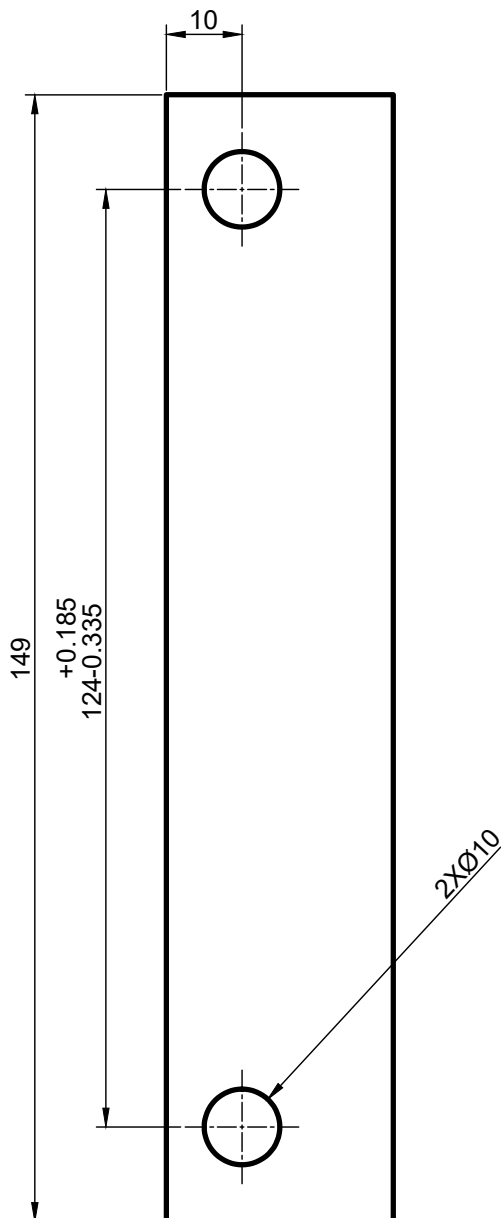
B

C

D

E

TALADRADO
N8



				Tolerancia: ±0.4	Peso: 162 gr	Material: ASTM A36 Steel	
				Fecha	Nombre	Título: Platina seguro superior	Escala: 1:1
				DIBUJÓ: 15/04/2022	Fernando Rojas y Ander Vera		
				REVISÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				APROBÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo	N.º de lámina 3 de 28	Registro:
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:	U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución):	

1

2

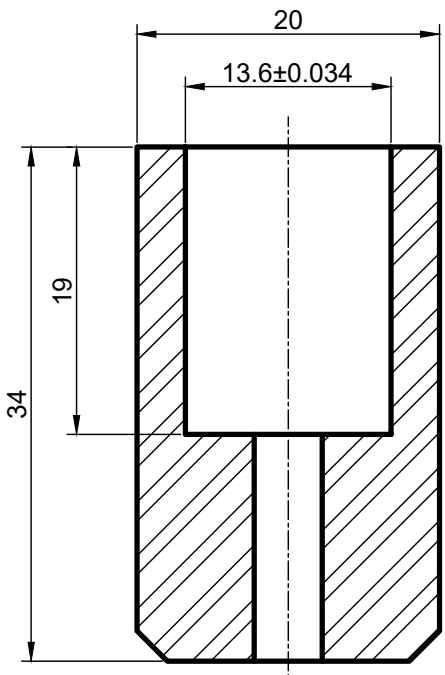
3

4

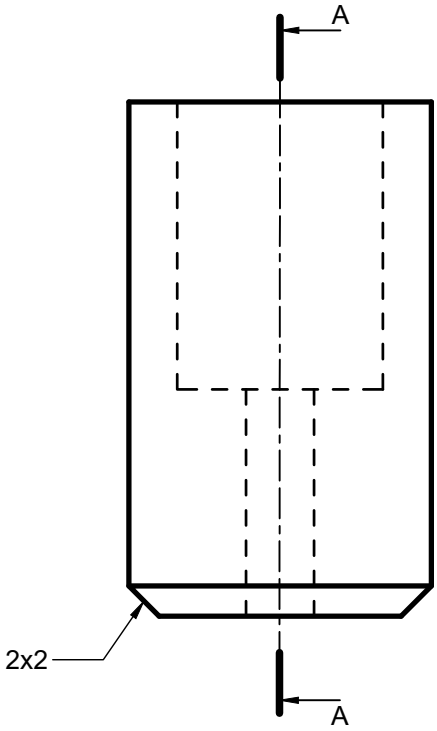
A

TORNEADO
N6

B



CORTE A-A



C

D

E

				Tolerancia: ±0.1	Peso: 61 gr	Material: ASTMA A36 Steel	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				DIBUJÓ: 15/04/2022	Fernando Rojas y Ander Vera	Bisagra hembra seguro	2:1
				REVISÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				APROBÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º de lámina	Registro:
							04 de 28
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:	(Sustitución):			

1

2

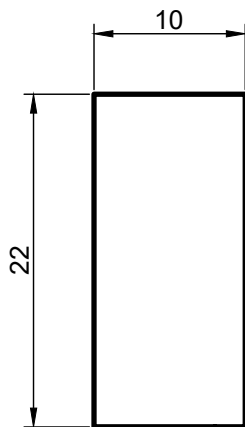
3

4

A

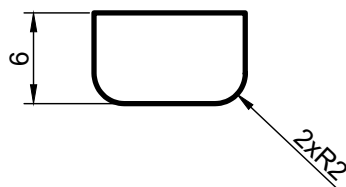
LIMADO
N9

B



C

D



E

				Tolerancia: ±0.5	Peso: 18 gr	Material: ASTM A36 Steel	
						Título: Tope seguro superior	Escala: 2:1
				Fecha	Nombre		
				DIBUJÓ: 15/04/2022	Fernando Rojas y Ander Vera		
				REVISÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				APROBÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º de lámina 05 de 28	Registro:
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:			(Sustitución):	

1

2

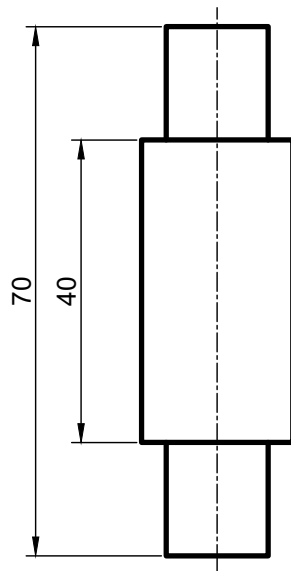
3

4

A

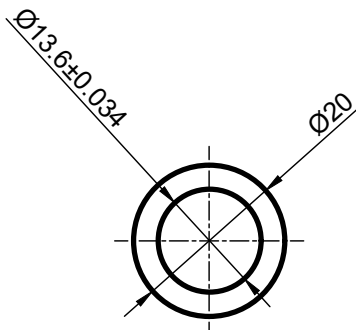
TORNEADO
N6

B



C

D



E

				Tolerancia: ±0.1	Peso: 130 gr	Material: ASTM A36 Steel	
						Título: Bisagra macho seguro	Escala: 1:1
				Fecha	Nombre		
				DIBUJÓ: 15/04/2022	Fernando Rojas y Ander Vera		
				REVISÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				APROBÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º de lámina 06 de 28	Registro:
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:			(Sustitución):	



1

2

3

4

A

B

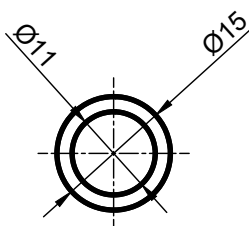
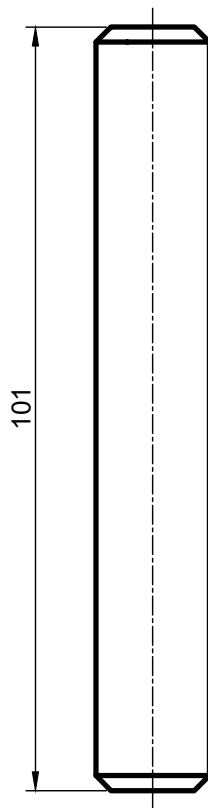
C

D

E

TORNEADO

N7



				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				±0.2	148 gr	ASTM A36 Steel	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				DIBUJÓ: 15/04/2022	Fernando Rojas y Ander Vera	Eje seguro 1	1:1
				REVISÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				APROBÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º de lámina	Registro:
						07 de 28	
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:	(Sustitución):			

1

2

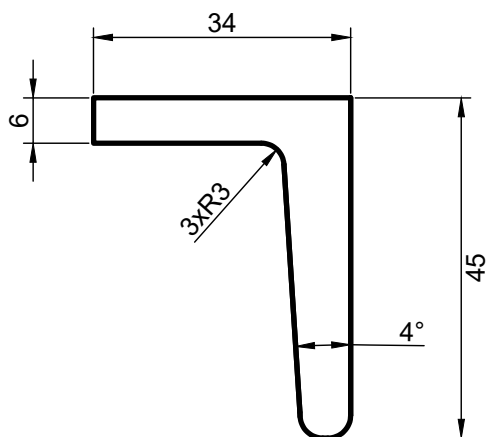
3

4

A

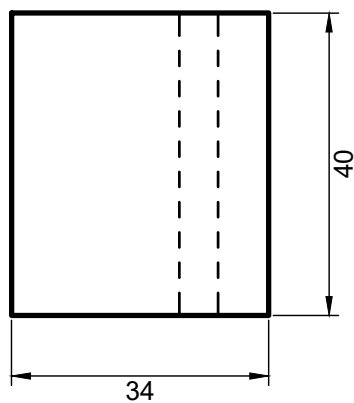
ASERRADO
N8

B



C

D



E

				Tolerancia: ±0.5	Peso: 158 gr	Material: ASTM A36 Steel	
						Escala: 1:1	
				Fecha	Nombre	Título: Ángulo seguro	
				DIBUJÓ: 15/04/2022	Fernando Rojas y Ander Vera		
				REVISÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				APROBÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º de lámina 08 de 28	
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:			(Sustitución):	

1

2

3

4

A

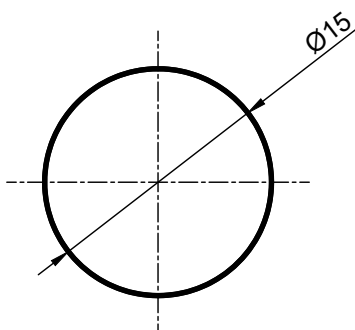
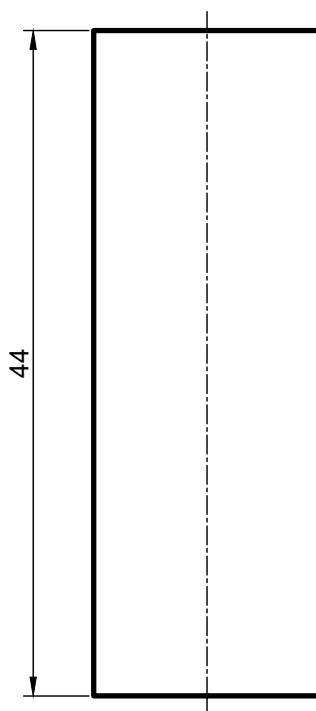
B

