

2018

DISEÑO Y FABRICACION DE UN TAPON DE SEGURIDAD AUDITIVO

OGAZ HENRIQUEZ, ANIBAL HUMBERTO

<https://hdl.handle.net/11673/43955>

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

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

DISEÑO Y FABRICACION DE UN TAPON DE SEGURIDAD AUDITIVO

Trabajo de Titulación para
optar al Título de Técnico
Universitario en DISEÑO Y
PRODUCCION INDUSTRIAL
EN MOLDES Y MATRICES

Alumno:

Sr. Aníbal Ogaz Henríquez

Profesor Guía:

Ing.Ricardo Ciudad Cartagena

RESUMEN

Keywords: DISEÑO- MOLDE DE INYECCIÓN –TAPON DE SEGURIDAD

El presente estudio, se encarga de mostrar la elaboración de un tapón de seguridad auditiva, a partir del diseño y posteriormente construcción de dos postizos para un molde de inyección. Este informe expone el proceso de diseño y fabricación del postizo y características de un molde, la planificación y logística adecuada para la correcta confección de un producto inyectado.

EL primer capítulo se encarga de mostrar el producto, la importancia en el mundo laboral junto con sus cualidades y características y materiales a utilizar.

En el segundo capítulo, explica de manera teórica el diseño de los postizos a realizar y los cálculos asociados al diseño.

Con el diseño listo, en el tercer capítulo se encarga de mostrar la planificación y fabricación de los postizos detallando el proceso de mecanizados necesarios para la obtención del producto, también se dará espacio para mencionar los costos asociados a la fabricación de los postizos y tapones.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones del trabajo realizado.

ÍNDICE

RESUMEN

SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3

CAPÍTULO 1: EL PRODUCTO A FABRICAR5

1.1. TAPONES DE SEGURIDAD	7
1.2. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO	7
1.3. USO DEL PRODUCTO	7
1.4. DISEÑO DEL TAPÓN	8
1.4.1. Dimensiones del producto	8
1.4.2. Propiedades del producto	9
1.5. MATERIAL PARA UTILIZAR	9
1.6. PROCESO DE FABRICACIÓN	11
1.6.1. Moldeo por inyección	11
1.6.2. Maquina inyectora	12
1.7. CICLO DE INYECCIÓN.....	15
1.7.1. Cierre del molde	15
1.7.2. Inyección de plástico	16
1.7.3. Sostenimiento	16
1.7.4. Carga de material	16
1.7.5. Remanente enfriamiento	17
1.7.6. Apertura y botado	17
1.8. MÁQUINA POR UTILIZAR	18

CAPÍTULO 2: EL DISEÑO.....19

2.1. DISEÑO DE LOS POSTIZOS	21
2.2. NÚMERO DE CAVIDADES	22
2.2.1. La contracción	22
2.3. DISEÑO DE POSTIZO CAVIDAD INFERIOR.....	23
2.4. DISEÑO DE PLACA CAVIDAD SUPERIOR.....	24
2.5. SISTEMA DE ALIMENTACION	24
2.5.1. Bebedero	24
2.5.2. Canal de llenado	25
2.5.3. Sistema de estrangulación	26
2.6. CÁLCULOS DEL DISEÑO.....	26
2.6.1. Fuerza de cierre y expansiva del molde (Fe).....	27
2.6.2. Presión final de inyección	27

CAPÍTULO 3: CONSTRUCCIÓN DE LOS POSTIZOS29

3.1. MATERIALES	31
-----------------------	----

- 3.2. MAQUINARIAS UTILIZADAS 32
 - 3.2.1. Lugar de trabajo 33
 - 3.2.2. Tiempo de trabajo 33
 - 3.3.3. Torneado 34
 - 3.3.4. Fresado 34
 - 3.3.5. Maquina cnc..... 35
- 3.3. MECANIZADOS 36
 - 3.3.1. Mecanizado en torno 36
 - 3.3.2. Mecanizado en fresadora 37
 - 3.3.3. Mecanizado en banco 38
- 3.4. MECANIZADO CON CNC..... 38
 - 3.4.1. Mecanizado cavidades postizas 39
- 3.5. OBTENCIÓN DEL PRODUCTO 43
- 3.6. COSTOS 44
- 3.7. COSTOS DE DISEÑO 45
- 3.8. COSTO DE MATERIALES 45
- 3.9. COSTO DE MECANIZADO 46
- 3.10. COSTOS DE PRODUCCIÓN (CP) 47
 - 3.10.1. Costo Unitario de la pieza (CU)..... 47
 - 3.10.2. Costo de la Materia Prima (CMP)..... 47
 - 3.10.3 Costo de inyección 48
- 3.11. PRECIO DE LA PIEZA (PPR), PARA LA VENTA..... 49
- 3.12. PUNTO DE EQUILIBRIO 50
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 51**
- BIBLIOGRAFÍA 52**
- ANEXOS 55**
 - ANEXO A: MÁQUINA INYECTORA MARCA INTERTECH, MODELO INT-60 56
 - ANEXO B: PROBLEMAS DE MOLDEO Y SUS SOLUCIONES 59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1.	Tapón estándar	7
Figura 1-2.	Tapón	8
Figura 1-3.	Medidas del Tapón	9
Figura 1-4.	Símbolo Poliuretano	10
Figura 1-5.	Poliuretano en pellet	10
Figura 1-6.	Esquema de moldeo por inyección	11
Figura 1-7.	Máquina inyectora	12
Figura 1-8.	Unidad de inyección	12
Figura 1-9.	Panel de control de maquina inyectora	13
Figura 1-10.	Molde de inyección referencial	13
Figura 1-11.	Unidades de cierre	14
Figura 1-12.	Ciclo de inyección	15
Figura 1-13.	Cierre del molde e inicio de la inyección	15
Figura 1-14.	Inyección del material	16
Figura 1-15.	Aplicación de presión de sostenimiento	16
Figura 1-16.	Plastificación del material	17
Figura 1-17.	Enfriamiento y extracción de pieza	17
Figura 1-18.	Máquina inyectora marca Intertech, modelo INT-60	18
Figura 2-1.	Dimensiones de postizo	21
Figura 2-2.	Postizo diseñado con 8 cavidades	23
Figura 2-3.	Postizo inferior en corte	23
Figura 2-4.	Postizo superior en corte	24
Figura 2-5.	Bebedero	25
Figura 2-6.	Canales de llenado	25
Figura 3-1.	Postizos frezados	31
Figura 3-2.	Duraluminio	31
Figura 3-3.	Postizos montados	32
Figura 3-4.	Taller Mecánica Industrial	33
Figura 3-5.	Torno convencional	34
Figura 3-6.	Fresadora convencional	35
Figura 3-7.	Cnc TDC 510	35
Figura 3-8.	Proceso de torneado	37
Figura 3-9.	Fresadora convencional	37
Figura 3-10.	Fresadora convencional 2	38
Figura 3-11.	Selección de material Mastercam	39
Figura 3-12.	Selección de herramienta Mastercam	40
Figura 3-13.	Simulación en mecanizado CNC, postizo superior	41
Figura 3-14.	Simulación en mecanizado CNC, postizo inferior	42
Figura 3-15.	Simulación en mecanizado CNC, postizo inferior 2	43
Figura 3-16.	Simulación en mecanizado CNC, postizo	43
Figura 3-17.	Montaje de molde en máquina inyectora	44
Figura 3-18.	Piezas inyectadas	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1.	Tabla especificaciones del PU	10
Tabla 1-2.	Ficha técnica de la máquina inyectora marca Intertech, modelo INT-60	18
Tabla 3-1.	Process, horas	33
Tabla 3-2.	Procesos de mecanizado en torno	36
Tabla 3-3.	Procesos de mecanizado en fresadora	38
Tabla 3-4.	Tabla de datos con fresa de Ø 5 mm plana	41
Tabla 3-5.	Tabla de datos con fresa esférica Ø de 5 mm esférica	42
Tabla 3-6.	Costos de diseño	45
Tabla 3-7.	Valor de los materiales del molde de inyección	45
Tabla 3-8.	Mecanizado	46

SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS

SIGLAS

\$:	Unidad monetaria chilena
%	:	Porcentaje
a	:	Ancho
A	:	Área del plastificado
AISI	:	American Iron and Steel Institute (Instituto Americano del Acero y Hierro)
Ap	:	Área proyectada de la pieza y canales de llenado
CAD	:	Computer Aided Desing (Dibujo Asistido por Computador)
CANT.	:	Cantidad
CMI	:	Costo del Molde de Inyección
CTD	:	Costo Total de Diseño
D	:	Densidad
DIN	:	Deutsches Institutfür Normung (Instituto Alemán de Normalización)
EPP	:	Elementos de Protección Personal
etc.	:	Etcétera
Fc	:	Fuerza de cierre
Fe	:	Fuerza expansiva
h	:	Altura
H	:	Horizontal
IVA	:	Impuesto al Valor Agregado
JMC	:	José Miguel Carrera
L	:	Largo
Ltda.	:	Limitada
máx	:	Máximo
mín	:	Mínimo
n	:	Número de piezas
Nº	:	Número
∅	:	Diámetro
Pe	:	Presión de inyección
Piny	:	Presión de inyección
Pm	:	Piezas por minuto
Pp	:	Peso de la pieza
Sp	:	Superficie total de una pieza
Tp	:	Tiempo de producción de las piezas en horas
USM	:	Universidad Santa María
UTFSM	:	Universidad Técnica Federico Santa María
x	:	Multiplicación

SIMBOLOGÍAS

cm	:	Centímetro
cm ²	:	Centímetro al cuadrado
cm ³	:	Centímetro cúbico
Cr	:	Cromo
g	:	Gramo
g/cm ³	:	Gramo dividido por centímetro cúbico
hr	:	Hora
kg	:	Kilogramo
kp	:	Kilopondio
ml	:	Mililitro
mm	:	Milímetro
mm ²	:	Milímetro cuadrado
mm ³	:	Milímetro cúbico
Ni	:	Níquel
r	:	Radio
s	:	Segundo
π	:	Constante pi
° C	:	Grado Celsius
A1	:	Formato de papel, DIN 476 (594 x 841 mm)
A2	:	Formato de papel, DIN 476 (420 x 594 mm)
A3	:	Formato de papel, DIN 476 (297 x 420 mm)
A4	:	Formato de papel, DIN 476 (210 x 297 mm)

INTRODUCCIÓN

Los elementos de protección personal (EPP) son cada vez más estrictos y necesarios para el correcto funcionamiento de una empresa asociada algún rubro en el que la seguridad y salud del operario está en riesgo, generando cada vez más objetos imprescindibles en una fábrica o maestranza para la tranquilidad de los empleados.

En estos elementos de seguridad personal generalmente se encuentran los guantes, antiparras, overoles, zapatos de seguridad y tapones auditivos entre otros, teniendo en cuenta la infinidad de EPP que se utilizan a lo largo de cada fábrica o maestranza chilena, el presente trabajo de título se enfoca en el diseño y fabricación de un tapón de seguridad auditiva. Para esto se deben tener habilidades teóricas y prácticas enfocadas al área de manufactura, haciendo uso de máquinas y herramientas facilitadas por la universidad, culminando el proceso educativo de un Técnico En Diseño y Producción Industrial en Moldes y Matrices

El proceso de fabricación en serie de los tapones será mediante el proceso de inyección, utilizando una porta moldes y una maquina inyectora, la cual se alimentará de material a disposición en la universidad.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar, fabricar y producir en serie un tapón de seguridad auditiva mostrando la experiencia, habilidades y conocimientos adquiridos durante los años de formación universitaria.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar tapón de seguridad auditiva exitosamente.
- Crear dos postizos capaces de fabricar un tapón auditivo mediante CAM.
- Inyectar los postizos con plástico fundido al molde.
- Calcular costos asociados

CAPÍTULO 1: EL PRODUCTO A FABRICAR

1. EL PRODUCTO A FABRICAR

En este primer capítulo se mostrará el producto, la importancia en el mundo laboral que este tiene, junto con sus cualidades y características, además de los materiales a utilizar en este producto.

1.1. TAPONES DE SEGURIDAD

Los tapones de seguridad auditiva nacen a raíz de la necesidad de cuidar los oídos y así no dañar el canal auditivo con sonidos fuertes, se pueden encontrar en distintos tipos de material y diseños, dejando una gama de opciones a elección del operario para encontrar el más acorde al trabajo que se realiza (Figura 1-1).



Fuente: <http://solutions.productos3m.es>

Figura 1-1. Tapón

1.2. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

Este producto se crea para la protección auditiva del operario, teniendo como principal función reducir los decibeles producidos por alguna operación o maquinaria, dejando así un gran número de posibilidades tanto en el diseño como en el material de un tapón.

1.3. USO DEL PRODUCTO

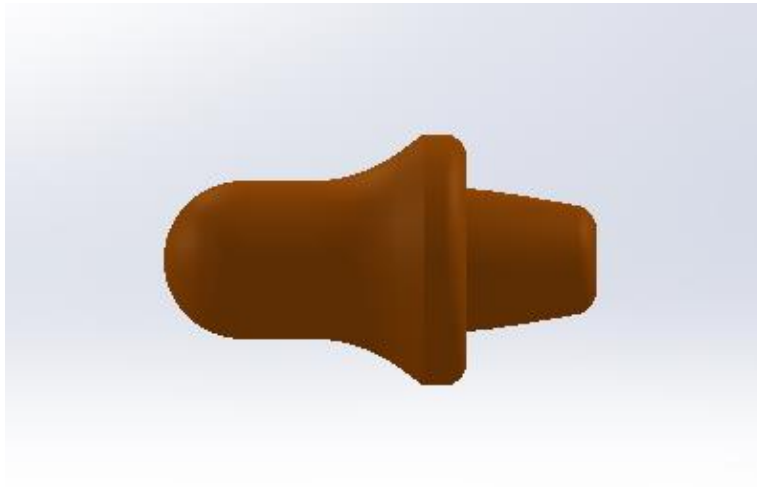
La contaminación acústica producida por una máquina puede tener como consecuencia la pérdida progresiva de la calidad auditiva de una persona, siendo

imprescindibles que los lugares o maquinarias que produzcan sobre 80 decibeles recomienden o señalen el uso obligatorio de protección auditiva, también un uso frecuente de los tapones es la protección contra viento, agua o arena.

1.4. DISEÑO DEL TAPÓN

El diseño del tapón se obtendrá a partir de diseños encontrados en el mercado generando modificaciones para obtener un producto más llamativo y original a los ojos del operario.

Cabe tener en cuenta que la ergonomía del tapón debe estar siempre presente al momento del diseño, ya que el completo y acorde ajuste del tapón con respecto a la cavidad auditiva es fundamental para su correcta función, siendo imprescindible que el ajuste de entre con el oído y el tapón quede perfecto (Figura 1-2).

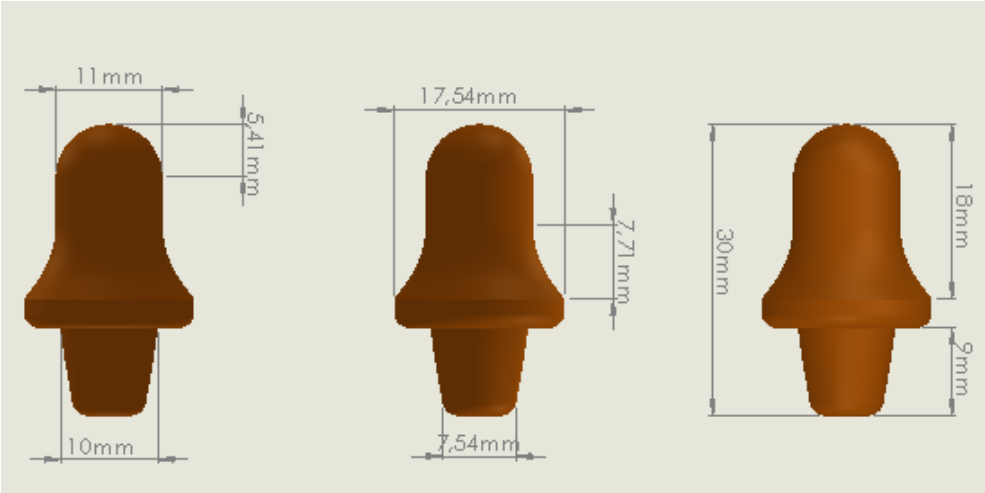


Fuente: Elaboración propia, en base al software SolidWorks 2015

Figura 1-2. Tapón

1.4.1. Dimensiones del producto

Al momento de dimensionar el tapón es necesario hacer una comparación con los productos que se pueden encontrar en el mercado, generando ideas y parámetros para el correcto tamaño, dando como resultado una medición de largo total de 30 mm, ver figura 1-3.



