UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

DISEÑOY FABRICACIÓN DE UN MOLDE PARA POCILLO PARA COMIDA DE GATOS

Trabajo de Titulación para optar al Título de Técnico Universitario en MATRICERÍA PARA PLÁSTICOS Y METALES

Alumnos:
Felipe Alexis Canales Godoy
Jorge Alexander Marín Villalobos

Profesor Guía:
Ing. Vicente Antonio Crino Tassara

Profesor Correferente:
Ing. Ricardo Ciudad Cartagena

2017

RESUMEN

KEYWORDS: DISEÑO Y FABRICACIÓN - POCILLO PARA COMIDA DE GATOS –PPC

El actual proyecto posibilitará entender el desarrollo teórico y práctico de la transformación de una idea a un producto, que no necesariamente sea por la satisfacción de la industria, sino que también nutra los conocimientos individuales. Con la obtención del pocillo para comida de gato se aplicarán todos los conocimientos obtenidos durante la carrera, reforzando y rememorando todo lo que implica fabricar cada componente de un molde, fortaleciendo lo aprendido en toda la Matricería como en el diseño, planificación, maquinarias y hasta cotizaciones, éste último será de gran utilidad en el futuro considerando todos los proyectos que podrían ser factibles de realizarse

Capítulo 1 "El producto".Este capítulo analiza el producto desde la idea hasta el diseño del artículo, investigando sobre diversos tipos de potes para comida de gatos que se encuentran en el mercado, llegando a la conclusión del diseño final del producto y el material a utilizar, definiendo las propiedades físicas y características del pocillo, además se determinará el proceso adecuado de moldeo, hasta los datos de la maquinaria a utilizar.

Capítulo 2 "El Diseño".Todo lo que implica esta zona del trabajo son los cálculos de fuerzas internas del molde como la fuerza de cierre de la máquina inyectora, además de la presión de inyección según el plástico y espesor del producto, diseño del postizo hembra y macho, sistema de extracción y todos sus componentes, espesor mínimos de placas, sistema de refrigeración y contracción del material. Todo lo mencionado anteriormente facilitará el proceso de la fabricación del molde ya que para el trabajo práctico que se realizarán con los mecanizados en las máquinas convencionales y control numérico computarizado (CNC), se necesitará este trabajo teórico que disminuirán cualquier tipo de inconvenientes en la elaboración del molde

Capítulo 3 "Mecanizados convencionales y CNC**".** En estos ítems se presentarán todos los mecanizados convencionales que influyeron en la fabricación del molde, incluyendo los mecanizados de trabajo a terceros y la mecánica de banco. Además constará de explicaciones sobre las máquinas CNC, como también se explicarán las características de ésta. Se indicará además todos los mecanizados del molde, como perforaciones, cavidad hembra y el macho, con sus distintos mecanizados de desbaste y acabado.

Capítulo 4 "Costos".El estudio que se empleó en este ítem fueron los cálculos de costos de aceros, de elementos normalizados, de trabajo a terceros, costos totales y el

estudio de ganancia. Este último permitirá conocer si el proyecto es factible y si es conveniente producir el artículo elegido.

Finalmente, este apoyo culminará con lasconclusiones y recomendaciones, apoyada de la bibliografía y anexos entregados por datos que se aportaron en esta memoria.

ÍNDICE

RESUMEN

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

INTRODUCCIÓN **1**

CAPÍTULO 1: EL PRODUCTO **3**

1.1. LA IDEA 6

1.2. GENERALIDADES DEL PRODUCTO 7

1.3. LA FUNCIÓN 8

1.4. CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO 8

1.4.1. Determinaciones de las dimensiones 8

1.4.2. Volumen 9

1.4.3. Masa 9

1.5. MATERIALES A UTILIZAR 10

1.5.1. Posibilidades de otros plásticos a utilizar 10

1.5.1.1. Polietileno de Alta Densidad (PE-HD) 10

1.5.1.2. Polipropileno 11

1.5.2. Elección del material para el proceso de inyección 13

1.6. PRODUCTOS SIMILARES 13

1.7. PROCESO DE FABRICACIÓN 15

1.8. MÁQUINA DE MANUFACTURA 17

CAPÍTULO 2: El DISEÑO **20**

2.1. INTRODUCCIÓN AL MOLDE 22

2.1.1. Diseño de postizo hembra 23

2.1.2. Diseño postizo macho 24

2.1.3. Sistema de alimentación 25

2.2. SISTEMA DE EXTRACCIÓN 26

2.2.1. Paralelas 27

2.2.2. Espiga contra-botadoras 28

2.2.3. Placas extractoras 29

2.2.4. Placa porta extractora 31

2.2.5. Amarra placas 31

2.2.6. Resortes 32

2.3. CÁLCULO DE FUERZAS EN EL MOLDE 33

2.3.1 Fuerza expansiva y fuerza de cierre 33

2.3.1.1 Fuerza expansiva del molde (método rápido) 33

2.3.1.2 Fuerza expansiva (método preciso) 35
2.4. ESPESORES MÍNIMOS DE PLACAS 38
2.4.1. Espesor mínimo de placa hembra 38
2.5. SISTEMA DE ENFRIAMENTO 40
2.6. CONTRACCIÓN DEL MATERIAL 42
3.1 INTRODUCCIÓN AL MECANIZADO 46
3.2 TORNO CONVENCIONAL 47
3.2.1. Mecanizado realizados por terceros 48
3.2.1.1 Placa base superior 48
3.2.1.2 Placa base inferior 49
3.2.1.3 Mecanizado placas porta postizos 50
3.2.1.4 Mecanizado placa intermedia 51
3.2.1.5 Mecanizado placa porta extractora 52
3.2.2 Mecanizados en el Taller de Matricería 53
3.2.2.1 Paralelas 53
3.2.2.2 Mecanizado placa extractora inferior y superior 54
3.2.2.3 Mecanizados placas postizo (macho-hembra) 55
3.2.2.4 Mecanizado de contra botadores 57
3.2.2.5 Mecanizado de la boquilla 57
3.2.2.6 Mecanizado de columnas 57
3.3. MECANIZADOS CNC 57
3.3.1. Introducción a la CNC 57
3.3.2. Placa base superior 61
3.3.3. Placa base inferior 62
3.3.4. Placa porta postizo superior 63
3.3.5. Placa porta postizo inferior 63
3.3.6. Placa intermedia 64
3.3.7. Placa porta extractora 64
3.3.8. Placa extractora superior 65
3.3.9. Placa extractora inferior 65
3.3.10. Postizo macho 66
3.3.11. Postizo hembra 66
3.4. FRESADORA CONVENCIONAL 67
3.4.1. Introducción a la fresadora convencional 67
3.4.2. Placa base superior 71
3.4.4. Placa porta postizo superior 71
3.4.5. Placa porta postizo inferior 72

3.4.6. Placa intermedia 72
3.4.7. Placa porta extractora 72
3.4.8. Placa extractora inferior 72
3.4.9. Placa extractora superior 73
3.4.10. Postizo macho 73
3.4.11. Postizo hembra 74
3.4.12. Amarra placas 74
3.5. MECÁNICA DE BANCO 75
3.5.1. Introducción a la mecánica de banco 75
3.5.2. Recorte piezas comerciales 75
3.5.3. Placa base superior 76
3.5.4. Placa porta postizo superior 76
3.5.5. Placa porta postizo inferior 76
3.5.6. Placa intermedia 76
3.5.7. Placa porta extractora 77
3.5.8. Placa extractora superior 77
3.5.9. Placa extractora inferior 77
3.5.10. Contra botador 77
3.5.11. Amarras placas 77
3.5.12. Postizo hembra 78
3.5.13. Postizo macho 78
CAPÍTULO 4: COSTOs 80
4.1. COSTO DE DISEÑO 82
4.2. COSTO DEL MOLDE 83
4.2.1. Costo de materiales 83
4.2.2. Costos de elementos comerciales para molde de inyección. 84
4.2.3. Costo de mecanizado 85
4.2.4. Costos de insumos generales 89
4.3 VALOR TOTAL DE LA FABRICACIÓN 90
4.4 COSTO DE PRODUCCIÓN DEL ARTÍCULO 91
4.5 PRECIO DE VENTA DEL PRODUCTO 93
4.6 PUNTO DE EQUILIBRIO Y GANANCIA ESTIMADA 93
BIBLIOGRAFÍA 98
ANEXOS 100
ANEXOS A: TRATAMIENTOS TÉRMICOS 102
ANEXOS B: CICLO DE INYECCIÓN 103
ANEXOS C: PROPIEDADES FISICAS DE LOS ACEROS S.A.E 104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Pocillo para comida de gato 6
Figura 1-2. Prototipo pocillo de comida de gato 7
Figura 1-3. Forma pocillo de gato 9
Figura 1–4. PE-HD Simbología 11
Figura 1–5. Simbología del polipropileno, PP 12
Figura 1-6 Boquilla de maquina inyectora 15
Figura 1-7 Avance del tornillo 16
Figura 1-8. Retroceso del husillo 16
Figura 1-9. Esquema de una maquina inyector 17
Figura 2-1. Molde completo 23
Figura 2-2. Postizo inferior sin encaje interior 24
Figura 2-3. Machos postizo superior 25
Figura 2-4. Tipos de canales de inyección 26
Figura 2-5. Conjunto de extractoras 27
Figura 2-6. Larga, ancho paralelas 28
Figura 2-7. Espiga contra botadora 29
Figura 2-8. Placas extractora superior 30
Figura 2-9. Placas extractora inferior 30
Figura 2-10. Placa porta extractora 31
Figura 2-11. Amarra placas 32
Figura 2-12. Resorte 32
Figura 2-13. Distancia máxima del recorrido del flujo 35
Figura 2-14. Distancia máxima del recorrido del flujo 37
Figura 2-15 Espesor placa hembra 40
Figura 3-1. Partes del torno paralelo convencional 47
Figura 3-2. Diseño placa base superior 49
Figura 3-3. Diseño placa base inferior. 50
Figura 3-4. Diseño placa porta postizo. 51
Figura 3-5. Diseño placa intermedia. 52
Figura 3-6. Diseño placa porta extractora 53
Figura 3-7. Mecanizado torno convencional placas extractoras 55
Figura 3-8. Mecanizado placas postizos 56
Figura 3-9. Mecanizado CNC 58
Figura 3-10. Panel de control fresadora CNC 61

Figura 3-11. Mecanizado CNC placa base superior 62
Figura 3-12. Mecanizado CNC placa base inferior 62
Figura 3-13. Mecanizado CNC placa porta postizo superior 63
Figura 3-14. Mecanizado CNC placa porta extractora 65
Figura 3-15. Mecanizado postizo macho 66
Figura 3-16. Mecanizado postizo hembra 67
Figura 3-17. Fresadora horizontal CNC 69
Figura 3-18. Partes de la fresadora vertical 70
Figura 3-19. Mecanizado placa macho fresadora vertical 73
Figura 3-20. Mecanizado amarra placas fresadora vertical 75
Figura 3-21. Pulido postizo hembra 78
Figura 3-22. Pulido postizo macho 79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1–1. Tabla de propiedades físicas PE-HD 11

Tabla 1–2. Tabla de propiedades físicas del PP 12

Tabla 1–3. Tabla de productos similares 14

Tabla1-4. Ficha técnica de la máquina inyectora Intertech, INT-60 18

Tabla 2-1. Presión de inyección de diversos plásticos 34

Tabla 2-2. Factor de viscosidad de diversos materiales 36

Tabla 2-3. Datos para determinar el tiempo de enfriamiento 41

Tabla 2-4. Tabla contracción de los materiales 42

Tabla 4-1. Costo de diseño 83

Tabla 4-2. Costo de materiales para la fabricación del molde y porta molde 84

Tabla 4-3. Costo de elementos comerciales 85

Tabla 4-4. Costo de mecanizado fresadora convencional Taller Matricería 86

Tabla 4-5. Costo de mecanizado torno convencional a terceros 87

Tabla 4-6. Costo de mecanizado torno Taller Matricería 87

Tabla 4-7. Costo de mecanizado CNC Taller Matricería 87

Tabla 4-8. Costo mecánica de banco Taller Matricería 89

Tabla 4-9. Costos insumos generales 90

Tabla 4-10. Costo total de fabricación 91

Tabla 4-12. Inyección teórica 93

Tabla 4-13. Fórmulas de producción 94

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2-1. Distancia máxima del recorrido del flujo 36
Gráfico 2-2. Espesor mínimo placa intermedia 39

ÍNDICE DE FÓRMULAS

Fórmula 2-1 34
Fórmula 2-2 37
Fórmula2-3 40
Fórmula 4-1 92

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

A. SIGLA

ABS	: Acrilonitrilo butadieno estireno
CA	: Acetato de celulosa
CAD	: Diseño Asistido por Computadora
CAM	: Fabricación Asistida por Computadora
Cl	: Contracción lineal
CNC	: Control Numérico Computarizado
HDPE	: Polietileno de alta densidad
HIPS	: Poliestireno de alto impacto [HighimpactPolystyrene (USA)]
HTML	: Lenguaje de marcas de hipertexto
HTTP	: Protocolo de transferencia de hipertexto
IVA	: Impuesto de Valor Agregado
JPG	: JointPhotographicExpertsGroup
LDPE	: Polietileno de baja densidad
LLDPE	:Polietileno de baja densidad lineal
M	: Metrico
Máx.	: Máximo
Mín.	: Mínimo
P	: Presión
PA6	: Poliamida-Nylon
PA66	: Quadrant-Nylon
PC	: Policarbonato
PDF	: Portable DocumentFormat (USA) [Formato de Documento Portátil]
PE-HD	: Polietileno
Pm	: Presión Media
PMMA	: Polimetilemetacrilato
PP	: Polipropileno
PPC	: Polipropileno copolímero
PPS	: Polisulfuro de fenileno
PS (GPPS)	: Poliestirenocristalopoliestireno de uso genera
PS	: Poliestireno
PVC	: Policloruro de vinilo
RPM	: Revoluciones por minuto
SAE	: Sociedad de Ingenieros Automotores

SVM	: Sede Viña del Mar
UHMWPE	:Polietileno de peso molecular ultra-alto
USA	: UnitedStates of America (Estados Unidos de América)
USM	: Universidad Santa María
UTFSM	: Universidad Técnica Federico Santa María
V	: Volumen
Vc	: Volumen de la cavidad
Vmp	: Volumen de la parte moldeada
WWW	: World Wide Web
Θ	: Temperatura
ϕ	: Difusividad térmica
%	: Porcentaje
Ø.	: Diámetro
$	: Peso chileno
π	:Pi, constante

B. SIMBOLOGÍA

°C	: Grados Celsius
A	:Ancho
bar	: Unidad de presión
cm^2	: Centímetro cuadrado
cm^3	: Centímetro cúbico
g / 10 min	: Índice de fluidez
g / cm^2	: Densidad superficial (gramo / centímetro cuadrado)
g / cm^3	: Densidad (gramos / centímetro cúbico)
g	: Gramo
g/s	: gramo / segundo
H	: Altura
h	: Hora
in^2	: Pulgada cuadrado
kg	: Kilo gramo
kg/ cm^2	: Presión (kilogramo / centímetro cuadrado)
kgf / cm^2	: Medida de presión (Kilogramos por centímetro cuadrado)
kgf	: Kilogramo fuerza
kn	: Kilo Newton
kp	: Kilo pound

kw	:Kilo Watt
l	:Largo
lt	: Litro
m / min	: Metro por minuto
m	: Metro
m^2	: Metro cuadrado
min	: Minuto
mm	: Milímetro
mm^2	: Milímetro cuadrado
Mpa	: Mega Pascal
N	: Newton
s	: Segundo
t / cm^2	: Unidad de presión (tonelada / centímetro cuadrado)
t / in^2	: Unidad de presión (tonelada /pulgadas cuadrado)
t	: Tonelada
V	: Volumen

INTRODUCCIÓN

La idea de fabricar un molde (incluyendo porta moldes) de inyección para la obtención de un pocillo para comida de gatos empieza con lograr el desafío de realizar una labor teórica-práctica. Aprendizaje y experiencia de vital importancia para el estudiante recién titulado de la carrera de Matricería para Plásticos y Metales. Este conocimiento es considerado por los autores del presente proyecto, de mayor importancia que la de obtener ganancias monetarias (sin tampoco dejar de lado el provecho que se puede obtener económicamente), debido a que la fabricación de un molde completo implica refrescar las destrezas y habilidades al utilizar las diversas máquinas del taller.

En los procesos de producción en serie, es imprescindible realizar un estudio para cada etapa del proyecto en curso, este análisis abarca desde la construcción (diseños, maquinarias disponibles, mecanizados, herramientas, material a utilizar, entre otros) hasta la producción y posible comercialización.

Es importante seleccionar adecuadamente el material plástico a emplear, éste debe cumplir con las características exigidas para el óptimo funcionamiento del producto, ya que cualquier decisión equívoca en la elección del material podría traer una serie de errores durante el proceso de inyección y posteriormente su uso, incluso podría intoxicar a los gatos. La conducta de los diversos tipos de materiales muestra diferencias demasiado evidentes debido a que no todos presentan las mismas propiedades de elaboración, es por esta causa que se realizó una investigación y se llegó a la conclusión de que el material más indicado para la fabricación de un pote para comida de gatos es el Polipropileno (PP) copolímero de alto impacto.

Luego de elegir la resina plástica apropiada se deben tener en consideración al momento de diseñar y fabricar, la planificación para cada componente de los postizos y porta moldes, sólo de esta manera se permitirá cumplir con todas las etapas correspondientes del proyecto. Los ciclos para la obtención de un pote para comida de gatos y para la realización y comercialización de cualquier producto son el diseño, fabricación del molde completo (postizo y porta moldes) y posterior producción.

A continuación, se deja un registro para las futuras generaciones de la carrera de Matricería un completo informe y experiencia, que explica de forma detallada y paso por paso la planificación, diseño, fabricación y producción de un molde completo con la obtención de un pocillo para comida de gatos.

Objetivo general

Diseñar, fabricar y producir un molde de inyección para la obtención de un pocillo para comida de gato.

Objetivos específicos

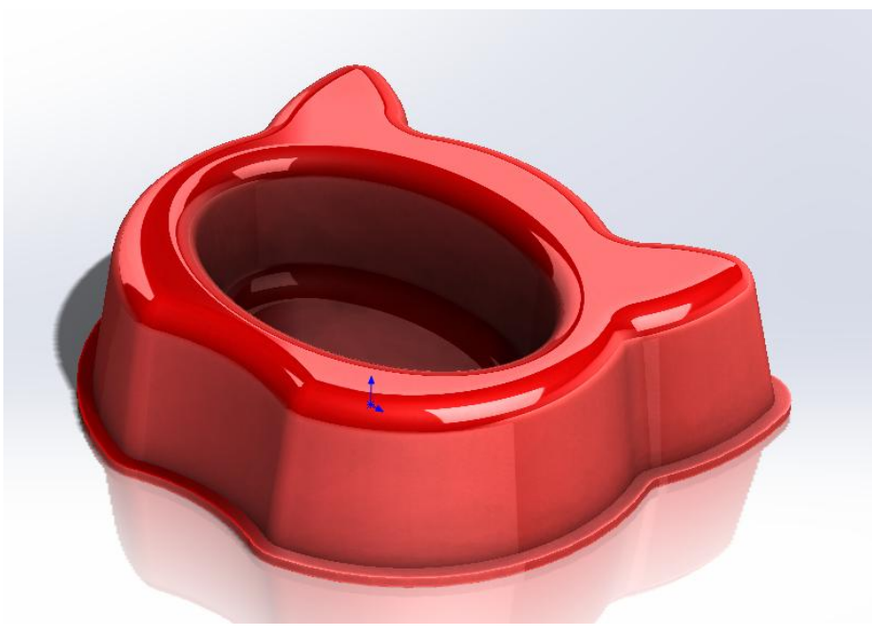
- Planificar de forma estructurada, todo lo que conlleva fabricar un molde completo (postizos y porta moldes).
- Aplicar conocimientos de manejo de software y diseño en 3D sobre todos los componentes de un molde.
- Estudiar y evaluarlas propiedades de un termoplástico, lo cual cumpla las características deseadas del producto.
- Ejecutar cotizaciones reales, con costos verdaderos de los distintos materiales y servicios a utilizar.

CAPÍTULO 1: EL PRODUCTO

1. EL PRODUCTO

1.1. LA IDEA

La idea, nace de adquirir todos los conocimientos que se requieren en la fabricación de un molde completo, ya sea los postizos (hembra y macho) y además el porta molde, ya que este conocimiento es de vital importancia para el desarrollo de la dedicación en la Matricería. Otro enfoque no menor, es la posibilidad de desarrollar nuevos productos, debido a que el conjunto porta moldes es de un tamaño considerable para artículos de mayor volumen y gramaje que los que se fabrican en el taller de Matricería, que permitiría posiblemente emprender nuevos proyectos. Por último, la elección del producto "Pocillo de comida de gatos" (ver Figura 1-1), fue decidida conforme a la investigación previa que se debe llevó a cabo, sobre las cantidades apropiadas de comidas, de no necesariamente los humanos, sino que de otros seres vivos de igual importancia.



Fuente: Elaboración propia a través del programa SolidWorks 2016.

Figura 1-1. Pocillo para comida de gato

1.2. GENERALIDADES DEL PRODUCTO

El Pocillo de comida de gato es un recipiente, en donde se vierte la comida del gato y así poder alimentase de forma periódica.

Este producto, consta con un sistema que limita la cantidad ingerida por el felino,fue diseñado con el fin de obligar al animal a buscar la comida del pocillo, así poder prolongar el periodo de ingestión y favorecer la sensación de hartazgo, además en su diseño se consideró que el cuenco esté con soporte elevado para que el gato no tenga la necesidad de agacharse y producir alguna deformación en su cuerpo por la mala posición.