C

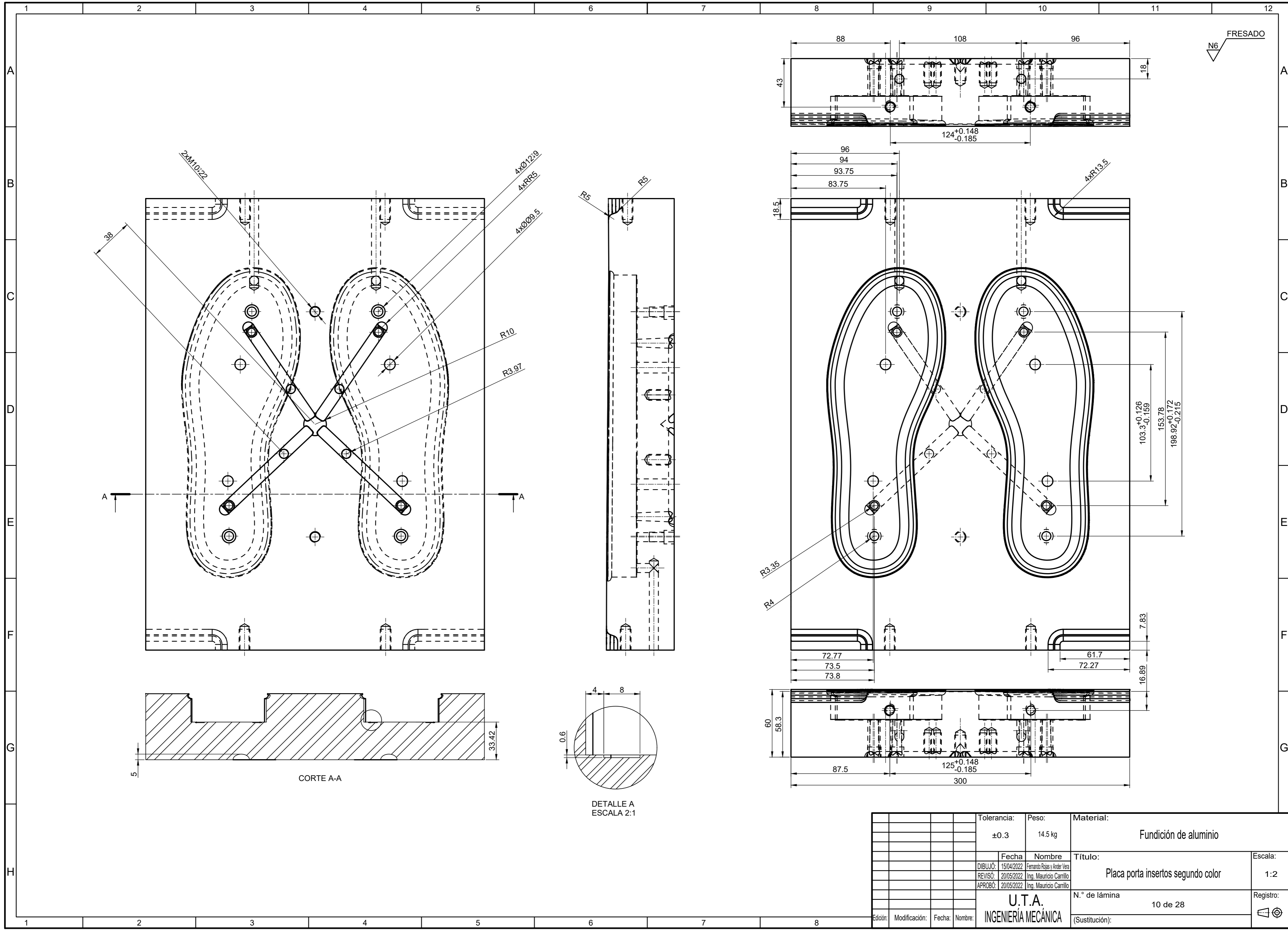
D

E

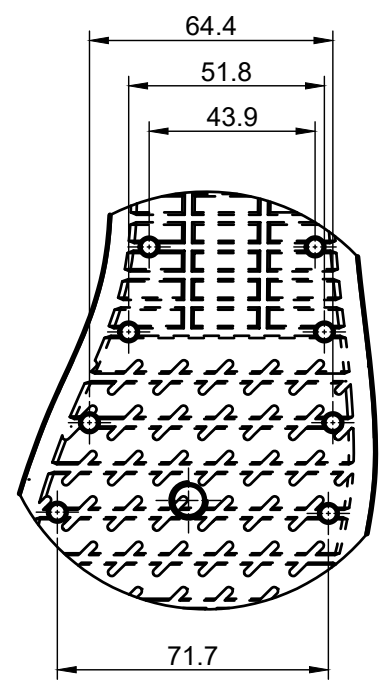
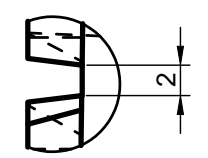
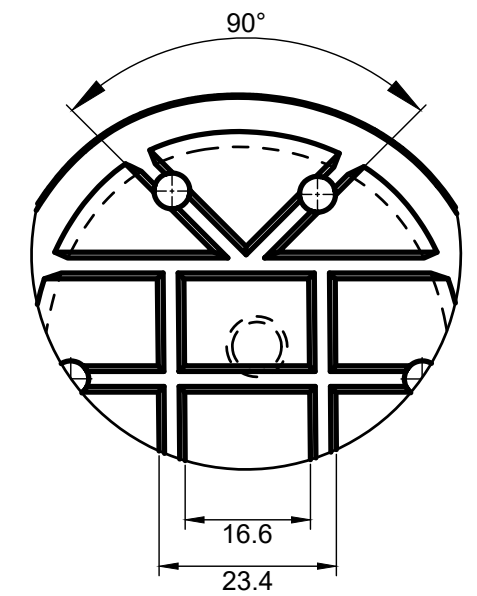
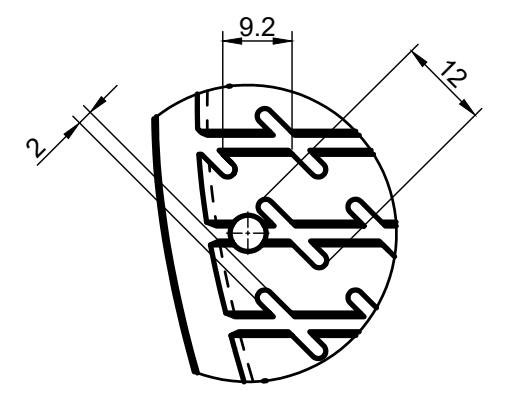
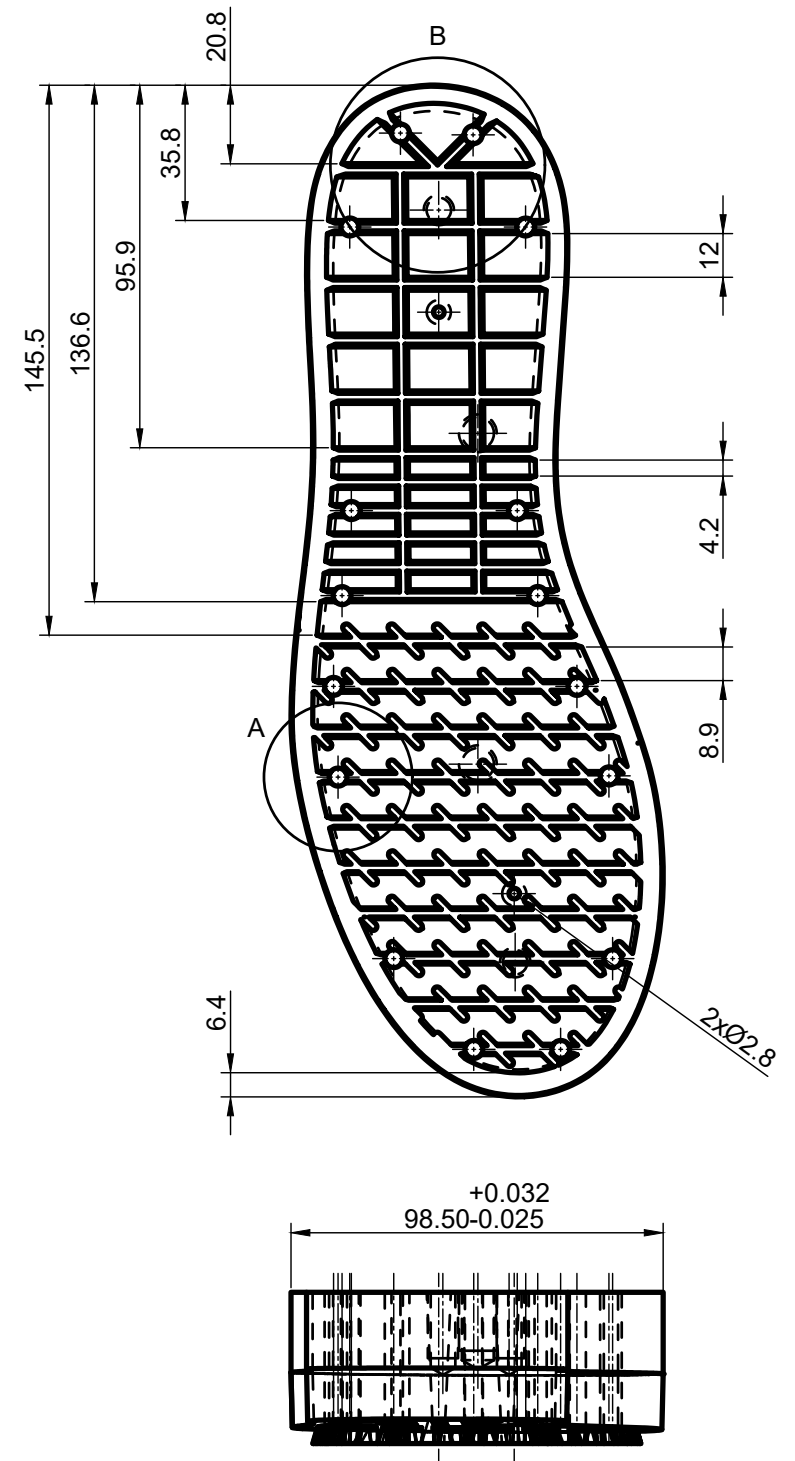
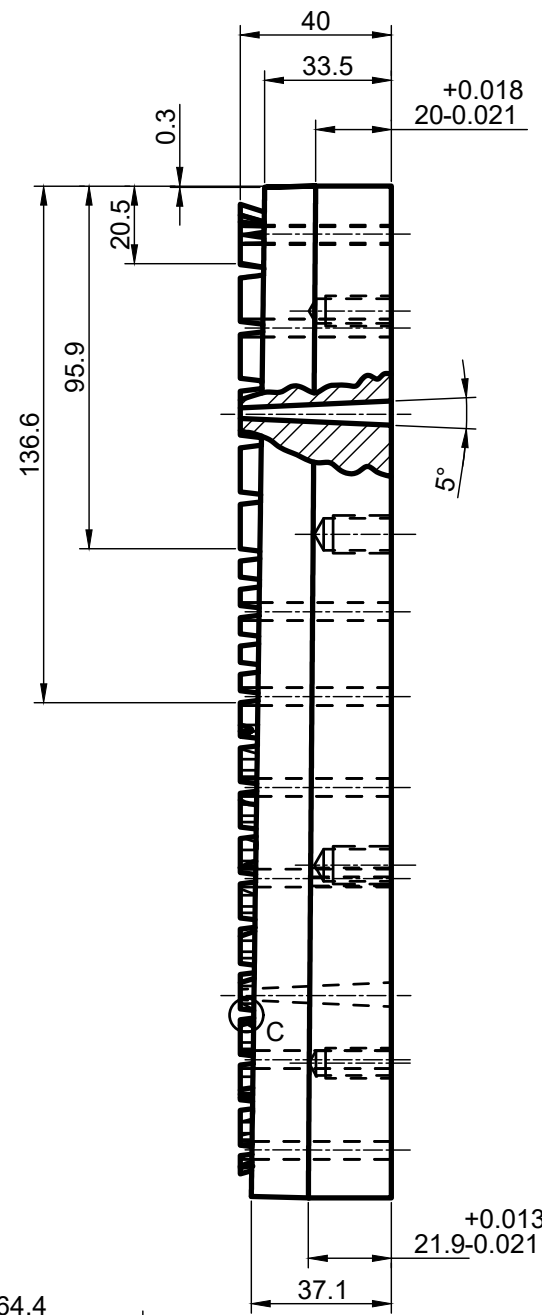
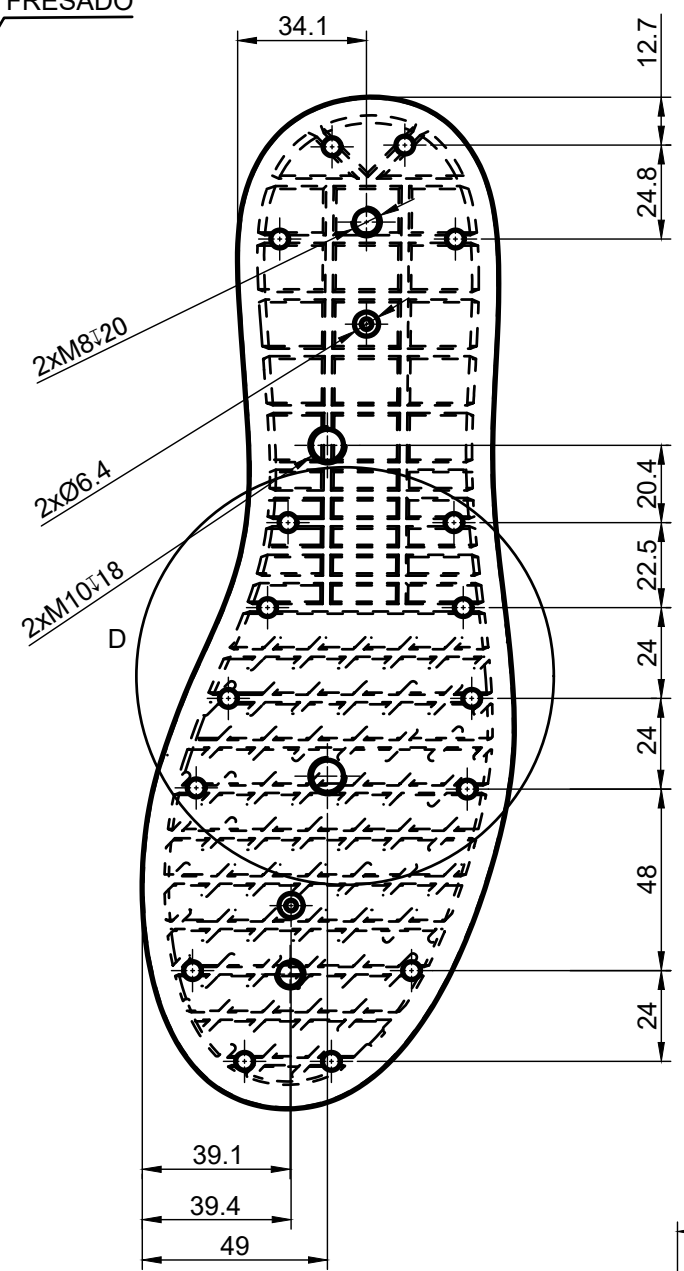
ASERRADO
N8



				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				±0.5	46 gr	ASTM A36 Steel	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				DIBUJÓ: 15/04/2022	Fernando Rojas y Ander Vera	Eje seguro 2	2:1
				REVISÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				APROBÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º de lámina	Registro:
						09 de 28	
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:	(Sustitución):			