Fuente: Elaboración propia, en base al software SolidWorks 2015

Figura 1-3. Medidas del Tapón

1.4.2. Propiedades del producto

El producto se diseñó y calculo en base a poliuretano siendo una facilidad para configurar desde un principio sus propiedades a través de SolidWorks, ya que presenta una baja densidad, es fácil de limpiar, esponjoso y amoldable a la cavidad auditiva de la persona que lo utilice, otro material que también se puede emplear es el PVC goma, ver tabla 1-1.

Tabla 1-1. Propiedades del producto

PROPIEDADES	VALOR
Densidad (mm)	0.00123 g/cm3
Masa	3.805 gramos
Volumen	3105.99 mm3
Area de superficie	1281.56 mm2

Fuente: Elaboración propia, en base a propiedades físicas de SolidWorks 2015

1.5. MATERIAL PARA UTILIZAR

Como ya fue mencionado anteriormente el material a inyectar está pensado para que sea poliuretano, un polímero que se obtiene mediante la condensación de bases hidroxilicas combinadas con disocianatos.

Los poliuretanos se pueden clasificar en dos grupos definidos por su estructura química, los cuales se diferencian por su comportamiento frente a la temperatura, los poliuretanos termoestables y los poliuretanos termoplásticos según si se degradan antes de fluir o fluyen antes de degradarse respectivamente, ver figura 1-4, 1-5.

Algunas aplicaciones de los poliuretanos termoestables serian la diversidad

de espumas sellantes y aislantes que se encuentran en el mercado, y en el caso de los termoplásticos se pueden encontrar las suelas de zapatos, pinturas, fibras etc.

Es un material muy versátil al poder variar sus características físicas según distintos aditivos o aleaciones una de las desventajas es su reducida resistencia a la hidrólisis, es decir, resistencia a las altas temperaturas en espacios húmedos, (Tabla 1-1).



Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Poliuretano_termopl%C3%A1stico

Figura 1-4. Símbolo Poliuretano



Fuente: <https://images.sstatic.com/poliuretano-termoplastico-tpu-granulos>

Figura 1-5. Poliuretano en pellet

Tabla 1-1. Tabla especificaciones del PU

Límite de dureza	40 a 96º Shores
Peso específico	1,1/1,26 grs.cm3
Campo de temperatura	20/45N/mm2 (Mpa)
Carga de rotura	400/680%
Alargamiento	15/95KN/m

Fuente: <http://www.elaplas.es/materiales/cauchos-y-elastomeros/poliuretano-pur/>

1.6. PROCESO DE FABRICACIÓN

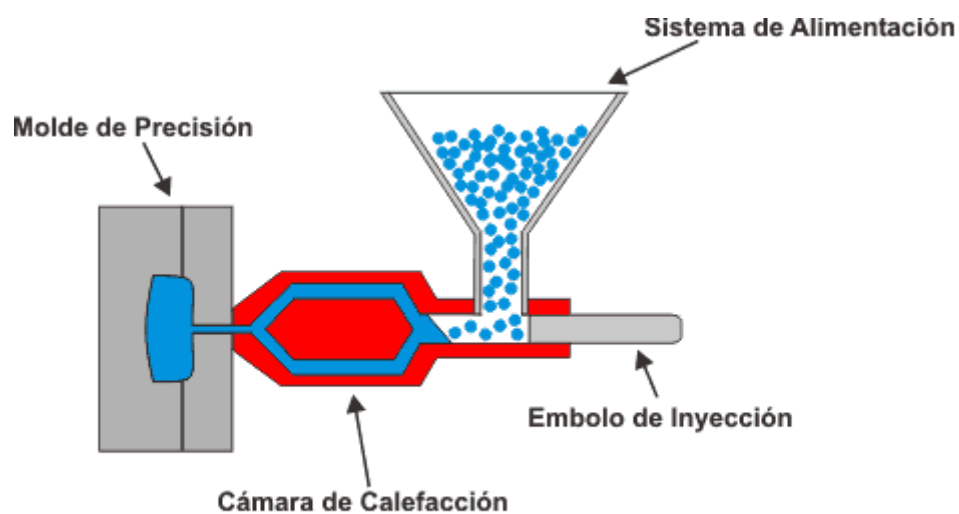
Al encontrarnos una gama de posibilidades para procesos de solidificación de plástico, es necesario escoger el más adecuado, siendo el más conveniente para el proceso de obtención de los tapones el de moldeo por inyección, debido a que este proceso nos permite abaratar costos y regular los tiempos de fabricación.

1.6.1. Moldeo por inyección

Este proceso consiste en alimentar con un polímero o resina la máquina, el cual se encuentra en estado sólido con forma de pellet, este cae en un tornillo sin fin extrusor que contiene calefactores situados en el encamisado del conducto del tornillo, los que se encargan de fundir el material según la temperatura de función polímero.

El tornillo se encarga de presionar el material y fundirlo mientras lo desplaza hacia una tobera que se encuentra al final del tornillo, en este punto el material ya en estado semilíquido ingresa al molde por un canal de alimentación finalizando su recorrido en una cavidad, allí el polímero se cristaliza dejando el material moldeado con la forma predispuesta de dicha cavidad, (Figura1-6).

Este proceso tiene un ciclo muy estructurado para que el proceso de fabricación se lo más eficiente y productivo a la vez, generando tiempos y rango de esperas para la solidificación e inyección del material.

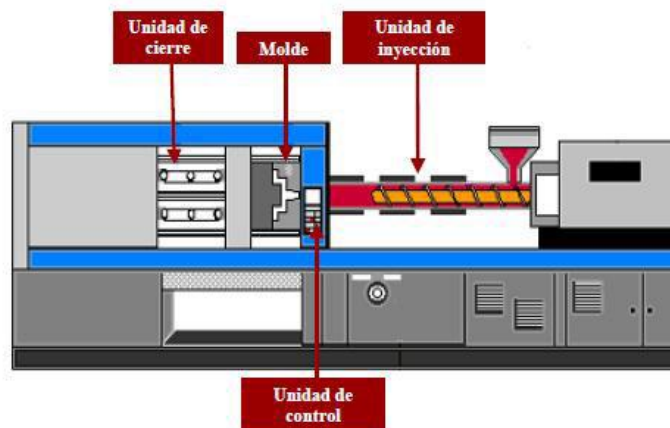


Fuente: <https://www.textoscientificos.com/imagenes/polimeros.gif>

Figura 1-6. Esquema de moldeo por inyección

1.6.2. Máquina inyectora

Una máquina inyectora consta básicamente de 4 unidades generales, que se pueden apreciar en la imagen a continuación:



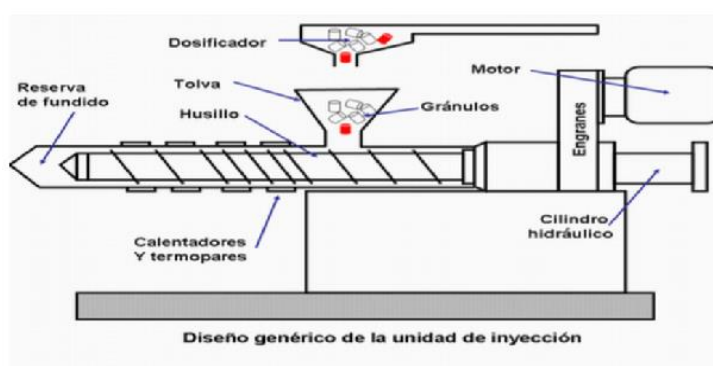
Fuente: <http://www.sitenordeste.com/mecanica/proceso-de-inyeccion-de-plastico.htmaller>

Figura 1-7. Máquina inyectora

- Unidad de inyección
- Unidad de control
- Unidad de mode
- Unidad de cierre

1.6.2.1. Unidad de inyección

Está situada a continuación de la tolva por la cual el material es introducido, en esta unidad se encuentran los calefactores y el tornillo sin fin o también llamado husillo, que se encarga de trasportar y presionar el material mientras se funde con la temperatura aportada por cuyos calefactores, llevando el material semilíquido a la unidad del molde, estrangulando y aumentando la presión al final del canal por una tobera o boquilla, ver imagen a continuación.