Lo importante de elegir la comida para que los gatos crezcan sanos y fuertes, no sólo es lo único que hay que tener en cuenta sino la cantidad de comida que se le proporciona al gato, esto evitará que el animal adquiera sobre peso o por lo contrario que tenga falta de nutrientes.

Este artículo contiene una capacidad para 95 gramos de comida aproximadamente (Ver Figura 1–2), el alimento necesario para los gatosson de dos veces al día, lo considerado para los ejemplares es entre 6 a 12 meses de edad en adelante.

Fuente: Elaboración propia desde el celular

Figura 1-2. Prototipo pocillo de comida de gato

1.3. LA FUNCIÓN

La función de este artículo, es de ingresar el alimento del gato en el pote, proporcionando a su vez la cantidad adecuada que se necesita durante el día y darle límites prolongados en el período de absorción del alimento.

Además de que se puede utilizar en la alimentación, este producto podría perfectamente desarrollarse y propagarse de distintas industrias o empresas, ya que es un producto atractivo geométricamente y entretenido por su forma de gato.

1.4. CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

El diseño que este artículo está pensado en el gato, lo cual debe contener excelentes terminaciones, como no tener ángulos de 90 grados para su fácil limpieza, una buena calidad superficial, resistencia a altas temperaturas y durabilidad en el tiempo.

El material no debe tener componentes químicos y tóxicos que puedan ser dañinos para la salud del gato.

Además, el tamaño de la contención del alimento del animal, está pensado para la edad de 6meses en adelante, ya que permitirá entregar la cantidad proporcional para la nutrición del animal.

Se debe tener en cuenta la contracción del material de la pieza, ya que influye directamente en la forma y la estabilidad de la pieza.

1.4.1. Determinaciones de las dimensiones

La forma del artículo, fue determinada tomando como base una fotografía de un gato (ver Figura 1–3), el cual solo se plagió la forma y de ahí se determinó las dimensiones que se necesitaban para la creación del producto, éstas fueron acordes a las normas según la edad del gato al cual va enfocado.

Fuente: Imagen sacada de goope imágenes macara de gato

Figura 1-3. Forma pocillo de gato

1.4.2. Volumen

Para poder determinar el volumen de la pieza, se utilizará uno de los programas especializados para el diseño del producto. El programa es SolidWorks, software que permite trabajar con diseño en tres dimensiones aumentando las posibilidades de modelado, visualización y análisis de partes.

El método a emplear para la evaluación del volumen tanto de la pieza como lo que puede contener es el siguiente, primero se deberá seleccionar el nombre de la pieza con el cursor dandole clic derecho elegir la opción de material, plástico, PPC (Polipropileno copolímero), se dirige a cálculo, propiedades físicas y se obtiene el volumen de la pieza.

Volumen = 10.7225,70mm^2

1.4.3. Masa

La masa del material es un factor importantísimo en todo lo que conlleva fabricar un molde. Es por esto que con la ayuda del programa SolidWorks se obtendrá el gramaje total de la pieza y además el de la mazarota. Con este análisis se podrá conocer cual máquina inyectora es la más adecuada para la obtención de este producto. Por lo tanto la masa del producto y su mazarota son las siguientes:

- Masa del producto: 98 g, y
- Mazarota: 1,93 g.

1.5. MATERIALES A UTILIZAR

1.5.1. Posibilidades de otros plásticos a utilizar

Las posibilidades de polímeros que se expondrán tienen relación directa con las características solicitadas por el proyecto y son:

- Primero: que logre las físicas-visuales de la estética deseada, y
- Segundo: que cumpla con un equilibrio parámetro costo-calidad.

A continuación, se describirá las propiedades de los polímeros analizados y que cumpla de una u otra manera los requisitos solicitados.

1.5.1.1. Polietileno de Alta Densidad (PE-HD)

El polietileno es una resina termoplástica, semicristalina, perteneciente a la familia de las poliolefinas, que provienen de los hidrocarburos simples. En su estructura contienen átomos de carbono e hidrógeno con dobles enlaces en los carbonos.

Los polietilenos poseen excelentes propiedades eléctricas y muy buena resistencia química. Son materiales translúcidos, de peso ligero, resistente y flexible. Pueden ser fácilmente distinguidos de otros plásticos debido a que flotan en el agua.

Las propiedades físicas del PE-HD (ver Tabla 1-1) y su capacidad para cumplir diversas especificaciones técnicas han sido las razones por las que el material haya alcanzado un desarrollo relevante en la producción de fibras textiles y en la producción de una gran diversidad de envases, especialmente en la producción de botellas, bandejas, flejes o zunchos y láminas.

Se puede procesar por los métodos de conformados empleados para los termoplásticos, como son:moldeo por inyección,moldeo rotacional,extrusióny compresión.

Existen diversos tipos de polietilenos de la cual se pueden obtener variados productos con comportamientos y cualidades técnicas diferentes. Estas son: Polietileno de alta densidad (HDPE), Polietileno de baja densidad (LDPE), Polietileno de baja densidad lineal (LLDPE), Polietileno de peso molecular ultra-alto (UHMWPE). El polietileno de alta densidad posee una excelente resistencia al impacto, peso ligero, baja

absorción a la humedad y alta fuerza extensible, además de que no es tóxico. El símbolo el cual representa este termoplástico es el de la Figura 1-4.

Fuente: www.wikipedia.org

Figura 1–4. PE-HD Simbología

Propiedades Físicas:

Tabla 1–1. Tabla de propiedades físicas PE-HD

PROPIEDADES	UNIDADES	VALOR
Índice de fluidez 190 °C,16kg	g/10 min, 190 °C	0.38
Temperatura de reblandamiento	°C	140
Temperatura máxima de uso continuo	°C	55-120
Densidad	(g/cm^3)	0,94-0,97

Fuente:http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0639_Q.pdf

1.5.1.2. Polipropileno

El polipropileno es uno de los plásticos más versátiles, compatibles con la mayoría de los procesos tecnológicos. Es el plástico con menor peso específico (0,9 g/cm^3), por lo que quiere decir que requiere de menor cantidad para la obtención del producto final, su temperatura de fusión (170-260°C) es la más alta de los termoplásticos comunes, también posee buenas propiedades mecánicas, resistencia a la fatiga, resistencia química y una transparencia mayor a la de otros plásticos. Su símbolo se representa en la Figura 1-5.

En los procesos de moldeo que puede ser utilizado el polipropileno es en la inyección, extrusión, película plana, soplado y termoformado.

Los productos más comunes son tales como las piezas y partes automotrices, fibras, envases, equipos médicos y productos de uso doméstico.

El Polipropileno se puede clasificar en tres tipos (homopolímero, copolímerorándom y copolímero de alto impacto), los cuales pueden ser modificados y adaptados para determinados usos. Específicamente el polipropileno que encaja con mayor posibilidad para este producto del pocillo de comida de gatos, es el polipropileno copolímero de alto impacto, indicado para moldeo por inyección. Este aditivo contiene propiedades físicas (ver Tabla 1-2)con agente antiestático, posee buenas propiedades de impacto y estabilidad dimensional. Recomendado para inyección de piezas de pared delgada como tapas y artículos de uso domésticos, cajas y potes, partes y piezas de electrodomésticos.

Fuente: www.wikipedia.org

Figura 1–5. Simbología del polipropileno, PP

Tabla 1–2. Tabla de propiedades físicas del PP

PROPIEDADES	UNIDADES	VALOR
Índice de fluidez 2,16 kg/230 °C	g/10 min	43
Temperatura de ablandamiento VICAT	°C	148
Temperatura máxima de uso continuo	°C	100
Densidad	(g/cm^3)	0.90

Fuente: www.petroquim.cl

1.5.2. Elección del material para el proceso de inyección

Hay muchos factores que influyen en la elección del material, una de ellas es observar muchos elementos que son claves para un eficaz funcionamiento del producto final y el otro es considerar el comportamiento del material al instante de ser procesado.

De los polímeros que se han estudiado, que podrían servir para este proyecto, el más apto es el polipropileno copolímerode alto impacto. Debido a que el polipropileno tiene menor peso específico por lo que su inyección es mucho más eficaz, además de no ser un plástico tóxico para utilizarlo junto con las comidas de animales y por su menor costo.

1.6. PRODUCTOS SIMILARES

La importancia de tener en claro los productos de la futura competencia de un proyecto es vital a la hora de fabricar cada componente de un molde. La tabla que se ilustrará a continuación, da la información de distintos locales de la ciudad de Viña del Mar y sus cercanías que venden este producto, dando a conocer los diversos precios que están en el mercado (ver Tabla 1–3).

Tabla 1–3. Tabla de productos similares

PROVEDOR	COSTO ($)	PRODUCTO
Sodimac	1090	
Supermercado HiperLider Espacio Urbano	1090 (talla S) 2790 (talla L)	
Super Mascotas Viña del Mar	1100	
BE Foods	1490	
Pet Boutique Mascotas y Peluquería	1100	

Fuente: Elaboración propia por cotización local a local

1.7. PROCESO DE FABRICACIÓN

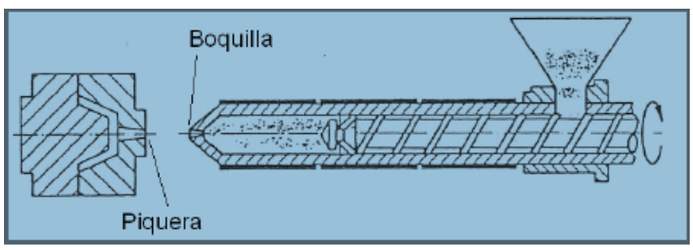
Para transformar el material plástico en una pieza funcional, se hallan esencialmente tres tipos de procesos independientes: termo formado, la inyección y la extrusión. En cada una de estas fases de preparación del plástico, se interponen tres elementos imprescindibles que son: el molde, la máquina inyectora y el plástico.

De estos tres procesos mencionados para la ejecución de las piezas a fabricar es la de inyección lo cual le dará existencia a este proyecto.

La inyección del plástico, es un proceso que consiste en introducir el plástico fundido en los vaciados del molde con la ayuda de los distintos canales que dirigirán desde el punto de inyección del molde hasta cavidades.

Los pasos que el material sigue en forma de gránulos hasta concluir con las piezas elaboradas, son los siguientes:

Se introduce el material plástico en su forma granulada (pellets) en la tolva de la máquina inyectora (ver Figura 1-6), el material plástico llega hasta el husillo extrusor (tornillo sin fin) la cual tiene dos formas de giro, uno que es axial y otro que es rotacional. El plástico es transportado a través del tornillo hacia el cilindro de calefacción lo cual es fundido debido a las altas temperaturas. Al estar en su forma dúctil el material es amasado constantemente por los diversos filos del tornillo.



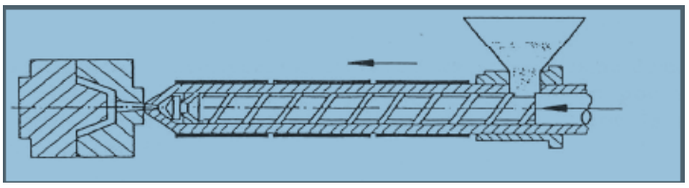
Fuente: http//www.mater.upm.es/polímeros

Figura 1-6 Boquilla de máquina inyectora

Al juntarse una determinada cantidad de material plástico en la parte delantera de la máquina inyectora el tornillo retrocede de forma automática dirigiéndolo hacia la parte superior del molde (anillo centrado o piquera), que se ha ajustado previamente.

Luego se acciona el botón de rotación del tornillo que detiene el movimiento e interrumpe el transporte del material, en este momento el molde se cierra y se produce la inyección del material plástico por medio del movimiento del pistón hidráulico de

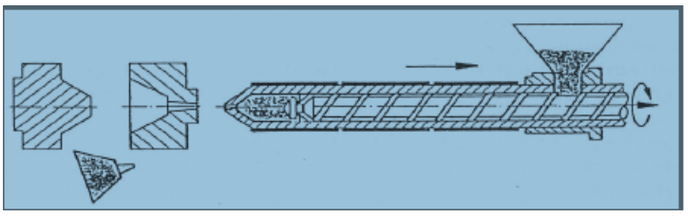
simple efecto que empuja el husillo hacia adelante incrustando el material en la boquilla al bebedero del molde (ver Figura 1-7), en conclusión este husillo tiene una acción de doble efecto las cuales son el transporte y amasamiento del plástico convirtiéndolo en una masa uniforme en la parte delantera del cilindro y la otra funcionando como un émbolo que inyecta el material dentro del molde. El material al entrar al molde es transportado a través de los canales de distribución hacia los vaciados del mismo, esta masa de material al mínimo lapso transcurrido, se endurece con la acción de la refrigeración que posee el molde.



Fuente: http//www.mater.upm.es/polímeros

Figura 1-7 Avance del tornillo

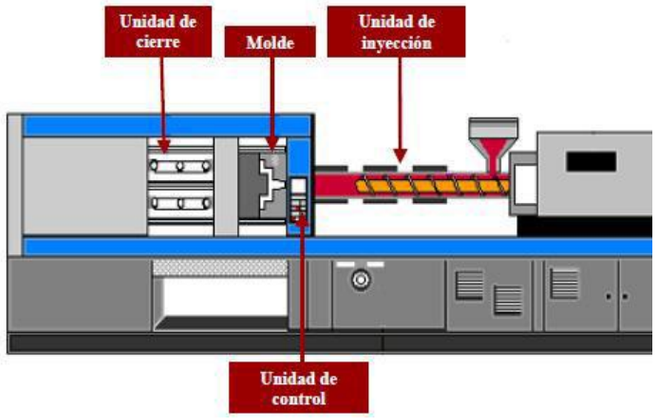
Terminado lo anteriormente mencionado, el molde se abre y por medio de los sistemas de extracción que tiene integrado el molde la pieza es extraída, (ver en la Figura 1-8).



Fuente: http//www.mater.upm.es/polímeros

Figura 1-8. Retroceso del husillo

Para muchos productos el proceso de inyección da una gran precisión en cuanto a las dimensiones y formas de las piezas acabadas, a través de sus sectores de trabajo (ver Figura 1-9).



Fuente:http://www.sitenordeste.com/mecanica/proceso-de-inyeccion-de-plastico.htm

Figura 1-9. Esquema de una máquina inyectora

1.8. MÁQUINA DE MANUFACTURA

La máquina a emplear para este producto es la máquina de inyección de termoplásticos, que aprovecha la relativa simplicidad con que los materiales se plastifican o ablandan por efectos del calor dentro del horno o cilindro de la misma, luego a presión, como se mencionó anteriormente el material plastificado es introducido al molde cerrado. Después de un tiempo el material se enfría, se abre el molde y la parte inyectada es extraída del mismo. A continuación se dará a conocer en la siguiente Tabla 1-4, la ficha técnica de cinco modelos distintos,en la cual se puede producir el pocillo para comida de gato.

Tabla1-4. Ficha técnica de diversas máquinas inyectoras

Modelo	JND1680	JND2280	JND2680
Unidad de inyección			
Diámetro de tornillo (mm)	50	60	70
Relación largo-diametro de tornillo	25	25	25
Volumen de tiro (Teórico) (cm^3)	491	780	1100
Peso de inyección (g)	520	826	1166
Índice de inyección (g/s)	175	273	380
Capacidad de plastificación (g/446s)	30	49	60
Presión de inyección (Mpa)	128	147	147
Velocidad de tornillo (rpm)	0-150	0-180	0-190
Unidad de sujeción			
Fuerza de sujeción (kn)	1680	2280	2680
Especio entre barras de union (mm)	460x460	510x510	570x570
Altura máx. de molde (mm)	480	550	600
Altura mín. de molde (mm)	180	200	230
Otros			
Dimensión de máquina (LxAxH) (m)	5.0x1.4x2.1	6.0x1.4x3.2	6.1x1.5x2.2
Peso de máquina (t)	5.4	6.9	8.0
Capacidad de tolva (lt)	25	50	50

Fuente: http://fichatecnica123.blogspot.cl/2014/01/ficha-tecnica-de-una-maquina-inyectora.html

Los modelos mostrados en la tabla no son necesariamente la maquinaria a emplear, pero son máquinas que perfectamente se podrían utilizar en el molde del pote de comida de gatos.

La finalidad de este capítulo es visible; definir, describir y determinar el proceso de producción, para luego así, cuantificar una adecuada planificación y fabricación del producto en serie.

CAPÍTULO 2: EL DISEÑO

2. EL DISEÑO

2.1. INTRODUCCIÓN AL MOLDE

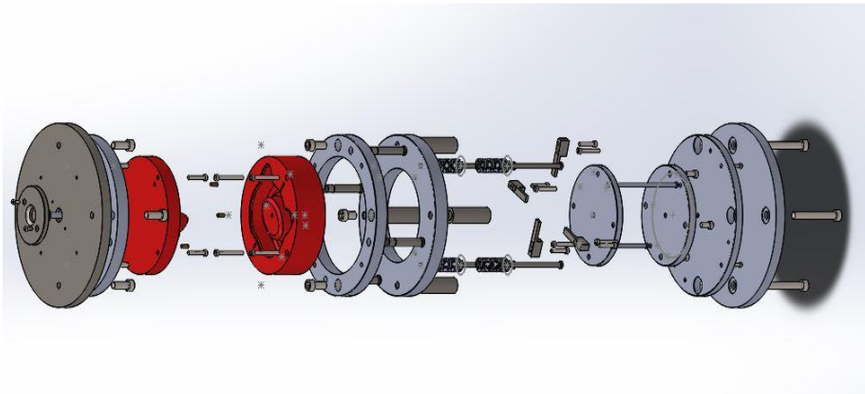
La selección del tipo de molde para la producción de algún artículo determinado, debe ser un producto de una severa evaluación de los componentes y referencias utilizables para llegar a la solución más apropiada del problema. Para obtener eficientes resultados se deben tomar en cuenta una serie de factores como:

- La pieza a producir;
- Cantidad de piezas a producir;
- Selección del proceso de moldeo y costo de producción del producto;
- Tipo de molde, y
- Selección de la máquina adecuada.

El diseño y la fabricación de un molde está siempre dado por el estudio general en el cual los datos y características deben encontrarse perviamente definidos, pero no se debe olvidar que durante el desarrollo del proyecto se presentarán inconvenientes en donde se debe ajustar y hacer las respectivas modificaciones. Una vez definido lo explicado anteriormente, se procede a analizar otras alternativas como:

- Sistema de alimentación de las cavidades;
- Sistema de estrangulación;
- Sistema de enfriamiento del molde;
- Sistema de extracción de las piezas;
- Espesores mínimos de placas que resisten al pandeo;
- Contracción del material, y
- Cálculo de fuerza de cierre y de expansión.

Todos estos sistemas y factores se representan gráficamente (ver Figura 2-1). Una vez analizados estos procedimientos se puede proceder con el diseño y construcción del molde.



Fuente: Elaboración propia, a través del programa SolidWords 2016

Figura 2-1. Molde completo

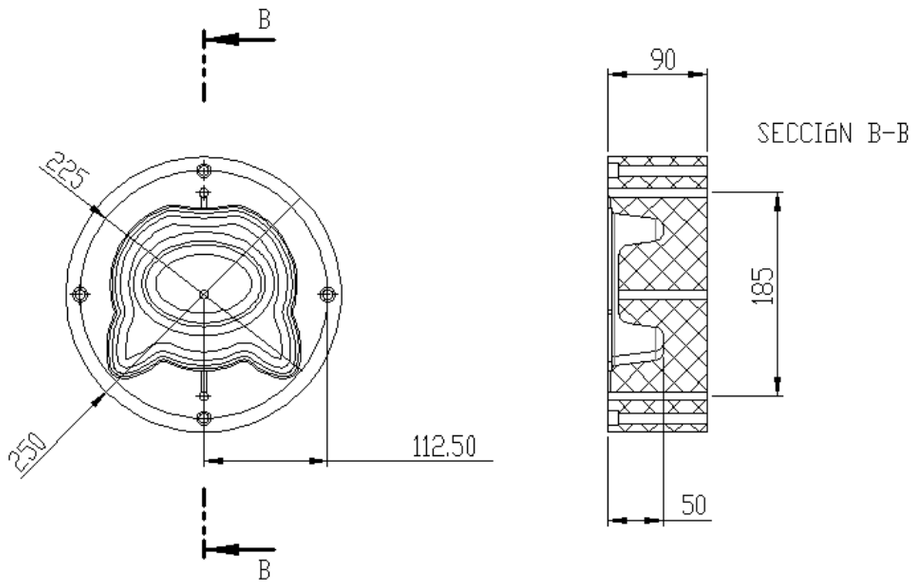
2.1.1. Diseño de postizo hembra

La cavidad del molde, es la que otorga al producto la figura exterior deseada. Teniendo en cuenta la contracción que sufre el material de moldeo al enfriarse, las dimensiones de la cavidad deben ser mayores a los valores de la pieza acabada. Un factor fundamental para ello es el tipo de material que se va a inyectar, debido a que los límites de contracción son distintos según sea el tipo de plástico.

Además, es esencial obtener un buen acabado superficial de la cavidad, ya que el brillo, la forma y la extracción del producto están directamente relacionados con esto.

La cantidad de piezas que se obtendrán por inyección es de un producto, debido a las grandes dimensiones del artículo y el acceso a maquinarias de gran volumen.

Él o los puntos de inyección, es otro factor importante que interfieren en el diseño de los postizos, al igual que la cantidad de productos por inyección, el punto de inyección es uno solo y este será en el centro por lo que no habrán canales de inyección, ni sistema de estrangulación. Cabe destacar que en el diseño del postizo hembra se fijaron canales en los extremos de la cavidad, que no cumplen la función de los canales de llenado, sino que sirven para el sistema de botación. Asimismo contiene cuatro pernos de fijación. Ver detalles en la Figura 2-2.



