

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE DE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA**

PROTECTOR DE ENCHUFES DE TPU IMPRESO EN 3D

Trabajo de titulación para optar al Título de
TÉCNICO UNIVERSITARIO EN DISEÑO
Y PRODUCCIÓN INDUSTRIAL EN
MOLDES Y MATRICES

Alumnos:
Elías Jacob Durán Córdova
Bastián Jacob Muñoz Lopez

Profesor Guía:
Mg. Ing. Alejandro Elías Badilla Bello

2023

Para comenzar con esta dedicatoria, le agradecemos tanto a la universidad, como a los profesores que la componen, no dejando atrás a nuestros compañeros que a lo largo de la carrera nos apoyaron en cada momento. como nosotros también a ellos.

"Nadie dijo que sería fácil" con esa frase resume toda nuestra experiencia dentro de la universidad.

Es completamente distinto en el ámbito estudiantil, nadie nunca pudo definir lo que podía y no podía hacer a pesar de lo difícil que fuera.

Una vez le dijimos a unos estudiantes de tercero medio que la imaginación era su única limitante, la cual lo sostenemos y que ha definido quienes somos hoy en día.

Por eso la persona que lea esta dedicatoria pensamos en la frase de principio y que crea en cada cosa que piense, cual loca sea, se puede hacer si le pones el esfuerzo y dedicación suficiente.

Buena caza.

EIDC & BJML

RESUMEN

Keywords: **MOLDE DE INYECCIÓN - PROTECTOR DE ENCHUFES - IMPRESIÓN 3D**

En este trabajo de título se presentará un proyecto para la creación de manera virtual dado a la contingencia del país, pero que no quiere decir que no se pueda fabricar para un proceso de manufactura, sino se le hará un modelado en 3D, la obtención del producto será denominado “Protector de enchufes”, en el cual se proporcionarán los datos de los procesos y detalles a los cuales se llegó a la creación del producto, también se dará la posibilidad de que un individuo que tenga en su poder una impresora 3D pueda hacerlo en su hogar.

Se plantean problemáticas que surgen en el cotidiano vivir de los padres y también será a través de lenguaje técnico, pero también de un lenguaje de fácil entendimiento para cualquier lector sin una preparación técnica previa, junto a eso se adjuntarán, figuras, tablas, y planos.

La idea por la cual surgió la creación este proyecto fue a través de la problemática de que los niños de ciertas edades suelen introducir, ya sea por curiosidad o algún otro factor, sus manos en los enchufes eléctricos dando así que ellos sufran algún accidente, y lo que se busca con este proyecto es identificar la solución menos invasiva y que se logre implementar dentro de los hogares.

Con respecto al producto se especificará con mayor detalle en el Capítulo 1, ya que está mayoritariamente relacionado con el producto en sí.

En el Capítulo 2 se expone todo lo relacionado al diseño con un lenguaje más técnico, pero de un fácil entendimiento, junto con cálculos relacionados al diseño, dicho esto los cálculos para la elaboración del molde dado a que se fabrica este para un proceso de manufactura, los cálculos deben ser precisos y peritos, ya que se trata de un producto que debe asegurar una protección ya sea para un menor, como también para proteger en caso de cualquier imprevisto que suceda dado a una falla eléctrica y este debe ser totalmente funcional, seguro y operativo.

Y finalmente en el Capítulo 3 se muestran los costos asociados a la impresión 3D y a los costos con respecto a un molde de inyección.

ÍNDICE

RESUMEN	Pág.
SIGLA Y SIMBOLOGÍA	
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVO ESPECÍFICOS	2
CAPÍTULO 1: <u>EL PRODUCTO</u>	
1. EL PRODUCTO	5
1.2. LA IDEA	5
1.3. EL USO	6
1.4. EL DISEÑO	7
1.4.1. Parámetros geométricos	8
1.4.2. Propiedades físicas del producto	8
1.5. ELECCIÓN DEL MATERIAL	9
1.5.1. PP (Polipropileno)	9
1.5.1.1. Propiedades del PP	10
1.5.2. TPU (Poliuretano termoplástico)	10
1.5.3. PE (Polietileno)	11
1.5.4. PEBD (Polietileno de Baja Densidad)	11
1.5.5. PEAD (Polietileno de Alta Densidad)	11
1.6. PROCESO DE INYECCIÓN	12
1.6.1. Máquina inyectora	13
CAPÍTULO 2: <u>DISEÑO DE MOLDE DE INYECCIÓN</u>	
2. DISEÑO DEL MOLDE DE INYECCIÓN	21
2.1. DISEÑO DEL MOLDE	21

2.2.	ESPIGAS BOTADORAS	22
2.3.	CÁLCULOS	24
2.3.1.	Fuerza de cierre y expansiva del molde	25
2.4.	CONTRACCIÓN	26
2.5.	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN	26
2.5.1.	Canal de alimentación	27
2.5.2.	Entrada directa	27
2.5.3.	Bebedero	28
2.6.	MANUFACTURA ADITIVA	
	29	
2.6.1.	¿Cómo funciona?	30
2.6.2.	Técnicas de manufactura aditiva	31
2.6.3.	Método de manufactura	31
2.6.3.1.	Modelado por Deposición Fundida (MDF)	31

CAPÍTULO 3: FABRICACIÓN Y COSTOS

3.	FABRICACIÓN Y COSTOS	
	37	
3.1.	MECANIZADO	37
3.1.1.	Mecanizado convencional	38
3.1.2.	Mecanizado en CNC	39
3.1.3.	Software y ejecución	40
3.1.4.	Impresora a utilizar	40
3.2.	COSTOS	40
3.2.1.	Costos de diseño	41
3.2.2.	Costos de molde	41
3.2.3.	Costos de materiales	42
3.2.4.	Costo de materiales en impresión 3D	42

3.2.5. Costo consumo eléctrico	43
3.2.6. Costo hora máquina	44
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
BIBLIOGRAFÍA	47
ANEXOS	49
ANEXO 1: CARTA GANTT	51
ANEXO 2: PLANO CONJUNTO	52
ANEXO 3: PRODUCTO FINAL	53
ANEXO 4: BOTADOR	54
ANEXO 5: PLACA PORTABOTADORES SUPERIOR	55
ANEXO 6: PLACA PORTABOTADORES INFERIOR	56
ANEXO 7: PLACA SUJECCIÓN	57
 <u>ÍNDICE DE FIGURAS</u>	
Figura 1-1. Diseño final protector de enchufes	5
Figura 1-2. Enchufe con respectivo protector	6
Figura 1-3. Tipos de enchufe	6
Figura 1-4. Parámetros del protector	7
Figura 1-5. Parámetros del protector	8
Figura 1-6. Simbología del PEAD y PEBD	12
Figura 1-7. Máquina inyectora y sus componentes.	14
Figura 1-8. Inyección del plástico	15
Figura 1-9. Llenado del molde	15
Figura 1-10. Extracción de la pieza	15
Figura 1-11. Máquina inyectora, marca Intertech, Modelo INT-60	16
Figura 1-12. Ficha técnica de la máquina inyectora, marca Intertech, Modelo INT-60	17
Figura 2-1. Botador de 1,5 de diámetro	24
Figura 2-2. Canal de llenado circular	27
Figura 2-3. Imagen referencial de la entrada directa del canal de llenado	28
Figura 2-4. Bebedero referencial	29
Figura 2-5. Imagen referencial de una manufactura tradicional	29
Figura 2-6. Impresión 3D de un modelo con perforaciones	30
Figura 2-7. Impresión en 3D	30

Figura 2-8. Ficha técnica Impresora 3D Creality Ender 6	32
Figura 3-1. Mecanizado convencional en torno	38
Figura 3-2. Mecanizado en CNC	39
Figura 3-3. Gráfico en base a tabla 3-4	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Propiedades del producto	9
Tabla 1-2. Propiedades físicas del material	10
Tabla 1-3. Propiedades de PEAD y PEBD	12
Tabla 3-1. Procesos de fabricación	38
Tabla 3-2. Costos de diseño	41
Tabla 3-3. Tabla de materiales y precios	42
Tabla 3-4. Tabla de materiales de impresión 3D	43
Tabla 3-5. Tabla de consumo eléctrico	44
Tabla 3-6. Costo Impresión 3D	45

ÍNDICE DE FÓRMULAS

Fórmula 2-1. Largo crítico del botador	22
Fórmula 2-2. Presión crítica	23
Fórmula 2-3. Fuerza expansiva del molde	25

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

SIGLA

A3:	Formato de papel, DIN 476 (297 x 420 mm)
A4:	Formato de papel, DIN 476 (210 x 297 mm)
CD:	Costo de diseño
CM:	Costo de molde
CAD:	Computer Aided Design (Diseño Asistido por Computador)
CAM:	Computer Aided Manufacture (Manufactura Asistida por Computador)
CLP:	Peso chileno
CNC:	Control Numérico Computacional
DIN:	Deutsches Institut für Normung (Instituto Alemán de Normalización)
ej.:	Ejemplo
etc.:	Etcétera
IVA:	Impuesto Valor Agregado
MDF:	Modelado por deposición fundida
Pe:	Presión de inyección

Pf: Presión final a utilizar
q: Carga repartida de la placa
rpm: Revoluciones por minuto
S: Espesor máximo de la pieza
Tc: Temperatura del material fundido
UF: Unidad de Fomento
UTFSM: Universidad Técnica Federico Santa María
V: Volumen
Ø: Diámetro
°C: Grados Celsius
s: Segundo
%: Porcentaje
α: Alfa
π: Pi
3D: 3 Dimensiones

SIMBOLOGÍA

cm: Centímetro
cm²: Centímetro cuadrado
cm²/s: Centímetro cuadrado dividido por segundo
cm³: Centímetro cúbico
cm³/s: Centímetro cúbico dividido por segundo
g: Gramo
g/cm³: Gramo dividido por centímetro cúbico
g/s: Gramo dividido por segundo
kg: Kilogramo
kgf/cm²: Kilogramo fuerza dividido por centímetro cuadrado
kp/cm²: Kilopondio dividido por centímetro cuadrado
m: Metro
mm: Milímetro
mm²: Milímetro cuadrado
ton: Tonelada

INTRODUCCIÓN

En nuestros hogares, siempre existe la posibilidad de que los niños más pequeños entren en contacto con las tomas de corriente, y nuestras familias están compuestas por miembros que tienen meses e incluso menos de 4 años. Además, no podemos ignorar el hecho de que los adultos también están expuestos a este tipo de accidentes, por lo que la necesidad de protección es igualmente relevante. Este es el propósito central de nuestro proyecto.

Nos enfocamos en crear un dispositivo que brinde seguridad y tranquilidad a todos los miembros de la familia. El objetivo concreto es evitar posibles accidentes eléctricos al impedir el acceso no autorizado a los enchufes. Hemos desarrollado un protector especial que se adapta fácilmente a las tomas de corriente, evitando que los niños introduzcan sus manos o cualquier otro objeto peligroso.

Este producto innovador está diseñado con materiales de alta calidad y durabilidad para garantizar su eficacia a largo plazo. Además, hemos tenido en cuenta la estética y la practicidad, asegurándonos de que el protector se integre armoniosamente en cualquier ambiente doméstico.