Fuente: https://docs.google.com/document/d/1r0KI67ygt3I_ffihC

Figura 1-8. Unidad de inyección

1.6.2.2. Unidad de control

La unidad de control se encuentra en la parte accesible y visible de la maquina mostrando un panel de control en el cual los parámetros de temperatura, presiones y tiempos son ajustables para un mejor proceso productivo facilitando la medición de tiempos de la producción, ver imagen a continuación.



Fuente: <https://img.interempresas.net/fotos/377699.jpeg>

Figura 1-9. Panel de control de maquina inyectora

1.6.2.3. Unidad de Molde

En esta unidad podemos encontrar el molde con el que se fabricará a través de una cavidad el producto deseado. El montaje de este molde en la maquina es a través de pernos, los cuales sujetan las placas exteriores del molde a la maquina dejando una parte inmóvil al final la unidad de inyección centrada con la boquilla y otra móvil sujeta a la unidad de cierre, (Figura 1-10)

Es importante destacar que el sistema de enfriado del molde es a través de canales de refrigeración situados dentro del molde.



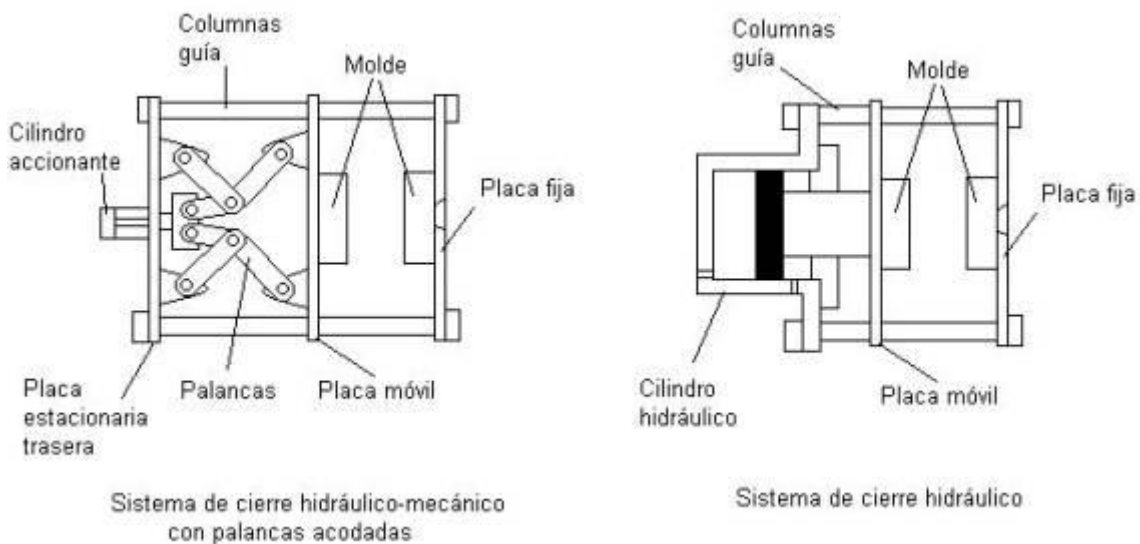
Fuente: http://maquinadoscnc.com.mx/sites/default/files/alum_2.png

Figura 1-10. Molde de inyección referencial

1.6.2.4. Unidad de cierre

En esta unidad se encuentra el sistema de cierre del molde, la cual se encarga de presionar y sellar el molde a una presión y velocidad indicada. La unidad de cierre está sujeta a la parte móvil del molde, generando así el movimiento de cierre cuando sea pertinente. Esta puede ser considerada una prensa en posición vertical.

Se puede encontrar en forma hidráulica e hidráulico mecánico como se muestra en la figura a continuación



Fuente: http://maquinadoscnc.com.mx/sites/default/files/alum_2.png

Figura 1-11. Unidades de cierre

Cabe destacar que si la presión de cierre inferior a la presión de inyección, se corre el riesgo de que el material escape por la unión del molde generando una producción defectuosa.

La forma correcta de calcular la presión de cierre es mediante la siguiente formula:

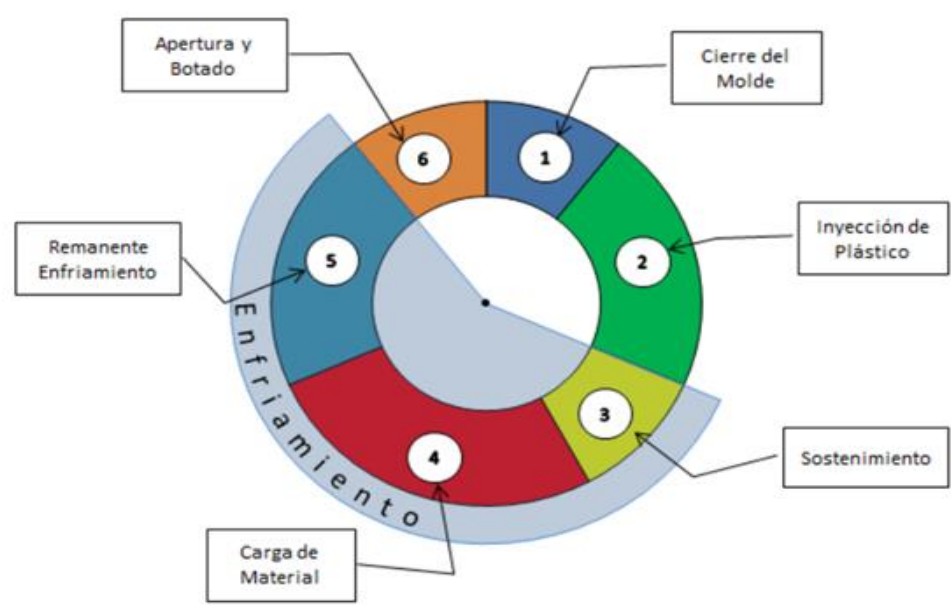
$$F_c = A_p \times P_i$$

Donde:

- F_c : Fuerza de cierre (N)
- A_p : Área proyectada (Pa)
- P_i : Presión de inyección(m²)

1.7. **CICLO DE INYECCIÓN**

Dentro del proceso de producción el tiempo que transcurre durante la fabricación es fundamental al momento de relacionar los costos con los ingresos, es por esto por lo que conocer de forma adecuada el ciclo de inyección es imprescindible para una correcta producción, manejando los tiempos a disposición, este consta de prácticamente 6 etapas. (Figura 1-12)

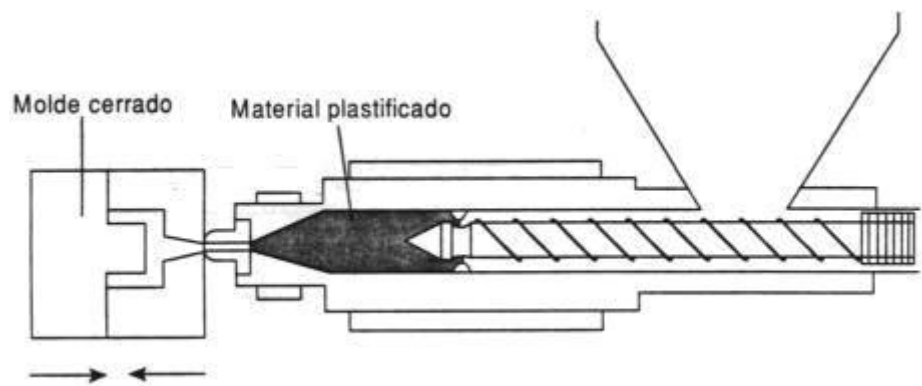


Fuente: <https://www.pt-mexico.com/art%C3%ADculos/cmo-optimizar-el-ciclo-de-inyeccin-de-plstico-aplicando-los-principios-de-enfriamiento-cientfico>

Figura 1-12. Ciclo de inyección

1.7.1. **Cierre del molde**

La unidad de cierre de la maquina inyectora se encarga de juntar el molde y fijarlo a una presión determinada, ver imagen a continuación.