Fuente: Elaboración propia a través del programa SolidWords 2016

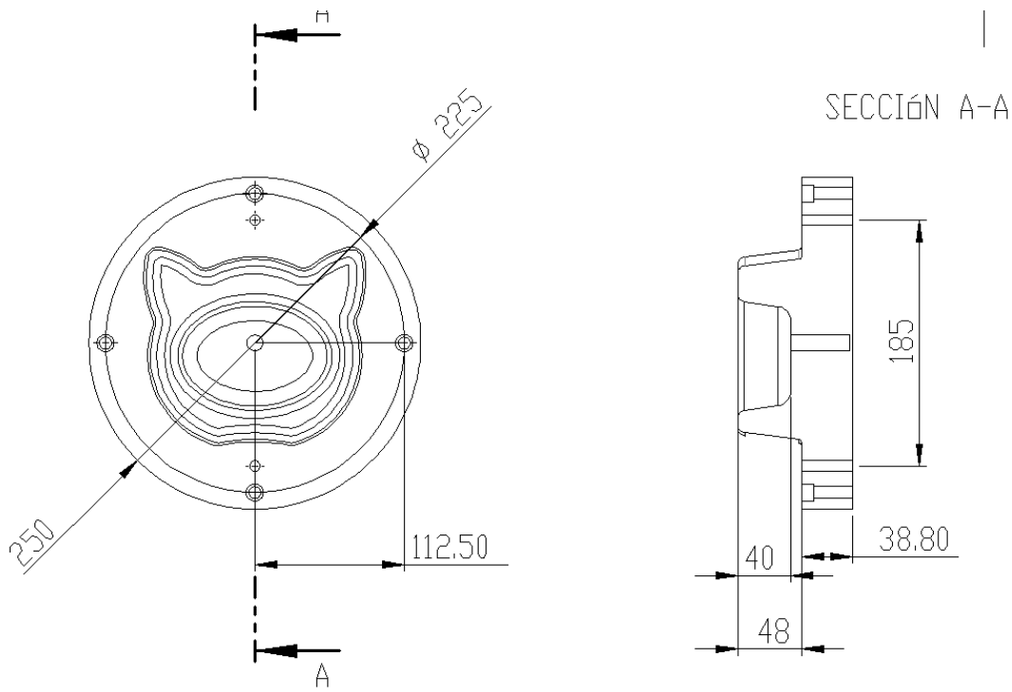
Figura 2-2. Postizo inferior sin encaje interior

2.1.2. Diseño postizo macho

Uno de los detalles que hace a este componente ser uno de los más importantes dentro de un molde, es la forma como se logra el cierre de la cavidad y se define la pieza.

El cierre es trascendental, ya que la pieza es de secciones irregulares y se debe lograr una perfecta simetría para evitar la rebaba en el momento de inyectar. Además contiene una perforación central que corresponde al alojamiento de la boquilla, tiene cuatro perforaciones de pernos de fijación con la placa base superior y por último tiene dos perforaciones, donde van alojados los tapones que evitan el llenado de resina plástica de los botadores laterales del postizo hembra.

A continuación, se ilustrarán las medidas del postizo y su isometría (ver Figura 2-3)



Fuente: elaboración propia, a través del programa SolidWords 2016

Figura 2-3. Machos postizo superior

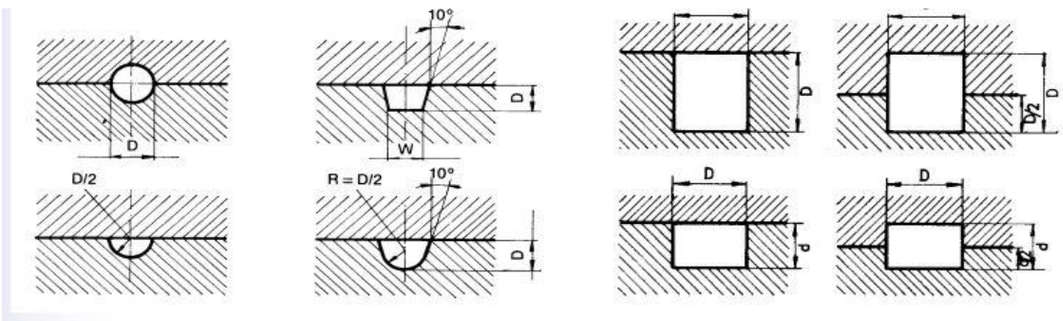
2.1.3. Sistema de alimentación

El canal de alimentación, es el sistema en donde el material plástico en estado líquido o pastoso entra por el bebedero del molde, para así llenar los espacios de las cavidades y obtener el producto de la forma deseada.

Existen diversos tipos de canales de alimentación para los moldes, (ver Figura 2-4)

- Circular;
- Circular media caña;
- Trapezoidal de media caña;
- Trapezoidal modificado de media caña;
- Rectangular, y
- Cuadrada.

En el caso de este molde, no habrá sistema de alimentación de la cavidad, ya que la inyección será desde el centro.



Fuente: Apuntes,Tecnología de los plásticos.

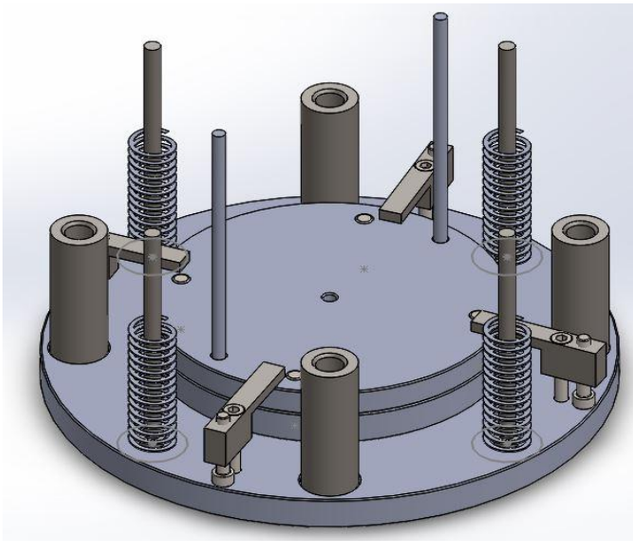
Figura 2-4. Tipos de canales de inyección

2.2. SISTEMA DE EXTRACCIÓN

El diseño del sistema de extracción para este molde, como se mencionó anteriormente, en el postizo hembra contiene canales que llegan directo a las perforaciones de las espigas botadoras. Este sistema con dos botadores no fue calculado con fórmulas, sino que con la práctica terminó siendo la manera más simple de extraer la pieza.

Todos los componentes que ayudan al sistema de extracción de la pieza y la mazarota cuando el molde abre son los siguientes elementos(ver Figura 2-5):

- Paralelas;
- Espiga botadora;
- Espiga contra-botadora;
- Placas botadoras;
- Placa porta botadoras, y
- Amarra placas.



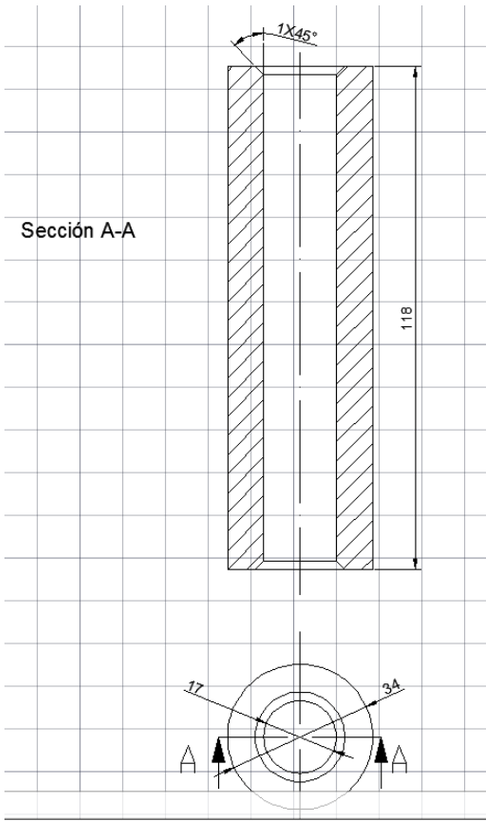
Fuente: Elaboración propia a través del programa SolidWords 2016

Figura 2-5. Conjunto de extractoras

2.2.1. Paralelas

Estas piezas son las encargadas de lograr el paralelismo de todos los componentes que constituyen un molde, son mecanizadas cuidadosamente y después rectificadas en la parte superior e inferior, la principal función de estos elementos son la de generar la separación adecuada para que el sistema de extracción pueda botar el producto deseado.

La altura de las paralelas, se determinó con la sumatoria de las placas que el botador recorre, estas placas son la placa porta extractoras, placa intermedia y la placa porta postizo inferior. Luego se le restó el espesor de la placa extractora inferior y se le sumó el espesor máximo del producto (ver Figura 2-6).



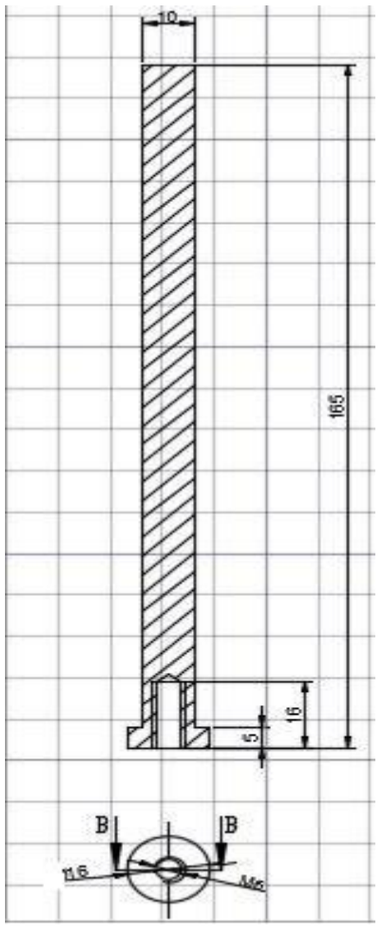
Fuente: elaboración propia a través del programa Auto-Cad 2016

Figura 2-6. Larga, ancho paralelas

2.2.2. Espiga contra-botadoras

Estos componentes son las encargadas de que el sistema de extracción vuelva a su posición inicial. Lo mencionado anteriormente se logra en el instante de cierre del molde cuando estas espigas son presionadas contra la parte inferior de la placa de moldeo superior, obliga a bajar el conjunto.

En la siguiente Figura 2-7 se muestra la espiga contra botadora.

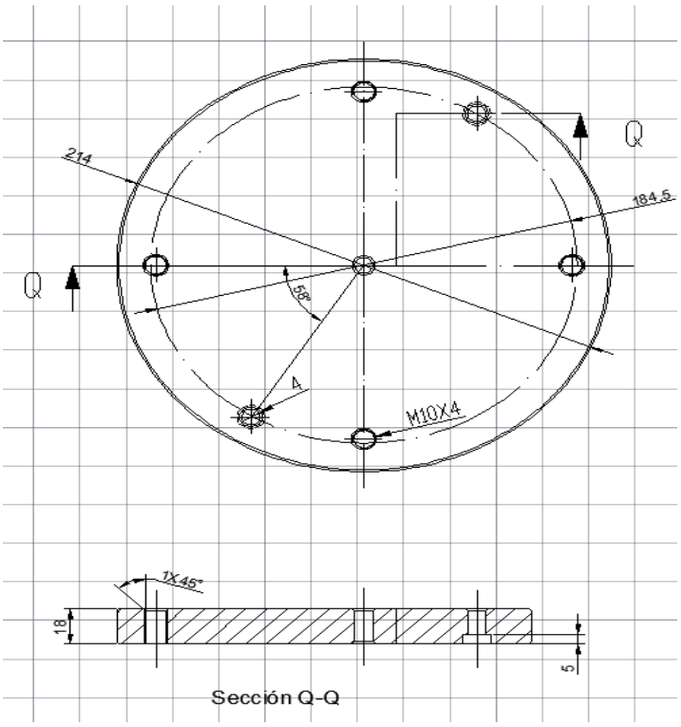


Fuente:Elaboración propia a través del programa Auto-Cad 2016

Figura 2-7. Espiga contrabotadora

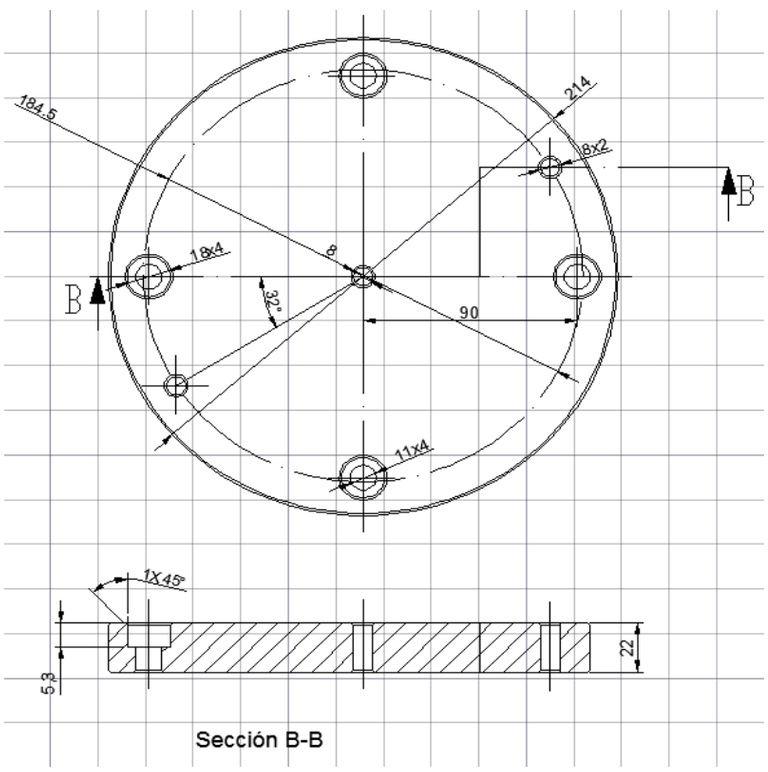
2.2.3. Placas extractoras

Las placas botadoras, son dos placas amarradas entre si, son encargadas de mantener fijas las espigas botadoras. Posteriormente estas placas reciben un golpe del pistón de la inyectora lo cual acciona el sistema extractor (ver Figura 2-8 y 2-9).



FuenteElaboración propia a través del programa Auto-Cad 2016

Figura 2-8. Placas extractora superior

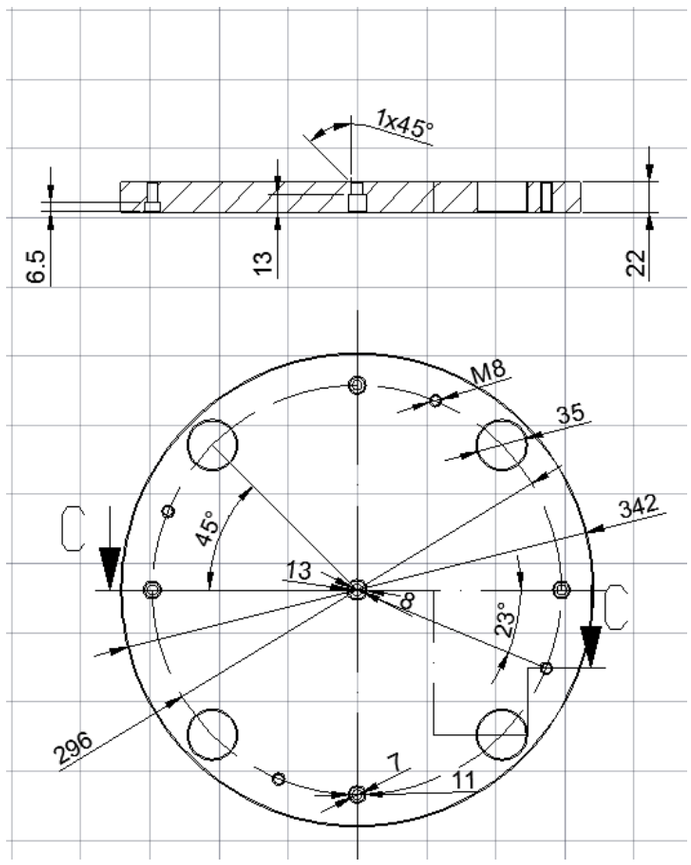


Fuente Elaboración propia a través del programa Auto-Cad 2016

Figura 2-9. Placas extractora inferior

2.2.4. Placa porta extractora

La placa porta extractora es la encargada de transportar el conjunto de extracción accionándola hacia adelante, y llevar el conjunto a su posición inicial (ver Figura 2-10).

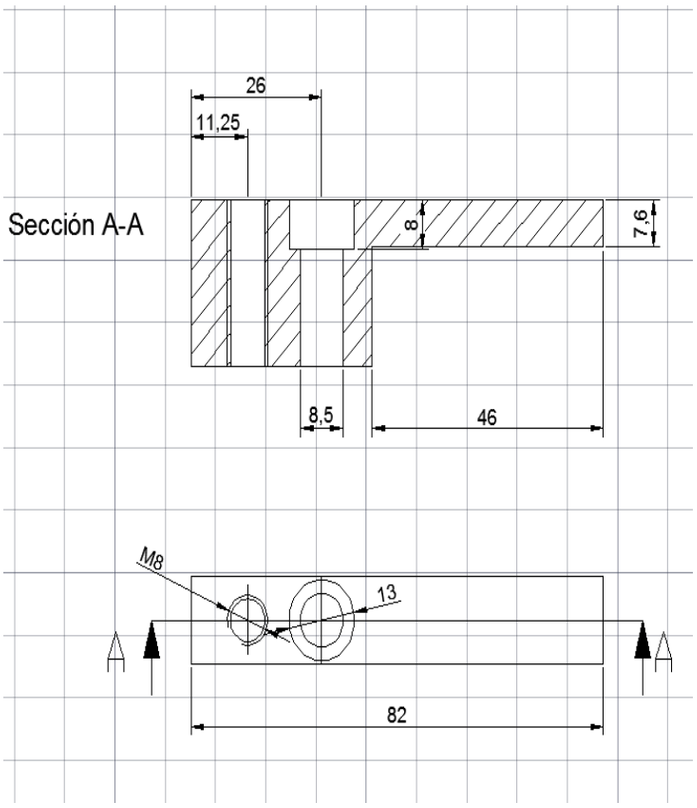


Fuente Elaboración propia a través del programa Auto-Cad 2016

Figura 2-10. Placa porta extractora

2.2.5. Amarra placas

El conjunto de amarras placas, es el encargado de dejar fijas las placas extractoras mientras el molde esté en funcionamiento con sus respectivos postizos, ver Figura 2-11.

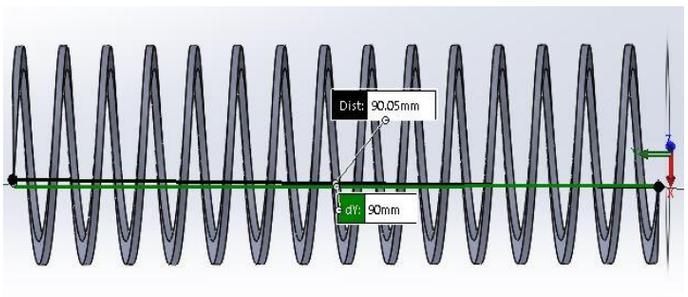


Fuente Elaboración propia a través del programa Auto-Cad 2016

Figura 2-11. Amarra placas

2.2.6. Resortes

Son los encargados de hacer que el sistema de extracción de la pieza trabaje autónomamente. La elección de los resortes está relacionado con la fuerza que ejerce el molde al inyectar, por lo tanto se ocupará como guía el catálogo de la empresa Specialspring (ver Figura 2-12).



Fuente: Elaboración propia a través del programa SolidWords 2016

Figura 2-12. Resorte

2.3. CÁLCULO DE FUERZAS EN EL MOLDE

En el instante de empezar el diseño de un molde de inyección, es importante tener claro una cantidad de parámetros, para hacer un correcto uso de la máquina inyectora y el molde, por lo que es necesario realizar cálculos de fuerzas, para que los materiales seleccionados resistan fuerzas generadas por la plastificación del material, deformaciones, pandeo y/o fisura en alguna de sus cavidades.

Se sabe que el molde está sometido a altas temperaturas generando dilataciones en las placas y por consecuencia filtraciones y desgastes en el molde, debido a todo esto es que el diseño del molde debe ser lo suficientemente eficaz, para prever todos estos problemas que podrían ocasionar costos considerables.

A continuación, se realizarán los cálculos de fuerzas correspondientes para prever algún problema que podría generar el molde del pocillo para comida de gato. Cabe destacar, que uno es más concreto que otro, por lo tanto, al considerar los espesores de placas sometidos a constante pandeo, se va emplear el método más preciso.

2.3.1 Fuerza expansiva y fuerza de cierre

Para verificar si la fuerza de cierre de la máquina a seleccionar para elproceso de inyección de una pieza plástica será suficiente, deberá considerarse la superficie proyectada de la pieza sobre el plano paralelo a la superficie de las placas por la presión de inyección en la cavidad, necesaria para inyectar tal pieza. Es recomendable que la fuerza de cierre máxima de la máquina a seleccionar, sea aproximadamente un 20% superior a la necesaria para la inyección de la pieza en cuestión.

2.3.1.1 Fuerza expansiva del molde (método rápido)

Existen dos métodos para verificar la fuerza expansiva del molde, la primera y más rápida es multiplicar la superficie proyectada de la cavidad (en cm^2 o in^2, según la columna que se use de la Tabla 2-1), por la presión en la cavidad, que es diferente según la resina, por lo que se muestra en la siguiente tabla, donde se consideran también la influencia de paredes delgadas y flujos largos de resina desde el punto de inyección hasta el punto más alejado, todos estos datos de la tabla son valores promedio, que surgen desde la práctica.