Nuestro compromiso es proporcionar una solución confiable y efectiva para prevenir accidentes eléctricos en el hogar. Entendemos la importancia de proteger a nuestros seres queridos y brindarles un entorno seguro. Con nuestro producto, podrás disfrutar de la tranquilidad de saber que tus hijos y todos los miembros de la familia están protegidos contra posibles riesgos eléctricos.

En resumen, nuestra iniciativa surge de la necesidad de proteger a los niños y a los adultos de los accidentes eléctricos en el hogar. A través de nuestro producto, ofrecemos una solución eficaz y duradera para evitar el acceso no autorizado a los enchufes. La seguridad de nuestra familia es nuestra prioridad, y con este dispositivo, podemos lograr un entorno libre de preocupaciones y riesgos eléctricos.

OBJETIVO GENERAL

- Presentar un proyecto para la creación virtual de un protector de enchufes de TPU, que posteriormente sea fabricado un proceso de manufactura y a su vez sea realizado mediante una impresión en 3D.

En resumen, los objetivos generales se centran en desarrollar y presentar un proyecto para la creación virtual y fabricación de un protector de enchufes de TPU mediante impresión 3D. Esto quiere decir que también si una persona presenta una impresora 3D en su hogar puede llevar a cabo la realización de este proyecto.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar un modelo virtual en 3D del protector de enchufes, utilizando software de diseño asistido por computadora (CAD), para crear un diseño tridimensional detallado del protector;
- Realizar el diseño técnico del protector de enchufes explicando el proceso de diseño, incluyendo cálculos relacionados y consideraciones técnicas para garantizar la funcionalidad y seguridad del producto, y
- Realizar un estudio de los costos asociados en relación a la impresión 3D y a la fabricación de un molde de inyección. Evaluando los costos asociados a la impresión 3D, como también los costos de fabricación de moldes para la producción a gran escala.

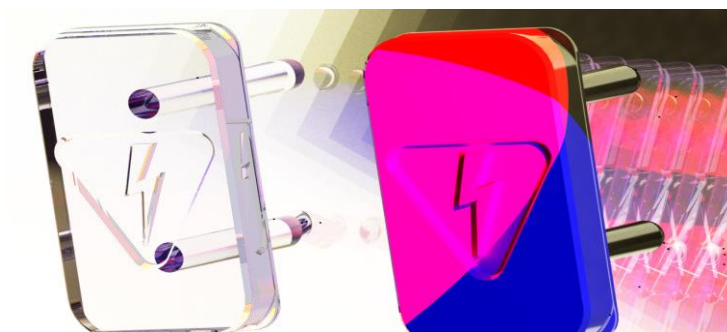
En definitiva, los objetivos específicos incluyen el desarrollo del modelo virtual en 3D, la investigación de problemáticas relacionadas, la explicación detallada del producto, el diseño técnico, y el análisis de costos para evaluar la viabilidad económica del proyecto.

CAPÍTULO 1: **EL PRODUCTO**

1. **EL PRODUCTO**

El producto que se ejecutará a partir de este escrito es un “protector de enchufe eléctrico”, el cual como indica su nombre, su función es proteger (cubrir) la toma de corriente para así poder evitar que gente y principalmente infantes no tengan algún accidente, los cuales podrían provocar que su musculatura se contraiga y donde su corazón podría llegar incluso a pararse. Teniendo consecuencias de presentar lesiones nerviosas, alteraciones químicas, daños térmicos u otras secuelas de accidentes secundarios.

Ya que la curiosidad de los más pequeños de la casa o por el descuido de los demás, el acercarse e interactuar de forma no adecuada con el enchufe, introduciendo objetos que son conductores de corriente puede terminar con alguna lesión para la persona como antes fue mencionado.



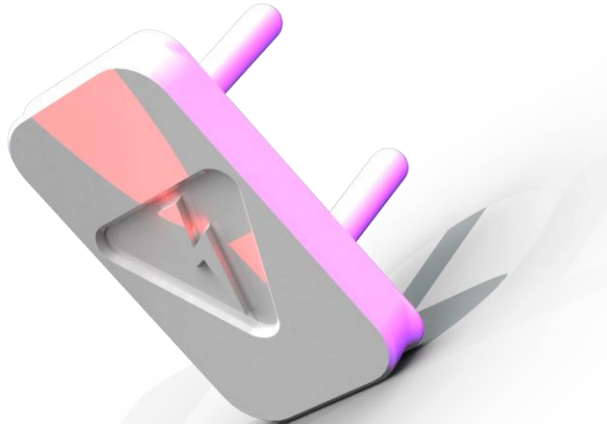
Fuente: Elaboración propia, en base al software SolidWorks 2016

Figura 1-1. Diseño final Protector de enchufes.

1.2. **LA IDEA**

Surge la idea para realizar este producto desde el instante en que se da cuenta que la mayoría de las familias o amistades tienen algún infante que claramente no va a ocultar su curiosidad por descubrir cosas nuevas, por lo que se llega a la conclusión de que esta misma ansia de querer ir tocando todo a su alrededor, puede llevarlos a los toma de corrientes, ya que varios de estos se encuentran a una altura donde los pueden alcanzar fácilmente y captan su atención desde el primer momento, ya sea por un descuido o el niño es muy veloz este puede introducir sus manos u objetos dentro del enchufe causando que les de la corriente.

Además, este producto no solo va dirigido a los padres de infantes, si no a cualquier que quiera evitar un accidente, así mismo a familias que tengan algún pariente con alguna discapacidad cognitiva que lo lleve a querer hacer ese tipo de actos descuidados sin poder controlarse por cuenta propia.



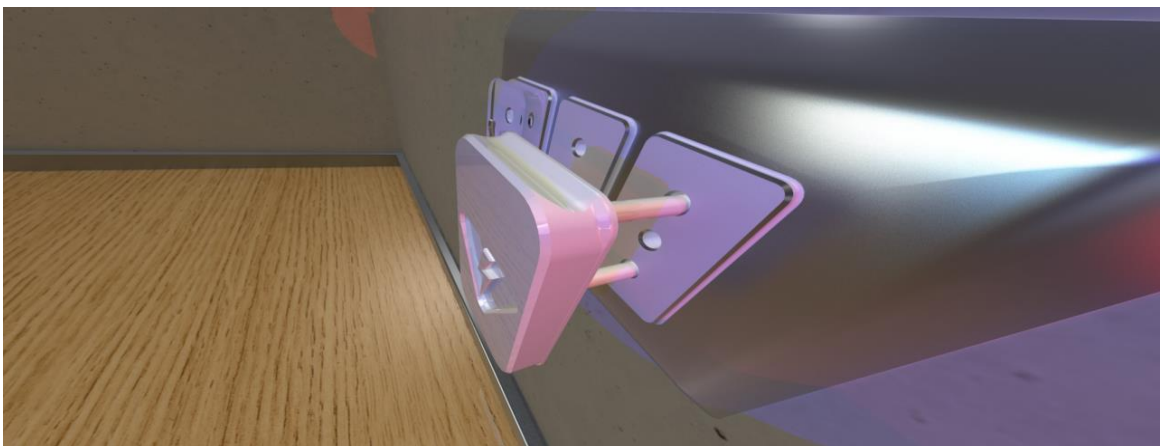
Fuente: Elaboración propia, en base al software SolidWorks 2016

Figura 1-2. Diseño final Protector de enchufes.

1.3. USO

La función del presente producto consta en ser una pieza con forma de clavija de material plástico, el cual se puede colocar como si fuera un tapón para el enchufe, pero tiene como fin evitar el traspaso de corriente desde la toma de corriente hacia alguna persona.

Su uso es muy sencillo, se coloca el protector en el enchufe como si fuera un tapón asegurándose que esté bien fijado, esto bastante práctico para poder colocar y retirar para un adulto, sin embargo, el más pequeño no lo tendrá tan fácil. Para quitar la tapa es tan sencillo, como coger el sacado que se encuentra en ella y sacarlo con un poco de fuerza, como utilizar las llaves que vienen con el producto, introducirla y sacar fácilmente el protector.



Fuente: Elaboración Propia, en base al software SolidWorks 2016

Figura 1-3. Enchufe con respectivo protector.

1.4. **DISEÑO**

Un dilema que se encuentra presente en la mayoría de los hogares puede llegar a solucionarse con un simple objeto de plástico.

El diseño de este comenzó a prepararse con unos cuantos bosquejos a mano alzada, sin tanta dificultad o con la simple idea en mente de cómo sería la forma y las medidas aproximadas. Para luego comenzar con la investigación en más profundidad y completar con los parámetros exactos, el material que mejor se adaptará a la circunstancia, y trabajarlo con los programas especializados para conseguir un buen proyecto.

Para iniciar con el diseño, lo primero que se tenía que tomar en cuenta era la forma y tipo de toma de corrientes y clavijas que se encuentran en Chile.

Los cuales son del tipo “L” (Clavija plana con 3 pines redondeados a la misma altura), mayoritariamente ahora y los próximos a instalar en las futuras construcciones, sin embargo, aún en algunas edificaciones se encuentran del tipo “C” (Clavija plana o redonda con 3 pines redondos). (Ver Figura 1-4).

Por lo cual para poder crear un protector apto para ambos casos se decidió tomar la forma y las dimensiones del tipo L



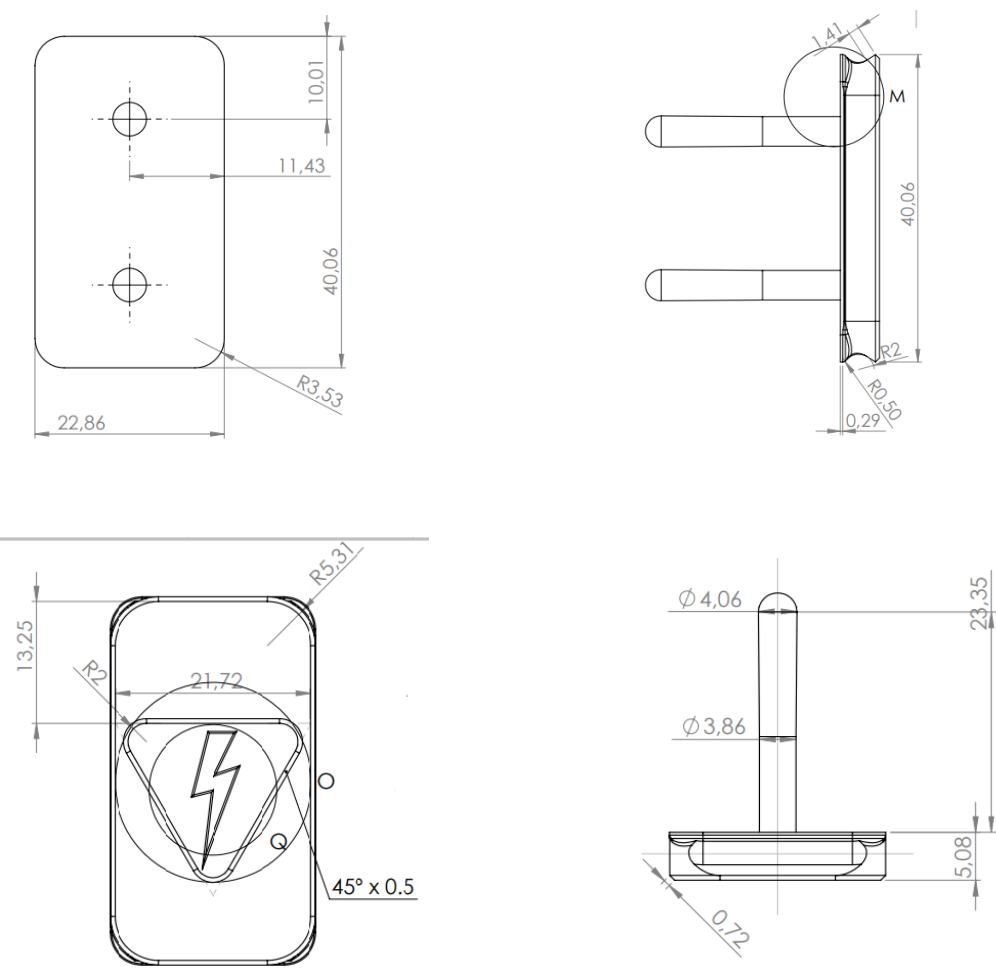
Fuente:

<http://www.escueladeviajeros.com/viajar/consejos/tipos%20de%20enchufe%20y%20electricidad%20mundial.html>

Figura 1-4. Tipos de enchufe.