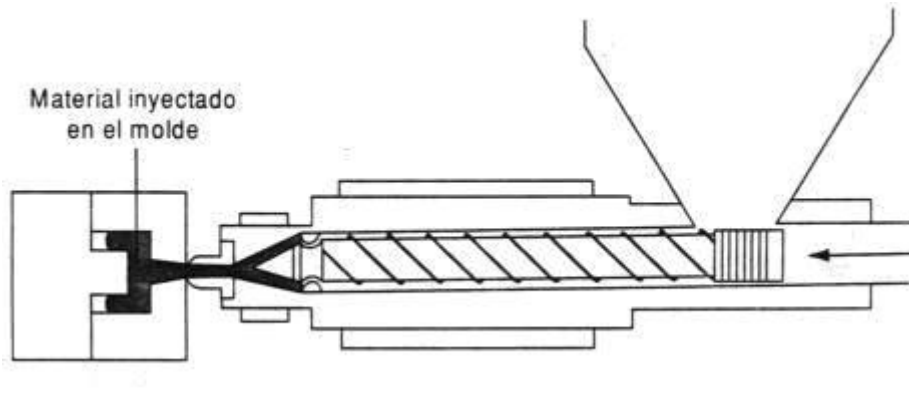


Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.cl/2011/06/inyeccion-de-materiales-plasticos-i.html>

Figura 1-13 Cierre del molde e inicio de la inyección

1.7.2. Inyección de plástico

El plástico es introducido al tornillo sin fin el cual trasporta y funde el material para ser inyectado en el molde a una presión constante, ver imagen a continuación.

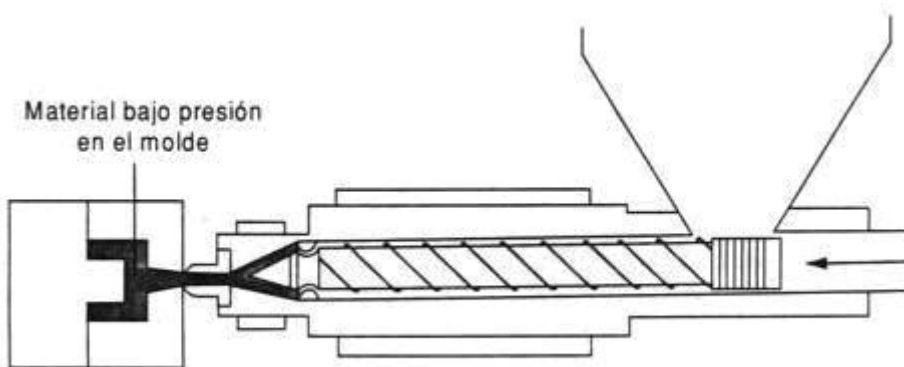


Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.cl/2011/06/inyeccion-de-materiales-plasticos-i.html>

Figura 1-14. Inyección del material

1.7.3. Sostenimiento

Al terminar de inyectar el material el tornillo se mantiene presionando generando un sostenimiento de la presión antes de que se solidifique por completo el caudal de inyección, con el fin de contrarrestar la contracción de la pieza durante el enfriamiento, esta presión es menor a la de a la de inyección, (Figura 1-15).



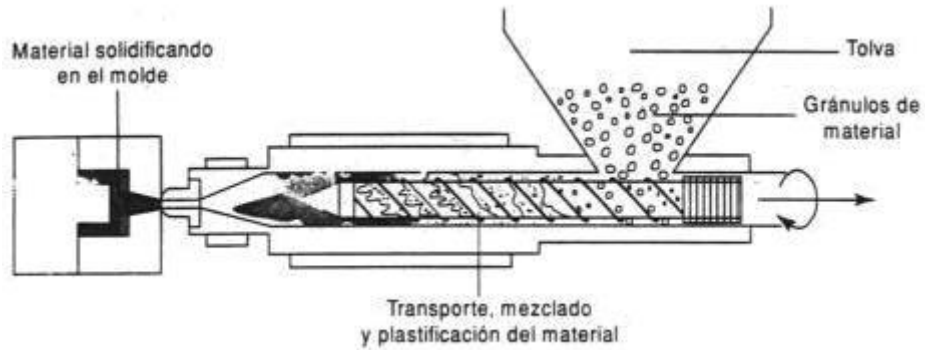
Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.cl/2011/06/inyeccion-de-materiales-plasticos-i.html>

Figura 1-15. Aplicación de presión de sostenimiento

1.7.4. Carga de material

El tornillo gira haciendo que circules los gránulos del material desde la tolva y plastificándolos el material se desplaza hacia la parte delantera del tornillo donde

genera una presión contra la boquilla obligando al tornillo a retroceder hasta acumular el material requerido, (Figura 1-16).

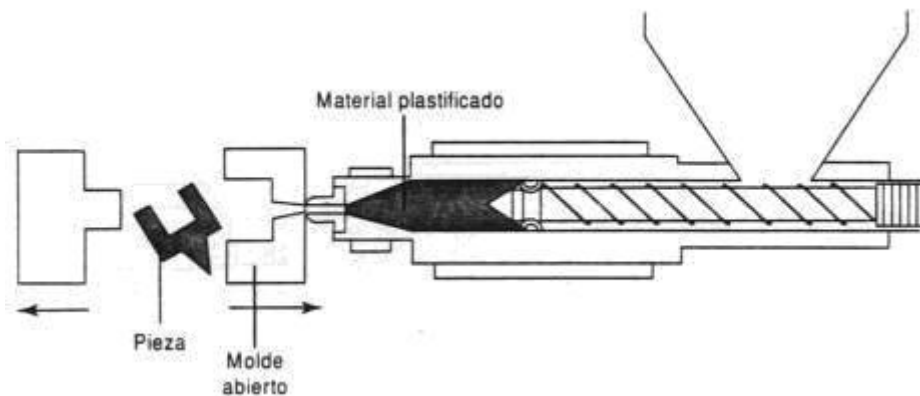


Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.cl/2011/06/inyeccion-de-materiales-plasticos-i.html>

Figura 1-16. Plastificación del material

1.7.5. Remanente enfriamiento

El material se continúa enfriando en donde el calor es disipado por el fluido refrigerante que circula por los canales del molde, (Figura 1-17).



Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.cl/2011/06/inyeccion-de-materiales-plasticos-i.html>

Figura 1-17. Enfriamiento y extracción de pieza

1.7.6. Apertura y botado

Finalmente, el molde se abre y deja caer la pieza ya sólida y reiniciando el ciclo.

1.8. MÁQUINA POR UTILIZAR

Para el proceso de inyección del tapón se utilizará la maquina inyectora marca Intertech, modelo INT-60, que pertenece a Universidad Técnica Federico Santa María Sede José Miguel Carrera, ver figura 1-18 y tabla 1-2.