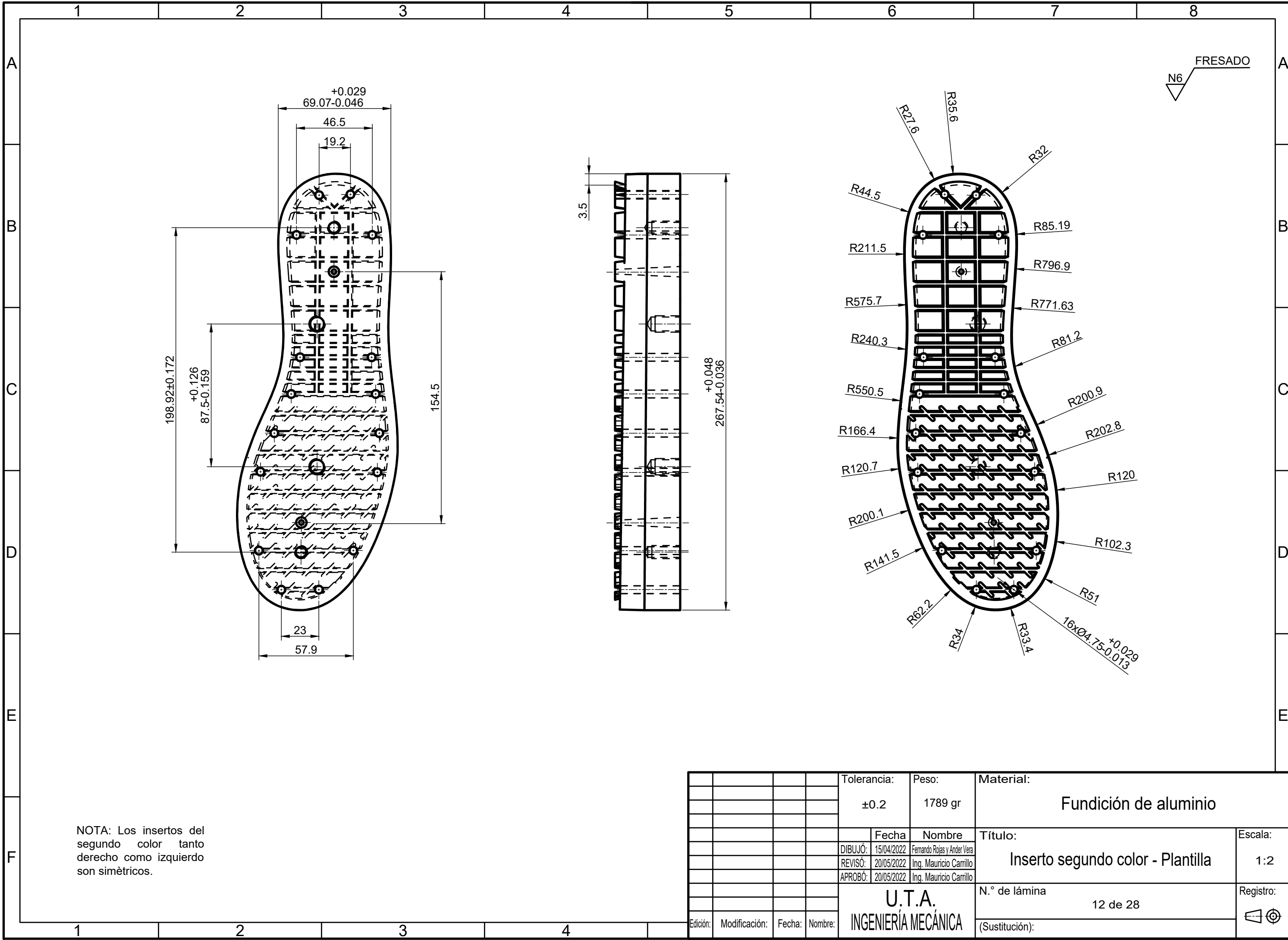


FRESADO
N6



NOTA: Los insertos del segundo color tanto derecho como izquierdo son simétricos.

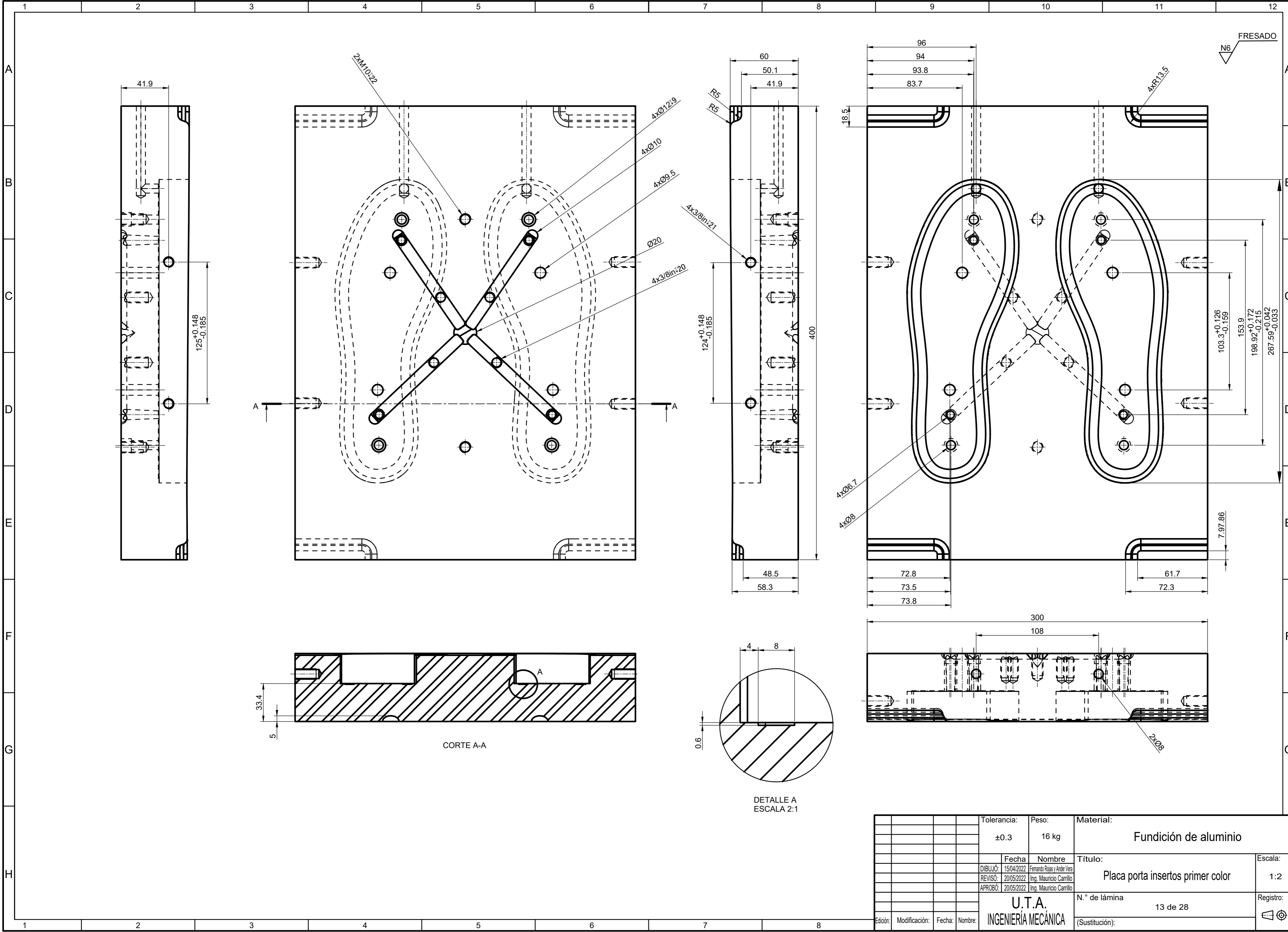
Tolerancia:		Peso:		Material:	
±0.2		1789 gr		Fundición de aluminio	
Fecha		Nombre		Título:	
DIBUJÓ: 15/04/2022		Fernando Rojas y Ander Vera		Inserto segundo color	
REVISÓ: 20/05/2022		Ing. Mauricio Carrillo		Escala:	
APROBÓ: 20/05/2022		Ing. Mauricio Carrillo		1:2	
U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º de lámina		Registro:	
Edición: Modificación: Fecha: Nombre:		11 de 28			
		(Sustitución):			



FRESADO
N6

NOTA: Los insertos del segundo color tanto derecho como izquierdo son simétricos.

Tolerancia:		Peso:		Material:	
±0.2		1789 gr		Fundición de aluminio	
Fecha		Nombre		Título:	
DIBUJÓ: 15/04/2022		Fernando Rojas y Ander Vera		Inserto segundo color - Plantilla	
REVISÓ: 20/05/2022		Ing. Mauricio Carrillo		Escala:	
APROBÓ: 20/05/2022		Ing. Mauricio Carrillo		1:2	
U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA				N.º de lámina	
				12 de 28	
Edición: Modificación: Fecha: Nombre:				(Sustitución):	
				Registro:	