Un aspecto importante que hay que tomar en cuenta del diseño es su apariencia, ya que lo ideal es que no sea atractivo para la vista de los infantes. Por lo tanto, el color base del producto tiene que ser de colores llamativos ya sea, rojo, amarillo, etc.

1.4.1. Parámetros geométricos



Fuente: Elaboración propia, a través de software SolidWorks 2016
Figura 1-5 Parámetros del protector

1.4.2. Propiedades físicas del producto

Para poder determinar el volumen de la pieza, se utilizará uno de los programas de diseño de piezas en 3D. En este caso, el programa a utilizar es SolidWorks, es un software CAD para modelado en 2D y 3D, permitiendo una visualización y un análisis de partes.

Este software, permite calcular tanto como la masa de la pieza, su área y su volumen, los cuales se verán representados en la siguiente tabla, (Tabla 1-1. propiedades físicas del producto).

Masa (g)	Volumen (mm ³)	Área (mm ²)
4,37	4.911,13	2.769,02

Fuente: Elaboración propia con datos extraídos desde SolidWorks 2016

Tabla 1-1. Propiedades del producto

1.5. **ELECCIÓN DEL MATERIAL**

Para la elección del material se tuvo en consideración los siguientes parámetros:

- Por su modo de obtención: naturales y sintéticos;
- Por su elasticidad: elastómeros y plásticos;
- Por el acomodamiento de las cadenas moleculares: amorfos y cristalinos;
- Por su comportamiento térmico: termoplásticos y termofijos;
- Por sus propiedades físicas comunes, funcionales, de ingeniería y especialidades;
- Por tener diferentes unidades Homopolímero, Copolímeros, Terpolímeros
- Por la forma de sus cadenas moleculares lineales, ramificados, reticulados, Bio-Polímeros, Elastómeros y Plástico y
- Termoplásticos: PP – PE – PVC, fluye al calentar y endurece al enfriar.

1.5.1. **Polipropileno (PP)**

El Polipropileno (PP) es uno de los polímeros termoplásticos más versátiles que existe, dado a que posee una gran variedad de aplicaciones, ya que este material puede ser usado tanto como plástico, fibra, empaques, tejidos, equipos, componentes, etc.

Es un producto que tiene alta resistencia contra diversos solventes químicos, como también contra álcalis y ácidos. También dispone de una rigidez, dureza y resistencia favorables, pero de mínima resiliencia.

1.5.1.1. Propiedades del PP

- Polímero de bajo costo, respecto a los beneficios;
- Fácil de moldear, principalmente al exponerlo al calor;
- Es resistente al agua, evitando traspaso de humedad;
- Alta resistencia;
- Buena estabilidad térmica, y
- Densidad baja.

PROPIEDADES FÍSICAS	UNIDAD	VALORES
Peso específico	g/cm ³	0,91
Temperatura de fusión	°C	165
Resistencia dieléctrica	Ohm	>10 ¹³
Dureza	Mpa	80
Resistencia al impacto	KJ/m ²	Sin rotura
Resiliencia	kJ/m ²	9
Punto de fluencia	Mpa	35

Fuente: Elaboración propia con datos de <http://www.elaplas.es/materiales/plasticos-tecnicos/polipropileno-pp/>

Tabla 1-2. Propiedades físicas del material.

1.5.2. TPU

En la elección de material, se llegó entre una cantidad de polímeros flexibles, Poliuretano Termoplástico, se le atribuyen cualidades mecánicas ideales para el óptimo funcionamiento de este mecanismo, ya que este se caracteriza por su alta resistencia a la abrasión, al oxígeno, al ozono y a las bajas temperaturas.

Esta combinación de propiedades hace del TPU un plástico de ingeniería, por esta razón, se utiliza en aplicaciones especiales.

Otra de las ventajas de este polímero, es que este termoplástico, que no requiere de un proceso de vulcanizado, gracias a que en el año 2008, se introdujo un novedoso proceso para reticularlo.

Este elastómero puede ser conformado por los procesos habituales para termoplásticos, impresión 3D, como moldeo por inyección, extrusión y soplado.

Gracias a las propiedades mecánicas de este material (TPU) se tiene la opción de fabricar este producto con dos propósitos, uno de ellos es la producción en serie, la cual consistiría en la creación de un molde de inyección y centros mecanizados. El otro propósito sería a bajo nivel de producción este puede ser para uso personal, utilizando solamente una impresora 3D.

Sus características son:

- Alta resistencia al desgaste y a la abrasión;
- Alta resistencia a la tracción y al desgarre;
- Muy buena capacidad de amortiguación;
- Muy buena flexibilidad a bajas temperaturas;
- Alta resistencia a grasas, aceites, oxígeno y ozono;
- Es tenaz;
- Excelente recuperación elástica, y
- Solidez a la luz (alifáticos).

1.5.3. Polietileno (PE)

El Polietileno es un polímero termoplástico, desde un punto de vista químico es considerado uno de los plásticos más simples, por lo que su fabricación resulta ser bastante económica. Dependiendo de la densidad de este puede clasificarse en dos tipos. (Ver Tabla 1-3).

1.5.4. Polietileno de Baja Intensidad (PE-BD)

Este consta de buena rigidez, tenacidad y resiliencia, además de gran resistencia al desgaste y la abrasión. Tiene bajo coeficiente de rozamiento lo cual eleva la resistencia al impacto.

1.5.5. Polietileno de Alta Densidad (PE-AD)

Posee una excelente resistencia al desgaste y la abrasión incluso a T° debajo de -200°C, también una resistencia al impacto destacable, alta tenacidad, alto alargamiento a la rotura y buena resistencia a las radiaciones de energía elevadas (Rayos Gamma y Rayos X).

PROPIEDADES FÍSICAS	UNIDAD	VALORES	
		PE-HD	PE-LD
Peso específico	g/cm ³	0,93*	0,96*
Temperatura de fusión	°C	130/135	130/135
Resistencia dieléctrica	Kv/mm	45	45
Dureza con bola	N/mm ²	36	45
Resistencia al impacto (179/1eU)	KJ/m ²	Sin rotura	Sin rotura
Resiliencia	kJ/m ²		
Punto de fluencia	Mpa	19	28

Fuente: Elaboración propia con datos de <http://www.elaplas.es/>

Tabla 1-3. Propiedades de PE-AD Y PE-BD



Fuente: Wikipedia

Figura: 1-6. Simbología del PE-AD y PE-BD

1.6. PROCESOS DE INYECCIÓN

En ingeniería, el moldeo por inyección es un proceso semicontinuo que consiste en inyectar un polímero en estado fundido en un molde cerrado a presión y se enfría mediante un sistema de flujo continuo de refrigerante que pasa a través del molde. En el molde el material se solidifica, comenzando a cristalizarse

La pieza final, se obtiene al abrir el molde y sacar de la cavidad el producto moldeado.

El moldeo por inyección es una técnica muy popular para la fabricación de artículos muy diferentes. La popularidad de este método se explica con la versatilidad de piezas que pueden fabricarse, la rapidez de fabricación, el diseño escalable desde procesos de prototipos rápidos, altos niveles de producción y bajos costos, alta o baja automatización según el costo de la pieza, geometrías muy complicadas que serían imposibles por otras técnicas, las piezas moldeadas requieren muy poco o nulo acabado, pues son terminadas con la rugosidad de

superficie deseada, color y transparencia u opacidad, buena tolerancia dimensional de piezas moldeadas con o sin insertos y con diferentes colores.

Las características más importantes del proceso de inyección son las siguientes:

- La pieza se obtiene en una sola etapa;
- Se necesita poco o ningún trabajo final sobre la pieza obtenida;
- El proceso es totalmente automatizable;
- Las condiciones de fabricación son fácilmente reproducibles, y
- Las piezas acabadas son de una gran calidad.

Para la inyección de plásticos, se deben tener en cuenta muchas restricciones:

- Dimensiones de la pieza: tendrán que ser reproducibles y de acuerdo con unos valores determinados, lo que implica minimizar las contracciones de este;
- Propiedades mecánicas: la pieza deberá resistir las condiciones de uso a las que esté destinada durante un tiempo de vida largo;
- Peso de la pieza: es de gran importancia, sobre todo, porque está relacionada con las propiedades de la máquina inyectora;
- Tiempo de ciclo: para aumentar la producción será necesario minimizar, en lo posible, el tiempo de ciclo de cada pieza, y
- Consumo energético: una disminución del consumo energético implica un menor coste de producción.

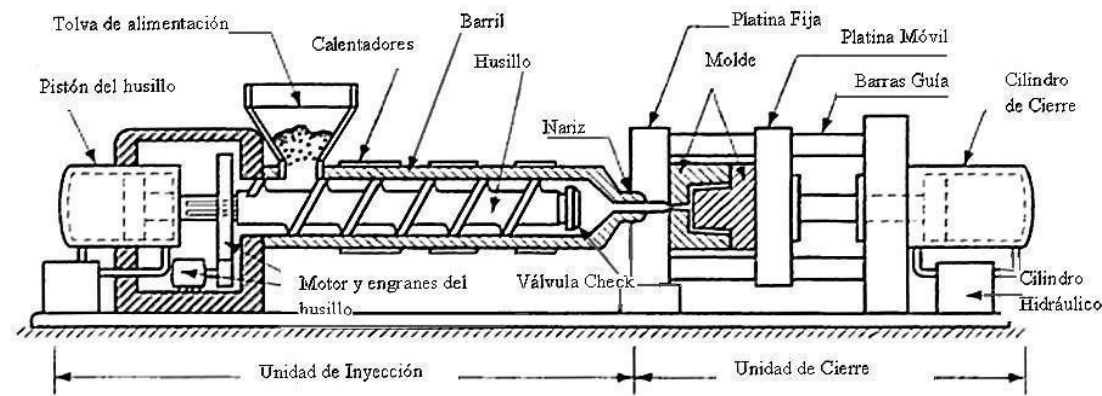
Dado a que ya se explicó el proceso de inyección, se entrará a detallar que es una máquina inyectora y cuáles son las características principales que este presenta, además se definirá que tipo de máquina se utilizará para la fabricación del producto.