Fuente: Taller de Matricería, JMC– USM

Figura 1-18. Máquina inyectora marca Intertech, modelo INT-60

Tabla 1-2. Ficha técnica de la máquina inyectora marca Intertech, modelo INT-60

MÓDULO	DESCRIPCIÓN	VALOR
Unidad de inyección	Peso máximo de inyección (g)	60
	Volumen teórico de inyección (cm³)	59
	Presión máxima de inyección (kg/cm²)	2.720
	Velocidad de inyección (cm³/s)	55
	Capacidad de plastificación teórica (g/s)	5,2
	Tiempo de inyección (s)	1,07
Unidad de cierre	Carrera máxima de apertura (mm)	240
	Fuerza de cierre del molde (ton)	60
	Altura del molde (mín. – máx.) (mm)	100 x 320
	Espacio libre entre columnas (H x V) (mm)	310 x 310
	Tamaño del plato (H x V) (mm)	480 x 480
(H x V) = Horizontal x Vertical		

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

CAPÍTULO 2: EL DISEÑO

2. EL DISEÑO

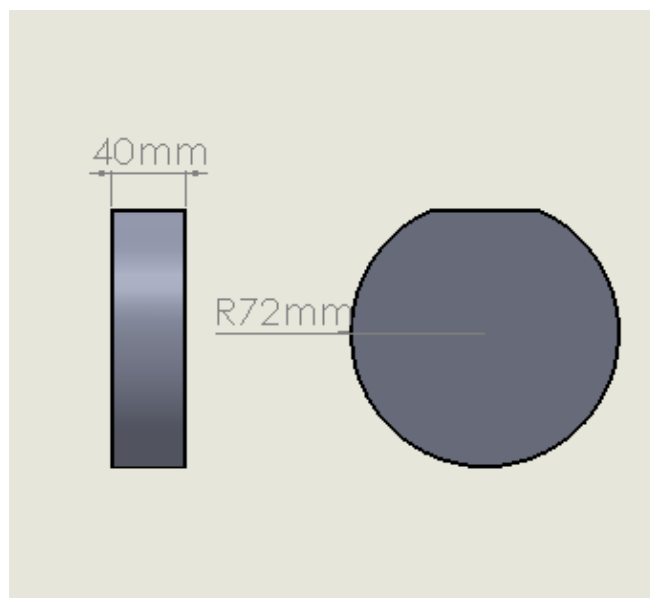
En este segundo capítulo, teniendo en cuenta el producto a fabricar, el material a utilizar y la maquina inyectora que ocuparemos, lo siguiente es el diseño del postizo para la porta molde que se ocupara en la producción de los tapones de seguridad.

El diseño está sujeto a las características de una porta moldes que facilita la Universidad, a fin de lograr un proceso de asimilación con el campo laboral, en donde generalmente los moldes están estandarizados, en los cuales se pueden realizar ajustes y emplearlos de formas más versátiles al momento de tener la capacidad de intercambiar sus postizos, siendo así una economía al poder ocupar el mismo porta moldes para la fabricación de distintos productos.

Por esto que la mejor alternativa ya sea para abaratar costos o reducir tiempos, es la utilización de una porta moldes, en este caso se tiene acceso a uno fabricado anteriormente por un alumno en calidad de memorista.

2.1. DISEÑO DE LOS POSTIZOS

El diseño estará ligado a las medidas dadas por la porta molde, el cual consta del espacio para situar un postizo de 144 mm de diámetro y 33 mm de espesor en donde se situarán las cavidades de los tapones, (Figura 2-1).



Fuente: Elaboración propia mediante SolidWorks

Figura 2-1. Dimensiones de postizo

2.2. NÚMERO DE CAVIDADES

Para tener clara la cantidad de producción que se obtendrá en un ciclo de inyección, es necesario saber la cantidad de cavidades con las que contara nuestro postizo, para esto se necesita una formula y algunos parámetros ya establecidos en el capítulo anterior como los son el peso del producto y el peso máximo de inyección de la máquina.

$$N^{\circ} = \frac{\text{Peso máx. de Inyección g}}{\text{Peso de la pieza g}}$$

Donde:

N° = Numero de cavidades

Peso Max. Inyección = 60g (según tabla 1-2 ficha técnica de maquina)

Peso de la pieza = 3.8g (según tabla 1-3 propiedades del producto ítem 1.3.2)

Reemplazando la fórmula

$$N^{\circ} = \frac{\text{Peso máx. de Inyección g}}{\text{Peso de la pieza g}} = \frac{60 \text{ g}}{3.8 \text{ g}} \approx 15 \text{ cavidades}$$

Con el cálculo ya obtenido se puede tener un número máximo de cavidades para inyectar, en este caso por motivos de espacio y tiempo solo se considerará un máximo de 8 cavidades en los postizos.

Mediante el programa de diseño SolidWorks 2015 se procede a efectuar digitalmente las cavidades en los postizos, dando a conocer un factor llamado contracción.

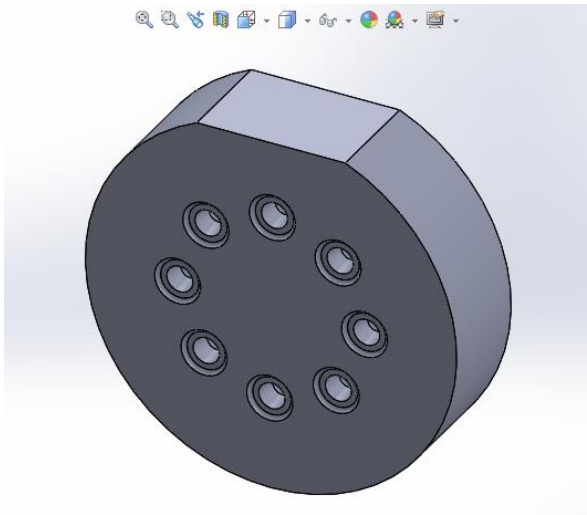
2.2.1. La contracción

Es un fenómeno que ocurre al enfriarse el material inyectado en una cavidad generando una diferencia de medidas entre la cavidad y el producto inyectado posteriormente enfriado.

Durante el proceso de moldeo las contracciones serán diversas según el material, temperatura de inyección, forma del producto, sistema de enfriamiento y también influyen las dimensiones de los canales de alimentación.

SolidWorks consta con una herramienta dedicada a la contracción de la cavidad en sí, facilitando el proceso de diseño y entregando de forma inmediata el resultado del porcentaje de contracción, (Figura 2-2).

Para la realización de los postizos se consideró una contracción del 2%



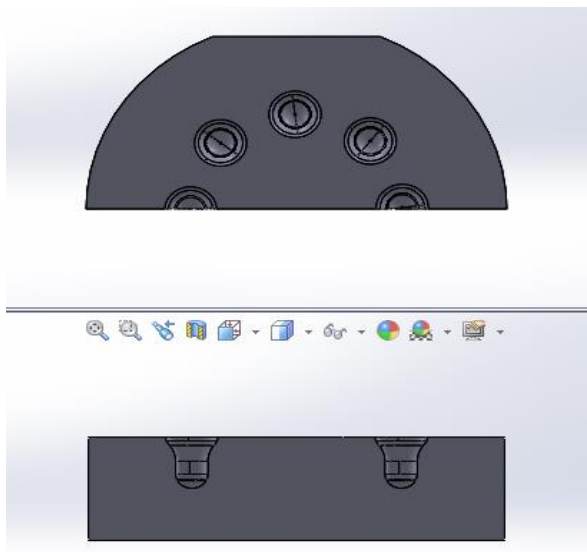
Fuente: Elaboración propia mediante SolidWorks 2015

Figura 2-2. Postizo diseñado con 8 cavidades

2.3. DISEÑO DE POSTIZO CAVIDAD INFERIOR

La disposición de las cavidades será en forma vertical generante el punto de partición de tal forma que al obtener el producto inyectado no se vea el empalme de los moldes, dejando una buena presentación y careciendo de rebarba que podría molestar al usar el producto.

El postizo inferior contara con la cavidad de la parte interior del tapón, con una profundidad de 18 mm como se muestra en la figura 2-3.