A A

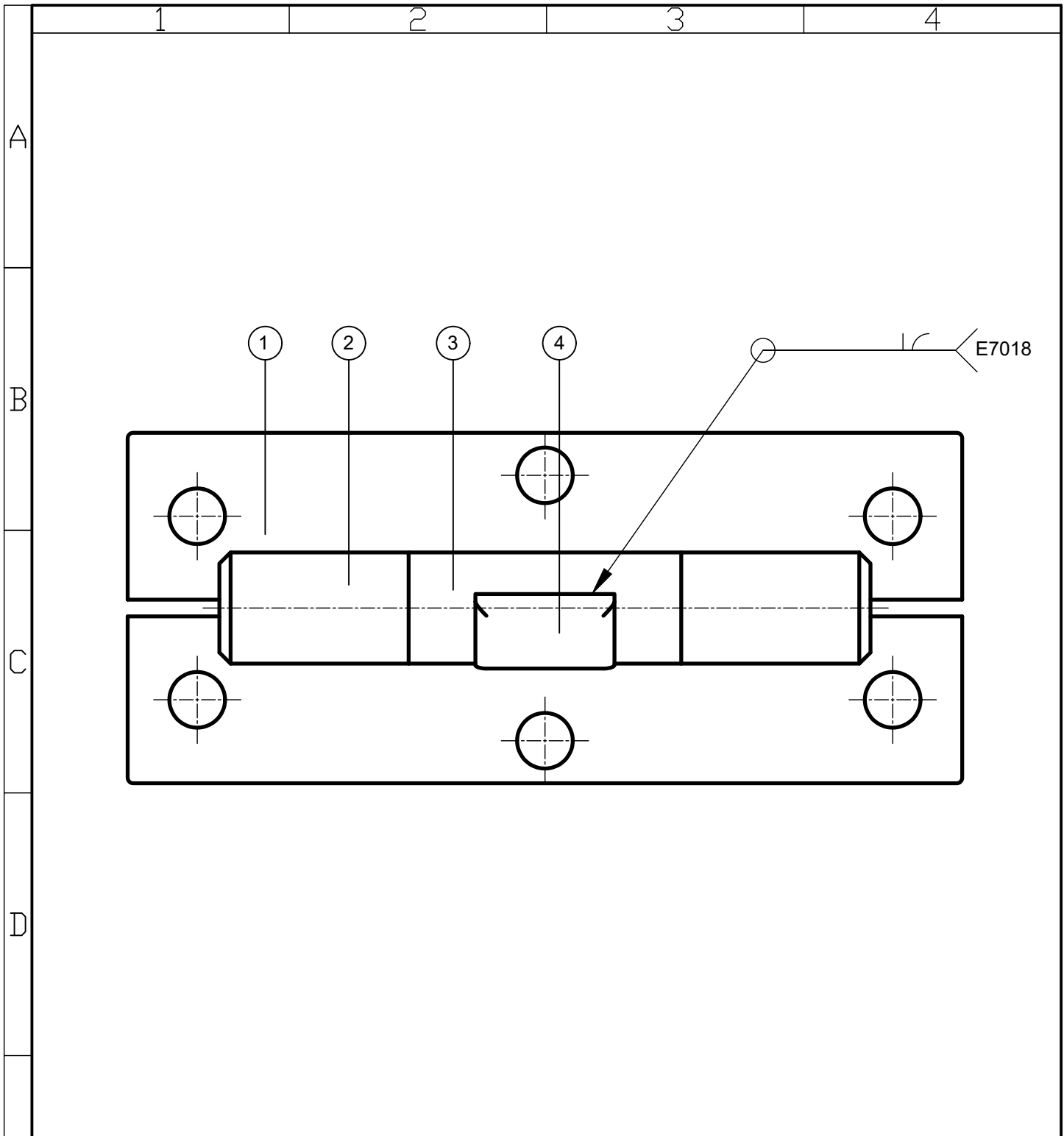
33.4
5

CORTE A-A

0.6

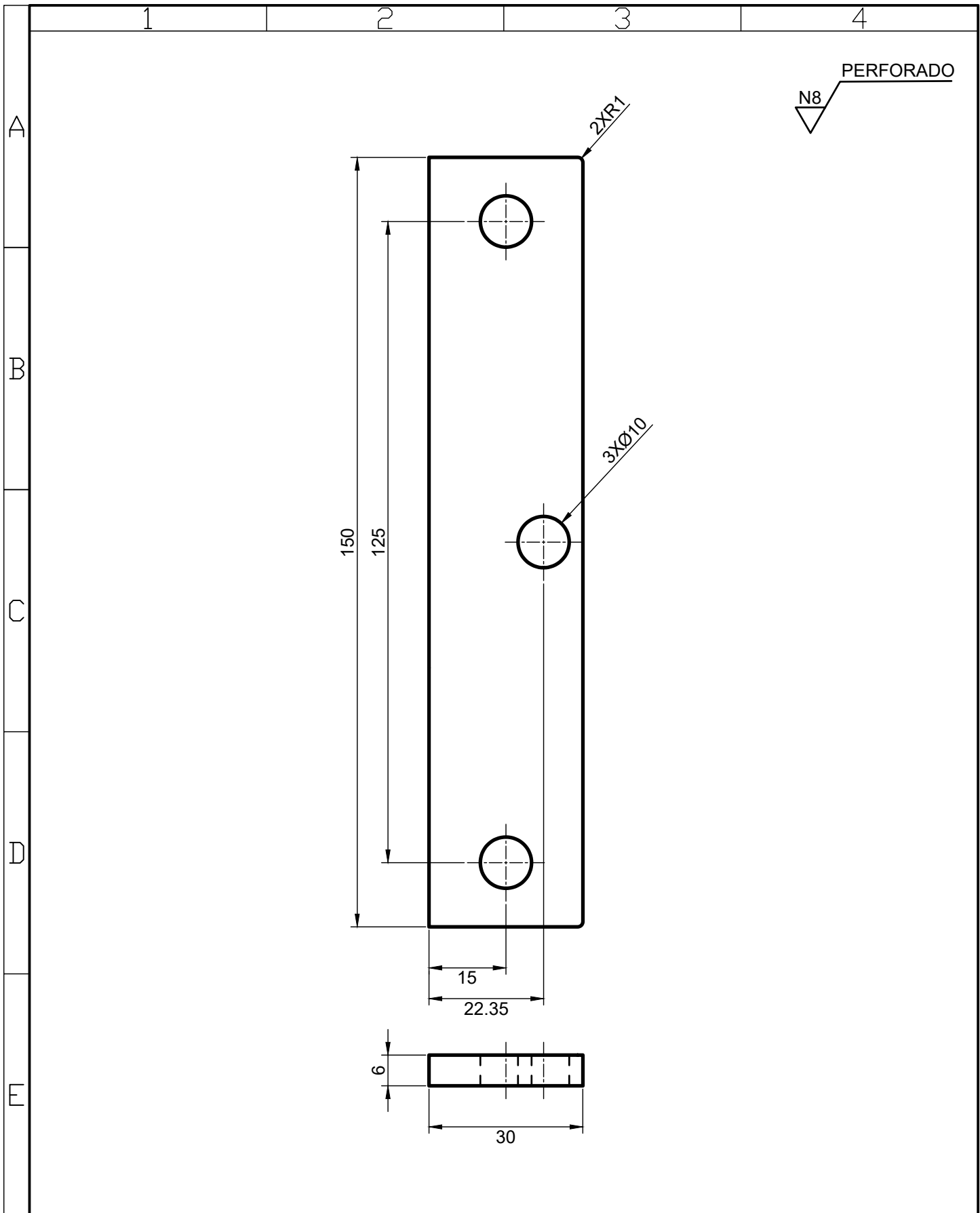
DETALLE A
ESCALA 2:1

Tolerancia:		Peso:		Material:	
±0.3		16 kg		Fundición de aluminio	
Fecha:		Nombre:		Título:	
15/04/2022		Fernando Rojas y Ander Vera		Placa porta insertos primer color	
REVISÓ:		Ing. Mauricio Carrillo		Escala:	
20/05/2022				1:2	
APROBÓ:		Ing. Mauricio Carrillo		Registro:	
20/05/2022				N.º de lámina	
				13 de 28	
				(Sustitución):	
Edición:		Modificación:		Fecha:	
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA	



1	TOPE BISAGRA	18 de 28	ASTM A36 STEEL	4		0.010	
1	BISAGRA MACHO	17 de 28	ASTM A36 STEEL	3		0.160	
2	BISAGRA HEMBRA	16 de 28	ASTM A36 STEEL	2		0.054	
2	PLATINA BISAGRA	15 de 28	ASTM A36 STEEL	1		0.154	
No. de piez.	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. de orden	No. del Modelo/semiproducto	Peso kg/pieza	Observaciones

		Tolerancia:		Peso:		Material:	
		±0.5		586 gr		ASTM A36 Steel	
		Fecha		Nombre		Título:	
		DIBUJÓ: 15/04/2022		Fernando Rojas y Ander Vera		Ensamble bisagra	
		REVISÓ: 15/04/2022		Ing. Mauricio Carrillo		Escala:	
		APROBÓ: 15/04/2022		Ing. Mauricio Carrillo		1:1	
		U.T.A.		N.º de lámina		Registro:	
		INGENIERÍA MECÁNICA		14 de 28			
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:	(Sustitución):			



				Tolerancia: ±0.2	Peso: 154 gr	Material: ASTM A36 Steel	
				Fecha	Nombre	Título: Platina bisagra	Escala: 1:1
				DIBUJÓ: 15/04/2022	Fernando Rojas y Ander Vera		
				REVISÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				APROBÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo	N.º de lámina 15 de 28	Registro: ☐ ⊕
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:	U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		(Sustitución):	

1

2

3

4

A

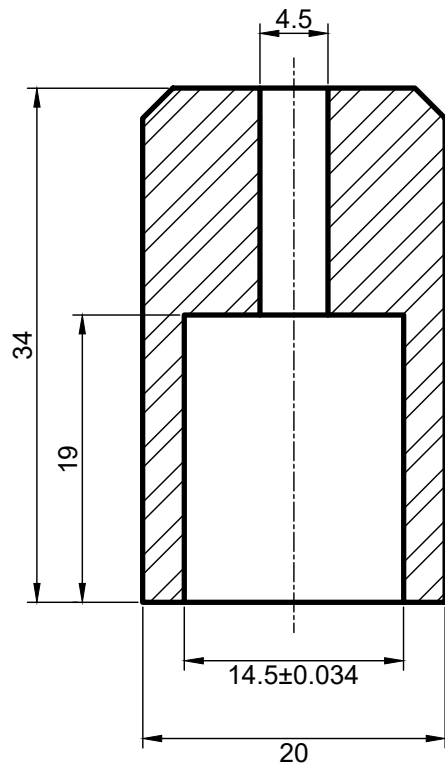
TORNEADO
N6

B

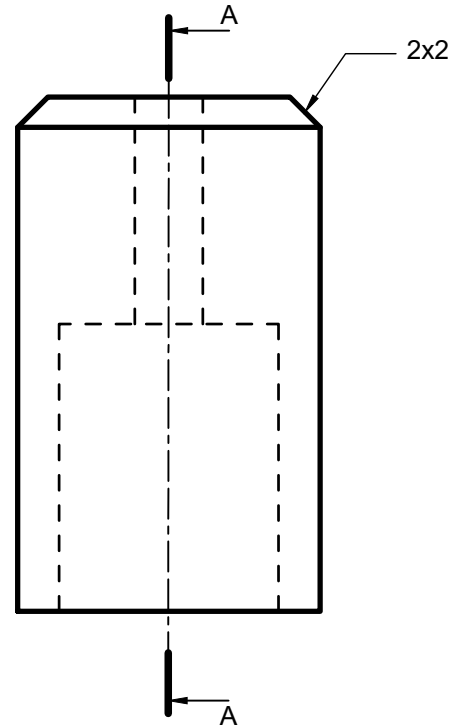
C

D

E



CORTE A-A



				Tolerancia: ±0.2	Peso: 54 gr	Material: ASTM A36 Steel	
						Título: Bisagra hembra	Escala: 2:1
				Fecha	Nombre		
				DIBUJÓ: 15/04/2022	Fernando Rojas y Ander Vera		
				REVISÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				APROBÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º de lámina 16 de 28	Registro:
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:			(Sustitución):	



1

2

3

4

A

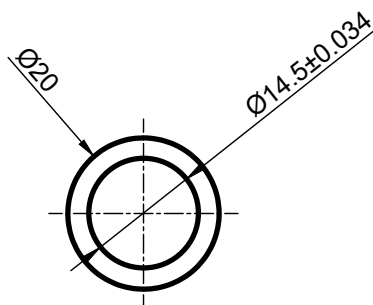
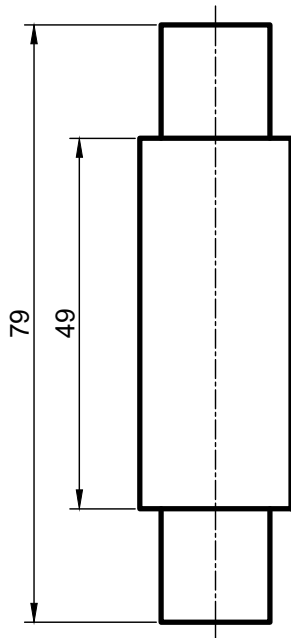
B

C

D

E

TORNEADO
N6



				Tolerancia: ± 0.1	Peso: 160 gr	Material: ASTM A36 Steel	
						Título: Bisagra macho	Escala: 1:1
				DIBUJÓ: 15/04/2022	Fernando Rojas y Ander Vera		
				REVISÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				APROBÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º de lámina 17 de 28	Registro:
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:			(Sustitución):	

1

2

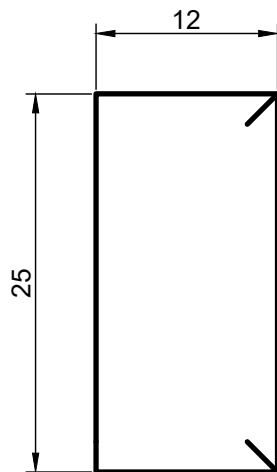
3

4

A

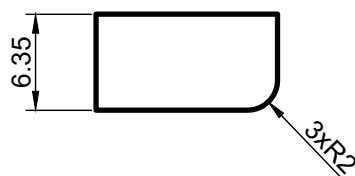
N9 Limado

B



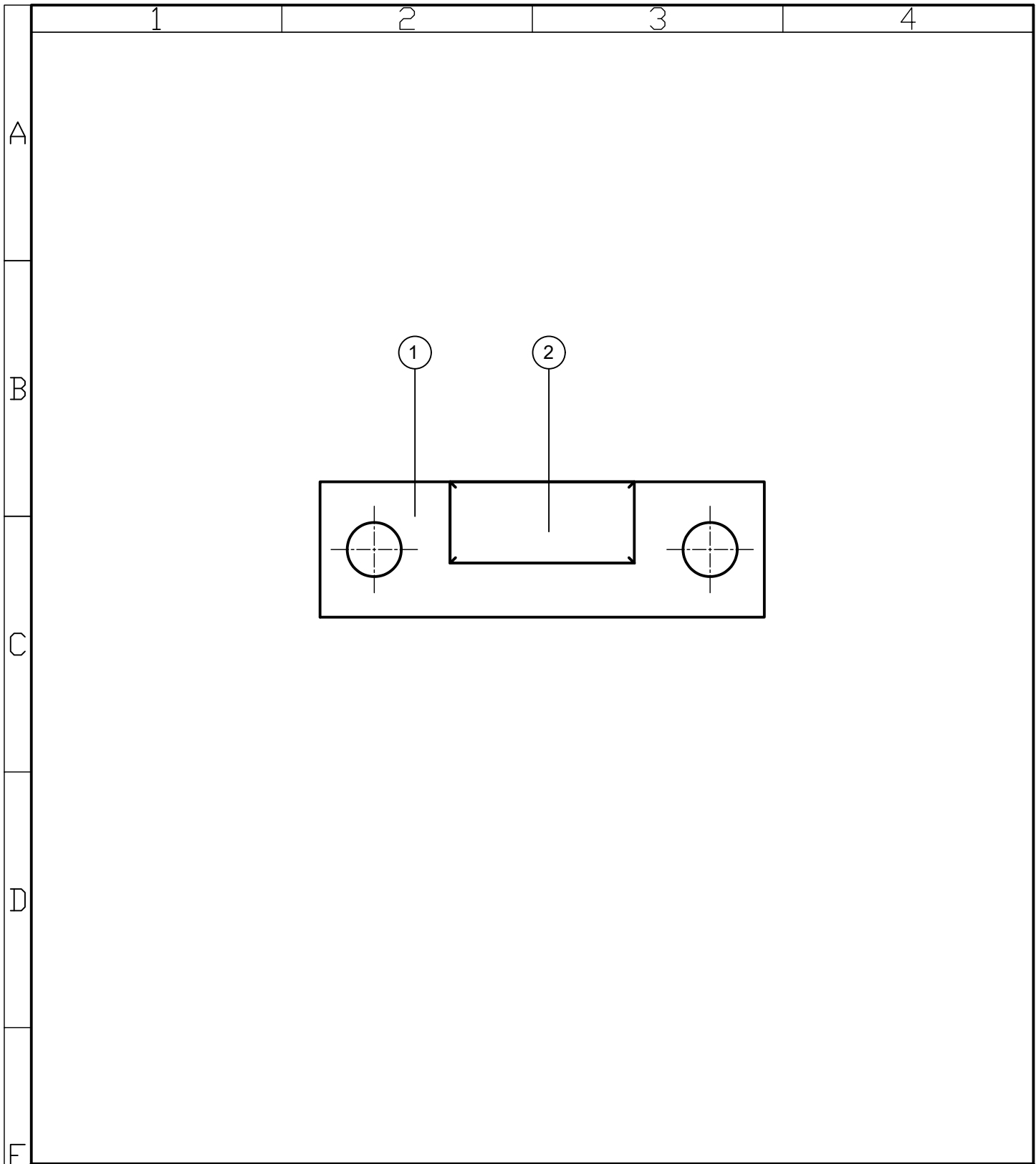
C

D



E

				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				±0.2	10 gr	ASTM A36 Steel	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				DIBUJÓ: 15/04/2022	Fernando Rojas y Ander Vera	Tope bisagra	2:1
				REVISÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				APROBÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º de lámina	Registro:
						18 de 28	
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:	(Sustitución):			