1.6.1. Máquina inyectora

Las máquinas de husillo proporcionan un calentamiento uniforme del material, así como un mezclado homogéneo. En estas máquinas la inyección del material, se realiza desde la cámara de plastificación, que está provista de un husillo similar al de las máquinas de extrusión. El calentamiento del material se produce por tanto de forma similar a como ocurre en las máquinas de extrusión: la rotación del tornillo transforma parte de la energía mecánica en calor por fricción y además las paredes calientes del cilindro contribuyen a aumentar la temperatura por conducción. (Ver Figura 1-7).

La eficiencia en la transmisión de calor de estas máquinas resulta muy elevada frente a las máquinas con pistón. Sin embargo, aquí, a diferencia de lo que ocurre en las máquinas de extrusión, el tornillo además se mueve axialmente para realizar la inyección.

En la actualidad son las máquinas más usadas para la fabricación en serie de productos plásticos.



Partes de una máquina de inyección típica.

Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.cl>

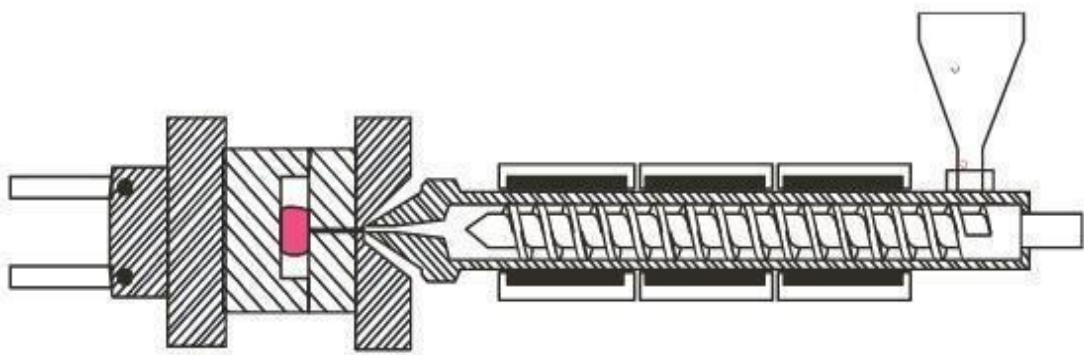
Figura 1-7. Máquina inyectora y sus componentes.

En estas máquinas, conforme el tornillo gira la máquina, produce material fundido que se va acumulando en la parte anterior del mismo. Para alojar este material fundido dentro del cilindro, el tornillo debe retroceder lentamente mientras gira. Una vez que hay suficiente cantidad de material fundido acumulada delante del tornillo, se detiene el giro y se realiza un movimiento axial hacia adelante, con lo que se realiza la inyección del material fundido.

El diseño del tornillo viene determinado por las características del polímero con que se ha de trabajar y por las condiciones del proceso.

Como se muestra en la Figura 1-8, la masa de plástico comienza a ser inyectada en el molde, el cual se encuentra previamente cerrado bajo presión y dispuesto para ser rellenado por el material plástico en todas sus cavidades.

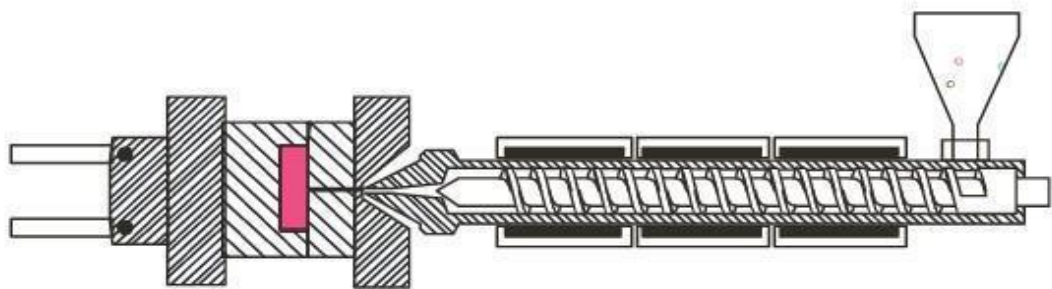
En la máquina inyectora, se definirán ciertos parámetros de inyección tales como la temperatura de inyección, fuerza de cierre, gramaje, etc.



Fuente: Tecnología de Polímeros de M. Beltrán y A. Marcilla

Figura: 1-8. Inyección del plástico.

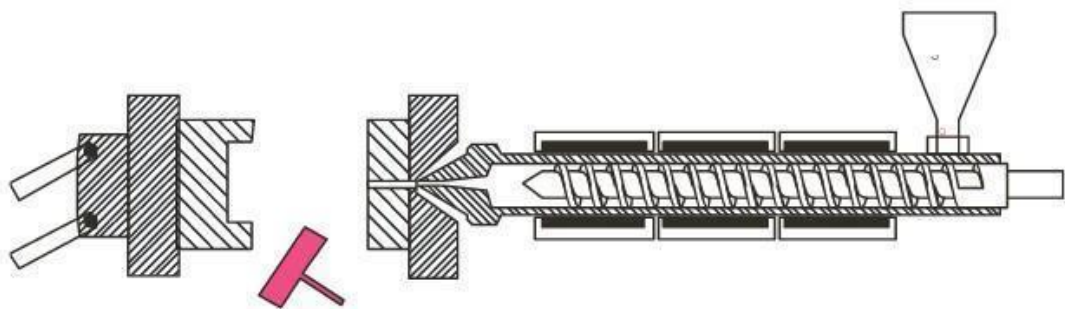
Como se ve en el llenado del molde, el tornillo sin fin gira para alojar el material fundido dentro del molde a través de la boquilla de inyección hasta llenar completamente la cavidad. (Ver Figura 1-9).



Fuente: Tecnología de Polímeros de M. Beltrán y A. Marcilla

Figura. 1-9. Llenado del molde.

El material dentro de la cavidad se solidifica por un enfriamiento donde el calor es disipado por el fluido refrigerante que recorre los canales internos. Una vez terminado el proceso de enfriamiento, la parte móvil del molde se retira y la pieza se extrae como se muestra en la Figura 1-10. (Ver Figura 1-10).



Fuente: Tecnología de Polímeros de M. Beltrán y A. Marcilla

Figura 1-10. Extracción de la pieza.

Para el trabajo que se llevará a cabo, se emplea la máquina inyectora que será proporcionada por la SVM-USM. La marca de esta máquina es Intertech, modelo INT-60 (Figura 1-11), cuya capacidad de inyección es de 60 g y el producto a inyectar tiene un gramaje de 4,37 g en total. (Ver Figura 1-11).



Fuente: elaboración propia, Taller de CNC SVM-USM

Figura. 1-11. Máquina inyectora, marca Intertech, modelo INT-60.

MÓDULO	DESCRIPCION	VALOR
Unidad de inyección	Peso máximo de inyección (g)	60
	Volumen teórico de inyección (cm³)	59
	Presión máxima de inyección (kg/cm²)	2,720
	Velocidad de inyección (cm³/s)	55
	Capacidad de plastificación teórica (g/s)	5,2
	Tiempo de inyección (s)	1,07
Unidad de cierre	Carrera máxima de apertura (mm)	240
	Fuerza de cierre del molde (ton)	60
	Altura del molde (mín. - máx.) (mm)	100 x 320
	Espacio libre entre columnas (H x V) (mm)	310 x 310
	Tamaño del plato (H x V) (mm)	480 x 480
(H x V) = Horizontal x Vertical		

Fuente: catálogo de máquina inyectora, marca Intertech, modelo INT-60

Figura 1-12. Ficha técnica de la máquina inyectora Intertech, modelo INT-60.

CAPÍTULO 2: **DISEÑO DE MOLDE DE INYECCIÓN**

2. DISEÑO DEL MOLDE DE INYECCIÓN

2.1. DISEÑO DEL MOLDE

Al momento de crear un molde de inyección o cualquier tipo de molde, se debe tener ya realizado el producto con sus respectivas especificaciones, ya sea, contracción, escala, material, etc.

Para el diseño de cualquier tipo de producto, se requieren la maquinaria necesaria, como también los recursos necesarios junto con la maquinaria óptima para crear el trabajo, junto con la disponibilidad de este.

Al momento de crear un tipo de molde hay que saber que piezas son las que se van a utilizar, cuales se van a descartar, hacer pruebas con otras tecnologías (Impresora 3D), tipos de ensayos que muestren sus falencias, etc. Para lograr satisfactoriamente la creación del molde.

También para la conformación de un molde hay que tener en cuenta ciertos parámetros que nos ayudarían a lograr un trabajo de mejor manera.

- Forma del producto;
- Material con el cual se conforma;
- Proceso de moldeo;
- Tipo de molde; y
- Máquina por utilizar (máquina inyectora).

Una de las partes más importantes en el proceso de fabricación de un producto plástico es el diseño, el cual en la Carrera es uno de los ramos más importantes dentro de la misma.

Dando así la mayor importancia el proyecto en cuestión consta de un molde con dos cavidades.

El diseño del molde fue realizado en software de ingeniería SolidWorks 2016 lo cual permite que el diseño y el modelado de piezas sea plasmado de una forma más sencilla y esta entrega una visión en 3D del mismo producto.

El proyecto consta de 2 cavidades, la cual darán forma al producto que se busca realizar, junto con eso se diferencian dado a que uno tiene sus respectivas perforaciones, que darían los pines del protector y su otra cavidad consta de la base en la cual estas se posicionan y permiten que el protector se saque y se coloque dentro del enchufe.

2.2. **ESPIGAS BOTADORAS**

Las espigas botadoras cumplen con la función principal de expulsar la pieza, ya terminando el ciclo de moldeo, ya que al momento de terminado el proceso de molde las piezas se tienden a trabar en la placa cavidad, y así se evita que el operario tenga que introducir su mano para sacar la pieza.