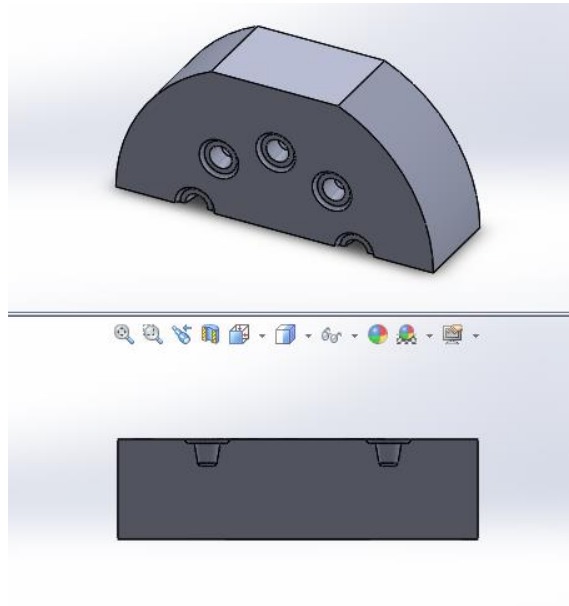


Fuente: Elaboración propia mediante SolidWorks 2015

Figura 2-3. Postizo inferior en corte

2.4. DISEÑO DE PLACA CAVIDAD SUPERIOR

En este postizo se alojará la cavidad con la forma restante del tapón, alojando una profundidad aproximada de 12 mm en la que se encuentra la parte expuesta o exterior del tapón (Figura 2-4).



Fuente: Elaboración propia mediante SolidWorks 2015

Figura 2-4. Postizo superior en corte

2.5. SISTEMA DE ALIMENTACION

El sistema de alimentación es la forma en la que se transportara el material fundido hasta la cavidad para lograr el producto final.

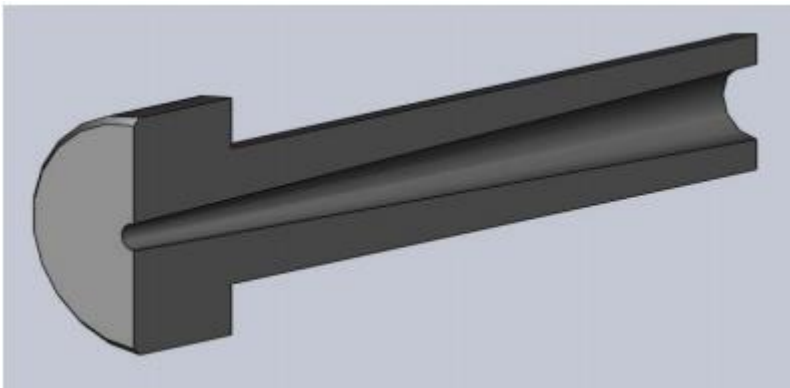
Este sistema consta de 3 partes fundamentales:

- Bebedero
- El canal de llenado
- Sistema de estrangulación

2.5.1. Bebedero

Se encuentra en la parte fija del molde conectando la boquilla de la maquina con el molde. Se encarga de enfocar y guiar el material fundido desde la maquina hacia el molde, ver figura 2-5.

Para este caso se contempla un bebedero ya existente con medidas de un diámetro de salida de 6 mm que necesitaremos para calcular el canal de llenado.



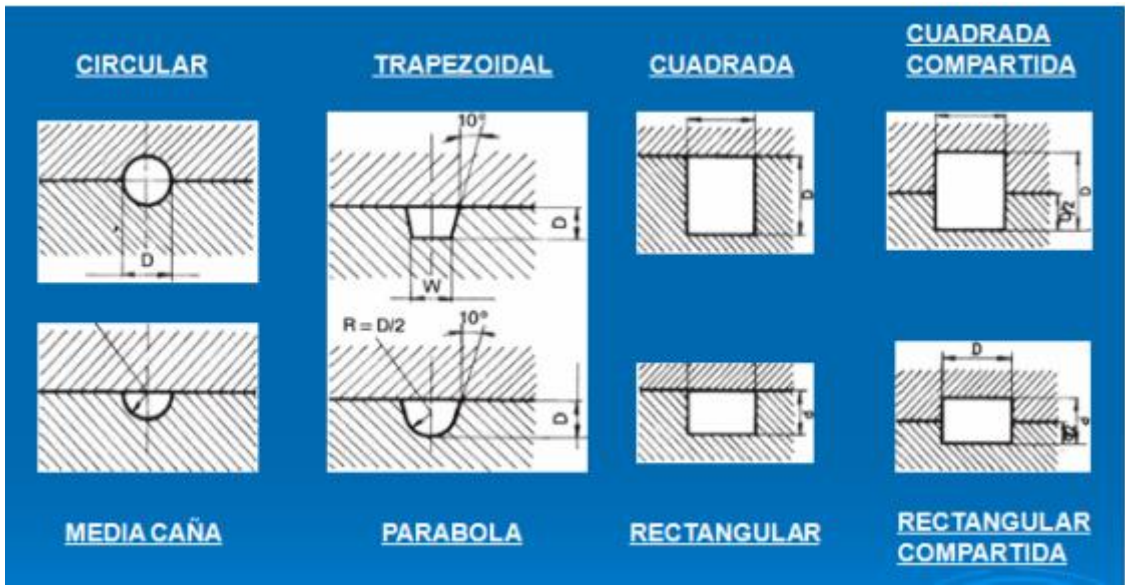
Fuente: Elaboración propia En SolidWorks 2015

Figura 2-5. Bebedero

2.5.2. Canal de llenado

El canal de llenado es la vía que se encuentra en el postizo o placa cavidad del molde para el desplazamiento del material desde el bebedero hasta la cavidad.

Se pueden encontrar distintos “diseños” y formas en las que el canal de llenado puede ser realizado, dejando una gama de posibilidades con diferentes características y funciones, ver imagen 2-6.



Fuente: Elaboración propia a base de apuntes Diseño de moldes 2

Figura 2-6. Canales de llenado

El canal seleccionado será el de media caña por su simple confección, y por la necesidad de obtener una extracción más sencilla, para calcular el diámetro correcto nos apoyaremos en la siguiente formula;

$$d^2 = \frac{2D^2}{n}$$

Donde:

N = Número de canales
 D = Diámetro de salida del bebedero
 d = diámetro de canal

Al reemplazar en la fórmula

$$d^2 = \frac{2D^2}{n} = \frac{2 * (6)^2}{8} = \frac{72}{8} \approx 9$$

Calculando la raíz cuadrada nos da un diámetro de 3 mm en el canal de llenado, con una penetración no mayor a los 1.5 mm.

2.5.3. Sistema de estrangulación

El sistema de estrangulación o también llamado sistema de entrada es la última restricción que encuentra el material fundido antes de entrar en la cavidad.

Este punto de estrangulación se encarga de dar un empuje mayor al material al generar una restricción, provocando un llenado turbulento en la cavidad, mejorando la velocidad del llenado total.

Algunos de los puntos de entrada o estrangulación que podemos encontrar son:

- Entrada superpuesta
- Entrada de disco
- Entrada en anillo
- Entrada múltiple
- Entrada abanico
- Entrada directa

Para este caso se ha seleccionado la entrada directa, ya que es simple y rápida de realizar, se contemplará esta entrada para las 8 cavidades y se plasmarán en la cavidad móvil para un mejor desprendimiento de la pieza.

Cabe destacar que con este canal de llenado y este sistema de entrada el producto saldrá con la mazarota y las ramas en conjunto, para luego el producto pueda ser desprendido manualmente de las sobras de material

2.6. **CÁLCULOS DEL DISEÑO**

Para un correcto funcionamiento operacional del molde, es necesario contemplar las fuerzas y cargas a las que se someterá al inyectar el plástico, es por esto por lo que es imprescindible aplicar algunas fórmulas a los componentes que se someterán a esfuerzos.

2.6.1. Fuerza de cierre y expansiva del molde (Fe)

La fuerza de cierre siempre está regida por la maquina inyectora y tiene que ser mayor a la fuerza expansiva del molde.