1	TOPE SEGURO INFERIOR	21 de 28		2	0.032		
1	PLATINA SEGURO INFERIOR	20 de 28		1	0.116		
No. de pieza	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. de orden	No. del Modelo/semiproducto	Peso kg/pieza	Observaciones
		Tolerancia:	Peso:	Material:			
		±0.02	148 gr	ASTM A36 Steel			
		Fecha	Nombre	Título:		Escala:	
		DIBUJÓ: 15/04/2022	Fernando Rojas y Ander Vera	Ensamble seguro inferior		1:1	
		REVISÓ: 15/04/2022	Ing. Mauricio Carrillo				
		APROBÓ: 15/04/2022	Ing. Mauricio Carrillo				
		U.T.A.		N.º de lámina		Registro:	
		INGENIERÍA MECÁNICA		19 de 28			
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:	(Sustitución):			

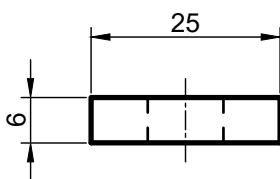
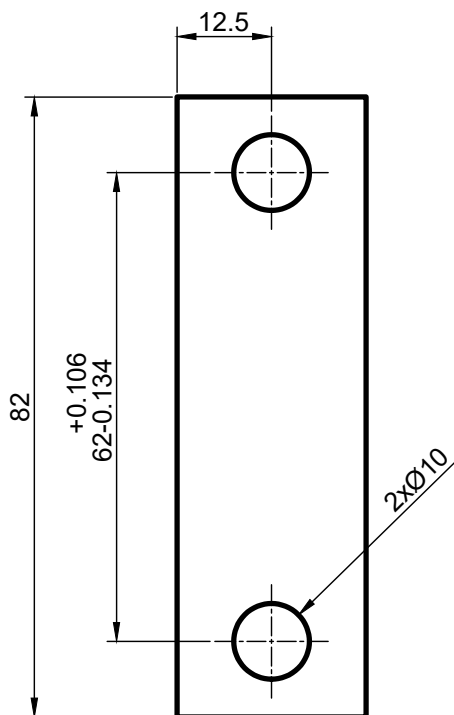
1

2

3

4

TALADRADO
N8



A

B

C

D

E

				Tolerancia: ± 0.2	Peso: 116 gr	Material: ASTM A36 Steel	
						Título: Platina seguro inferior	Escala: 1:1
				Fecha	Nombre		
				DIBUJÓ: 15/04/2022	Fernando Rojas y Ander Vera		
				REVISÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				APROBÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.° de lámina 20 de 28	Registro:
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:			(Sustitución):	



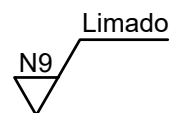
1

2

3

4

N9 Limado



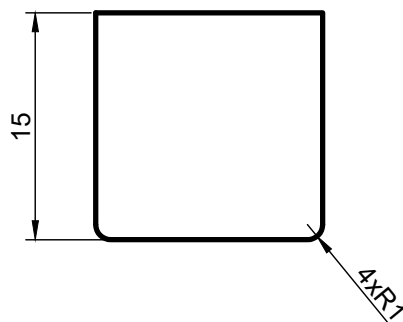
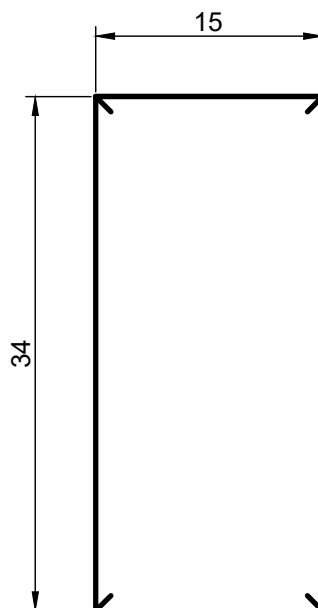
A