Dicho esto, mediante cálculos se determina el largo de los botadores, se emplea la empleando la siguiente fórmula.

$$L_{crític} = \sqrt{\frac{2 \times \pi \times E \times I}{P_{crí}}}$$

[Fórmula 2-1]

Donde:

Lcrític = Largo Crítico [mm]

E = Módulo de Young, 2,1 x 10⁶, kp/cm²

I = Momento de Inercia = $\pi \times d^4/64$ mm⁴

Pcrí: = Fuerza Crítica, kp

Para determinar el Pcrí, se utilizó la siguiente fórmula:

$$P_{crí} = \text{Presión kp/cm}^2 \times \pi/4 \times D^2$$

[Fórmula 2-2]

Donde:

Presión: 543 kp/cm²

Diámetro: 1,5 mm = 0,15 cm

Reemplazando en la Fórmula 2-2, se obtiene que:

$$543 \times \pi/4 \times 0,15^2$$

$$543 \times 0,785 \times 0,0225$$

$$P_{crí} = 9,59 \text{ kp}$$

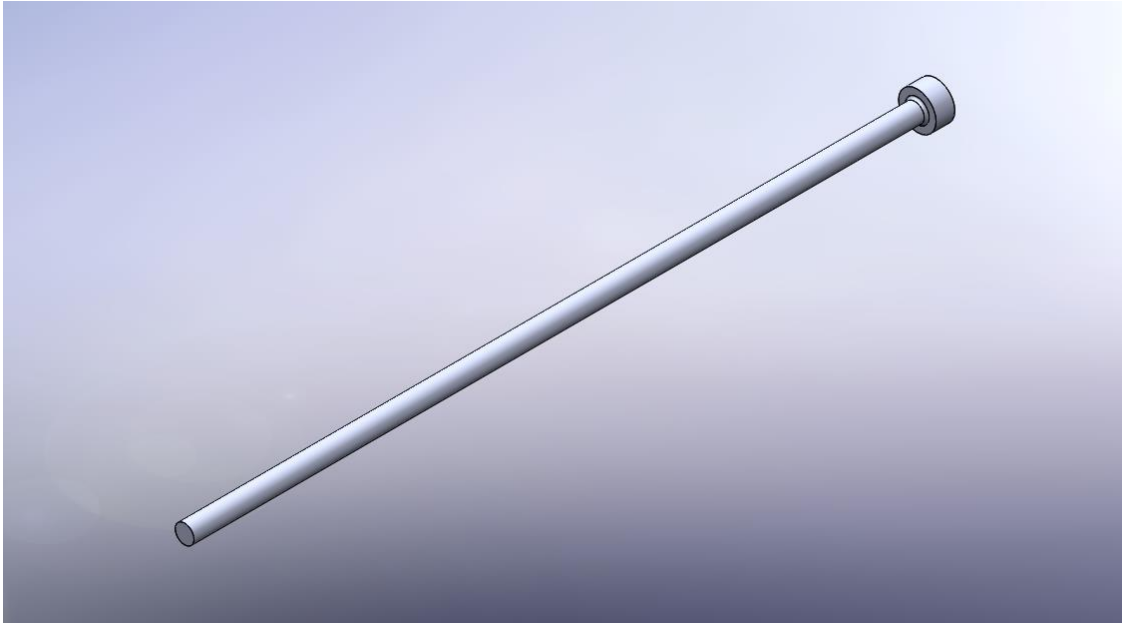
Reemplazando en la Fórmula 2-1 Se obtiene:

$$L_{crí} = \frac{2 \times \pi \times E \times \pi \times d^4}{P_{crític} \times 64}$$

$$L_{crí} = \sqrt{\frac{2 \times \pi \times E \times \pi \times d^4}{P_{crític} \times 64}}$$

$$L_{crí} = \sqrt{\frac{2 \times \pi \times 2.100.000 \times \pi \times 0,15^4}{9,6 \times 64}}$$

$$L_{crí} = 58.44 \text{ mm} \approx 60 \text{ mm}$$



Fuente: Elaboración propia, extruida desde SolidWorks 2016

Figura: 2-1 Botador de 1,5 de diámetro

2.3. CÁLCULOS PARA EL DISEÑO

Para el correcto desempeño de todas las funciones del sistema completo del molde, es imprescindible aplicar las fórmulas necesarias a los componentes críticos o más relevantes para obtener un buen producto.

Por consiguiente, se enlistan las fórmulas relevantes del diseño en el trabajo.

2.3.1. Fuerza de cierre y expansiva del molde

La fuerza de cierre es entregada por la máquina inyectora y esta tiene que ser de mayor fuerza que el molde que está en una directa relación con el área de las piezas a inyectar, ese cálculo es fundamental a la hora de diseñar el molde, ya que este dará la limitante de la cantidad de cavidades que se pueden realizar o bien, si es posible o no fabricar la pieza deseada en la máquina que disponemos.

$$F_e \text{ (Fuerza expansiva)} < F_{cl} \text{ (Fuerza de cierre de la inyectora, 60 ton)}$$

Para determinar el valor de la fuerza expansiva del molde es a través de la siguiente fórmula.

$$F_e = \text{Área proyectada} \times \text{Presión de inyección} \quad [\text{Fórmula 2-3}]$$

Donde:

P. Inyección = Presión de inyección del PP (233 kgf/cm²)

F_{cl} = Fuerza de cierre de la inyectora, (60 ton)

F_e = Fuerza expansiva (kgf)

A_p = Área proyectada de la pieza y canal de llenado, (cm²)

Para determinar el área del protector de enchufes. Se utilizó la herramienta de SolidWorks propiedades físicas, la que puede entregar el volumen, área, masa, entre otras.

$$\text{Área total proyectada de la pieza} = 799,87 \text{ mm}^2 \approx 79,987 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área total del canal de llenado} = 28,15 \text{ mm}^2 \approx 2,815 \text{ cm}^2$$

$$\text{Luego en } A_p = 79,987 + 2,815 = 82,802 \text{ cm}^2$$

Reemplazando en la fórmula

$$F_e = 233 \times (2,815 + 79,987)$$

$$F_e = 233 \times 82,802$$

$$F_e = 1.9292,8 \approx 19,293 \text{ kgf} \approx 19 \text{ ton} < F_{cl} = 60 \text{ ton.}$$

Por último, se estima que el tiempo de inyección y el tiempo de enfriamiento en la pieza no necesitan de cálculos, sino que estos parámetros se controlan desde la propia máquina, donde se calculará el tiempo de inyección y de enfriamiento por cada ciclo de moldeo de la pieza.

2.4. CONTRACCIÓN

La contracción de los plásticos es un fenómeno físico químico, el cual causa que el material al momento de enfriarse disminuye su volumen, según su respectivo porcentaje.

Al momento de diseñar el producto plástico, se debe tener en mente la contracción respectiva que le va a aplicar a la pieza y esta tiene cierta variación, la cual varía dependiendo del material.

Para el PP la contracción varía entre 1,0 y 1,6 %, para verificar la contracción el cual se le aplicó a la pieza respectivamente. Para que la cavidad sea de mayor tamaño.

2.5. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

El sistema de alimentación, es el mecanismo por donde recorre el polímero en estado viscoso que se integrará a la pieza que se ha de moldear, este sistema está compuesto por:

- La Cavidad;
- El Canal de alimentación;
- El Canal de estrangulación, y
- El Bebedero.

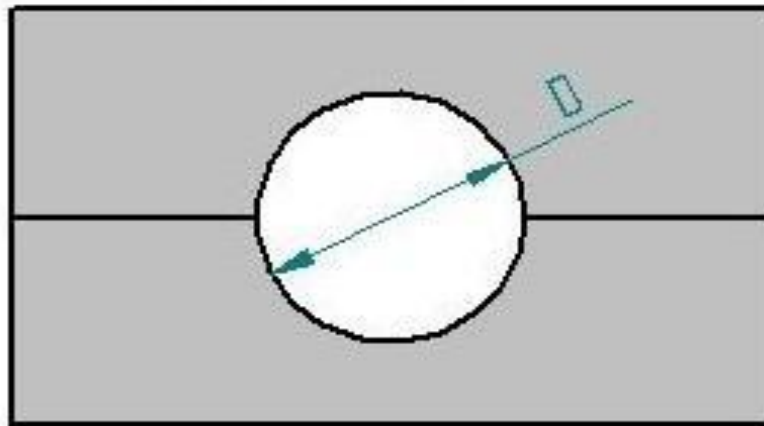
2.5.1. Canal de alimentación

El canal de alimentación es parte del sistema del mismo nombre, es por donde ingresa el plástico en estado líquido o viscoso, recibe llanamente el plástico desde el bebedero del molde, para a continuación llenar los espacios de las cavidades que darán la forma a la pieza.

Existen variados tipos de secciones para canales de alimentación:

- Circular;
- Rectangular, y
- Cuadrada.

Sección circular



Fuente:

https://ikastaroak.birt.eus/edu/argitalpen/backupa/20200331/1920k/es/DFM/DMPP/DMPP02/es_DFM_DMPP02_Contenidos/DMPP02_CONT_R19_01_seccionescanal.jpg.

Figura 2-2. Canal de llenado circular

El tipo de canal que fue elegido para que fluya el material en estado líquido, es el circular dado a que su método de fabricación es más fácil de realizar gracias a su geometría y la disposición de las herramientas del taller. (Ver Figura 2-2).

Los canales de llenado serán de 3 mm de ancho con un espesor de 1,5 mm aprovechando las dimensiones de la fresa esférica que se utilizará en el mecanizado.

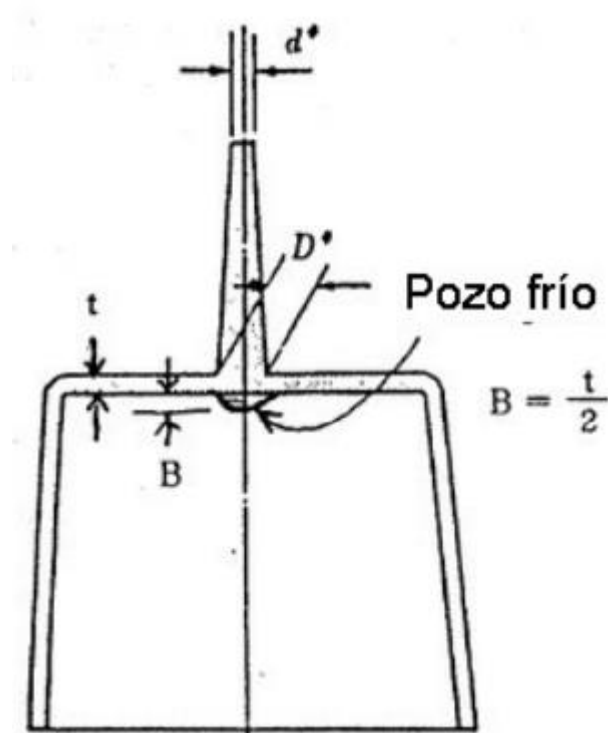
2.5.2. Entrada directa

El momento en el que comienza con la idea del diseño de la entrada hay que ser consciente del tamaño del bebedero y de los canales de alimentación, con la finalidad de obtener un llenado rápido y efectivo de la cavidad.

Existen diferentes tipos de entrada y pueden clasificarse en:

- Entrada directa;
- Entrada lateral;
- Entrada submarina;
- Entrada en anillo;
- Entrada de disco o diafragma, y
- Entrada en abanico.

El tipo elegido fue el de, entrada directa dado a que es uno de los más comunes y fáciles de fabricar, junto a eso es por sus ventajas alta precisión dimensional y el molde resulta simple de fabricar. (Ver Figura 2-3).