Tabla2-1. Presión de inyección de diversos plásticos

PLÁSTICO	t/in^2	t/cm^2
PS (GPPS)	1,0 – 2,0	0,155 – 0,31
PS (GPPS) (paredes delgadas)	3,0 – 4,0	0,465 – 0,62
HIPS	1,0 – 2,0	0,155 – 0,31
HIPS (paredes delgadas)	2,5 – 3,5	0,388 – 0,543
ABS	2,5 – 4,0	0,388 – 0,62
LDPE	1,0 –2,0	0,155 – 0,31
HDPE	1,5 – 2,5	0,233 – 0,388
HDPE (flujos largos)	2,5 – 3,5	0,388 – 0,543
PP (Homo/Copolímero)	1,5 – 2,5	0,233 – 0,388
PP (H/Co) (flujos largos)	2,5 – 3,5	0,388 – 0,543
PVC (blando)	1,5 – 2,5	0,233 – 0,388
PC	3,0 – 5,0	0,465 – 0,775
PET (Amorfo)	2,0 – 2,5	0,31 – 0,388
PET (Cristalino)	4,0 – 6,0	0,62 – 0,93
PPS	2,0 – 3,0	0,31 – 0,465

Fuente:http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.cl/2012/08/fuerza-de-cierre-clamping-force.html

Según la tabla la presión de inyección del polipropileno copilímero es de 0,233 – 0,388 (t/ cm^2), por lo que se tomará en cuenta el de mayor valor y en kilogramos fuerza, entonces el valor es de 388 (kgf).

Para determinar el valor de Fe se determina a continuación

Fórmula 2-1

Fe = Ap x Piny

Dónde:

Fe = Fuerza expansiva (kp)

Ap = Área proyectada pieza + canales de llenado (234,77 cm^2+0 cm^2)

Piny = Presión de inyección del PP copilímero 388 kgf/ cm^2

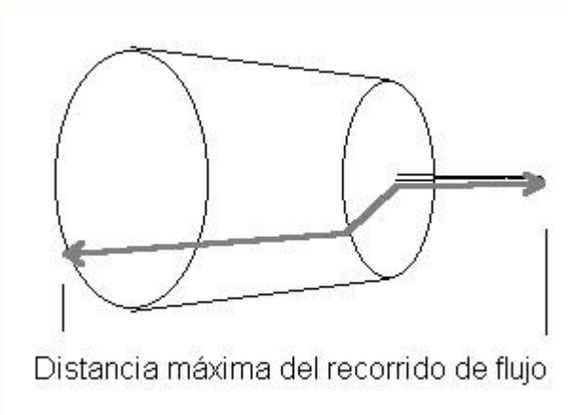
Reemplazando en la fórmula, se obtiene que la:

Fe= 91090,76 kgf ≈ 91,09 t (por pieza)

Luego si: Fc (Fuerza de cierre) >Fe (Fuerza expansiva)
Entonces, se cumple que: Fc (520 t) > Fe ≈ 91,09 t.

2.3.1.2 Fuerza expansiva (método preciso)

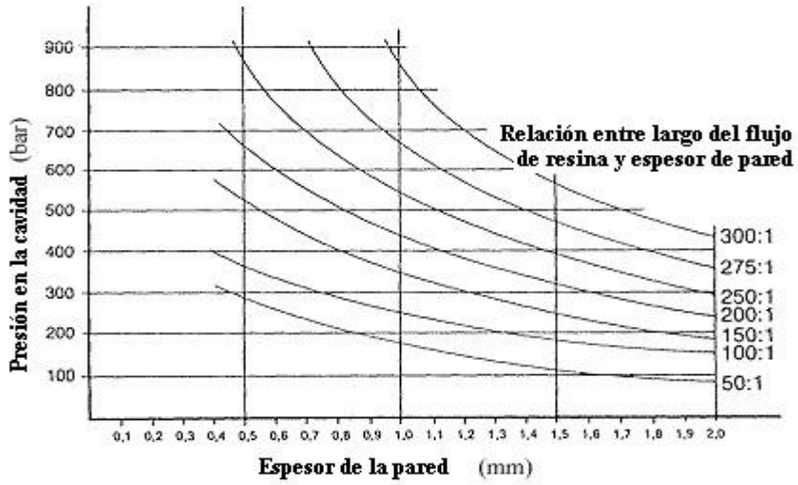
Si se desea calcular la fuerza expansiva necesaria con más precisión, se deberá considerar la influencia del espesor de la pieza inyectada (se considerará el menor espesor en todo el recorrido de la resina) y el largo del flujo de la resina desde el punto de inyección hasta el punto más lejano. Se tomará en consideración la relación, largo de flujo/espesor de pared. También es recomendable utilizar un factor de corrección por la viscosidad (ver Figura 2-13).



Fuente:http://htmltecnologiadelosplasticos.blogspot.cl/2012/08/fuerza-de-cierre-clamping-force.l

Figura 2-13. Distancia máxima del recorrido del flujo

En las curvas siguientes (ver Gráfico 2-1) se puede obtener para cada curva largo de flujo/espesor de pared, entrando con el espesor en el eje de las abscisas, la presión en la cavidad en el eje de las ordenadas.



Fuente:http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.cl/2012/08/fuerza-de-cierre-clamping-force.html

Gráfico2-1. Distancia máxima del recorrido del flujo

La presión en la cavidad esta expresada en bar (1 bar = 1,02 kgf/cm^2). Por lo tanto, la presión obtenida en el eje de las ordenadas habrá que multiplicarla por 1,02 para obtener la presión en kgf/cm^2.

Finalmente, en la siguiente Tabla 2-3, se obtiene el factor de corrección, teniendo en cuenta la viscosidad del plástico.

Tabla 2-2. Factor de viscosidad de diversos materiales

RESINA	FACTOR POR VISCOSIDAD
GPPS(PS)	1,0
PP	1-1,2
PE	1-1,3
PA6 o PA66, POM	1,2-1,4
CELULÓSICOS	1,3-1,5
ABS, ASA, SAN	1,3-1,5
PMMA	1,5-1,7
PC,PES,PSU	1,7-2,0
PVC	2,0

Fuente:http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.cl/2012/08/fuerza-de-cierre-clamping-force.html

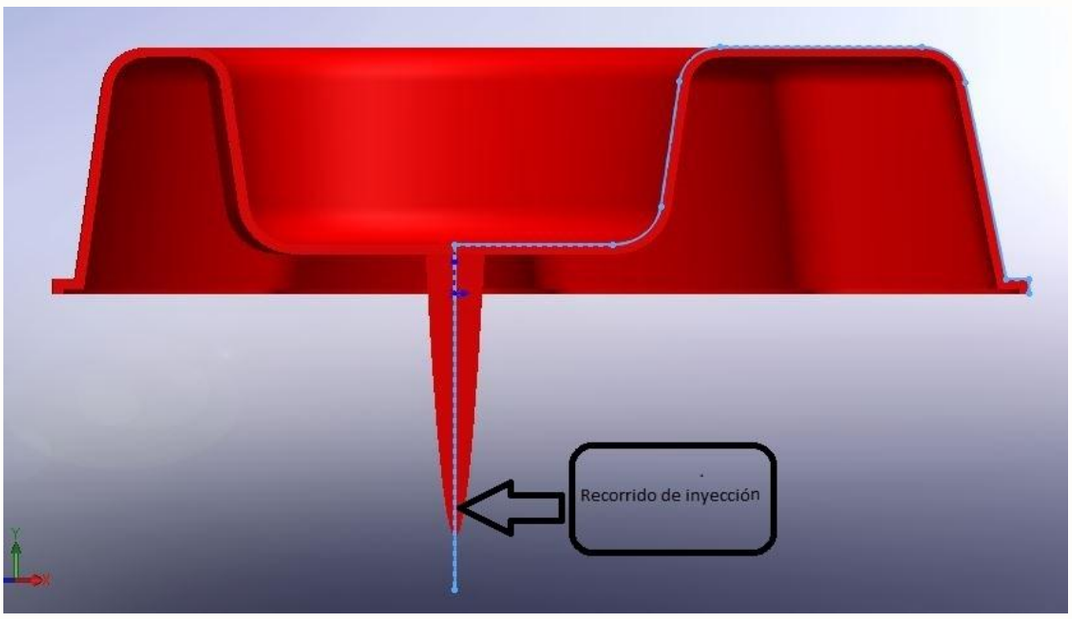
Luego aplicando la fórmula de fuerza de expansión, se obtendrá la fuerza de cierre necesaria, que deberá tener la inyectora, expresada en Kg.

Fc= Ap x Pi

Donde:

Fc= 234,77 x Pi

Para calcular la presión de inyección, se debe tener en cuenta la relación del flujo que hay entre el recorrido del flujo y el espesor, ver en la siguiente Figura 2-14.



Fuente:http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.cl/2012/08/fuerza-de-cierre-clamping-force.html

Figura 2-14. Distancia máxima del recorrido del flujo

Cálculo de recorrido del flujo:

Fórmula 2-2

Colada+pieza

75,87 +186,57

Recorrido del flujo= 262,44 mm

Por lo tanto la relación que hay entre el recorrido del flujo y el espesor es:

Rf=262,44mm/2mm= 131,22

Es decir, la relación de flujo es de 150:1

Con la relación (150:1) y el espesor de pared (2 mm), del gráfico se deduce que la presión de la cavidad es de 190bar= 193,8kgf/cm^2

Por lo tanto la presión de inyección es:

Pi= Presión de inyección x factor de corrección
Pi= 193,8kgf/cm^2 x 1,2(PP)
Pi=232,56kgf/cm^2
Pi ≈233kgf/cm^2

Reemplazando la fuerza de cierre es:
Fc= 234,77cm^2 x 233 kgf/cm^2
Fc= 54.701,41kgf

Reemplazando en la fórmula, se obtiene que la:

Fe= 54.701,41kgf≈ 54,7 t (por pieza)
Luego si: Fc (Fuerza de Cierre) >Fe(Fuerza Expansiva)
Entonces, se cumple que: Fc (520 t) > Fe (54,7t).

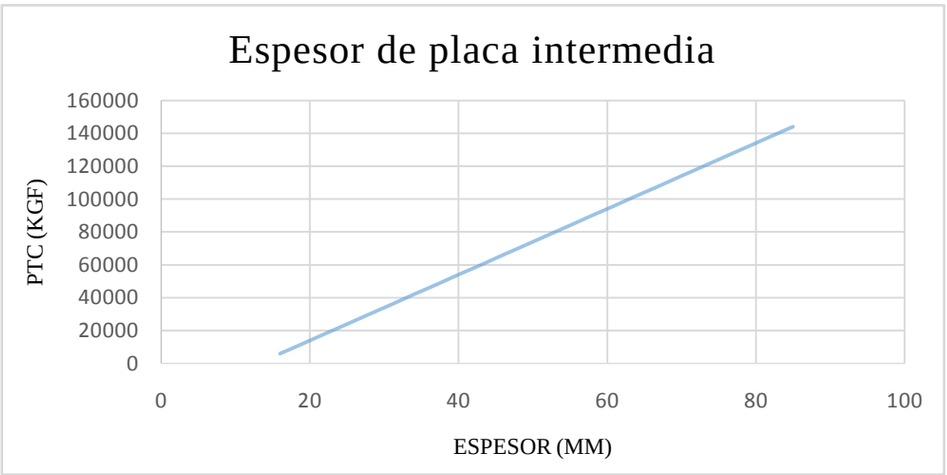
2.4. ESPESORES MÍNIMOS DE PLACAS

Debido a las fuerzas que se emplea en el cierre de un molde,es importante tener en cuenta ciertas consideraciones a la hora de diseñar, fabricar y producir un molde; es por esto que la vida útil de un molde con dichos cálculos puede variar con respecto a otro sin estos cálculos, ya que podría generar gastos considerables a la hora de fabricar productos. Por los tanto, se ha hecho un estudio con respecto a estos problemas que podrían surgir con la rotura o pandeo de algún componente.

2.4.1. Espesor mínimo de placa hembra

El espesor de esta placa, es importantísimo a la hora obtener productos a través del proceso de inyección, por otra parte, es la encargada de moldear el plástico con la forma del producto. Otro factor importante que se debe tener en cuenta antes de fabricar este componente imprescindible para el molde, es el pandeo que esta pieza y la placa

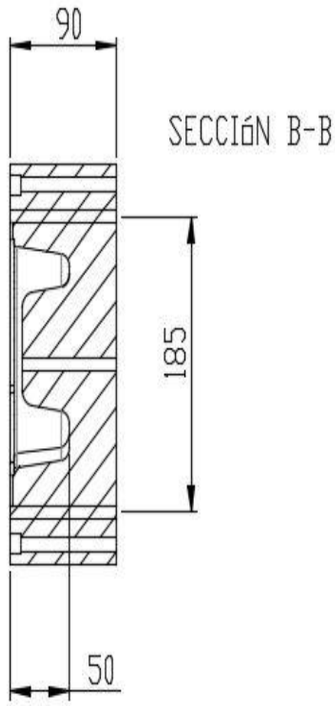
intermedia estarán sometidas, con los datos mencionados anteriormente, se sabe que este proyecto no consta de placa intermedia, debido a que el porta moldes se puede utilizar con otros postizos cavidad, que cumplan con las dimensiones de ésta. Por lo tanto la placa hembra, por lo menos deberá tener el espesor mínimo de la placa intermedia y otro espesor de la misma placa hembra que es la distancia entre el fondo de la cavidad y la cara inferior de este componente, todo esto para que soporte el pandeo que con la fuerza de cierre que ejecutará. Ocupando el Gráfico 2-2, que corresponde al espesor de la placa intermedia se determinará el grosor del postizo hembra.



Fuente: “Moldes de inyección de termoplásticos”

Gráfico 2-2. Espesor mínimo placa intermedia

PTC vendría siendo la fuerza total en la cavidad y está dado en kgf. El método que se tendrá en cuenta es el segundo, ya que es el cálculo más preciso para la fuerza de expansión. La fuerza de expansión que se utilizará es de 54,7 t y convertido en kgf es 54.701,41. Por lo tanto el espesor mínimo es de 40 mm (ver en la Figura 2-15).



Fuente: elaboración propia a través del programa Auto-Cad 2016

Figura 2-15 Espesor placa hembra

2.5. SISTEMA DE ENFRIAMENTO

La productividad del proceso de inyección de termoplásticos, está relacionada íntimamente con la efectividad del sistema de enfriamiento del molde. Esta efectividad se determina en el momento de diseño del sistema, pero durante su operación puede variar considerablemente. Es bajo este parámetro que adjunta el siguiente cálculo (ver Fórmula 2-3).

Cálculo de refrigeración:

Fórmula2-3

$$\text{Ts} = \frac{-(s)^2}{2\ x\pi x\alpha} \ln\left(\frac{\pi\,(Tx - Tm)}{4\ (Tc - Tm)}\right)$$

Donde:

Ts = Tiempo mínimo de enfriamiento en segundo

s = Espesor máximo de la pieza en cm

α = Difusividad térmica del material $cm^2 s^{-1}$

Tx = Temperatura a la que se extrae la pieza (HDT °C) *

Tm = Temperatura del molde (°C)

Tc = Temperatura del material fundido (°C)

En la Tabla 2-3, que indica las distintas propiedades físicas de algunos materiales plásticos.

- HDT: temperatura a la cual una barra de ensayo estándar de polímero o plástico deflecta una cantidad específica bajo una carga determinada.

Tabla 2-3. Datos para determinar el tiempo de enfriamiento

Datos requeridos para determinar el tiempo de enfriamiento de algunos polímeros

Material	Tc (°C)	Tm (°C)	Tx (HDT)(°C)	Difusividad (cm^2s^{-1})
ABS	240	60	95	1.7×10^{-3}
CA	210	50	98	1.04×10^{-3}
PA 6	260	90	180	0.98×10^{-3}
PA 66	285	90	180	1.01×10^{-3}
PC	300	90	130	1.47×10^{-3}
HDPE	240	20	92	0.74×10^{-3}
LDPE	220	20	45	1.15×10^{-3}
PMMA	240	50	102	1.09×10^{-3}
PP	240	40	107	0.85×10^{-3}
PS	220	20	85	1.6×10^{-3}
HIPS	220	20	85	1.6×10^{-3}
PVC Plastif.	180	20	60	1.16×10^{-3}

Fuente: problemas resueltos de transferencia de calor, ppt, diseño de molde

Cálculo:

$$Ts = \left[\frac{-(0{,}2^2)}{2\ x\ \pi\ x\ \phi}\right] \text{xln} \left[\frac{\pi\ (107-40)}{4\ (240-40)}\right]$$

$$Ts = \left[\frac{-0{,}04}{6{,}28\ x\ 0{,}85 x\ 10^{-3}}\right]\ x\ \ln\left[\frac{\pi\ x\ 67}{4\ x\ 200}\right]$$

$$Ts = \left[\frac{-0{,}04}{4{,}539\ x\ 10^{-3}}\right]\ x\ \ln\left[\frac{210{,}38}{800}\right]$$

$$Ts = \left[\frac{-0{,}04}{4{,}539 x\ 10^{-3}}\right]\ x\ \ln[0{,}2629]$$

$$Ts = \left[\frac{-0{,}04}{5{,}34\ x\ 10^{-3}}\right]\ x - 1{,}3356$$

$$Ts = \left[\frac{-0{,}04\ x - 1{,}3356}{4{,}539\ x\ 10^{-3}}\right]$$

$$Ts = \left[\frac{0{,}053424}{4{,}539\ x\ 10^{-3}}\right]$$

Ts = 24,24 segundoses el tiempo de enfriado del molde de un pote para comida de gato.

2.6. CONTRACCIÓN DEL MATERIAL

Debe tenerse en cuenta que la razón de este fenómeno, se debe al cambio de densidad del material, que sigue un propio comportamiento fisicoquímico, particular para cada polímero y que puede ser isótropo o anisótropo.

La contracción de un material plástico, es el cambio de volumen que sufre cuando se enfría una vez transformada.

En la Tabla 2-4 se adjunta la contracción y otros datos importantes de distintos tipos de plásticos:

Tabla 2-4. Tabla contracción de los materiales

Sigla de la materia	Nombre material	T° de secado (°C)	Tiempo secado (h)	T° del molde (°C)	Presión de inyección (kgf)	Contracción (%)
LDP	POLIETILENO HOCHDRUCK POLYETHYLEN	.	.	20/70	500	1.5/3.5
HDPE	POLIETILENO NIEDERDRUCK POLYETHYLEN	.	.	10/90	1200	2/4
PP	POLIPROPILENO POLYPROPYLEN	.	.	20/90	700 / 1400	0.7
PS	POLIESTIRENO POLYSTYROL	.	.	20/60	700 / 2100	0.4/0.7

Fuente: Thermoplay edición 01/2011

Según la tabla adjunta, la el porcentaje de contracción que tienen todos los tipos de polipropileno (promedio) es de 0,7%.

Este capítulo recae netamente en visualizar la importancia del diseño y en qué influye cada sistema en el molde. La influencia y función de cada pieza del molde debe estar totalmente determinada en la planificación del poyecto como en el diseño mismo, debido a que un imprevisto puede causar grandes costos. Es de vital transcendencia determinar todos los cálculos correspondientes antes de fabricar los componentes del molde y porta molde, ya que sin estas se podrían romper placas o un exagerado material, que a lo igual es un gasto económico.

CAPÍTULO 3:MECANIZADO CONVENCIONAL Y CNC

3. MECANIZADO CONVENCIONAL Y CNC

3.1 INTRODUCCIÓN AL MECANIZADO

Elmecanizadoes unproceso de fabricaciónque comprende un conjunto deoperacionesde conformación de piezas mediante la eliminación de material, ya sea por arranque devirutao porabrasión.

El mecanizado por arranque de viruta se basa en la dureza, es decir, si se quiere arrancar material de un acero se necesita una herramienta construida por un acero de mayor dureza, esto es algo similar a la escala de Mohs, donde el diamante es el que raya a todos y el talco al que lo puede rayar cualquiera. Las maquinarias más habituales que emplean este proceso son:

- Serrado;
- Limado;
- Taladrado;
- Roscado;
- Torneado;
- Fresado;
- Brochado, y
- Mortajado

El mecanizado por abrasión, es un proceso en el cual la eliminación de material la realiza una herramienta sin un filo definido, que desprende pequeñas partículas de material. Dicha herramienta puede ser una muela abrasiva o un hilo conductor que produce un arco eléctrico entre él y la pieza arrancando dichas partículas. Las maquinarias que funcionan con este proceso son:

- Rectificado;
- Electroerosión, y
- Esmeril.

3.2 TORNO CONVENCIONAL

El torno es una máquina herramienta, en la cual la pieza que se ha de mecanizar tiene un movimiento de rotación alrededor del eje. Así pues, en el torno la pieza verifica el movimiento de corte, en tanto que la herramienta produce el avance.

Existen variados tipos de torno, uno de los más corrientes es el torno paralelo en sus diversas variedades. Los otros tipos de torno se comprenden, en general, con el nombre de tornos especiales.

A continuación,la Figura 3-1 mostrará las partes más importantes del torno paralelo

Fuente: http://www.areatecnologia.com/herramientas/torno.html

Figura 3-1. Partes del torno paralelo convencional

Los mecanizados que se realizaron en el torno paralelo convencional para el molde del pocillo para comida de gatos, se realizaron en dos lugares distintos, el “Taller de Matricería” y en “Estructuras metálicas Egon”. Esto ocurrió debido que al comprar los materiales en bruto no se consideró el máximo diámetro que soporta el plato del torno del taller de Matricería, en consecuencia todo esto restringía el mecanizado más eficaz y rápido, teniendo que montar un plato liso, induciendo una cantidad de perforaciones que no estaban considerados en la planificación del diseño, como en la

organización del mecanizado, por lo tanto, se estimó que la opción más viable por tiempo y calidad era enviar a mecanizar las seis placas que no cabían en el plato a terceros.