B

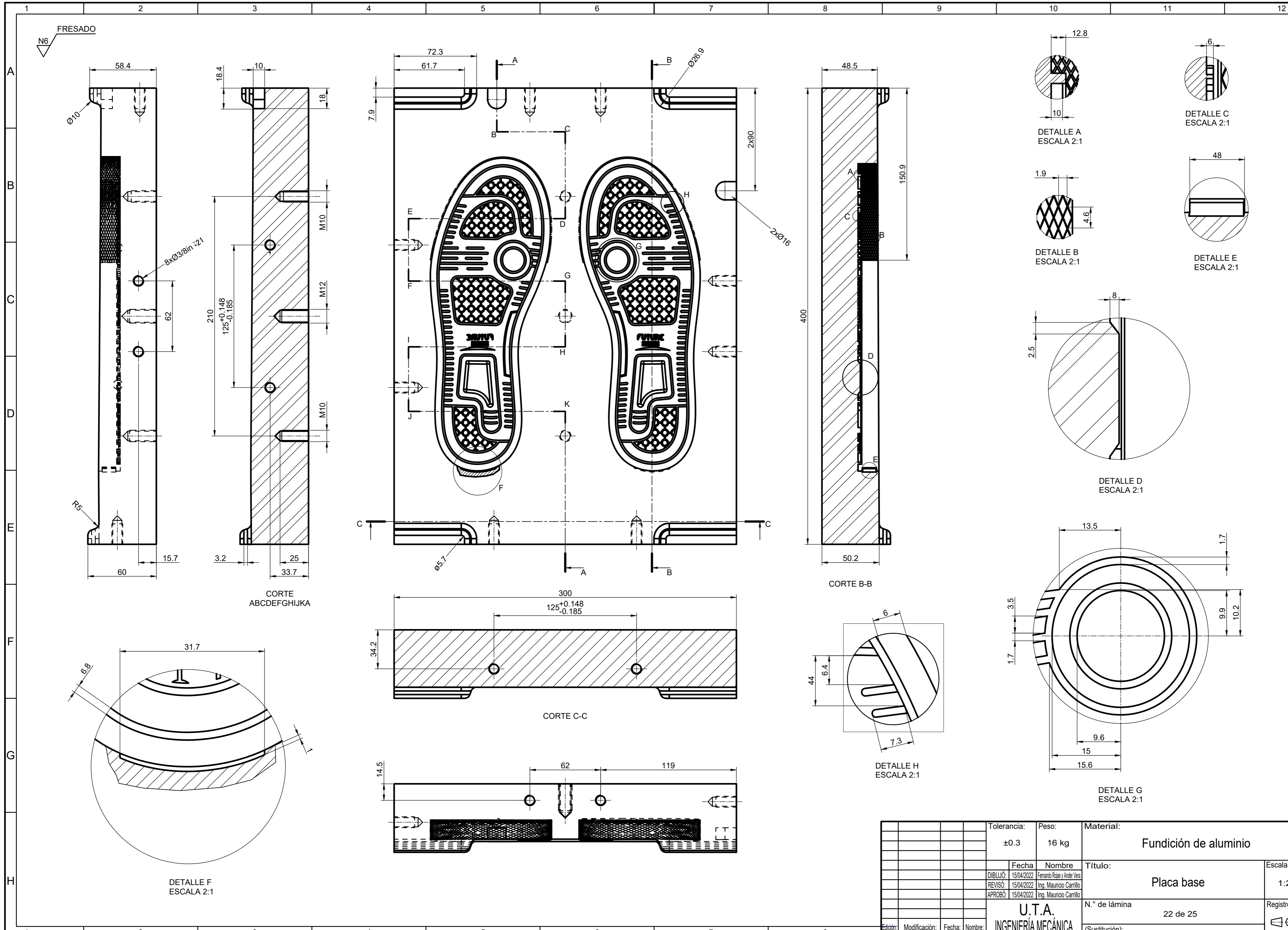
C

D

E

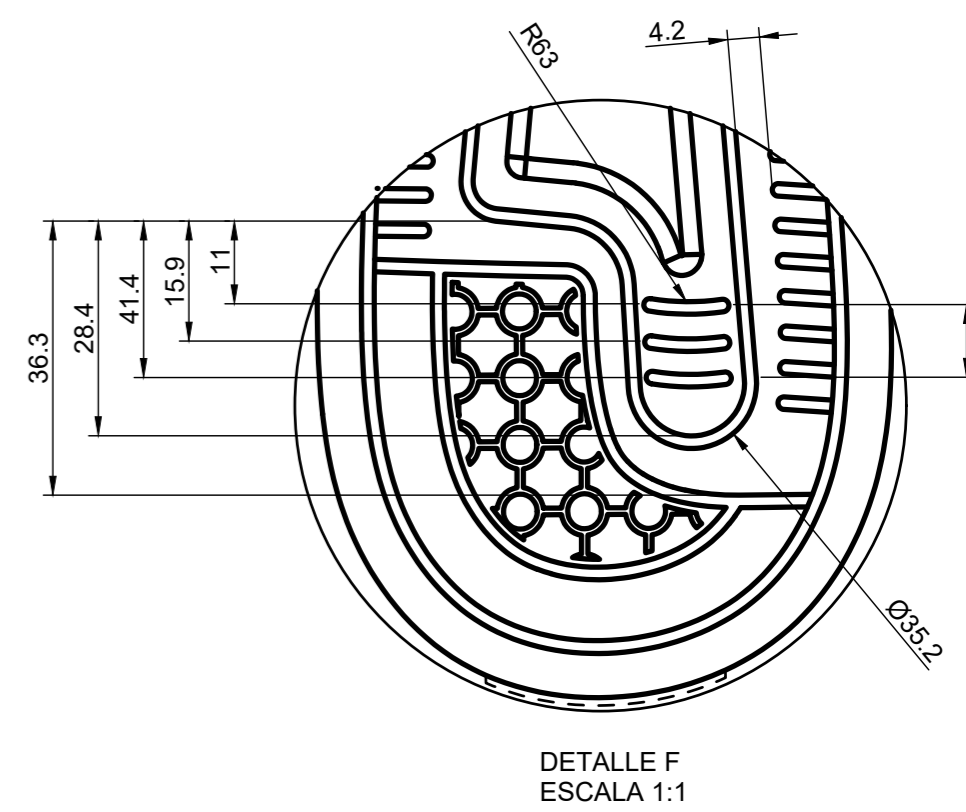
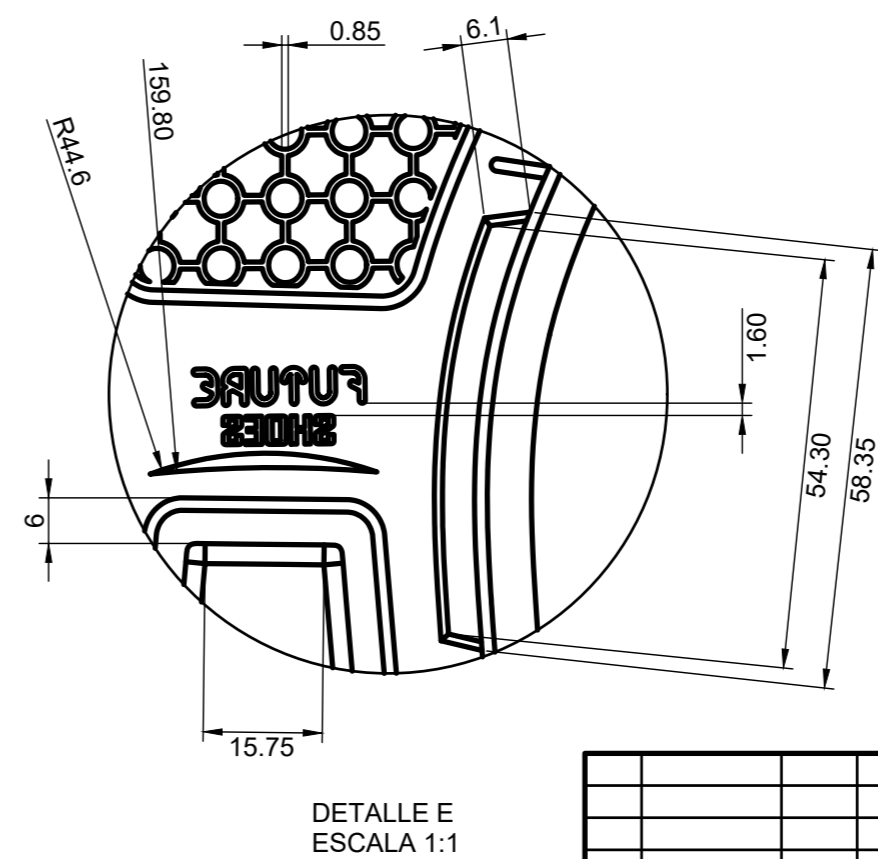
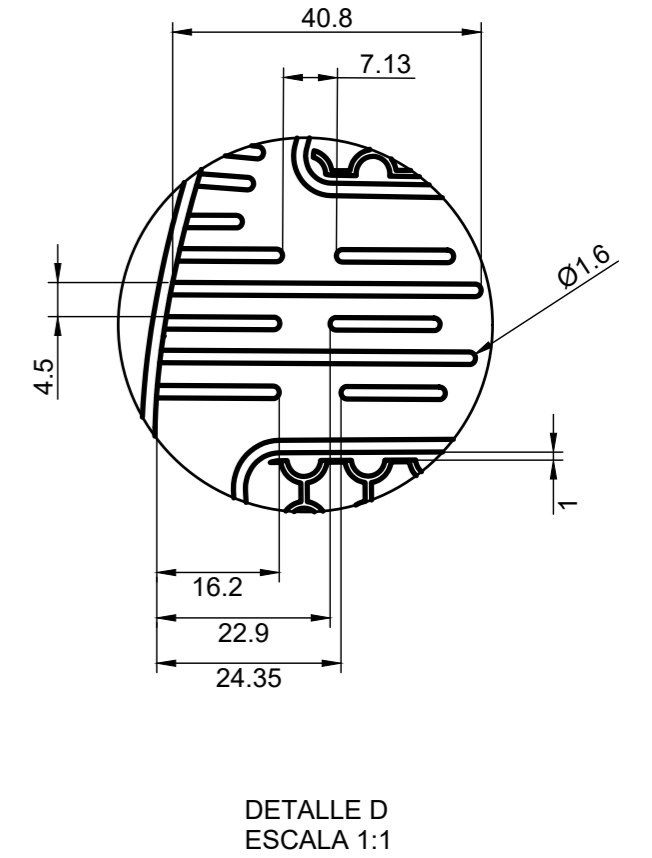
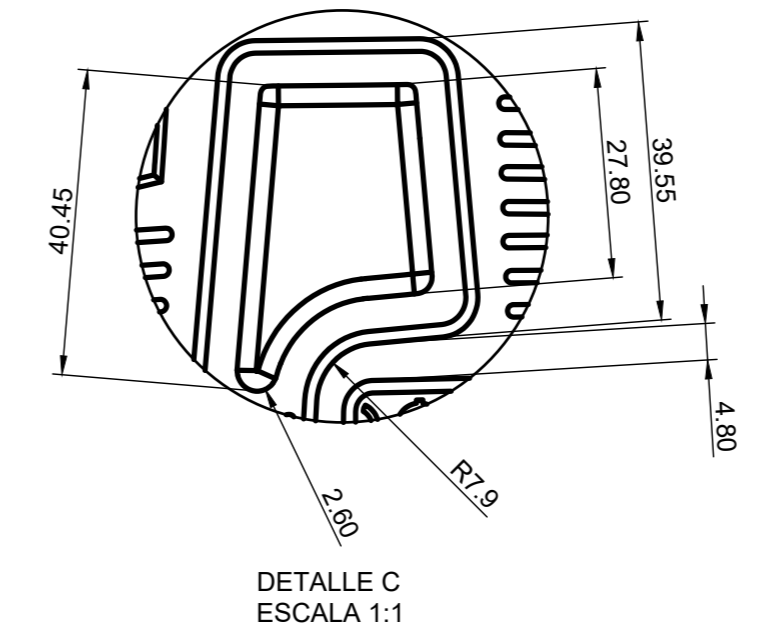
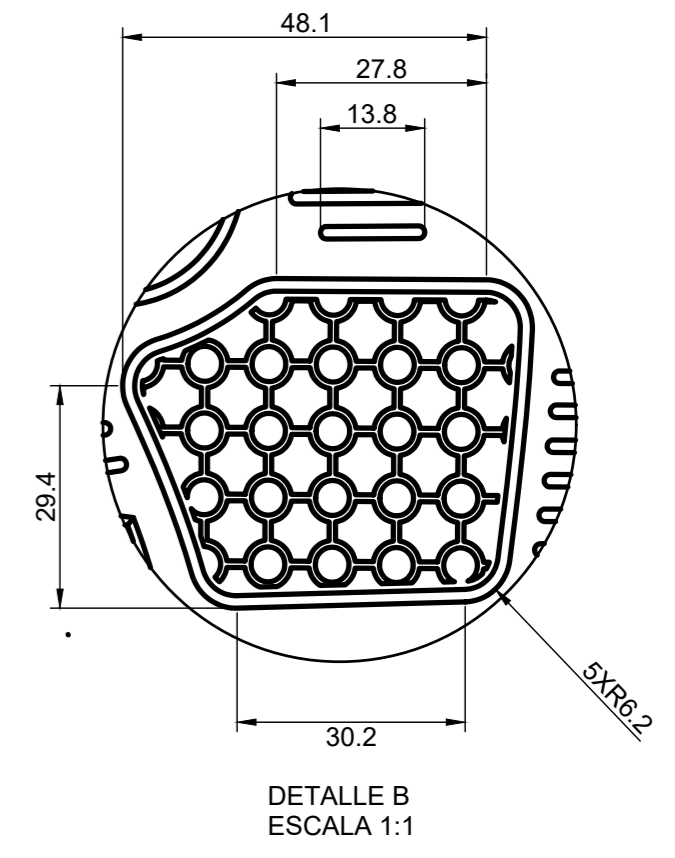
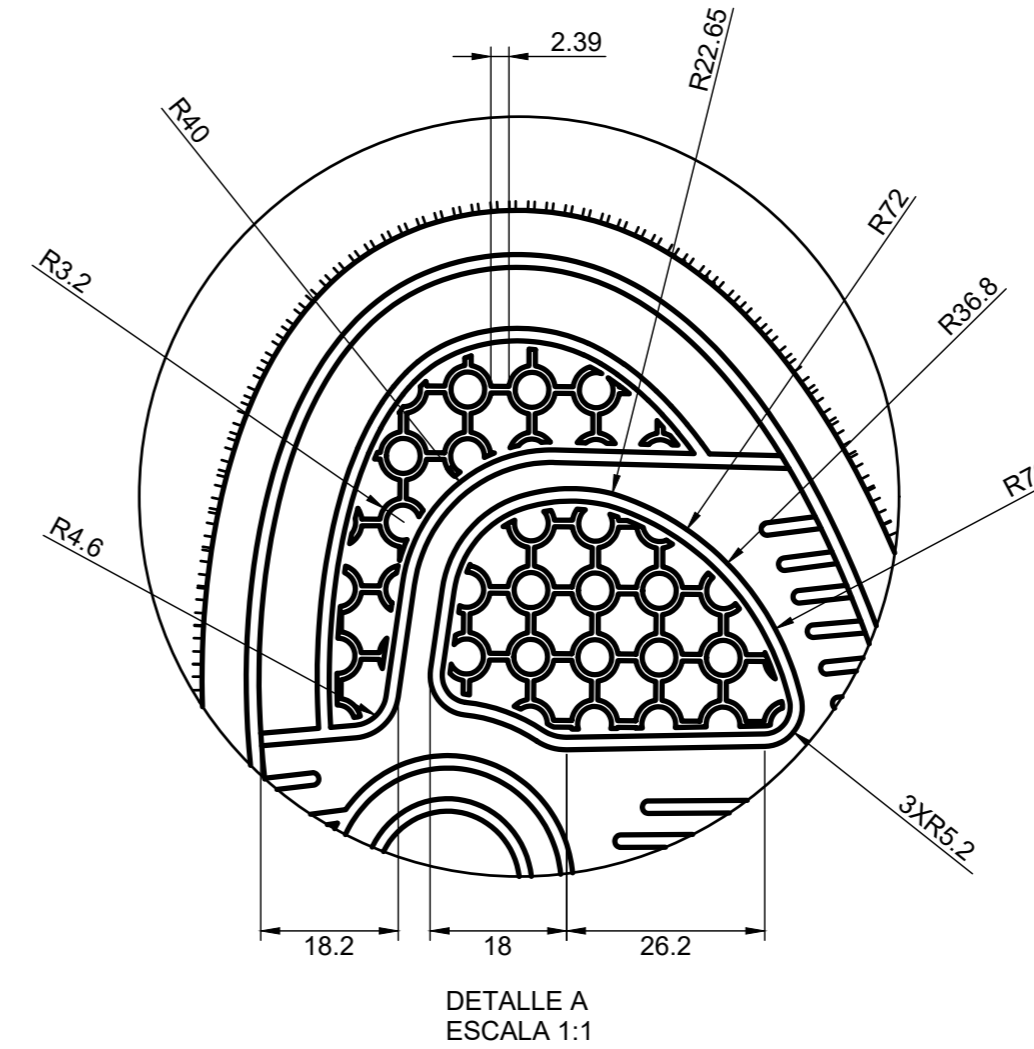
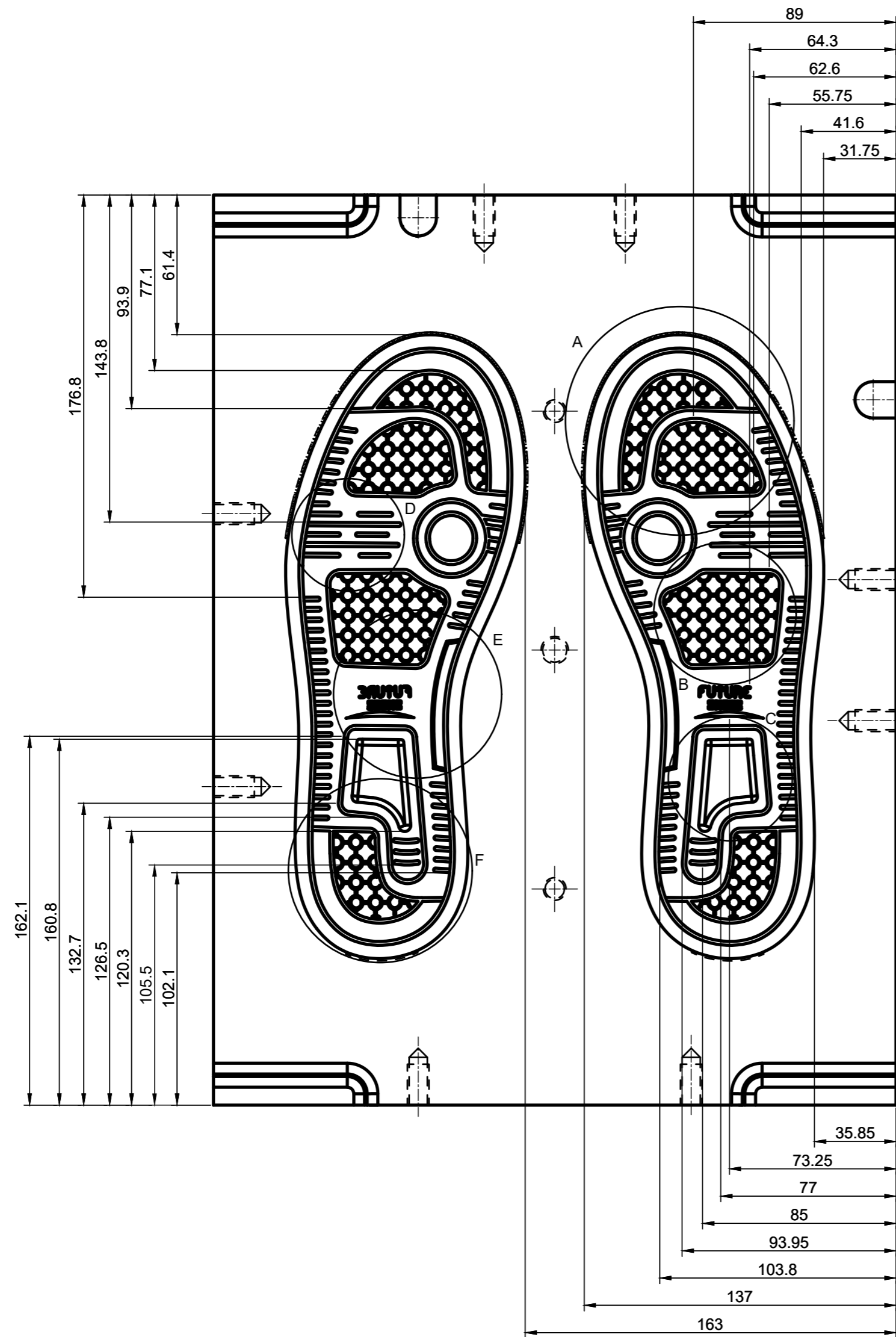


				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				±0.4	18 gr	ASTM A36 Steel	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				DIBUJÓ: 15/04/2022	Fernando Rojas y Ander Vera	Tope seguro inferior	2:1
				REVISÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				APROBÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.° de lámina	Registro:
						21 de 28	
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:	(Sustitución):			



				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				±0.3	16 kg	Fundición de aluminio	
				Fecha:	Nombre:	Título:	Escala:
				15/04/2022	Fernando Rojas y Ander Vera	Placa base	1:2
				REVISÓ:	Ing. Mauricio Carrillo		
				APROBÓ:	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A.		N.º de lámina	Registro:
				INGENIERÍA MECÁNICA		22 de 25	
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:			(Sustitución):	

FRESADO
N6



Tolerancia:		±0.3	Peso:	16 kg	Material:	Fundición de aluminio
Fecha:		15/04/2022	Nombre:		Fernando Rojas y Ander Vera	
DIBUJO:		20/05/2022	REVISÓ:		Ing. Mauricio Carrillo	
APROBÓ:		20/05/2022	Título:		Placa base - Detalle	
Edición:		Modificación:	Fecha:	Nombre:	N.º de lámina:	23 de 28
U.T.A. INGENIERIA MECÁNICA					Registro:	1:2