Fuente: https://ikastaroak.birt.eus/edu/argitalpen/backupa/20200331/1920k/es/DFM/DMPP/DMPP02/es_DFM_DMPP02_Contenidos/DMPP02_R05_tiposdeentrada.pdf

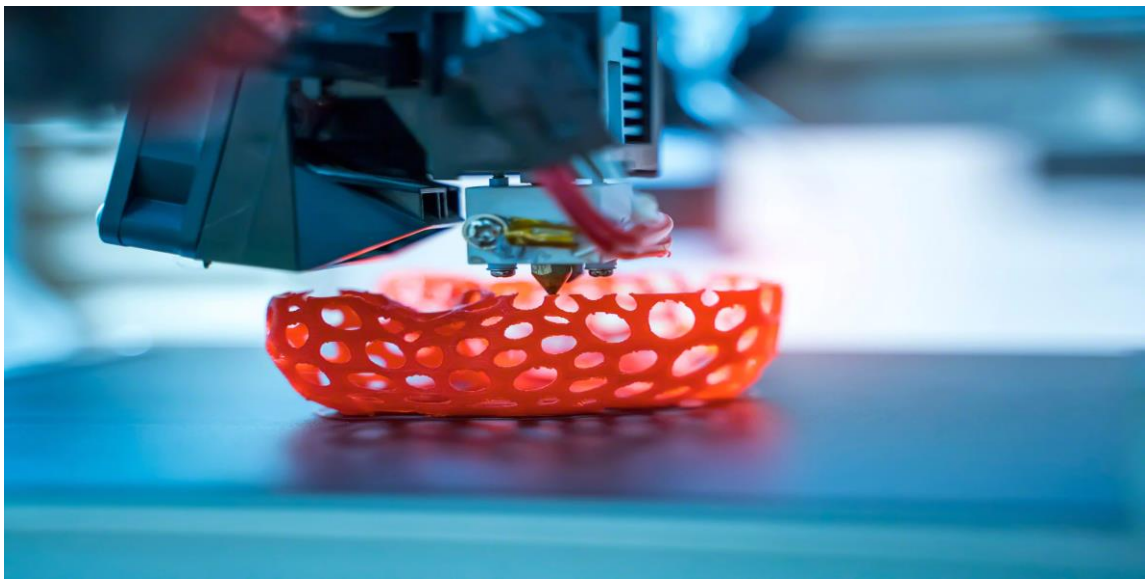
Figura 2-3. Imagen referencial de la entrada directa del canal de llenado.

2.5.3. Bebedero

El bebedero es un orificio troncocónico, que está en la placa fija del molde y que recibe el flujo de material directo con la boquilla, este debe ser de un hacer templado o con tratamiento térmico para soportar la presión ejercida hacia esta.

Para el diseño del bebedero se tomará en cuenta las consideraciones mencionadas en el manual de moldes para inyección de termoplásticos. (Ver Figura 2-4).

- El orificio menor oscila entre 3 a 10 mm dependiendo de la pieza a inyectar.



Fuente: Mecalux.es
Figura 2-6. Impresión 3D de un modelo con perforaciones.

2.6.1. ¿Cómo funciona?

Toda la información necesaria para el diseño de la pieza se coloca en un archivo utilizando un software de modelado 3D conocido como *Computer Aided Design* (CAD).

La impresión 3D toma esos diseños digitales y los envía a una máquina aditiva, la cual se compone de capas. Cada una se fusiona a temperaturas controladas según la temperatura de fusión del material a trabajar, y luego se aplica la siguiente capa. El proceso se repite hasta que el objeto ha sido producido. (Ver Figura 2-7).

En otras palabras, la manufactura aditiva combina el software con el mundo material.



Fuente: 3dnatives.com
Figura 2-7. Impresión en 3D

2.6.2. Técnicas de manufactura aditiva

Se puede producir una gran variedad de productos como componentes de motores, dispositivos médicos o implantes quirúrgicos, joyas delicadas, comida, componentes de moldes, y las posibilidades de un sinnúmero de aplicaciones adicionales que apenas comienzan a descubrirse.

De lo mencionado anteriormente, existen diversas técnicas de manufactura aditiva tales como:

Impresión 3D en metal (DMLS):

- ❖ Multi Jet Fusión (MJF)
- ❖ Sinterización por láser (SLS)
- ❖ Estereolitografía
- ❖ Modelado por deposición fundida (MDF)
- ❖ Poly-Jet

2.6.3. Método de manufactura

El método seleccionado para la manufactura del producto en cuestión fue el (FDM), modelado por deposición fundida, ya que es el método más simple y de bajo costo, además de ser el más accesible para la mayoría del público.

2.6.3.1 Modelado por deposición fundida (MDF)

Esta técnica es considerada a menudo la técnica más simple y de bajos costos al momento de fabricar una pieza de requerimientos limitados al material y modelo de la impresora.

La tecnología (MDF), se basa en 3 elementos principales: una placa/cama de impresión en la que se imprime la pieza, una bobina de filamento que sirve como material de impresión y una cabeza de extrusión también llamada extrusor. El funcionamiento se puede explicar básicamente. Se tiene un filamento el cual es arrastrado a la cámara de fundido el extrusor de la impresora 3D, que deposita el material de forma precisa capa por capa sobre la cama de impresión.

CREALITY ENDER 6	
Marca	Creality
Tipo	Ensamblada
Dimensiones	495 x 495 x 650 mm
Peso	30 kilos
Color	Negro
Área de impresión	250 x 250 x 400 mm
Material de la estructura	Aluminio, vidrio de carburo y acrílico
Número de boquillas	1
Diámetro de la boquilla	0.4 mm
Velocidad de impresión	150 mm/s
Precisión	0.1 mm
Espesor de la capa	0.1 a 0.4 mm
Tarjeta de memoria	Si
Pantalla LCD	Si, pantalla táctil de 4.3 pulgadas
Materiales compatibles	PLA
Diámetro del material	—
Idiomas	Inglés y chino
Formato de archivo	OBJ, STL, G-Code, AMF y 3MF
Precisión de posicionamiento eje XY	0.011 mm
Precisión de posicionamiento eje Z	0.0025 mm
Potencia	24V/350W
Software	Repetier-Host, Cura, Simplify3D
Puertos	USB, ranura SD
Sistemas operativos compatibles	Windows 7/8/10, MAC y Linux

Fuente: www.creality.com
Figura 2-8. Ficha técnica Impresora 3D Creality Ender 6

CAPÍTULO 3: FABRICACIÓN Y COSTOS

3. FABRICACIÓN Y COSTOS

3.1. MECANIZADO

Se conoce como mecanizado el proceso de fabricación, que es integrado por un conjunto de operaciones de conformación de piezas mediante la eliminación de material, y estos pueden ser en su defecto por arranque de viruta o por abrasión.

El mecanizado por arranque de viruta se conoce por el arrancar material de un acero con cierto grado de dureza, y para retirar este material se necesita una herramienta de mayor dureza

Los procesos más comunes que se realizan en el mecanizado son:

- ❖ Taladrado;
- ❖ Roscado;
- ❖ Tronzado;
- ❖ Fresado;
- ❖ Perforado y
- ❖ Torneado.

El mecanizado por abrasión consta de retirar material, pero con una herramienta sin un filo definido, el cual desprende pequeñas partículas de material. Esta herramienta puede ser una muela abrasiva o un hilo conductor por el cual se produce un arco eléctrico en este y se le va quitando material a la pieza.

- ❖ Rectificado;
- ❖ Electroerosión;
- ❖ Esmeril;
- ❖ Electroerosión por penetración, y
- ❖ Electroerosión por hilo.

Los procesos por el cual pasará cada uno de los componentes del molde están ordenados en una tabla en la cual se señala en la respectiva máquina, con su respectivo proceso. (Ver Tabla 3-1.)

Máquinas-Herramientas para el proceso de Fabricación	
Proceso	Máquina-Herramienta
Refrentado	Torno Convencional
Cilindrado	Torno Convencional
Broca Centro	Torno Convencional
Perforado	Fresa Convencional
Chaflán	Fresa Convencional
Contorneado	Centro de perforados CNC
Mecanizado de Cavidades	Centro de perforados CNC
Roscado	Centro de perforados CNC
Rectificado	Rectificadora Convencional
Tratamiento térmico	Horno de tratamiento térmico

Fuente elaboración propia, con el software Excel 2016

Tabla 3-1. Procesos de fabricación

3.1.1. Mecanizado convencional

Este es uno de los procesos más importantes dentro de un trabajo como este, o para cualquier otro tipo de trabajo, ya que la mayoría de las piezas está pensada en ser realizada en las máquinas herramientas que posee la carrera. (Ver Figura 3-1).



Fuente: <https://acerosacza.com/cherry-services/torno/>

Figura 3-1. Mecanizado convencional en torno

3.1.2. Mecanizado en CNC

El mecanizado se refiere a la unión de entre un componente electromecánico ya sean máquinas - herramientas (torno, fresa), pero ya de una forma más autónoma, que ya no requiera tanta intervención del operario mismo. (Ver Figura 3-2).

La tecnología de (CNC) se puede llegar a aplicar en una amplia gama de operaciones como el caso de la elaboración, el montaje, la inspección, así como el trabajo como hojas metálicas, etc.

Junto con esto se utiliza de manera más frecuente en los distintos procesos de mecanizado de metales o aluminio tales como el torneado, el taladrado o el mismo fresado. Como consecuencia de esta configuración, las operaciones de mecanizado permiten fabricar a un ritmo acelerado, dando como resultado una fabricación a una escala en serie y mucho más precisa.



Fuente: <https://mx.depositphotos.com/151893214/stock-photo-the-cnc-machine-cutting-work.html>

Figura 3-2. Mecanizado con CNC

3.1.3. Software y ejecución

Se ejecuta de un principio el diseño en cuestión, en el software de diseño SolidWorks, en el cuál gracias a su amplia opción de formatos de guardado nos permite tener una extensa gama de software dedicados únicamente a procesos de manufactura por adhesión los cuales decodifican y transforman parámetros como polígonos a coordenadas numéricas para poder realizar una impresión exitosa.

3.1.4. Impresora a utilizar

Teniendo en cuenta la amplia gama de software dedicados a la manufactura por adhesión, se debe discriminar según la disponibilidad de la maquinaria a utilizar, en este caso una impresora 3D.

La cual tiene mayor compatibilidad con el software de diseño y la máquina o impresora a utilizar.

3.2. COSTOS

El análisis de costos es la relación entre el valor de producción del producto, la entrada por la venta de este y la ganancia que queda al descontar los costos de inversión. Estos valores dependen no solo de los precios de compra y venta, sino también de los niveles de producción, modalidades de venta, tiempo de producción, valor agregado, etc. Pero permite conocer la información para determinar si el proyecto es factible de llevar a cabo a un nivel comercial.

Los principales beneficios que se obtienen con la organización de costos son estas:

- Saber si el proyecto puede ser viable, planificando distintas opciones de fabricación, obtener financiamiento o mayores recursos, entre otras, y
- Permite un respaldo y lineamiento, para las personas que deciden iniciar algún proyecto.

El costo, se relaciona con el valor económico que representa la elaboración de un producto o prestación de servicio, por lo tanto, es el gasto que se utiliza sin utilidad, es decir, el precio neto (sin IVA)

Se indica que el valor de la UF = \$ 35.590 al 08 de marzo del 2023

A continuación, se determinarán para el proyecto los costos netos de:

- Costos de diseño

- Costos de molde y
- Costo de los materiales.

3.2.1. Costos de diseño (CD)

Los CD corresponden a las horas trabajadas en la elaboración del diseño, según el precio de hora debido a los distintos de software de diseño que se emplearon, en la Tabla 3-2 se presentan los valores mencionados anteriormente con las cantidades correspondientes.