Los componentes que se realizaron en el taller de Matricería con un diámetro pertinente al plato, como las placas extractoras, piezas y postizos, fueron mecanizados sin ningún problemas en el lugar de trabajo.

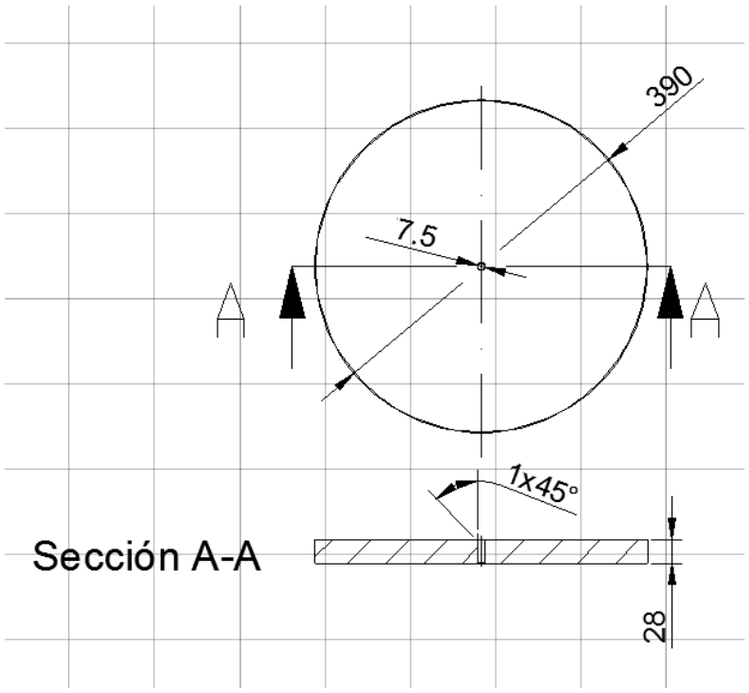
3.2.1. Mecanizado realizados por terceros

Los mecanizados que se enviaron a trabajar a terceros fueron las placas bases, placas porta postizos, placa intermedia, placa porta extractoray se interiorizarán más adelante. Todo esto fue en la empresa Estructura Metálica Egon, ubicada en Placilla, Valparaíso.

3.2.1.1 Placa base superior

El mecanizado de la placa base superior consiste en refrentar ambas caras de la placa, hasta dejar un espesor de 28mm. También se realizó una perforación central, con broca de centro, lo cual permitió que la broca de 7,8 agujereara perpendicularmente a la cara de la placa, el cual favoreció el escariado de 8mm en el agujero, todo esto para que se entrometa en la perforación un pasador de 8 mm, con función de poder centrarla más adelante con la CNC, obteniendo el cero pieza. Por último, se realizó un cilindrado exterior para dejar con una medida de 390 mm.

En la Figura 3-2, muestra el diseño de la pieza para luego mandar a mecanizar a terceros.



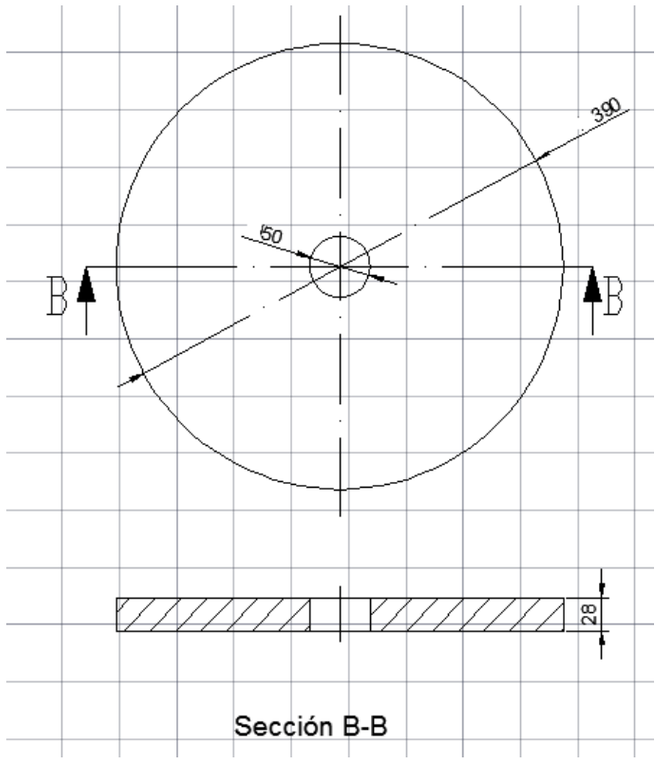
Fuente: diseño propio elaborado en Auto-Cad 2016

Figura 3-2. Diseño placa base superior

3.2.1.2 Placa base inferior

El mecanizado efectuado para la placa base inferior consta de un refrenado por ambas caras de 28mm de espesor. Además de unas perforaciones para alivianar el mecanizado posterior cual es un cilindrado interior hasta dejar una medida de 50mm de diámetro. Por último un cilindrado exterior para dejar a una medida de 390mm de diámetro.

La Figura 3-3, muestra el diseño de la pieza para luego mandar a mecanizar a terceros.



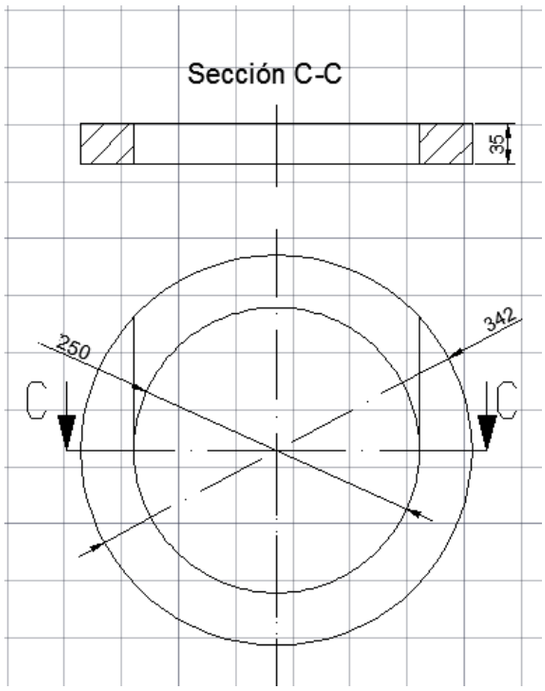
Fuente: Elaboración propia auto-Cad 2016

Figura 3-3. Diseño placa base inferior.

3.2.1.3 Mecanizado placas porta postizos

Para ambas placas fueron los mismos mecanizados los cuales fueron refrentadas por ambas caras, hasta dejar un mínimo de 35mm de espesor. Además unas perforaciones centrales para alivianar el mecanizado, en este caso un cilindrado interno con el fin de dejar una medida de 250mm, el cual cumple la función de encajar el postizo dejándolo fijo. Por último un cilindrado exterior, el cual dejará una medida de 342mm de diámetro.

En la Figura 3-4, se muestra el diseño de la pieza para luego mandar a mecanizar a terceros.



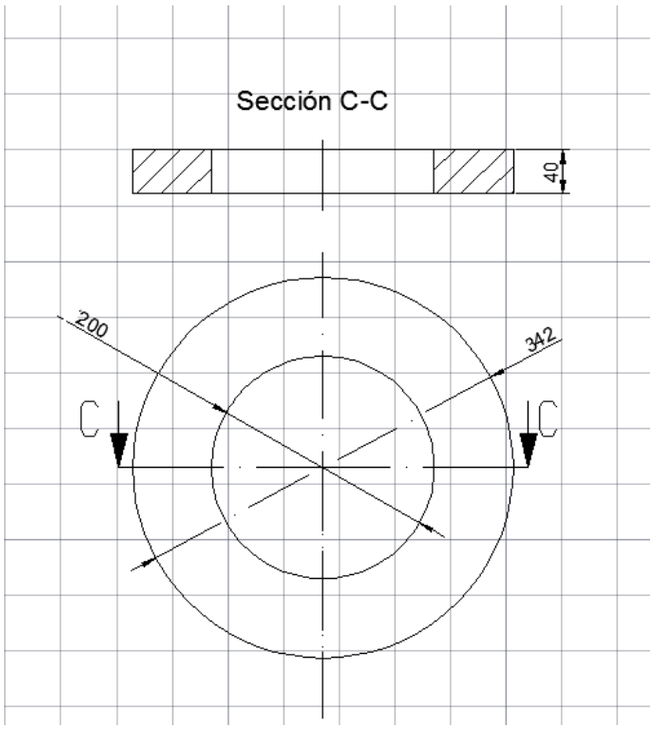
Fuente: Elaboración propia auto-cad 2016

Figura 3-4. Diseño placa porta postizo.

3.2.1.4 Mecanizado placa intermedia

El mecanizado efectuado para la placa intermedia corresponde a refrentado por ambas caras, hasta dejar una medida mínimo de 40mm de espesor. Además de unas perforaciones centrales que alivianaran el mecanizado posterior el cual es un cilindrado interior que dejará a una medida mínimo de 200mm de diámetro, la función de este mecanizado en el molde es para que pasen las placas extractoras sin desmontar el molde completo. Por último, un cilindrado exterior para dejar a medida de 342mm de diámetro.

La Figura 3-5, muestra el diseño de la pieza para luego mandar a mecanizar a terceros.



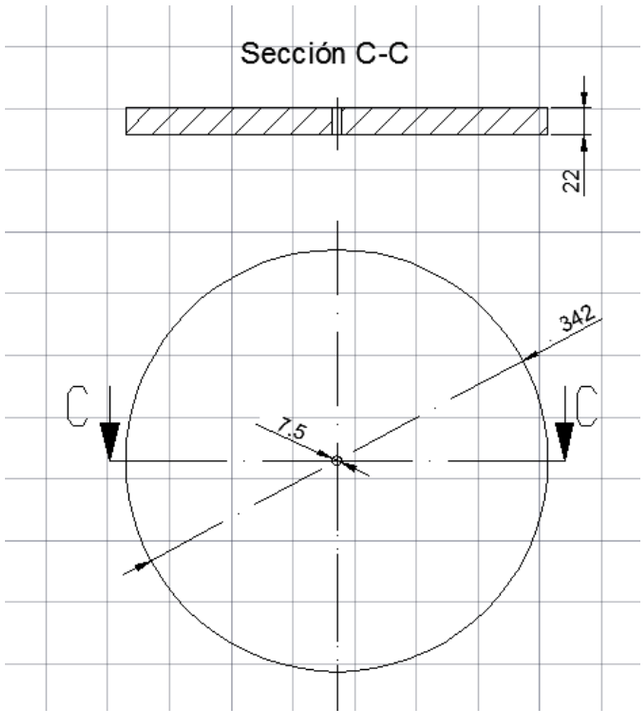
Fuente: Elaboración propia Auto-Cad 2016

Figura 3-5. Diseño placa intermedia.

3.2.1.5 Mecanizado placa porta extractora

El mecanizado efectuado para la placa porta extractora fue de un refrentado al mínimo de 22mm de espesor.También se realizó una perforación central en la placa, con broca centro, para así guiar a la broca de 7,8mm de diámetro, para luego atravesar el escariador de 8mm y así alojar un pasador de 8mm, obteniendo el cero pieza y mecanizar en la máquina CNC. Por último, un cilindrado exterior dejando a una medida de 342mm de diámetro.

En la Figura 3-6, se muestra el diseño de la pieza para luego mandar a mecanizar a terceros.



Fuente: Elaboración propia Auto-Cad 2016

Figura 3-6. Diseño placa porta extractora

3.2.2 Mecanizados en el Taller de Matricería

3.2.2.1 Paralelas

El mecanizado efectuado en las paralelas, consistió en cortar una barra de acero SAE 1045 obteniendo 4 trozos de 126mm de largo. Los mecanizados de estos 4 trozos fueron los mismos, el cual radicó en refrentar las caras hasta dejar un largo de 118 mm. Además se utilizó una broca centro para guiar la broca de 7mm, luego el agujero se agrandó con una broca de 12mm hasta llegar a una broca de 17mm de diámetro, a continuación con una broca de 20mm se realizó unos biseles a las perforaciones hasta no dejar rebarba, estas perforaciones tienen como función dar paso y guía a los pernos métrico 16. Por último, se centraron las piezas con un centro giratorio y una contra punta, para poder cilindrar las piezas y dejar a una medida mínima de 34mm de diámetro.

3.2.2.2 Mecanizado placa extractora inferior y superior

El mecanizado efectuado para la placa extractora superior, fue de invertir las garras para poder mecanizarlas por el gran diámetro que esta tenía, unas vez efectuado esto, se refrentaron las caras a la medida mínima de 18mm de espesor. También se realizó una perforación al centro de la placa con broca centro, para luego centrar broca de 7.8mm, y así traspasar con escariador de 8mm para alojar un pasador de 8mm, obteniendo un centrado rápido y eficaz en la maquinaria CNC, cabe destacar que este agujero es donde trabaja el botador central.

El mecanizado para la placa extractora inferior consta de un refrentado en las dos caras hasta dejar la medida mínima de 22mm de espesor. También se realizó una perforación al centro de la placa con broca centro, para luego centrar broca de 7.8 mm y así traspasar con escariador de 8mm, para alojar un pasador de 8mm, obteniendo un centrado rápido y eficaz en la maquinaria CNC, cabe destacar que este agujero es donde trabaja el botador central.

Por último, se realizan a las dos placas por separadas dos perforaciones con broca de centro desde el centro de la pieza, cada una con una distancia de centro a centro de 92,5mm por lado con broca, luego se agujerea con una broca de 7,6 mm a ambas perforaciones para terminar con los escariados de 8mm, para así alojar pasadores de 8mm que tienen como función cilindrar las placas juntas, dejando ambas a la medida de 210mm de diámetro.

En la Figura 3-7, muestra las piezas por separadas, mecanizándose en el torno del Taller de Matricería.

Fuente: Elaboración propia captada con equipo móvil

Figura 3-7. Mecanizado torno convencional placas extractoras

3.2.2.3 Mecanizados placas postizo (macho-hembra)

El mecanizado del postizo macho, fue fabricado con el plato de 4 garras invertidas, debido a que abarca un gran diámetro que estas tenían. Una vez montada la pieza en bruto, se efectuó el refrentado de ambas caras, obteniendo un espesor de 90mm. Luego se realizó una perforación central con broca centro, para así centrar la otra broca de 7,8mm de diámetro, luego se traspasó un escariador de 8mm de diámetro, para más adelante alojar un pasador de diámetro 8mm, de esta manera se logró centrar placa en la máquina CNC, consiguiendo de una forma simple el cero pieza. La perforación central sirvió para alojar el botador central.

El mecanizado para el postizo inferior, consta de un refrentado en ambas caras hasta dejar una medida mínima de 85mm de espesor. También se realizó una perforación central con broca centro, para así centrar la otra broca de 7,8mm de diámetro, luego se traspasó un escariador de 8mm de diámetro, para más adelante alojar un pasador de diámetro 8mm, de esta manera se logró centrar placa en la máquina CNC, consiguiendo de una forma simple el cero pieza, cabe destacar que este agujero es donde trabaja el botador central.

Por último, se realizaron 2 perforaciones a una distancia de 92,5mm, desde el centro de la pieza hasta el borde de la cara, todo esto se consiguió pasándole una broca centro, para luego traspasar una broca de 7,6 mm de diámetro y terminar con un escariado de 8mm, y así alojar un pasador de 8 mm de diámetro. La función de estas dos perforaciones, es unir las placas con los pasadores, para efectuar un cilindrado exterior, de arranque de viruta de un máximo de 0,3 mm por ciclo, dejando una medida de 250mm de diámetro. Cabe destacar que el cilindrado se realizó en un montaje con plato de 3 garras, lo cual se retiraron las garras, apegando las placas con la contrapunta y su perforación central, este tipo de montaje se ocupa mayoritariamente en piezas con gran diámetro, obteniendo un mecanizado sin problemas.

En la Figura 3-8, se muestra el mecanizado con los dos postizos amarrados en el torno del taller de Matricería.

Fuente: Elaboración propia captada con equipo móvil

Figura 3-8. Mecanizado placas postizos

3.2.2.4 Mecanizado de contra botadores

El mecanizado de los contra botadores, consta de una perforación en la cabeza de este, con broca centro, para así traspasar una broca de 4,8 mm, luego con un macho realizar los hilos, obteniendo el amarre de los contra botadores a la placa porta extractora, dejándolos fijos.

3.2.2.5 Mecanizado de la boquilla

El mecanizado de la boquilla consiste en modificar el largo que se necesitaba para el molde, ya que la boquilla quedaba 10mm sobre la superficie del postizo, entonces se cambió, agarrándolo en el plato de 3 garras dejándolo 15mm sobre las garras del plato, luego serefrentó dejándolo con un largo de 80,8mm, cabe destacar que el refrentado se realizó con mucho cuidado debido a que la boquilla tenía tratamiento térmico.

3.2.2.6 Mecanizado de columnas

El mecanizado efectuado para las columnas consistió en recortarlas, debido a que el largo que este traía desde la fábrica no era compatible y chocaban con la placa base superior, entonces se modificaron el largo, esto se efectuó tomándolo en el plato de 3 garras dejándolas a 30mm sobre la superficie del plato, luego se refrentó la columna con mucho cuidado por el tratamiento térmico que tenía la columna, terminado con un largo mínimo de 126mm.

3.3. MECANIZADOS CNC

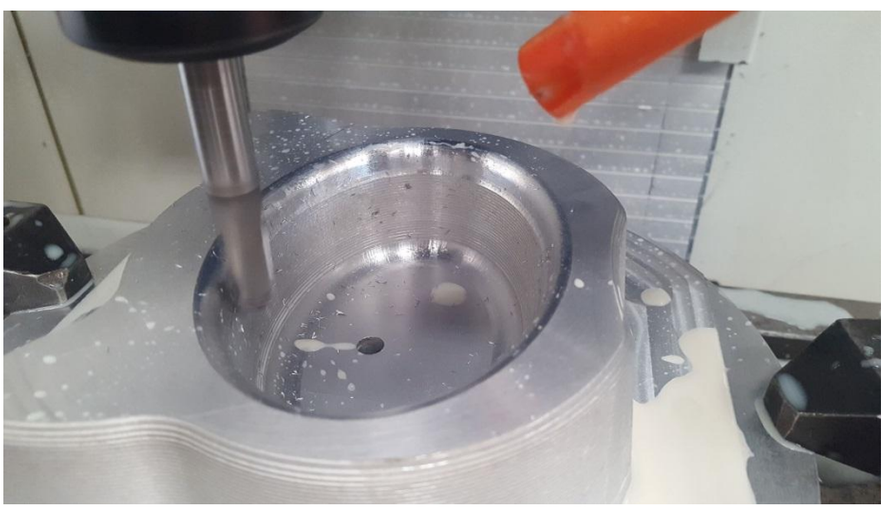
3.3.1. Introducción a la CNC

La CNC tuvo su origen a principio de los años 50 en el Instituto Tecnológico de Massachusets (MIT), en donde se automatizó por primera vez una gran fresadora.En esta época, las computadoras estaban en sus inicios y eran tan grandes que el espacio ocupado por la computadora era mayor que el de la máquina.

Hoy día las computadoras son cada vez más pequeñas y económicas, con lo que el uso del CNC se ha extendido a todo tipo de maquinaria: tornos, rectificadoras, electroerosionadoras, máquinas de coser, etc.

CNC Significa "Control Numérico Computarizado". En una máquina CNC, a diferencia de una máquina convencional o manual, una computadora controla la posición y velocidad de los motores que accionan los ejes de la máquina. Gracias a esto puede hacer movimientos que no se pueden lograr manualmente como círculos, líneas diagonales y figuras complejas tridimensionales.

Las máquinas CNC son capaces de mover la herramienta al mismo tiempo en los 3 ejes para ejecutar trayectorias tridimensionales como las que se requieren para el maquinado de moldes y troqueles, como se muestra en la Figura 3-9.



Fuente: Elaboración propia captada con equipo móvil

Figura 3-9. Mecanizado CNC

En una máquina CNC, una computadora controla el movimiento de la mesa, el carro y el husillo. Una vez programada la máquina esta ejecuta todas las operaciones por sí sola, sin necesidad de que el operador esté manejándola. En el caso de una industria o un taller, esto permite aprovechar mejor el tiempo del personal para que sea más productivo.

El término "Control Numérico" se debe a que las órdenes dadas a la máquina son indicadas mediante códigos numéricos.

Un conjunto de órdenes que siguen una secuencia lógica constituyen un programa de maquinado. Dándole las órdenes o instrucciones adecuadas a la máquina, esta es capaz de maquinar una simple ranura, una cavidad irregular, la cara de una persona en autorrelieve o bajorrelieve, un grabado artístico, un molde de inyección de una cuchara o el de una botella, lo que se quiera.

Al principio hacer un maquinado era muy difícil y tedioso, pues había que planear e indicarle manualmente a la máquina cada uno de los movimientos que tenía que hacer. Era un proceso que podía durar horas, días o semanas. Aun así, era un ahorro de tiempo comparado con los métodos convencionales.

Actualmente, muchas de las máquinas modernas trabajan con lo que se conoce como "lenguaje conversacional" en el que el programador escoge la operación que desea y la máquina le pregunta los datos que se requieren. Cada instrucción de este lenguaje conversacional puede representar decenas de códigos numéricos. Por ejemplo, el maquinado de una cavidad completa se puede hacer con una sola instrucción que especifica el largo, alto, profundidad, posición, radios de las esquinas, entre otros. Algunos controles incluso cuentan con graficación en pantalla y funciones de ayuda geométrica. Todo esto hace la programación mucho más rápida y sencilla.

También se emplean sistemas CAD/CAM que generan el programa de maquinado de forma automática.