1

2

3

4

A

B

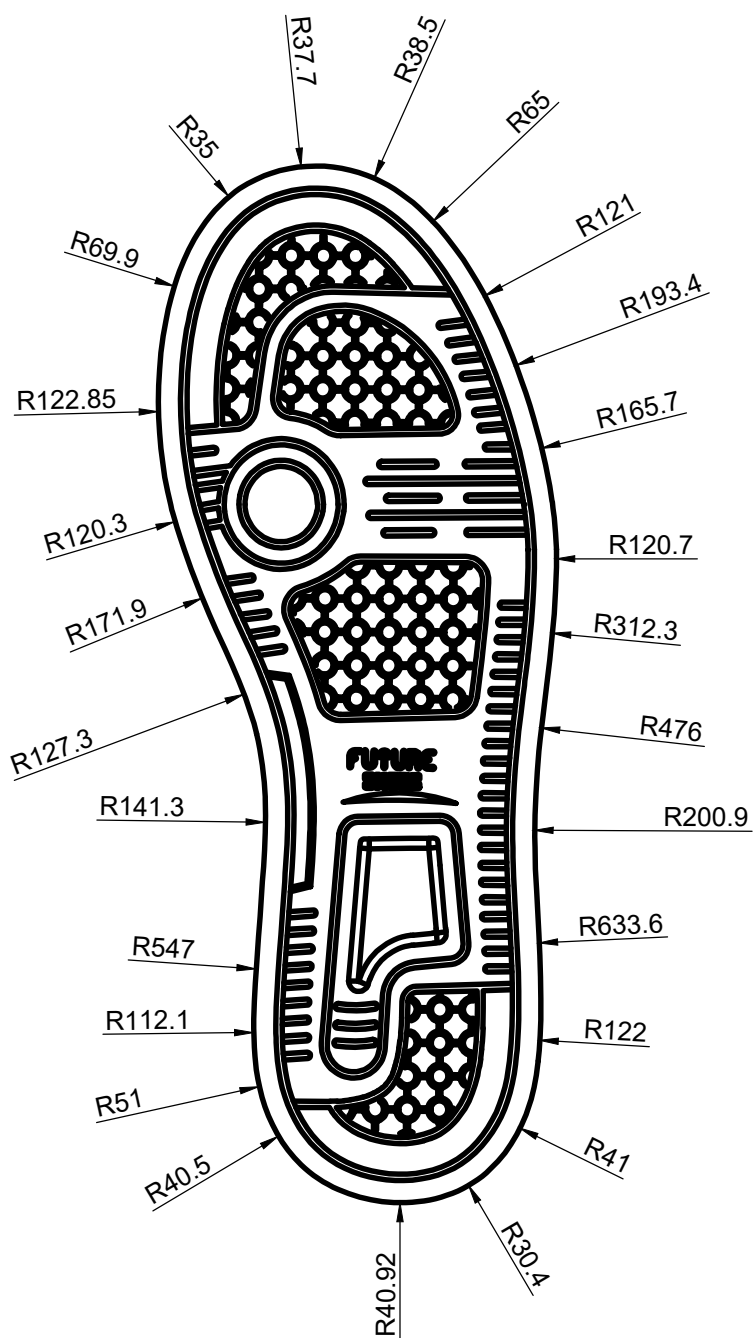
C

D

E

FRESADO

N6



NOTA: La plantilla de la base son simétricas.

				Tolerancia: ±0.2	Peso: 10 gr	Material: Fundición de aluminio	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				DIBUJÓ: 15/04/2022	Fernando Rojas y Ander Vera	Base - Plantilla 1	1:2
				REVISÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				APROBÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º de lámina 24 de 28	Registro:
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:			(Sustitución):	

1

2

3

4

A

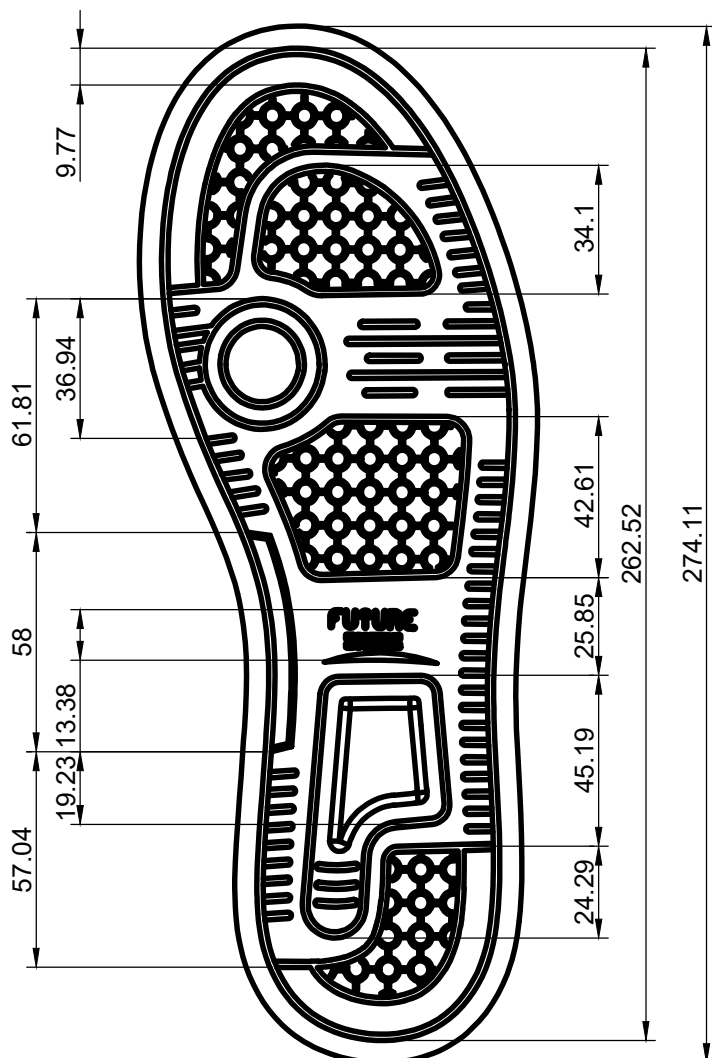
B

C

D

E

FRESADO
N6



NOTA: La plantilla de la base son simétricas.

				Tolerancia: ±0.2	Peso: 10 gr	Material: Fundición de aluminio	
						Título: Base - Plantilla 2	Escala: 1:2
				Fecha	Nombre		
				DIBUJÓ: 15/04/2022	Fernando Rojas y Ander Vera		
				REVISÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				APROBÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º de lámina 25 de 28	Registro:
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:			(Sustitución):	