COSTOS DE DISEÑO (CD)				
Item	Valor (\$/hr)	Cantidad (hr)	Costo Total	Valor UF
Croquis	\$5.000	10	\$50.000	1,5
SolidWorks	\$15.000	20	\$300.000	8,8
MasterCam	\$20.000	15	\$300.000	8,8
Total			\$650.000	18,97

Fuente: Elaboración Propia en base a cotizaciones

Tabla 3-2. Costos de diseño

3.2.2. Costo Del molde (CM)

El CM equivale al valor de este, teniendo en cuenta los materiales, mecanizados, etc. (Ver Tabla 3-3).

A continuación, se representarán con mayores detalles cada uno de estos.

3.2.3. Costo de materiales

Los costos de los materiales se muestran de manera más detallada en la tabla 3-3 lo cual en cada componente están diferenciados en costo en CLP y en UF.

	Cand.	Material	Peso (g)	Peso (kg)	Valor (\$/kg)	Costo Total	Uf	Valor UF
Perno (Z31)	4	-	1,02	0,00102	\$ 200	\$ 800	\$35.590	0,02
Perno (Z31)	4	-	1,02	0,00102	\$ 2.000	\$ 8.000	\$35.590	0,22
Casquillo (Z20)	4	Bronce	24,76	0,02476	\$ 2.500	\$ 10.000	\$35.590	0,28
Placa Base Superior (K10)	2	SAE 1020	2073,5	2.073	\$ 2.000	\$ 4.000	\$35.590	0,11
Placa Porta Punzones (K60)	1	SAE 1020	242,83	0,2483	\$ 2.000	\$ 2.000	\$35.590	0,06
Placa Porta Punzones (K70)	1	SAE 1020	361,41	0,361	\$ 2.000	\$ 2.000	\$35.590	0,06
Paralelas (K40)	2	SAE 1020	549,64	0,549	\$ 2.000	\$ 4.000	\$35.590	0,11
Columna	4	SAE 1045	31,07	0,031	\$ 1.800	\$ 7.200	\$35.590	0,20
Buje	4	Bronce	20,71	0,02071	\$ 3.400	\$ 13.600	\$35.590	0,38
Botador	4	-	1,5	0,0015	\$ 1.200	\$ 4.800	\$35.590	0,13
Placa Porta Cavidad 1	1	SAE 1020	1312,96	1.312	\$ 2.000	\$ 2.000	\$35.590	0,06
Placa Porta Cavidad 2	1	SAE 1020	579,14	0,579	\$ 2.000	\$ 2.000	\$35.590	0,06
Macho P2	1	DuroAluminio	171,54	0,17154	\$ 12.000	\$ 12.000	\$35.590	0,34
Postizo P1	1	DuroAluminio	445,62	0,44562	\$ 12.000	\$ 12.000	\$35.590	0,34
Costo Total de material						\$ 84.400		2,37

Fuente: elaboración propia, en base a cotizaciones.

Tabla 3-3. Tabla de materiales y precios.

3.2.4. Costo de materiales en impresión 3D

Cuando se habla de costo de materiales se relaciona a un tema muy importante, si el producto presenta un alto costo de producción, este se verá representado como una baja utilidad al momento de vender el producto, en cambio si el producto presenta un bajo costo en su materia prima en consecuencia la utilidad se verá incrementada al momento de vender el producto.

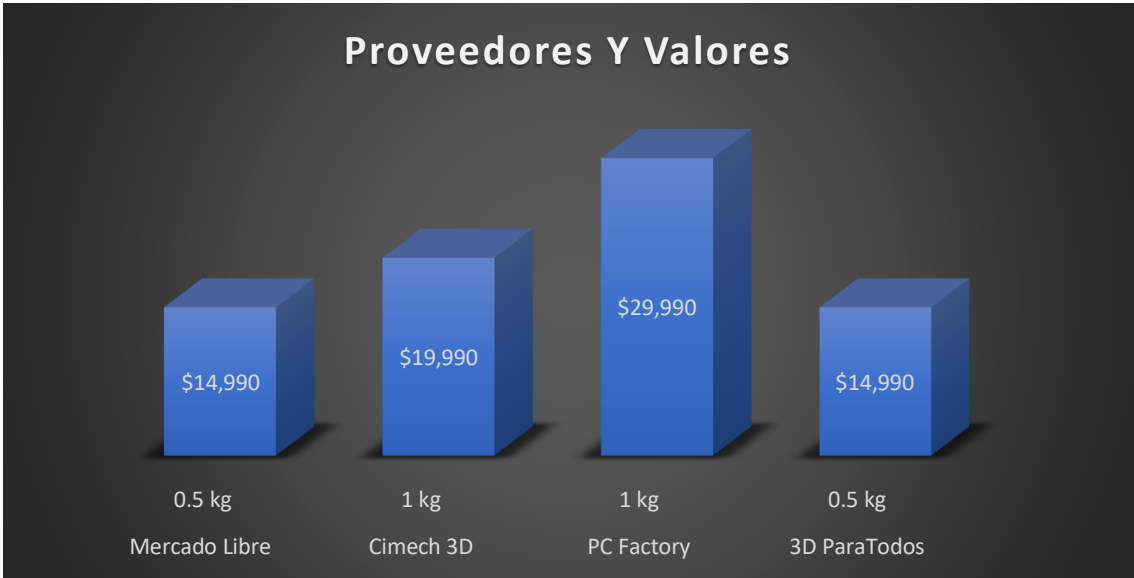
En la siguiente tabla, se puede ver el costo de materiales más prometedores para el producto. (Ver Tabla 3-4).

Material	Precio (\$)	Proveedor	Peso (kg)	Mejor opción
TPU	14.990	Mercado Libre	0,5	14.990
TPU	19.990	Cimech 3D	1	19.990
TPU	29.990	PC Factory	1	29.990
TPU	14.990	3D ParaTodos	0,5	14.990

Fuente: elaboración propia, en base a cotizaciones.

Tabla 3-4. Tabla de materiales de impresión 3D

En la tabla se muestra en colores las mejores opciones siendo el cuadro de color verde las mejores opciones en comparación de los demás precios y proveedores, en color rojo la opcion menos adecuada y en color anaranjado la opcion medianamente más recomendada. (Ver Figura 3-3).



Fuente: elaboración propia, en base a la tabla 3-4.

Figura 3-3. Gráfico en base a Tabla 3-4.

3.2.5. Costo consumo eléctrico

Toda maquinaria de producción tiene un consumo energético, en el caso de la fábrica por adhesión o impresión 3D, el gasto energético asociado es la electricidad.

La cual está regulada a una tarifa variable estipulada por la compañía eléctrica del sector en el cual se encuentra la manufactura, en nuestro caso la encargada de estipular una tarifa por el gasto energético es Chilquinta. (Ver Tabla 3-5).

Costo consumo eléctrico	Valor
Coste luz [\$/kWh]	\$ 90,00
Consumo Medio [kW]	0,50
Coste Hora por Consumo [\$/hr]	\$ 45,11

Fuente: elaboración propia, en base a boleta Chilquinta.

Tabla 3-5. Costo consumo eléctrico.

3.2.6. Costo hora máquina

Todo proceso de manufactura tiene un tiempo respectivo de trabajo el cual tiene que ser respetado por el operador de la maquinaria en cuestión.

Cuando se habla de costo de hora máquina va netamente enfocado a costear en primera instancia el gasto que le produce el proceso de manufactura a la maquinaria en cuestión, por lo tanto, mientras menos tiempo de proceso de manufactura tenga el producto, será inversamente proporcional a la utilidad resultante en el producto final.

Datos a ingresar		
	Datos a ingresar	Costos
peso de la pieza (gr)	18	\$ 270
tiempo de uso hr maquina (costo maquina)	4	\$ 223
Hr uso energetico maquina (costo kwh)	3,6	\$ 246
Hr uso de PC (costo kwh)	5	\$ 114
Hr uso de lamparas (costo kwh)	2,5	\$ 57
horas de diseño	0,15	\$ 2.250
Sub total		\$ 3.160
Utilidad	100%	\$ 3.160
Precio Ventas		\$ 6.320

Fuente: elaboración propia, en base a Planilla de costo de impresión 3D

Tabla 3-6. Costo Impresión 3D

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para finalizar, se resuelve el objetivo de este proyecto logrando consigo los objetivos específicos.

En concordancia con lo anterior, el primer objetivo específico, dado a lo realizado en este proyecto, una de las finalidades que se presentaba en este trabajo que cualquier persona que presente una impresora 3D puede realizar este producto.

En relación con el segundo objetivo específico, se logra la funcionalidad acorde a los parámetros. El molde está sujeto a modificación siempre y cuando se requieran para así lograr una fácil extracción y elaboración de cada una de las piezas del molde y así conformar un supuesto mecanizado.

De acuerdo con la indagación, el molde de inyección cumple con los parámetros de un molde de inyección de baja producción, como también de un bajo mantenimiento de este el molde dado a su geometría simple, es fácil detectar algún defecto los cuales son pequeños detalles que cuando al momento de realizar el ensamble en el software de diseño SolidWorks 2016 son revelados, y así logrando su corrección inmediata.

En resolución con el tercer objetivo específico se demostró mediante las cotizaciones y costos asociados a estos, mediante las tablas colocadas en este proyecto las cuales también están a cambios, si estos lo requieren, siempre y cuando los cambios a realizar sean acorde a mejorar la eficacia y eficiencia del proyecto..

Como recomendación a la hora de diseñar el conjunto se deben establecer parámetros que deben estar presentes en el diseño como los espesores de las placas, los materiales a ocupar, los elementos comerciales, dado a que estos contribuyen a la integridad estructural del molde.

Otra recomendación a resaltar se debe evaluar e investigar sobre las nuevas tecnologías que han ido desarrollando como también los nuevos polímeros que le entreguen una mejor eficiencia y eficacia al producto.

BIBLIOGRAFÍA

Memoria Ian Pablo Samuel Ibaceta Fábrega Bruno Eduardo Vera Papagallo

Diseño Y Fabricación de Postizos para traba pernos de 21 MM X 2 unidades de llantas de 16"

Disponible en: <https://repositorio.usm.cl>

Élida Hermida

Materiales y materias primas: polímeros. Capítulo 9. Guía didáctica.