Para la realización de un programa de maquinado se pueden utilizar dos métodos:

- Programación Manual**:** en este caso, el programa pieza se escribe únicamente por medio de razonamientos y cálculos que realiza un operario.
- Programación Automática**:**en este caso, los cálculos los realiza un computador, que suministra en su salida el programa de la pieza en lenguaje máquina. Por esta razón recibe el nombre de programación asistida por computador.

La planificación para un adecuado mecanizado en la maquinaria CNC, es otro factor primordial en cualquier fabricación de un producto, debido que un apropiado trabajo facilitará un ahorro económico importante. A continuación, se verá el procedimiento que se utilizó para cada componente en molde del pocillo de gatos:

- Montaje de la pieza: para efectuar cualquier mecanizado en la CNC se debe tener en consideración el tipo de montaje a realizar para cada una de las piezas que componen al molde, ya que con esto se podrá obtener de una manera simple el

centro de las piezas sin que interfiera ningún elemento externo a las placas, sólo así se podrá efectuar cualquier mecanizado sin interrupción

- Centrado de la pieza: para poder efectuar un buen centrado de las piezas que componen al molde de debe elegir el centrado que más conviene con respecto a la forma de la pieza o al centro que se realizó en el programa MasterCam x7, por lo general el centrado de las placas del molde se realizó con un pasador en la parte central por el simple hecho de que el diámetro de las placas era muy grande para la bancada y por lo general el eje "y" no daba abasto para obtener el centro, debido a que este no alcanzaba el diámetro de las piezas, por ende se realizó un centrado con respecto a un pasador ya que era más fácil.
- Para poder efectuar un mecanizado con un menor tiempo, se debe tener en consideración los tipo de herramientas que se deben tener para poder realizar los distintos tipos de mecanizados, esto evitará cualquier retraso en búsquedas de las herramientas y montaje de ellas, y así al poder dejarlo montado en las boquillas mientras se esté ocupando las porta boquillas en otros mecanizados se evitará retrasos en los mecanizados.
- Herramientas a ocupar: para efectuar un buen mecanizado, la elección y planificación de las herramientas es parte fundamental de todos estos procesos. Se debe tener claro las rpm de cada una de ellas, para así evitar cualquier tipo de desgaste por una velocidad de giro inadecuada, para el material como la herramienta.También se debe tener estimados los avances requeridos para los mecanizados en las placas, esto evitará desgastes inadecuados en las herramientas, evitando el desmontaje y posterior afilamiento de ella, que es una pérdida de tiempo. Todos estos factores se calcularon con un programa de celular llamado "Fswizard", donde este programa entregalos cálculos correspondientes, obteniendo el tipo de herramienta, cuantos filos son, si es una fresa, el tipo de material a mecanizar, las rpm y los avances que se requieren para los mecanizados en la CNC.
- Almacenamiento del trabajo: antes de enviar cualquier mecanizado,se debe guardar los centros de la pieza, esto se realiza metiéndose en panel de la CNC dando al botón de toolparameters Works, aquí es donde se coloca las coordenadas del centro de la pieza dejándolo en un g54 o g55 hasta el g59, estos son los códigos donde se guardan los centros de piezas. Para guardar el largo de las herramientas en la misma posición se presiona offset donde se da el guardado del largo de la herramienta, esto es muy importante ya que sin ello la máquina podría dejar otro largo de otra herramienta, produciendo un choque entre la herramienta con la pieza, haciendo un daño gigante a la maquinaria.

La siguiente Figura 3-10, es la imagen del panel de control de la máquina fresadora CNC del Taller de Matricería.

Fuente: Imagen directa del taller de Matricería

Figura 3-10. Panel de control fresadora CNC

3.3.2. Placa base superior

Los mecanizados efectuados en la placa base superior consistieron en un vaciado central, el cual consiste en que una fresadora de 8mm desbaste en la superficie con una forma circular de diámetro 30mm hasta la profundidad de 9mm para un encaje de la cabeza de la boquilla. Luego los siguientes mecanizados efectuados en la placa base superior fueron de perforaciones con puntos coordenadas efectuados con código manual, las herramienta a ocupar para cada perforación los cuales fueron, broca centro para centrar cada perforación en el punto de inserción de las diez perforaciones, además se utilizó una broca 4,8mm para las dos perforaciones que amarran el anillo centrador para un hilo M6, también se utilizó una broca de 6,8mm para un M8, donde se amarra el postizo a la placa base superior y también para un alivianamiento en las perforaciones de mayor diámetro, terminando con una broca de 14,5mm para cuatro perforaciones de M16 para el amarre de las dos placas, y por último una perforación central de 11,6mm para un escareado de 12mm de diámetro.

La siguiente Figura 3-11, muestra el mecanizado central con la broca de 6.8mm en la placa base superior.

Fuente: Elaboración propia captada con equipo móvil

Figura 3-11. Mecanizado CNC placa base superior

3.3.3. Placa base inferior

El mecanizado realizado para la placa, consistió en 4 vaciados para un cuerpo de un perno M16 con un diámetro de 17mm, hasta la profundidad de 28mm y un vaciado al calce de la paralela con un diámetro de 35mm y una profundidad de 3mm.

La siguiente Figura 3-12, muestra el mecanizado con una fresa de 14mm de cuatro filos a la placa base inferior.

Fuente: Elaboración propia captada con equipo móvil

Figura 3-12. Mecanizado CNC placa base inferior

3.3.4. Placa porta postizo superior

Los mecanizados efectuados en la placa fueron los siguientes, una cantidad de doce perforaciones, con una broca de centro,el cual su único objetico es de guía a las demás perforaciones en el centro y que no se desvíen. También, se cuenta de doce perforaciones con broca de 8,6mm ya que cuatro de ellas eran para un hilo M10, donde se ubican unos pernos Allen sin cabeza con hueco hexagonal. Además se realizó un vaciado a cuatro de los encaje de la columna de un diámetro 16mm hasta la profundidad de 35mm.Por último unos vaciados donde van los pernos M16 en las 4 últimas perforaciones, este mecanizado se efectuó así por el simple hecho de que no había brocas tan grandes para las boquillas y de que no se quería perder el centro.

La siguiente Figura 3-13, muestra el taladrado del encaje del cuerpo del perno en la máquina CNC.

Fuente: Elaboración propia captada con equipo móvil

Figura 3-13. Mecanizado CNC placa porta postizo superior

3.3.5. Placa porta postizo inferior

Los mecanizados efectuados en la placa fueron los siguientes: doce perforaciones con broca centro el cual su único objetivo es de guiar a las demás perforaciones en el centro y que no se desvíen, también se utilizó una broca de 9,6mm para las doce perforaciones ya cuatro de ellas eran para un escareado con escariador de 10mm donde encaje los contra botadores de 10mm, los demás solo eran para alivianamiento, también se utilizó unos vaciados para ocho de estas perforaciones las

cuales son cuatro de ellas para el encaje de la columna vaciado de 15,9mm hasta la profundidad de 35mm, un vaciado de la cabeza de la columna con un diámetro de 19,9mm con una profundidad de 5,05mm y un vaciado para el cuerpo del perno con un diámetro de 16,5mm con una profundidad de 35mm

3.3.6. Placa intermedia

Los mecanizados efectuados para esta placa fueron de unas doce perforaciones con broca centro lo cual su único objetivo es centrar las demás brocas y evitar que se desvíen, también se realizó cuatro perforaciones con una broca de 6,8mm para un hilo M8 para el amarre del postizo hembra a la placa intermedia, con una broca de 9,6mm se realizaron ocho perforaciones las cuales consisten en cuatro perforaciones para un escariado de 10mm donde encajen los contra botadores, cuatro para alivianamiento para el posterior mecanizado, cuatro perforaciones con una broca 14,5 mm para un hilo M16, esto amarra todo el conjunto inferior y por último un vaciado donde se ubica el M16 para el encaje de las paralelas con un diámetro de 35mm y una profundidad de 3mm.

3.3.7. Placa porta extractora

Los mecanizados efectuados para la placa fueron de cuatro vaciados con un diámetro de 35mm y una profundidad de 22mm, éste cumple un objetivo el cual guía a la placa porta extractora en un solo sentido y la mantiene fija con las paralelas encajadas en ella, también se hicieron cuatro perforaciones con una broca de 6,8mm para un hilo M8 el cual cumple el objetivo de mantener las amarras placas fijas y de amarrar el conjunto con las placas extractoras, otro cuatro perforaciones es con una broca de 7mm para hacer calzar el cuerpo de un perno M6 y una broca de 11mm hasta una profundidad de 7mm para la cabeza del cuerpo del perno M6, el objetivo de estas perforaciones es de fijar los contra botadores a la placa y por último una perforación central con broca de 13mm por una profundidad de 13mm para el calce de la cabeza del botador central

La siguiente Figura 3-14, muestra la perforación central para botadores centrales, esto realizado en la fresadora CNC en el Taller de Matricería

Fuente: Elaboración propia, captada con equipo móvil

Figura 3-14. Mecanizado CNC placa porta extractora

3.3.8. Placa extractora superior

Los mecanizados efectuados en la placa fueron seis perforaciones con broca centro, la cual su único objetivo es centrar las demás brocas y también se efectuaron dosperforaciones con broca de 9,6mm hasta la profundidad de 25mm para un escareado de 8mm para un pasador de 8mm de diámetro, con el fin de alinear las dos pacas extractoras y poder cilindrarlas juntas, también consta de cuatro perforaciones con broca de 8,6mm para poder hacer un hilo M10, su objetivo es poder amarrar el conjunto de las placas extractoras y por último un vaciado en las dos perforaciones que eran para los pasadores, ya que se reutilizarán para colocar los botadores laterales del molde, el vaciado es de diámetro 12,3mm y una profundidad de 5mm.

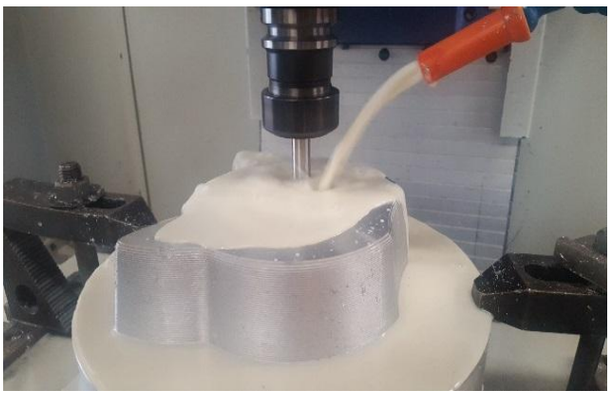
3.3.9. Placa extractora inferior

Los mecanizados efectuados en la placa fueron seis perforaciones con broca centro, la cual su único objetivo es centrar las demás brocas y evitar que se desvíen, también se efectuaron dos perforaciones con broca de 9,6mm hasta la profundidad de 25mm para un escareado de 8mm para un pasador de 8mm con el fin de alinear las dos placas extractoras y poder cilindrarlas juntas, también son cuatro perforaciones con broca de 11mm hasta la profundidad de 14mm estas perforaciones es para un cuerpo M10 y por último unas cuatro perforaciones con broca de 13.5mm hasta una profundidad de 14 mm, esta es la cabeza del perno Parker.

3.3.10. Postizo macho

Los mecanizados efectuados en el postizo fueron dos perforaciones, con una distancia del centro de la pieza hasta los bordes de la barra de acero de 92,5 mm cada una, estos agujeros son de 7,5mm de diámetro hasta una profundidad de 75mm, ya que la broca no daba el largo necesario, con una fresa de 14mm se realizó todos los desbastes que se requerían, tanto para la forma externa del pocillo como la zona interna del recipiente donde se aloja la comida,todo esto se realizó gracias a MaxterCamx7. Además con una fresa esférica de 10mm de diámetro se realizó los afinados pertinentes, con un contorneado interno y uno paralelo, el cual terminó la superficie del pocillo. También con la misma fresa, se realizó el afinado externo del pocillo, sumándole a esto también se realizó afinado con fresadora esférica de 3mm al final del mecanizado externo, ya que contaba con un radio muy pequeño que solo esa fresadora podría hacer. Por último otras cuatro perforaciones con broca de 8,5mm para el cuerpo de los pernos M8 hasta los 40mm, también una broca de 14mm para la cabeza de los pernos M8.

A continuación, se muestra la Figura 3-15, donde se nota claramente el mecanizado CNC del postizo macho en constante refrigeración.



Fuente: Elaboración propia, captada con equipo móvil

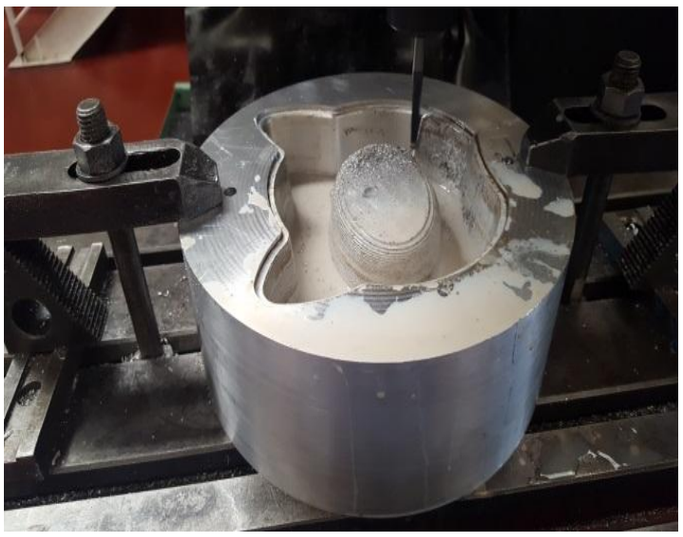
Figura 3-15. Mecanizado postizo macho

3.3.11. Postizo hembra

Los mecanizados efectuados en el postizo hembra, fueron 4 perforaciones con broca centro cuyo objetivo es de centrar y guiar a las demás brocas, también se efectuaron 2 perforaciones con broca de 7,5mm hasta una profundidad de 80mm ya que la broca no daba el largo necesario para traspasar el postizo, otros de las perforaciones

efectuadas en el postizo fueron de una broca de 8,5mm para el cuerpo del perno y una broca de 14mm para la cabeza del perno con una profundidad de 9mm. Con una fresa plana de 16mm se realizó todo el desbaste del postizo hembra. El afinado se realizó con una fresa esférica de 6mm el cual se realizó un mecanizado con movimiento paralelo, ya que tomaba menos tiempo que el contorneado, por lo tanto se optó por el mecanizado con movimiento paralelo acortando el programa por cada día de trabajo.

A continuación, se muestra la Figura 3-16 donde se nota claramente el mecanizado CNC del postizo hembra.



Fuente: elaboración propia, captada con equipo móvil

Figura 3-16. Mecanizado postizo hembra

3.4. FRESADORA CONVENCIONAL

3.4.1. Introducción a la fresadora convencional

Unafresadoraes unamáquina herramienta cuya función es realizar trabajos mecanizados por arranque devirutamediante el movimiento de una herramienta rotativa de varios filos de corte denominadafresa.Mediante el fresado se pueden mecanizar los más diversos materiales, comomadera,acero, fundición dehierro,metalesno férricos y materiales sintéticos, superficies planas o curvas, de entalladura, de ranuras, de dentado, entre otros. Además, las piezas fresadas pueden ser desbastadas o afinadas. En las fresadoras tradicionales, la pieza se desplaza acercando las zonas a mecanizar a la

herramienta, permitiendo obtener formas diversas, desde superficies planas a otras más complejas.

Debido a la variedad de mecanizados que se pueden realizar en las fresadoras actuales, al amplio número de máquinas diferentes entre sí, tanto en supotenciacomo en sus características técnicas, a la diversidad de accesorios utilizados y a la necesidad de cumplirespecificacionesde calidad rigurosas, la utilización de fresadoras requiere de personal cualificado profesionalmente, ya sea programador, preparador o fresador.

El empleo de estas máquinas, con elementos móviles y cortantes, así como líquidostóxicospara larefrigeraciónylubricacióndel corte, requiere unas condiciones de trabajoque preserven laseguridad y saludde los trabajadores y evitendañosa las máquinas, a lasinstalacionesy a losproductosfinales osemielaborados.

Las fresadoras pueden clasificarse según varios aspectos, como la orientación del eje de giro o el número de ejes de operación. A continuación, se indican las clasificaciones más usuales.

Dependiendo de la orientación del eje de giro de la herramienta de corte, se distinguen tres tipos de fresadoras: horizontales, verticales y universales.

- Fresadora horizontal:utiliza fresas cilíndricas que se montan sobre un eje horizontal accionado por el cabezal de la máquina y apoyado por un extremo sobre dicho cabezal y por el otro sobre un rodamiento situado en el puente deslizante llamadocarnero. Esta máquina permite realizar principalmente trabajos de ranurado, con diferentes perfiles o formas de las ranuras. Cuando las operaciones a realizar lo permiten, principalmente al realizar varias ranuras paralelas, puede aumentarse laproductividadmontando en el eje portaherramientas varias fresas conjuntamente formando untren de fresado. La profundidad máxima de una ranura está limitada por la diferencia entre el radio exterior de la fresa y el radio exterior de los casquillos de separación que la sujetan al eje portafresas.

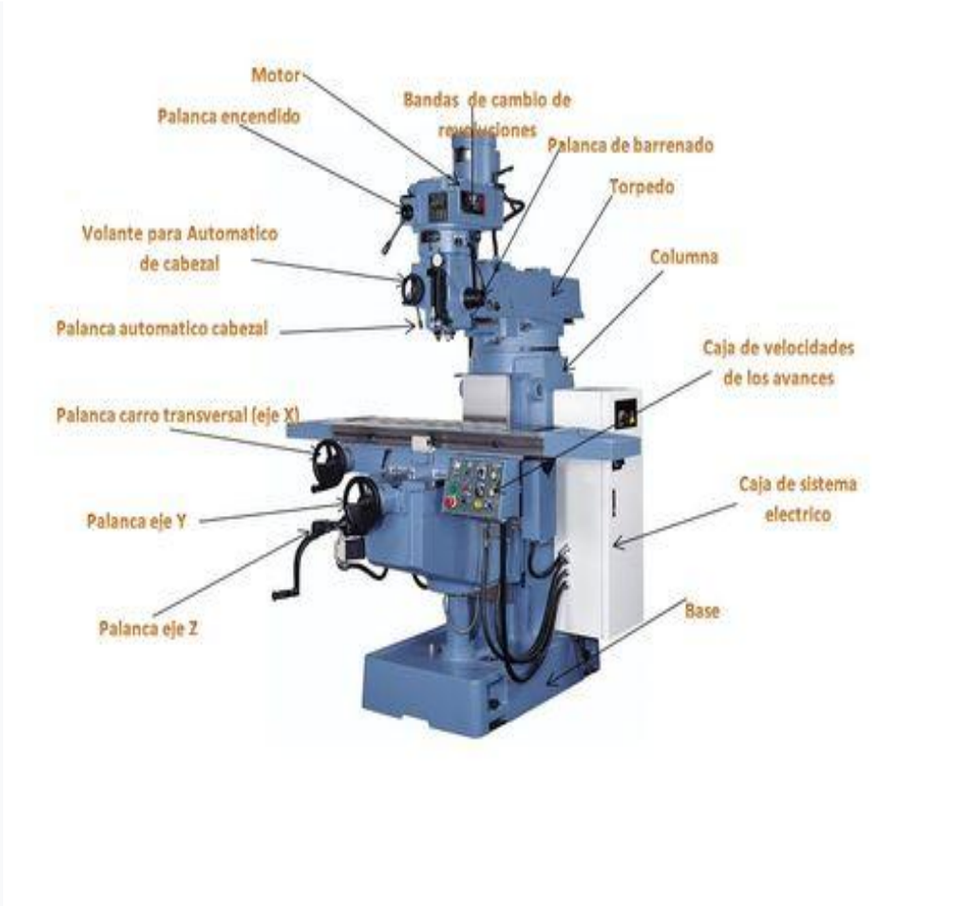
A continuación, la siguiente Figura 3-17muestra una fresadora horizontal.

Fuente: http://machinerychina.es/2-mills/5-3-1b.jpg

Figura 3-17. Fresadora horizontal CNC

- Fresadora vertical: en una fresadora vertical el eje del husillo está orientado verticalmente, perpendicular a la mesa de trabajo. Las fresas de corte se montan en el husillo y giran sobre su eje. En general, puede desplazarse verticalmente, bien el husillo o bien la mesa, lo que permite profundizar el corte. Hay dos tipos de fresadoras verticales: las fresadoras de banco fijo o de bancada y las fresadoras de torreta o de consola. En una fresadora de torreta, el husillo permanece estacionario durante las operaciones de corte y la mesa se mueve tanto horizontal como verticalmente. En las fresadoras de banco fijo, sin embrago, la mesa se mueve solo perpendicularmente al husillo, mientras que el husillo en si se mueve paralelamente al propio eje.

A continuación, la siguiente Figura 3-18 muestra las partes más importantes de una fresadora vertical.



Fuente: http://www.fabricadoprojeto.com.br/wp-content/uploads/2013/09/fres-partes.jpg

Figura 3-18. Partes de la fresadora vertical

- Unafresadora universaltiene un husillo principal para el acoplamiento de ejes portaherramientas horizontales y un cabezal que se acopla a dicho husillo y que convierte la máquina en una fresadora vertical. Su ámbito de aplicación está limitado principalmente por el costo y por el tamaño de las piezas que se pueden mecanizar. En las fresadoras universales, como en las horizontales, el puente deslizante, conocido en elargotcomocarnero, puede desplazarse de delante a atrás y viceversa sobre unas guías.