1

2

3

4

A

B

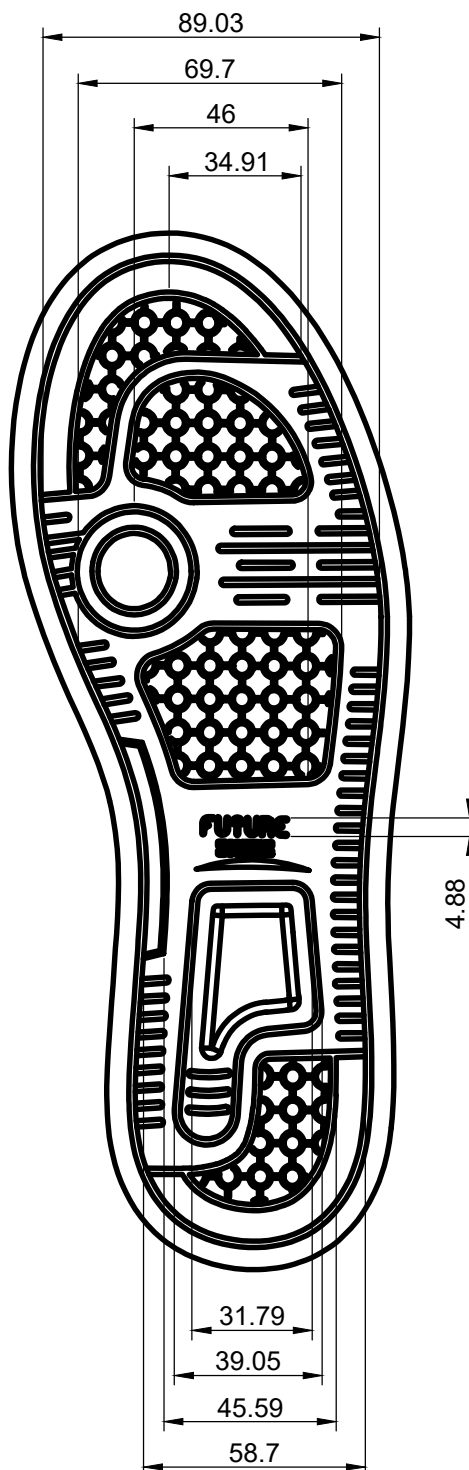
C

D

E

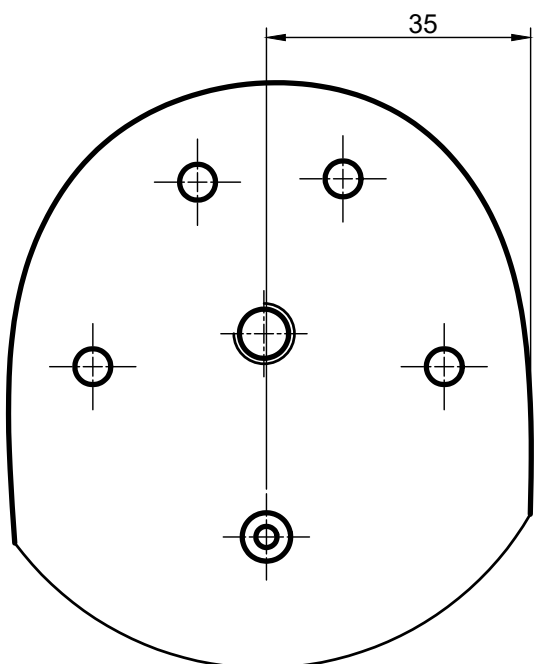
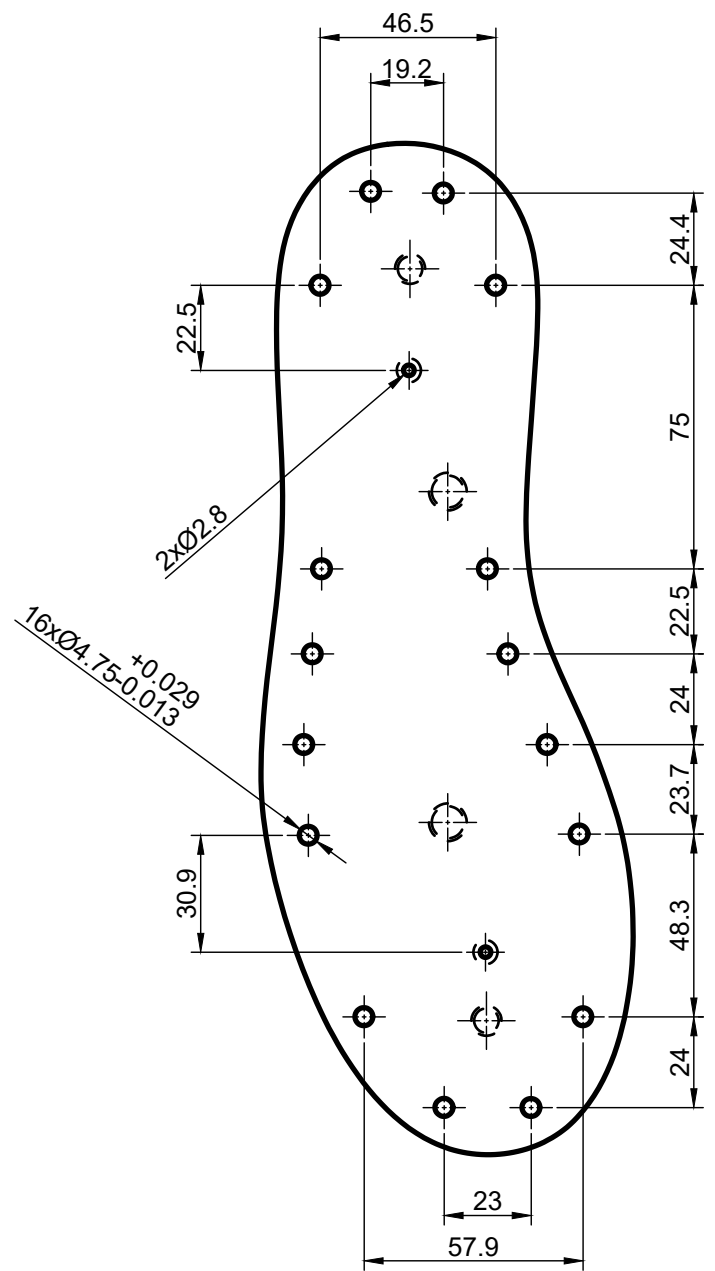
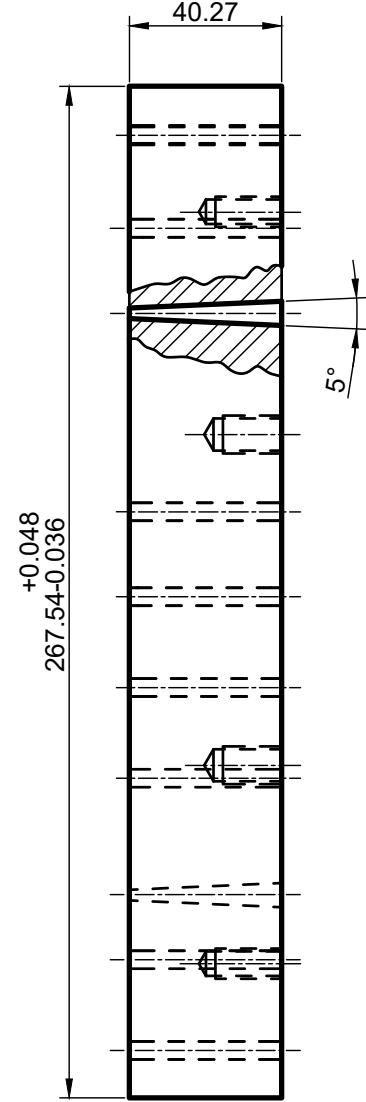
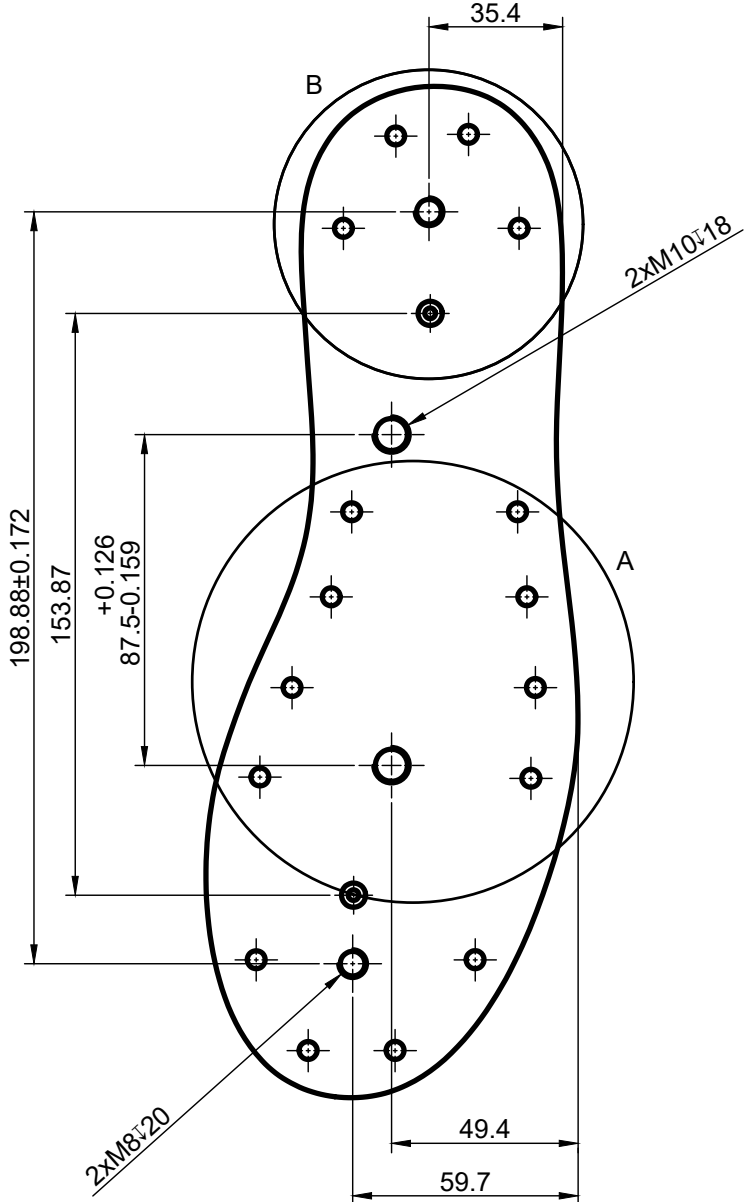
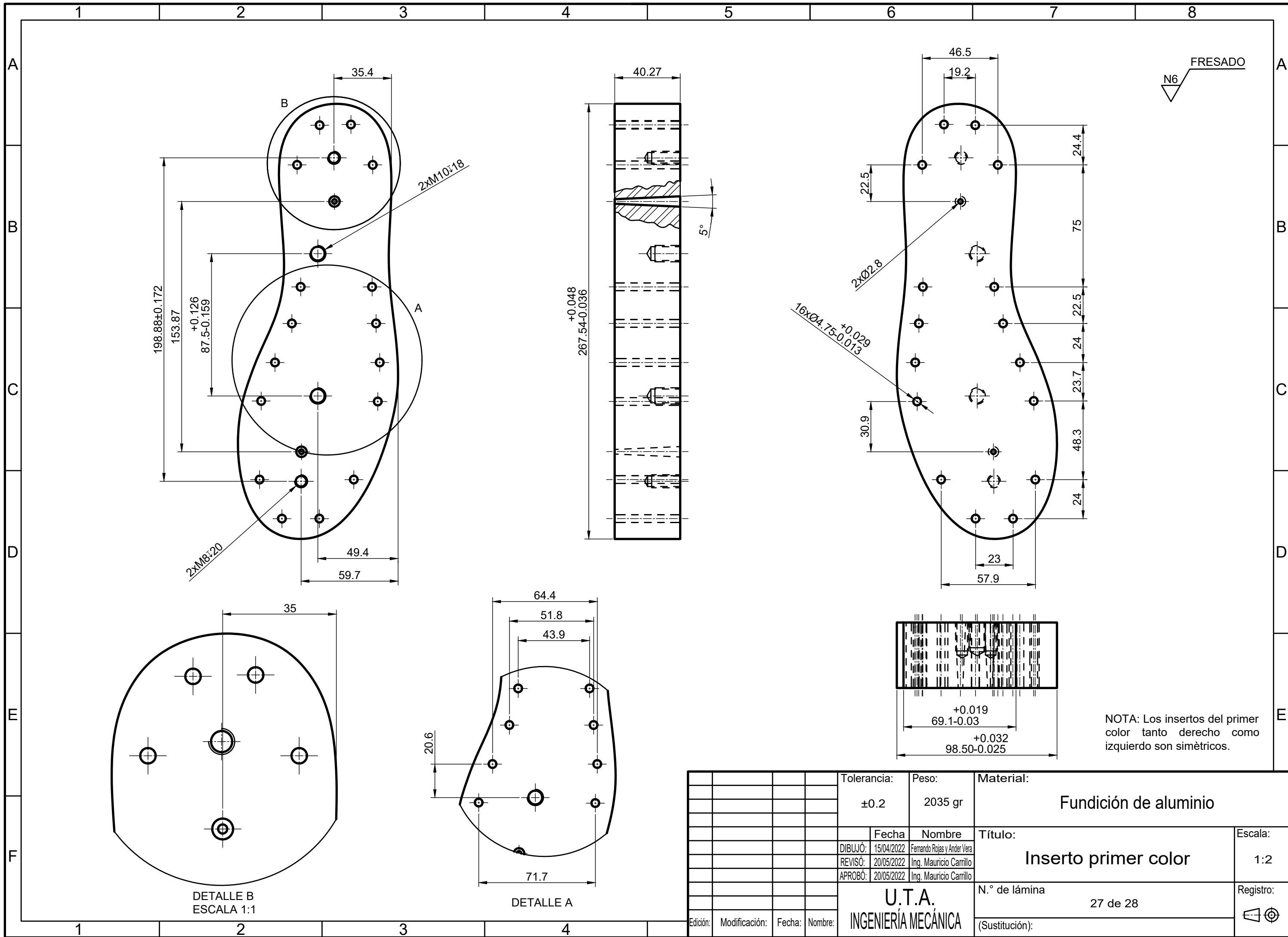
FRESADO

N6

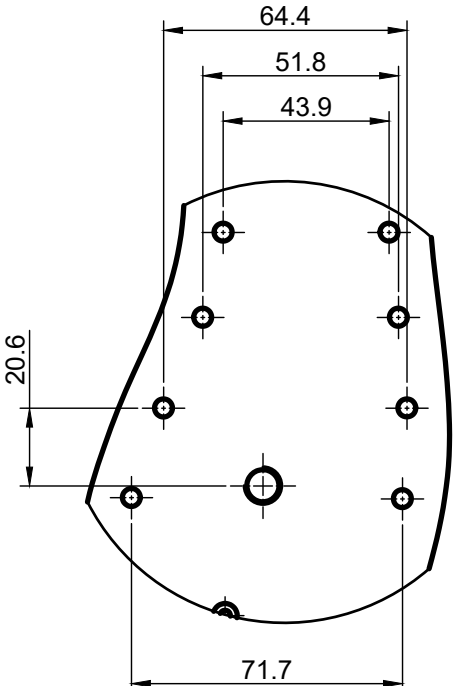


NOTA: La plantilla de la base son simétricas.

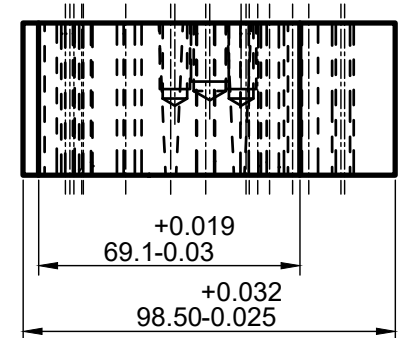
				Tolerancia: ±0.2	Peso: 10 gr	Material: Fundición de aluminio	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				DIBUJÓ: 15/04/2022	Fernando Rojas y Ander Vera	Base - Plantilla 3	1:2
				REVISÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				APROBÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º de lámina 26 de 28	Registro:
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:			(Sustitución):	



DETALLE B
ESCALA 1:1



DETALLE A



NOTA: Los insertos del primer color tanto derecho como izquierdo son simétricos.

				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				±0.2	2035 gr	Fundición de aluminio	
				Fecha	Nombre	Título:	
				DIBUJÓ: 15/04/2022	Fernando Rojas y Ander Vera	Inserto primer color	
				REVISÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo	Escala:	
				APROBÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo	1:2	
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º de lámina	Registro:
						27 de 28	☐ ⊙
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:				

1

2

3

4

A

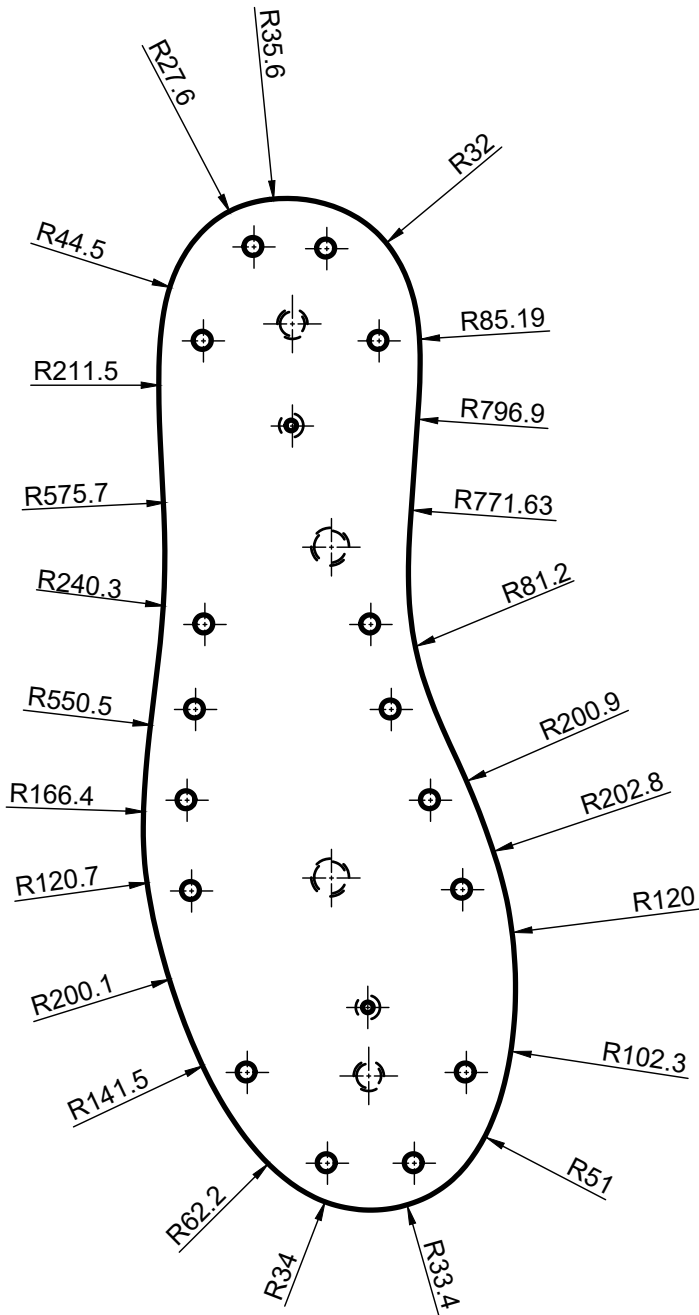
B

C

D

E

FRESADO
N6



NOTA: Los insertos del primer color tanto derecho como izquierdo son simétricos.

				Tolerancia: ±0.2	Peso: 10 gr	Material: Fundición de aluminio	
				Fecha	Nombre	Título:	Escala:
				DIBUJÓ: 15/04/2022	Fernando Rojas y Ander Vera	Inserto primer color - Plantilla	2:1
				REVISÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				APROBÓ: 20/05/2022	Ing. Mauricio Carrillo		
				U.T.A. INGENIERÍA MECÁNICA		N.º de lámina 28 de 28	Registro:
Edición:	Modificación:	Fecha:	Nombre:			(Sustitución):	