Disponible en: <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL007270.pdf>

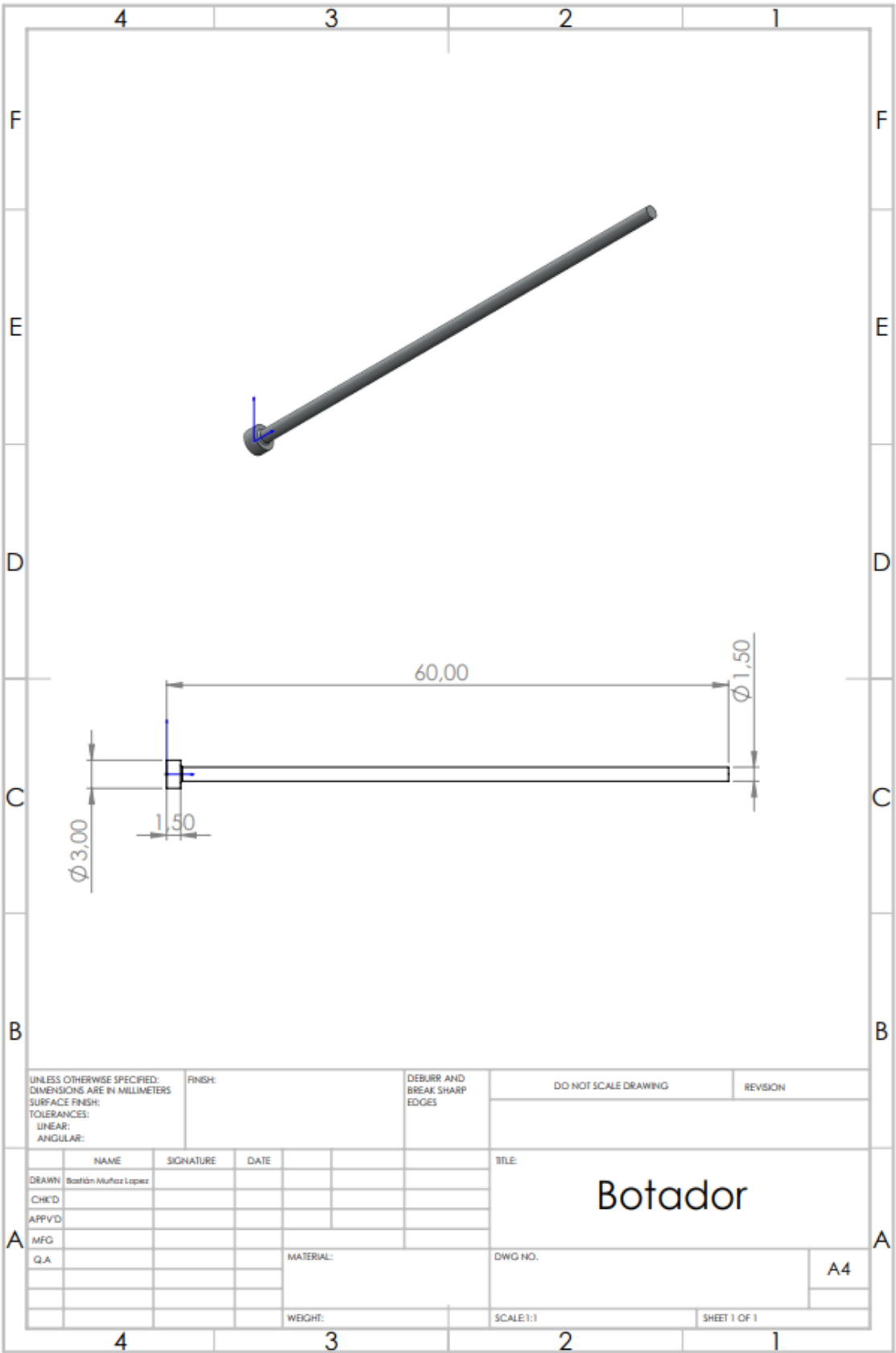
Joseph R. Davis

Surface Engineering for Corrosion and Wear Resistance

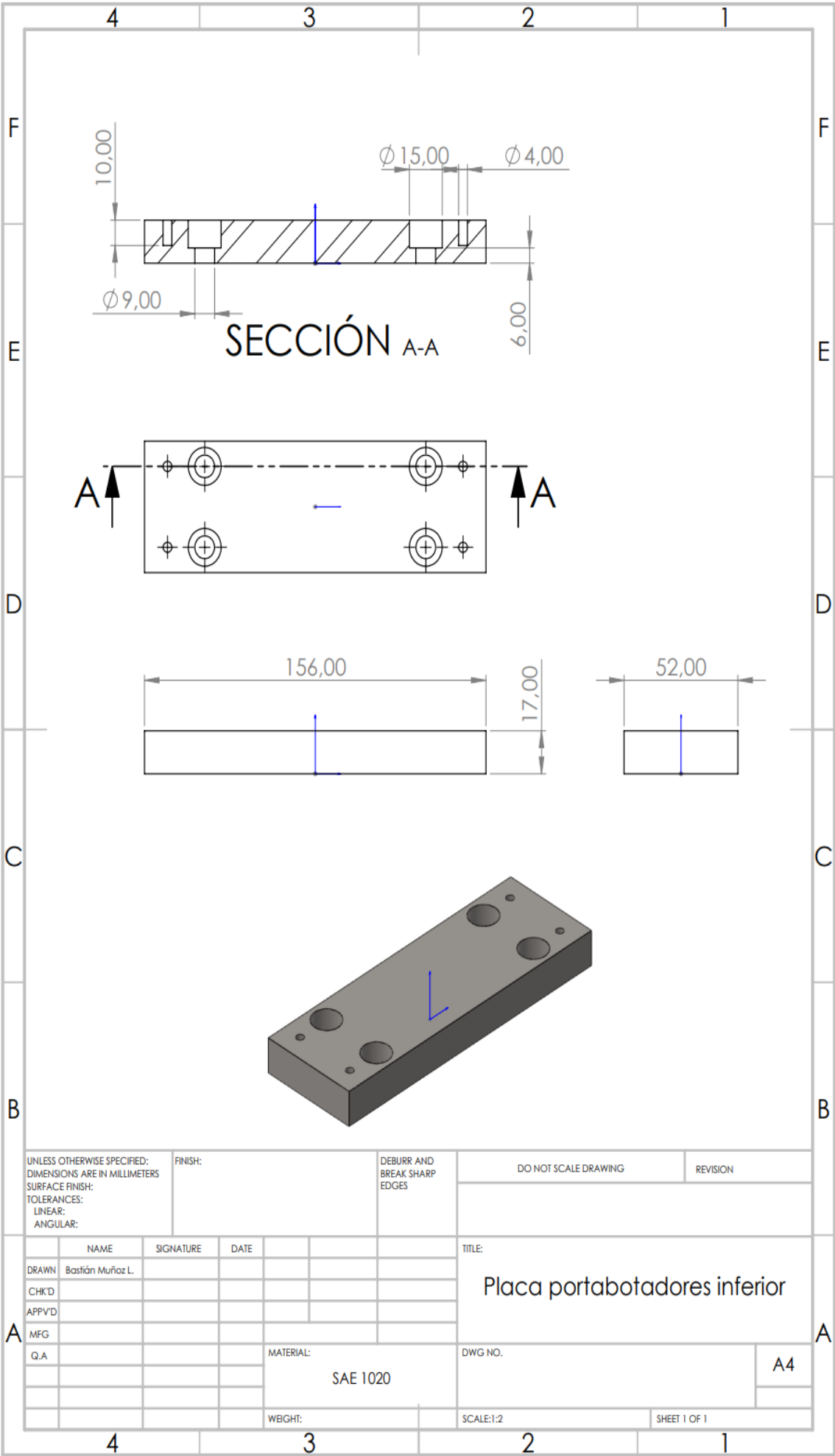
Disponible en: <https://fddocuments.in/reader/full/surface-engineering-for-corrosion-and-wear-resistancepdf>

ANEXOS

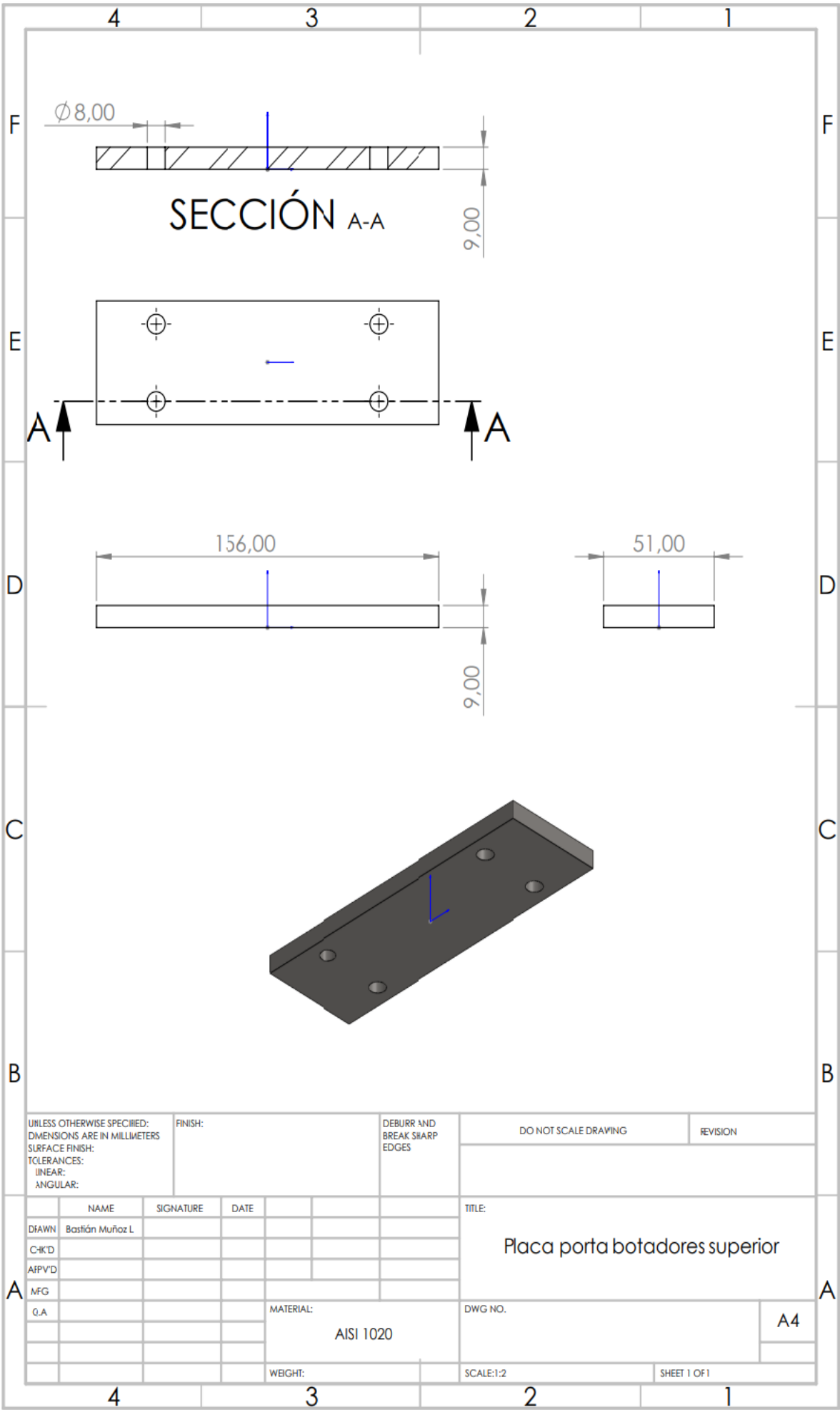
ANEXO 4: BOTADOR



ANEXO 5: PLACA PORTABOTADORES INFERIOR



ANEXO 6: PLACA PORTABOTADORES SUPERIOR



ANEXO 7: PLACA SUJECION