Al igual que todos los mecanizados efectuados en las partes que componen al molde, la fresadora tuvo una gran importancia, ya que los mecanizados que se realizaron en los componente fueron más de traspasar perforaciones, ya que en la máquina CNC no se logró, por el hecho de que podría haber tocado la bancada o que la broca no diera el largo de la pieza a traspasar. Además se efectuaron biseles, estos se realizaron teniendo en cuenta el diámetro de la perforación que se va a elaborar y de también determinar la broca que se necesita, por lo general se busca un broca de mayor diámetro por lo mínimo de 4 a 5 mm más grande que la perforación del diámetro, se regula las rpm dependiendo

del diámetro de la broca, usualmente entre más pequeña la broca se ejerce mayor rpm, mientras más grande menor rpmy para poder centrar bien la perforación con respecto a la broca se hace girar a la invertida tocando la placa lentamente, luego se fija la placa con la bancada para realizar un bisel, este no debe ser tan pronunciados, más o menos debiera variar entre 1 a 2mm solo para romper la rebarba y hacer mecanizados que en la CNC no se pudieron hacer, no por falta de experiencia, sino por el hecho de que se encontraban mecanizados con mayor importancia, como el alojamiento de la columna. Por lo tanto todos estos mecanizados de menor importancia se optaron por la fresadora convencional, con el fin de disminuir las horas de CNC y así además disminuir el costo de maquinarias a emplear.

3.4.2. Placa base superior

Los mecanizados efectuados en la placa base superior consisten de realizar los biseles a todas las perforaciones efectuadas en el mecanizado CNC con el fin de que no hubiera rebarbas que perjudicaran en el ensamblaje del molde. Por último que cualquier persona que tomara la placa, no se cortara con la rebarba que sobre saliera de la superficie de las perforaciones.

3.4.3. Placa base inferior

Los mecanizados efectuados en la placa base inferior consistieron en realizar las cuatros perforaciones para el calce la cabeza del perno M16, ya que la máquina CNC no logró efectuar debido a que era de mayor importancia hacer el calcede los cuerpos de las paralelas, por lo tanto se optó realizar los mecanizados de los agujeros de los pernos en la fresadora. Se terminó con la elaboración de los biseles pertinentes a todas las perforaciones

3.4.4. Placa porta postizo superior

Los mecanizados efectuados en la placa porta postizo superior consistieron en realizar biseles a todas las perforaciones efectuadas en el mecanizado CNC con el fin de que no hubiera rebarbas que perjudicaran en el ensamblaje del molde y además que

cualquier persona que coja la placa no tengas heridas de corte con la rebarba que sobre salgaen la superficie.

3.4.5. Placa porta postizo inferior

Los mecanizados efectuados en la placa porta postizo inferior consisten en efectuar cuatro perforaciones para el calce la cabeza del perno M16 y además se le hizo los biseles pertinentes a todas las perforaciones.

3.4.6. Placa intermedia

Los mecanizados efectuados en la placa intermedia superior consistieron en hacer biseles a todas las perforaciones efectuadas en el mecanizado CNC, con el fin de que no hubiera rebarbas que perjudicaran en el ensamblaje del molde y por último que cualquier persona que tomara la placa, no se cortara con la rebarba que sobre saliera de la superficie de las perforaciones.

3.4.7. Placa porta extractora

Los mecanizados efectuados en la placa porta extractora superior, constan en la realización de biseles a todas las perforaciones efectuadas en el mecanizado CNC,con el fin de que no hubiera rebarbas que perjudicaran en el ensamblaje del molde y que además las persona que tomen la placa no sufran cortes con la rebarba que sobre saliera de la superficie de las perforaciones.

3.4.8. Placa extractora inferior

Los mecanizados efectuados en la placa extractora inferior consistieron en elaborar biseles a todas las perforaciones realizadas en el mecanizado CNC, con el fin de que no hubiera rebarbas que perjudicaran en el ensamblaje del molde y que además las persona que tomen la placa no sufran cortes con la rebarba que sobre saliera de la superficie de las perforaciones.

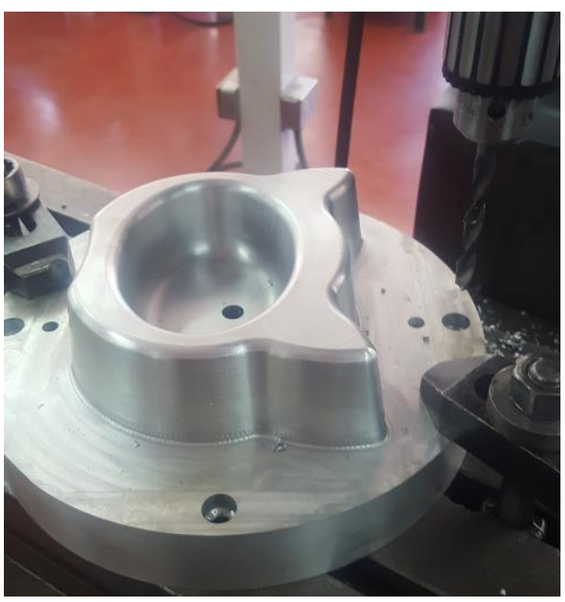
3.4.9. Placa extractora superior

Los mecanizados efectuados en la placa extractora superior fueron de realizar biseles a todas las perforaciones efectuadas en el mecanizado CNC, con el fin de que no hubiera rebarbas que perjudicaran en el ensamblaje del moldey que además las persona que tomen la placa no sufran cortes con la rebarba que sobre saliera de la superficie de las perforaciones.

3.4.10. Postizo macho

Los mecanizados efectuados en la fresadora para el postizo macho consistieron en traspasar las 2 perforaciones que se necesitaban para poder mecanizar los dos postizos juntos en el torno convencional, estas perforaciones eran de un diámetro de 7,5mm, la broca que se utilizó fue la misma que en la CNC. Por último se traspasó los últimos 10mm que le faltaban a la placa.

A continuación la siguiente Figura 3-19 muestra las perforaciones realizadas en la fresadora vertical del Taller de Matricería.



Fuente: Elaboración propia captada con equipo móvil

Figura 3-19. Mecanizado placa macho fresadora vertical

3.4.11. Postizo hembra

Los mecanizados efectuados en la fresadora para el postizo hembra, fueron traspasar las dos perforaciones que se necesitaban para poder mecanizar los dos postizos juntos en el torno convencional, estas perforaciones eran de un diámetro de 7,5mm. Por último se traspasó las perforaciones donde iba el cuerpo del perno, ya que en la CNC no traspasó las perforaciones por el largo de la broca y que además se necesitaba la sensibilidad humana para ello.

3.4.12. Amarra placas

Los mecanizados efectuados para las amarra de las placas fueron de un aparejamiento de las superficies, para luego pasar por una sierra de banda donde se cortarían al largo necesario y la entrada de calce para las placas extractoras. Seguidode estos cortes, se pasaría a una fresadora con una fresa de 16mm para emparejar las superficies donde se pasó a la sierra de banda, dando las medidas correspondientes y terminaciones a la pieza.

Al tener todas las amarra placas terminadas, se realizó un trazado en la superficie para efectuar dos perforaciones con broca centro, luego una perforación con broca de 6,8 mm para un hilo M8, el cual su objetivo era dar la altura que requería con un perno. Y por último a cada una se le ejecutó una perforación con broca de 9mm para el calce del cuerpo del perno y una perforación con broca de 13,5mm para el calce de la cabeza del perno M8, el objetivo de esta perforación es de colocar un perno, para fijar a la amarra placa en un solo punto también para las placas extractoras.

En la siguiente Figura 3-20, se ve el mecanizado de las amarra placas en la fresadora vertical del Taller de Matricería.

Fuente: Elaboración propia, captada con equipo móvil

Figura 3-20. Mecanizado amarra placas fresadora vertical

3.5. MECÁNICA DE BANCO

3.5.1. Introducción a la mecánica de banco

La mecánica de banco, generalmente es realizada en la última etapa en la elaboración de un molde, debido a que cada componente del molde tiene detalles que en las maquinarias no se pueden efectuar. Por lo tanto la función principal de esta en la matricería, es arreglar los detalles que tienen cada componente del molde o matriz y lograr que funcionen adecuadamente. Los procedimientos más comunes son limar, cortar, pulir, escariar, realizar hilos, medir, ajustar, entre otros.

3.5.2. Recorte piezas comerciales

Una de las cosas que se realizó, fue recortar piezas comerciales por el simple hecho de que la medida requerida para los componentes, no se tenía en el comercio, así que se optó por comprar unos más largos. Uno de ellos fueron los pernos, los cuatro contra botadores y por último los resortes.

3.5.3. Placa base superior

Los mecanizados efectuados en mecánica de banco fueron: elaborar los hilos M6 a dos perforaciones para amarrar el anillo centrador a la placa base superior, hacer cuatro hilos M8 para amarrar el postizo macho a la placa base superior, efectuar cuatro hilos M16 para amarrar la placa porta postizo superior a la placa base superior y por último un escareado central de 12mm para el calce del cuerpo de la boquilla a la placa base superior.

3.5.4. Placa porta postizo superior

Los mecanizados efectuados en mecánica de banco fueron cuatro escariados con escariador de 16mm para el calce entre la placa y el cuerpo de la columna y cuatro hilos M10 para pernos sin cabeza con hueco hexagonal, su objetivo es darle altura y poder devolver el conjunto de extracción a su posición original cuando el molde se cierre y de no depender de resortes en el molde para volver las placas extractoras a su posición original.

3.5.5. Placa porta postizo inferior

Los mecanizados efectuados en mecánica de banco son escariados con escariador de 10mm para el calce de los contra botadores del molde. Además el escariado con escariador de 16mm para el calce donde va alojado el cuerpo de la columna, esto se hizo por el hecho de que entraban muy ajustado y se necesitaban que los primeros 100mm de la columna entraran libre y que el ajuste estuviese en los últimos 26 mm de la columna entrase apretado.

3.5.6. Placa intermedia

Los mecanizados efectuados en mecánica de banco fueron cuatro escariados con escariador de 10mm para el calce de los contra botadores, elaborar cuatro hilos M16 para amarrar el conjunto inferior completamente y por último cuatro hilos M8 para amarrar el postizo hembra a la placa intermedia.

3.5.7. Placa porta extractora

Los mecanizados efectuados en mecánica de banco fueron de un escariado central con escariador de 8mm para amarrar las placas al mecanizar y además de cuatro hilos M8 para los pernos que fijan a las amarras placas.

3.5.8. Placa extractora superior

Los mecanizados efectuados en mecánica de banco fueron 3 escareados con escariador de 8mm para pasadores, con el fin de poder mecanizar las placas extractoras juntas en el torno.

3.5.9. Placa extractora inferior

Los mecanizados efectuados en mecánica de banco consistieron en tres escareados con escariador de 8mm, con el fin de alojar los pasadores y así amarrar las placas extractoras juntas en el torno, logrando el cilindrado. Por último también se realizó cuatro hilos M10 para los pernos que amarren el conjunto de placas extractoras.

3.5.10. Contra botador

Los mecanizados efectuados en mecánica de banco fueron de hacer hilos M6 para poder amarrar el contra botador a la placa porta extractora y que fueran un conjunto al subir y bajar.

3.5.11. Amarras placas

Los mecanizados efectuados en mecánica de banco fueron de hacer hilo M8 para poder colocar un perno y poder dar la altura y poder facilitar el amarre de las placas extractoras.

3.5.12. Postizo hembra

Los mecanizados efectuados en mecánica de banco fueron tres escariados con escariador de 8mm, para alojar pasadores con el fin de poder mecanizar los postizos en conjunto en el torno, además de efectuar un calce con los dos botadores laterales. También cuenta con un pulido a mano con distintas lijas, con el fin de borrar la superficie de mecanizado que dejó los mecanizados en CNC y que permaneciera con una superficie prolija. Por último se trabajó con una Dremel, la cual con una esponja especial y una pasta por defecto de la Dremel dejará una calidad superficial excelente para el desmolde de la pieza luego de ser inyectada.

A continuación, la Figura 3-21 muestra el postizo hembra al término del pulido.

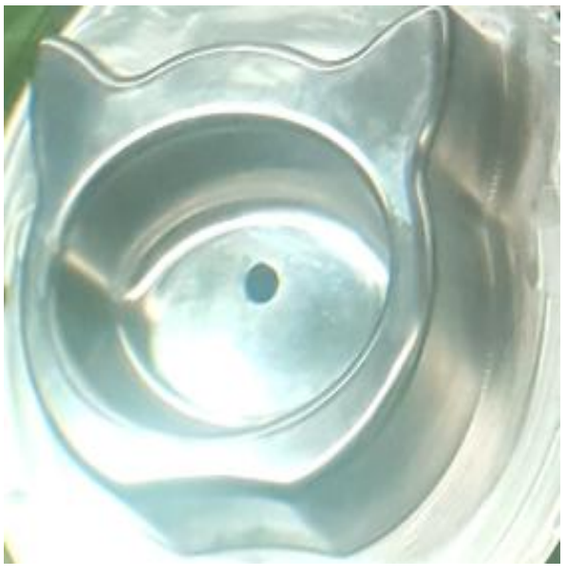
Fuente: Elaboración propia, desde el celular

Figura 3-21. Pulido postizo hembra

3.5.13. Postizo macho

Los trabajos efectuados en el postizo macho fue la misma que se realizó en el postizo hembra.

A continuación la Figura 3-22, muestra el postizo macho al término del pulido.



Fuente: Elaboración propia, captada con equipo móvil

Figura 3-22. Pulido postizo macho

El conjunto de mecanizados que se efectuaron en las diversas maquinarias, permiten visualizar las complejidades y a la vez presentar algunas técnicas que podrían ser de utilidad a futuras generaciones, como también, permite vislumbrar con mayor atención la fabricación de cada componente del molde y porta moldes.

CAPÍTULO 4: COSTOS

4. COSTOS

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

Las ventajas que se obtienen con la organización de los costos proporcionan al proyecto herramientas potentes, además de un gran ahorro económico, y estas son:

- Dar a conocer si es viable el proyecto, planificando distintas opciones de fabricación, obtener financiamientos o más recursos, entre otras cosas.
- Permite un material de apoyo y guía para las personas que deciden emprender o realizar algún proyecto.

El costo, es el valor económico que representa la elaboración de un producto o prestación de servicio, por lo tanto, es el gasto consumido sin utilidad, o sea el precio neto (sin IVA).

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

- Costo de diseño,
- Costo de molde, y
- Costo de producción el producto.

4.1. COSTO DE DISEÑO

El costo del diseño corresponde a las horas trabajadas en la elaboración del diseño, según su precio de ploteo de los distintos formatos de hojas. En la tabla 4-1 se presentan los valores mencionados anteriormente, con las cantidades correspondientes.

Tabla 4-1. Costo de diseño

COSTO DE DISEÑO	CANTIDAD	VALOR ($)	TOTAL ($)
Diseño (h x $)	6 horas	16.000	96.000
Ploteo Formato A4	12 planos	50	600
Ploteo formato A0	1 Plano	2.000	2.000
Costo de Diseño:98.600			

Fuente: Elaboración costo del material, según cotizaciones

4.2. COSTO DEL MOLDE

El costo del molde equivale al precio de este, considerando los materiales, mecanizados e insumos generales. En los siguientes ítems, se representarán con más detalles cada una de estas.

4.2.1. Costo de materiales

Los costos de materiales involucrados en el molde de inyección para la obtención de un pocillo para comida de gato, se dan a conocer detalladamente en la Tabla 4-2, lo cual en cada componente son incluidos los traslados y en el valor total va incluido el IVA.

Tabla 4-2. Costo de materiales para la fabricación del molde y porta molde

MATERIAL	COMPONENTE	PESO(kg)	VALOR S/IVA ($/kg)	CANTIDAD	VALOR C/IVA ($)
SAE 1045	Placa base	39,7	1.100	2	103.936
SAE 1045	Placa porta postizo	35,82	1.100	2	93.802
SAE 1045	Placa extractora	8,93	1.100	2	23.398
SAE 1045	Placa porta extractora	13,84	1.100	1	36.243
SAE 1045	Placa intermedia	21,98	1.100	1	57.560
SAE 1045	Paralelas	1,25	1.100	4	5.236
SAE 1045	Amarra placas	0,4	1.100	4	2.094
Aluminio red	Postizos hembra-macho	15,21	7.000	2	257.742
Total:					580.011

Fuente: Elaboración propia, en base a cotizaciones

4.2.2. Costos de elementos comerciales para molde de inyección.

Este ítem muestra los elementos del molde que no fueron fabricados y se adquirieron de forma comercial. La Tabla 4-3, da a conocer el valor total según la cantidad de elementos comerciales, con IVA incluido.

Tabla 4-3. Costo de elementos comerciales

ELEMENTO	CANTIDAD	VALOR($)
Botador Ø8mmx200 mm	4	11.424
Botador Ø10mmx200mm	4	12.043
Columnas Ø16mmx140mm	4	20.944
Resortes 1x3/4”	2	10.710
Perno Parker M6x14mm	6	500
Perno Parker M8x60mm	4	1.190
Perno Parker M8x120mm	4	4.426
Perno Parker M10x40mm	4	1.190
PernoParker M16x60mm	8	1.059
Perno Parker M16 x 130 mm	4	7.282
Anillo centrador Ø 150 mm	1	11.781
Boquilla Ø 12 mm x 100 mm	1	9.758
Total:	92.307	

Fuente: Elaboración propia, en base a cotizaciones

4.2.3. Costo de mecanizado

Las siguientes Tablas 4-4; 4-5; 4-6; 4-7 y 4-8 instruirán de forma ordenada los precios asociados a cada mecanizado sea en maquinaria convencional o control numérico, en base a cotizaciones que se realizaron en diciembre del año 2016. Todos estos mecanizados incluyen la mano de obra, cantidad, tiempo de mecanizado y el valor de mecanizado, empleados para cada trabajo en cada componente.

Tabla 4-4. Costo de mecanizado fresadora convencional Taller Matricería

ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO DE MECANIZADO (h)	VALOR DE MECANIZADO (h)	TOTAL ($)
Placa base superior	1	0,75	10.000	7.500
Placa base inferior	1	0,75	10.000	7.500
Placa porta postizo superior	1	0,75	10.000	7.500
Placa porta postizo inferior	1	0,75	10.000	7.500
Placa intermedia	1	0,50	10.000	5.000
Placa porta extractora	1	0,50	10.000	5.000
Amarra placa	4	4,00	10.000	40.000
Placa extractora	2	1,00	10.000	10.000
Postizo	2	1,50	10.000	15.000
Total:			105.000	

Fuente: Elaboración propia, en base a cotizaciones

Tabla 4-5. Costo de mecanizado torno convencional a terceros

ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO DE MECANIZADO (h)	VALOR DE MECANIZADO ($/h)	TOTAL ($)
Placa base	2	8	10.000	80.000
Placa porta postizo	2	8	10.000	80.000
Placa Intermedia	1	4	10.000	40.000
Placa porta extractora	1	4	10.000	40.000
Total:240.000				

Fuente: Elaboración propia, en base a cotizaciones

Tabla 4-6. Costo de mecanizado torno Taller Matricería

ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO DE MECANIZADO (h)	VALOR DE MECANIZADO ($/h)	TOTAL ($)
Placa extractora	2	8	10.000	80.000
Postizo	2	10,0	10.000	100.000
Paralelas	4	7,0	10.000	70.000
Columnas	4	2,0	10.000	20.000
Tapones bronce	3	0,5	10.000	5.000
Contrabotadores	4	0,2	10.000	2.000
Total: 277.000				

Fuente: Elaboración propia, en base a cotizaciones

Tabla 4-7. Costo de mecanizado CNC Taller Matricería

ACTIVIDAD	TIEMPO DE MECANIZADO (h)	VALOR DE MECANIZADO ($/h)	TOTAL ($)
Placa base superior	2,0	25.000	50.000
Placa base inferior	2,0	25.000	50.000
Placa porta extractora	1.5	25.000	37.500
Placa intermedia	1,0	25.000	25.000
Placa porta postizo superior	3,0	25.000	75.000
Placa porta postizo inferior	3,0	25.000	75.000
Placa extractora superior	0.5	25.000	12.500
Placa extractora inferior	0.5	25.000	12.500
Postizo macho	36,0	25.000	900.000
Postizo hembra	36,0	25.000	900.000
Total:……2.137.500			

Fuente: Elaboración propia, en base a cotizaciones

Tabla 4-8. Costo mecánica de banco Taller Matricería

ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO DE MECANIZADO (h)	VALOR DE MECANIZADO ($/h)	TOTAL ($)
Placa base superior	1	0,50	20.000	10.000
Placa base inferior	1	0,10	20.000	2.000
Placa porta postizo superior	1	0,20	20.000	4.000
Placa porta postizo inferior	1	0,20	20.000	4.000
Placa intermedia	1	0,75	20.000	15.000
Placa porta extractora	1	0,10	20.000	2.000
Amarra placa	4	0,75	20.000	15.000
Placa extractora	2	0.20	20.000	4.000
Postizo	2	8,20	20.000	164.000
Resortes	4	0,75	20.000	15.000
Contra botador	4	0,75	20.000	15.000
Total:			250.000	

Fuente: Elaboración propia, en base a cotizaciones

4.2.4. Costos de insumos generales

Los valores insertos en la siguiente tabla (4-9) son aquellos instrumentos, herramientas, entre otros, que se utilizaron para poder llevar a cabo el proyecto del molde del pocillo de comida para gatos y que no fueron gastos directamente relacionados con la fabricación del molde.

Tabla 4-9. Costos insumos generales

Nombre	Cantidad	Precio ($)	Total ($)
Fresa esférica Ø6x110mm	1	13.090	13.090
Pasta pulir	2	5.498	10.615
Lijas	15	300	4.500
Total:		28.250	

Fuente: Elaboración propia, en base a productos comprados

4.3 VALOR TOTAL DE LA FABRICACIÓN

El valor de la fabricación de los postizos más el porta molde, es la sumatoria entre el costo de diseño y costo de molde (costo de materiales, costos de elementos comerciales, costo de mecanizados e insumos generales). Todo esto permite proyectar el precio unitario del producto, pocillo para comida de gatos.

A continuación, en la Tabla 4-10 se detalla el costo total de la fabricación del molde completo.

Tabla 4-10. Costo total de fabricación

TIPO DE COSTO	PRECIO ($)
Costos del diseño	98.600
Costos de materiales	580.011
Costos de elementos comerciales	92.307
Costos de mecanizado total	3.009.500
Costos de insumos generales	28.250
SUB TOTAL	3.808.668
GASTOS PRESUNTOS	300.000
TOTAL	4.108.668

Fuente: Elaboración propia, según compras

4.4 COSTO DE PRODUCCIÓN DEL ARTÍCULO

Considerando las variables estimadas para producir el artículo en cuestión, que son: una hora de producción en serie, en donde se obtendrán 72 productos con un ciclo de inyección de 50 segundos (estimando los lapsos de enfriamiento, inyección, cierre de molde, apertura y botado), no olvidando de que la hora de inyección es de $15.000 sin incluir el material plástico, que en la distribuidora Don Ramiscuesta $1.089.450 por toneladas sin IVA,ademásantes de calcular el precio del producto según producción,se debe tener primero claro los siguientes datos Tabla 4-11:

Tabla 4-11Tabla de datos restantes de costo de pieza por producción

Cantidad de piezas a producir por hora	72
Masa total grs (producto +mazarota)	99,93
Precio polipropileno $/kg c/iva	1.296

Fuente: elaboración propia en base a cotizaciones

La siguiente Fórmula 4-1 determina el costo por producto o artículo en la producción.

Fórmula 4-1

$$VT=\frac{I*P}{C}$$

Dónde:

VT= Valor total del producto ($)

I= Valor inyección (hr)

P= Valor de material plástico ($)

C= cantidad de piezas por hora

Reemplazando:

$$VT=\frac{15000*9320}{72}$$

$$VT=\frac{24320}{72}$$

VT=$338

El precio del artículo pocillo para comida de gatos por unidad es de $338 a nivel productivo.

El valor económico para una cantidad diaria, considerando ocho horas diarias de trabajo es de 504 productos con lo que se gastaría $170.352 en producción. Al mes con las mismas condiciones, inyectando cinco días a la semana, por cuatro semanas, se gastaría a nivel productivo $3.407.040.

4.5 PRECIO DE VENTA DEL PRODUCTO

El precio de venta del producto se determina con la sumatoria del valor del pocillo por unidad según producción, los costos agregados (fletes, etiquetas, entre otros), el IVA y además la ganancia prevista por unidad. Por lo tanto al considerar estas variables se determinó un valor de venta de $800 por producto, transándolos en lotes de 100 unidades.

4.6 PUNTO DE EQUILIBRIO Y GANANCIA ESTIMADA

El punto de equilibrio corresponde al punto en el cual la ganancia se iguala al costo de producción o dicho de otra forma, es el punto teórico en el cual se recupera la inversión y se comienzan a obtener sólo ganancias.

Para definir el punto de equilibrio y la ganancia estimada se debe tener en cuenta el tiempo que se considerará de producción y el precio del producto a vender. En este caso se calculará las horas trabajadas durante un mes y la cantidad de unidades a producir. En la Tabla 4-12 se tendrá en cuenta que el día trabajado, de las 8 horas, una hora es de calentamiento de la máquina inyectora y las restantes serán de trabajo. Además, se considerará que la semana trabajada es de 5 días, el mes son 4 semanas y venta rápida.

Tabla 4-12. Inyección teórica

Tiempo de producción	Productos obtenidos
Diario	504 piezas
Semanal	2520 piezas
Al mes	10080 piezas

Fuente: Elaboración propia, en base a cotizaciones

Para ello se obtendrá una producción de 10.080 productos en 1 mes, teniendo como meta obtener un ingreso de $ 6.773.760 al mes. Se considera que el costo unitario de la pieza es de $ 672 pesos s/IVA y el costo por hora de inyección es de $ 15.000 más costo de material plástico que en el mercado se vende por tonelada y es de $1.089.450 s/IVA, por lo tanto el kilo de material plástico con IVA es de $1.296.

A continuación, se adjunta la tabla 4-13, donde se aprecian las fórmulas para estimar el punto de equilibrio y las ganancias de la producción estimada.

Tabla 4-13. Fórmulas de producción

I = Pv x q	Ct = Cf + (Cu x q)	R = I –Ct	I = Ct o Cf + Cv
Donde: I = Ingreso Pv = Precio venta q = Cantidad	Donde: Ct = Costo Total Cf = Costos Fijos Cu = Costo Unidad q = Cantidad	Donde: R = Resultado o ganancia I = Ingresos Ct = Costo Total	Donde: Ct = Costo Total Cf = Costo Fijos Cv =Costo Variable = (Cu * q).

Fuente: Elaboración propia. Apuntes de planificación y control de la producción

Reemplazando:

I = Pv * q
Pv=672
q = x

Ct = Costo Total.
Cf = $ 4.108.668
Cu = $ 338
q = x piezas.

Ct = Cf + (Cu * q)
Ct = 4.108.668 + (338 * q)

En el punto de equilibrio:

Datos:
I = Ct
Pv * q= ct + (Cu*q)

672q=4.108.668+338q

334q=4.108.668

q =12.301,4

El punto de equilibrio se encuentra cuando se fabrican 12.302 unidades, es decir antes de los dos meses de producción.

Cálculo de ganancia:

R = I – Ct

I =8.266.944

Ct=Cf + Cv

Cv= Cu * q

Ct=0+(338*10.080)

Ct=3.407.040

Reemplazando

R=8.266.944-3.407.040

R=4.859.904

Ganancia mensual es de $3.366.720, a partir del tercer mes de producción y según las condiciones descritas.

Esto significa que el proyecto de producir y comercializar los productos es totalmente factible, si bien puede haber variaciones debido a factores no considerados en este análisis, como consumo de agua, luz, arriendos, vendedores, fletes, gastos administrativos, entre otros.Además puede ser una fuente de ingresos a terceros o intermediarios por ejemplo en el rubro de la comercialización o venta al detalle.

CONLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La planificación es transcendental en la realización de cualquier producto, debido a que mientras sea más eficaz esta, el objetivo se presentará en el tiempo estimado, sin obtener alzas de dinero. Es necesario que las distintas etapas que se analicen en la planificación de un molde que produzca de forma industrial, las realicen personas que se encuentran capacitados en el ámbito de la matricería, conociendo los distintos comportamientos de materiales, máquinas y tenga experiencias de compra (por lo menos alguien que lo guíe).

La ventaja de ocupar maquinarias con control numérico computarizado, facilita el mecanizado de las cavidades y otros trabajos que requieren de una mayor precisión, es por esto que los softwares cumplen una vital importancia en este ámbito, debido a que las ordenes desde la computadora hacia la máquina, van directamente relacionadas al diseño y parámetros que este software simula a través de los distintos programas.

Sin embrago la existencia de maquinarias con sistema computarizado, no deja a las maquinarias convencionales en obsoleto, aunque esta no tenga una precisión como los aparatos con método software, es transcendental su uso, debido a que hay piezas en los moldes, que son más factibles mecanizarlas por procedimiento convencional por motivos económicos y de tiempo. El aprendizaje obtenido con las maquinarias es operativa, con todo lo que conlleva fabricar un molde con porta moldes y la importancia de la eficacia de cada componente del molde.

Otro factor significativo que está dentro de la programación de un producto plástico industrial, es el estudio y análisis del material. La adecuada elección del material plástico, permite un adecuado uso del producto, en este caso el Polipropileno copolímero fue el apropiado, debido a las características no tóxicas que posee y a la capacidad de llenado de inyección que posee.

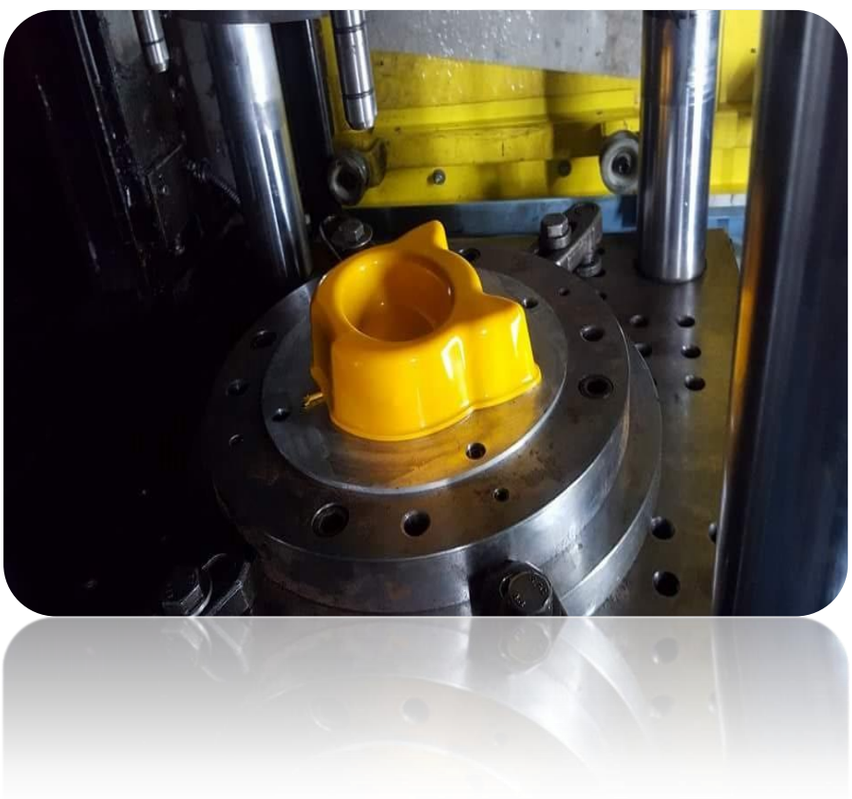
Al instante de analizar los costos de producción y ganancia que podría traer un proyecto, trae considerables ventajas, ya que da un estimativo del precio monetario de un producto, en este caso se determinó cuanto era la inversión del pote de comida de gato, según hora de inversión y material. Por lo tanto, gracias a esto se puedo obtener el precio de venta del pocillo, además del ingreso diario, semanal y mensual, se definió la ganancia aproximada de una futura venta. Según todos los datos mencionados anteriormente, se determinó que el proyecto es viable, debido a que al segundo mes de trabajo se recupera el dinero invertido, por lo tanto, después ya habría ganancia. Cabe mencionar que los valores de costos es de un 70% teórico, recordando que la mayoría del material fue comprado por los autores de esta memoria, además que algunos mecanizados fueron realizados en empresas externas a la universidad y también faltan

otros gastos que en proyectos de nivel empresarial debiesen ser considerados como por ejemplo, arriendo, luz, agua, fletes, vendedores, entre otros.

Como en la mayoría de todos procesos de un proyecto, ocurren inconvenientes, en la cual hay que solucionar de la manera más simple, para no complicar ni estropear el trabajo realizado. En este molde y porta moldes no fue excepción lo aludido anteriormente. Lo primero fue que las piezas en bruto no cabían en los tornos del Taller de Matricería, por lo tanto, se optó por mecanizar a un taller externo. Lo segundo, el tapón que contiene el postizo hembra en el centro de su cavidad, recordar que esta perforación es la perforación central de los postizos, lo cual sirvió para un centrado eficaz y mucho más simple en la máquina CNC.

La única modificación que debiese realizarse para una producción en serie es la integración de bujes al sistema.

Terminando el contenido del proyecto de diseñar, fabricar y producir un molde con porta moldes para la obtención de un pocillo para comida de gato, el aporte adquirido individualmente como exteriormente es fundamental para el desarrollo como técnicos en matricería para plástico y metales, debido a que un proyecto de tal magnitud (teórico-práctica) ayuda considerablemente en lo académico y comercial, con la experiencia real obtenida.



BIBLIOGRAFÍA

ÁREA TECNOLOGÍA, Torno paralelo convencional.[en línea][Consulta:06 octubre del 2016]. Disponible en: <http://www.areatecnologia.com/herramientas/torno.html>.

BIBLIOTECA USAC, Tabla de propiedades físicas PE-HD. [en línea][Consulta: 10 agosto del 2016]. Disponible en: <http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0639_Q.pdf >.

FICHA TÉCNICA, Ficha técnica de la máquina inyectora Intertech, INT-60.[en línea][Consulta: 12 diciembre del 2016]. Disponible en: <http://fichatecnica123.blogspot.cl/2014/01/ficha-tecnica-de-una-maquina-inyectora.html

PETROQUIM, Tabla de propiedades físicas PP. [en línea][Consulta: 10 agosto del 2016]. Disponible en: <www.petroquim.cl>.

SITENORDESTE, Esquema de una máquina inyectora. [en línea][Consulta: 10 agosto del 2016]. Disponible en: <http://www.sitenordeste.com/mecanica/proceso-de-inyeccion-de-plastico.htm>.

TECNOLOGÍA DE LOS PLÁSTICOS,Distancia máxima del recorrido de flujo.[en línea][Consulta: 10 agosto del 2016]. Disponible en: http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.cl/2012/08/fuerza-de-cierre-clamping-force.html>.

TECNOLOGÍA DE LOS PLÁSTICOS,Factor de viscosidad de diversos materiales.[en línea][Consulta: 30 agosto del 2016]. Disponible en: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.cl/2012/08/fuerza-de-cierre-clamping-force.html>.

TECNOLOGÍA DE LOS PLÁSTICOS,Presión de inyección de diversos plácticos.[en línea][Consulta: 10 agosto del 2016]. Disponible en: http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.cl/2012/08/fuerza-de-cierre-clamping-force.html>.

THERMOPLAY,Tabla contracción de los materiales.[en línea][Consulta: agosto del 2015]. Disponible en: <Thermoplay edición 01/2011>.

ANEXOS

ANEXOS A: TRATAMIENTOS TÉRMICOS

El tratamiento térmico, es uno de los pasos fundamentales para cambiar propiedades físicas y mecánicas para requerimientos específicos. Este tipo de procesos consisten en el calentamiento y enfriamientode un metal en su estado sólido con pautas o tiempos establecidos. Para conocer a que temperatura debe elevarse el metal para que reciba un tratamiento térmico es recomendable contar con los diagramas de cambio de fases como el de hierro carbono. Los tratamientos térmicos han adquirido gran importancia en la industria en general, ya que con las constantes innovaciones se van requiriendo metales con mayores resistencias tanto al desgaste como a la tensión. Los principales tratamientos térmicos son:

Temple: su finalidad es aumentar la dureza y la resistencia del acero. Para ello, se calienta el acero a una temperatura ligeramente más elevada que la crítica superior Ac (entre 900-950 °C) y se enfría luego más o menos rápidamente (según características de la pieza) en un medio como agua, aceite, entre otros.

Revenido: solo se aplica a aceros previamente templados, para disminuir ligeramente los efectos del temple, conservando parte de la dureza y aumentar la tenacidad. El revenido consigue disminuir la dureza y resistencia de los aceros templados, se eliminan las tensiones creadas en el temple y se mejora la tenacidad, dejando al acero con la dureza o resistencia deseada. Se distingue básicamente del temple en cuanto a temperatura máxima y velocidad de enfriamiento.

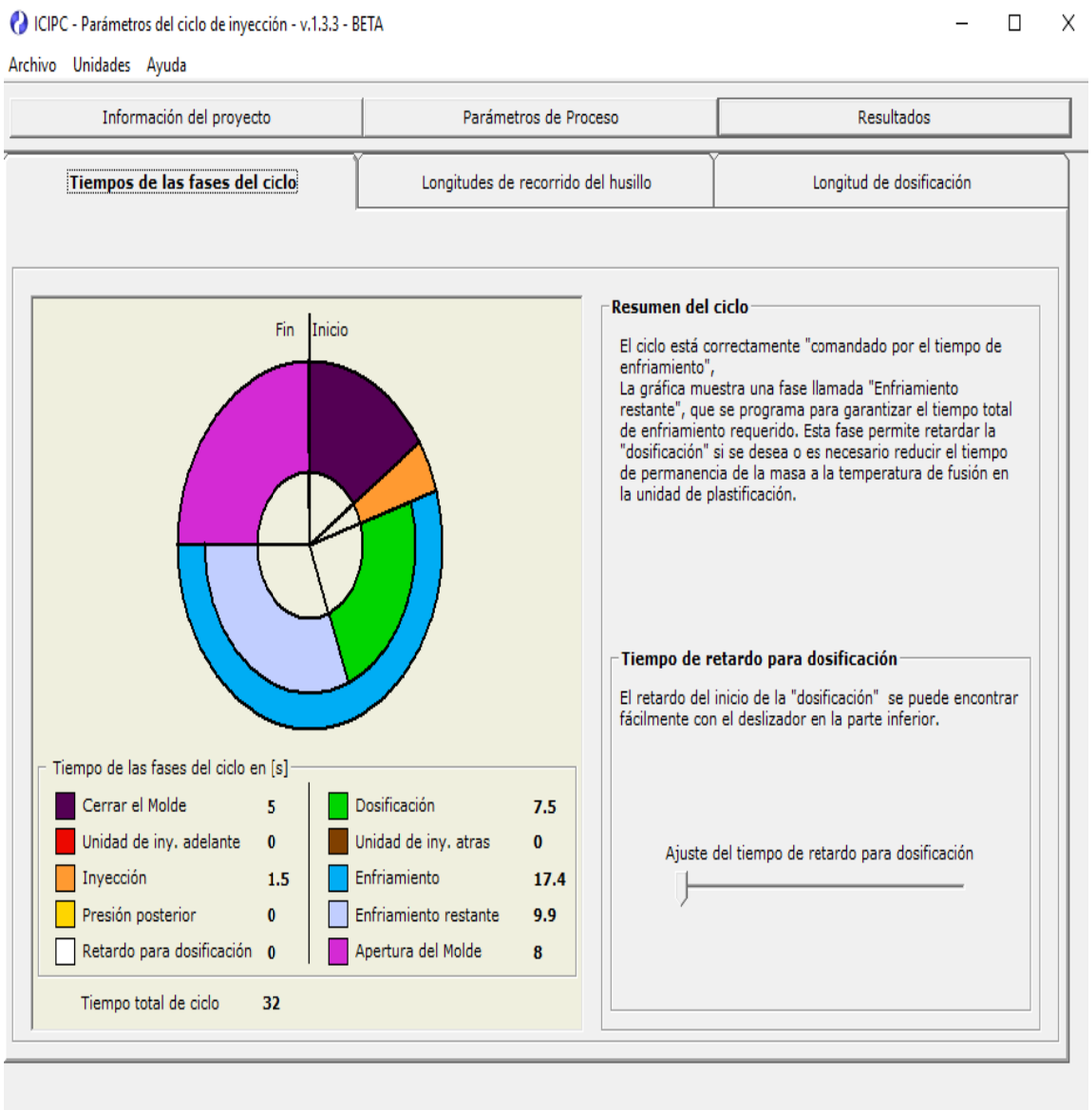
Recocido: consiste básicamente en un calentamiento hasta temperatura de austenización (800-925 °C) seguido de un enfriamiento lento. Con este tratamiento se logra aumentar la elasticidad, mientras que disminuye la dureza. También facilita el mecanizado de las piezas al homogenizar la estructura, afinar el grano y ablandar el material, eliminando la acritud que produce el trabajo en frío y las tensiones internas.

Normalizado: tiene por objeto dejar un material en estado normal, es decir ausencia de tensiones internas y con una distribución uniforme del carbono. Se suele emplear como tratamiento previo al temple y al revenido.

Bonificado: consiste en el proceso de templar y revenir un metal calentándolo hasta la temperatura de austenización completa seguida de un enfriamiento brusco finalmente se somete a un revenido para proporcionar tenacidad a costa de disminuir su dureza.

ANEXOS B: CICLO DE INYECCIÓN

Según la simulación del programa Inyectools que se dedica a la aaplicación que incluye todas las herramientas computacionales que tengan utilidad en el proceso de inyección de termoplásticos. Para un proceso de 32 segundos para la obtención de un productos, estas son los ciclos en proporción para cualquier producto.



ANEXOS C: PROPIEDADES FISICAS DE LOS ACEROS S.A.E

Propiedades Físicas de los Aceros S.A.E.									
		Tratamiento Térmico			Propiedades Físicas				
Acero SAE	Estado	Calentado a (°C)	Enfriando en	Revenido a (°C)	Límite de Rotura (Kg/mm^2)	límite de fluencia (kg/mm2)	Alargamiento (%)	Estricción (%)	Dureza Brinell
1010	LC				39	25	35	55	110
1010	EF				46	42	23	51	141
1015	EF				51	43	22	51	150
1015	LC				40	26	33	55	143
1020	LC				46	22	35	52	127
1020	EF				55	46	21	50	160
1022	LC				43	30	31	61	126
1024	EF				60	56	26	57	156
1025	LC				46	27	29	54	160
1025	EF				58	47	20	50	163
1025	TT	870	Agua	480	56	42	28	59	168
1030	LC				53	33	26	50	168
1030	EF				60	49	19	50	180
1030	TT	870	Agua	480	63	45	26	56	185
1035	LC				58	34	25	51	174
1035	TT	840	Agua	700	60	35	34	68	174
				430	74	53	23	52	212
1035	TT	840	Aceite	700	58	36	26	63	173
				430	68	46	19	48	197
1040	LC				63	38	24	41	187
1040	EF				64	53	18	46	195
1040	TT	840	Agua	700	64	39	31	64	186
				430	79	58	19	49	230
1045	LC				65	39	26	55	187
1045	N	900			65				185
1045	TT	815	Agua	700	68	42	28	56	197
				430	85	64	15	46	248
1045	TT	815	Aceite	700	67	43	22	55	193
				430	81	56	16	42	227
1050	LC				72	42	18	41	201
1050	TT	815	Agua	700	73	46	25		208
				430	91	70	11		266
1060	LC				82	50	16	26	217
1060	N	870			77				225
1060	TT	815	Agua	700	81	52	19		230
				430	101	80			315