El área de la pieza a inyectar estará relacionada con la fuerza de cierre, ya que la suma de las áreas proyectadas en el postizo dará la limitante si la maquina inyectora que se utiliza es la adecuada para diseño que queremos.

En conclusión, la fuerza de cierre debe ser mayor a la fuerza expansiva y para determinar el valor de la Fe necesitamos la siguiente formula:

$$Fe = \text{Área proyectada} \times \text{Presión inyectada}$$

Sin embargo, antes de ocupar esta fórmula necesitamos obtener el dato del área proyectada de cada cavidad que para nuestro caso son 8 este dato se podrá verificar con los siguientes cálculos.

$$\text{Área Proyectada} = Ap$$

$$\text{Área1 } Ap1 = 1.281,56 \text{ [mm] } ^{(2)} \times 8$$

$$\text{Área2 } Ap2 = 5.760 \text{ [mm] } ^2$$

Ocupamos la Fórmula:

$$Fe = Ap * P. \text{ de inyección}$$

En Donde:

Fe = Fuerza expansiva (kgf)

Ap = Área proyectada total de la pieza más el canal de llenado
(12,8156cm² x 8 + 57.6cm²) 160.124cm²

P. Inyección = Presión de inyección del PVC goma (0.233 ton/cm²)

Fe = (160.124 cm² x 0,233 ton/cm²)

Fe = 37,308 ton

Se cumple la restricción de la maquina inyectora, la cual consta con una fuerza de cierre de 60 toneladas

Nótese que el Pu ha sido reemplazado por PVC goma ya que la universidad dispone de este material a la hora de inyectar, variando solo en aspectos de tiempos y Presiones ínfimas y manejables por la maquina inyectora.

2.6.2. Presión final de inyección

Se adjunta la fórmula para determinar la presión de inyección.

$$Pf = Pe * (2A)$$

Donde:

Pf = Presión final a utilizar (ton)

Pe = Presión de inyección pvc 0,233 ton/cm²

A = Área total de la pieza y canal de llenado A1, A2

Reemplazando la Fórmula anterior:

$$Pf = 0.233 \text{ ton/cm}^2 \times [2 \times (160.124 \text{ cm}^2)]$$

$$Pf = 74,671 \text{ ton}$$

Con los resultados obtenidos se cumple la limitante de la diferencial Pf y Fc consiguiendo ser mayo la presión final que la fuerza de cierre.

Se estima conveniente medir los tiempos de inyección y enfriamiento de la pieza, siendo controlados desde la misma máquina, donde se calcularán los tiempos en esta ocasión de manera practica

CAPÍTULO 3: CONSTRUCCIÓN DE LOS POSTIZOS

3. **CONSTRUCCIÓN DE LOS POSTIZOS**

Teniendo el diseño listo solo queda comenzar la fabricación de los postizos, materializando el diseño y realizando operaciones con máquinas y herramientas.

Este capítulo da a conocer las etapas posteriores al diseño, mostrando la logística y los procesos de fabricación que se emplean al momento de llevar a cabo la materialización de una idea, ver imagen a continuación.



Fuente: Elaboración propia, taller de Matricería utfsm

Figura 3-1. Postizos frezados

3.1. **MATERIALES**

Como primera preocupación a la hora de la fabricación es el material del que se dispone, en este caso se contemplara para la fabricación del postizo duraluminio ya que es un material ligero y rápido de mecanizar, ver imagen a continuación.



Fuente: <http://www.metalesmilgrom.com.ar/aluminio-barra.html>

Figura 3-2. Duraluminio

Las herramientas que ocupamos para la fabricación fueron las siguientes:

- Herramienta de corte de acero rápido 5/16"
- Fresa plana \varnothing 5 y 8 y 16 mm
- Fresa esférica \varnothing = 5 mm; 2 mm
- Broca centro
- Broca \varnothing = 13, 12, 10, 8, 7.5, 6, 3 mm
- Lima rectangular y matriceras

Las máquinas que se emplearon para la obtención de los componentes fueron:

- Torno convencional
- Fresadora convencional
- Esmeril de banco
- Centro de perforado CNC.
- Pie de metro
- Reloj comparador

3.2. **MAQUINARIAS UTILIZADAS**

En la fabricación de un molde o en este caso de postizos, los procesos a utilizar en su mayoría se obtienen por el mecanizado, distinguiéndose principalmente los trabajos de fresado, torneado, rectificado, y la utilización de maquinarias dirigidas por control numérico, mejor conocida como CNC.

La precisión al momento de la utilización de las herramientas y maquinarias es fundamental para el correcto funcionamiento de los postizos, la calidad superficial y el exacto empalme que deben tener las cavidades inferiores con la cavidad superior se verá reflejada en la línea de partición del molde, facilitando así que en el tapón no genere molestias en el usuario al no tener rebarba producida por un mal empalme, tal como se muestra en la figura a continuación



Fuente: Elaboración propia, taller de Matricería utfsm

Figura 3-3. Postizos montados

3.2.1. Lugar de trabajo

El lugar en el que se efectuará la fabricación completa de los postizos será en el taller de mecánica industrial del que consta la Universidad Técnica Federico Santa María sede José Miguel Carrera.

En ese lugar se pueden encontrar todas las herramientas y maquinas relacionada y necesarias para la fabricación de los postizos, contado además con la supervisión y asesoramiento de profesores entendidos en la materia (Figura 3-4).



Fuente: <http://www.noticias.usm.cl/2017/11/30/culmina-proceso-de-acreditacion-de-la-carrera-de-t-u-en-mecanica-industrial-de-la-usm/>

Figura 3-4 Taller Mecánica Industrial

3.2.2. Tiempo de trabajo

Las horas trabajadas en la fabricación total de los postizos fue app entre 65 y 83 horas, las cuales se repartieron entre los distintos procesos de fabricación que posterior mente se expondrán, ver tabla a continuación.

Tabla 3-1. Process, horas

PROCESOS	HORAS ESTIMADAS
Mecanizados convencionales	20 – 25
Mecánica de banco	5 – 8
Mecanizado CNC	35 – 40
Ajustes y montajes	5 – 10

Fuente: Elaboración propia, datos aproximados según lo trabajado en clase

3.3.3. Torneado

Se conoce como torneado las operaciones o tareas de mecanización que se pueden realizar en un torno (Figura 3-5). Se logran mecanizar piezas de revolución y superficies planas.

El movimiento principal que crea el torno es la rotación de la pieza en un eje a altas o bajas revoluciones que son programadas, mientras que los avances rectilíneos de avance o penetración los lleva a cabo las herramientas intercambiables que se sujetan a la torreta o porta herramientas.

Para este caso será primordial ya que la porta moldes posee las cavidades de forma circular para los postizos necesitando el torno para el cilindrado y refrentado de los postizos.



Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Torno>

Figura 3-5. Torno convencional

3.3.4. Fresado

Existen muchos tipos de fresadoras, pero en este caso solo se necesita una fresadora vertical, (Figura 3-6).

La fresadora es una máquina muy versátil ya que puede trabajar en tres direcciones y con mucha precisión, a diferencia del torno en una fresa la pieza no gira en un eje, la herramienta de la fresadora es la que se encarga de girar a grandes revoluciones para perforar, contornear, vaciar, etc.

Tendrá lugar para crear una superficie plana en el perímetro de los postizos para tener una referencia al momento de montar en la maquina CNC y también se ocupará para las perforaciones pequeñas al momento de necesitar guías para empalmar y cilindrar posteriormente los postizos.



Fuente: Elaboración propia, taller de Matricería utfsm

Figura 3-6. Fresadora convencional

3.3.5. Maquina cnc

El mecanizado de las cavidades en las placas de postizos se debe efectuar por una máquina de control numérico, ya que la dificultad de las perforaciones en el molde, no se podrían efectuar en una maquina convencional. Las maquinas cnc son una herramienta fundamental al momento de la fabricación de alguna figura compleja o con movimientos humanamente imposibles.

Se cuenta con una CNC TDC 510 LEADWELL, ver imagen a continuación.



Fuente: <http://unimachines.com.ar/centro-de-mecanizado-vertical-cnc-leadwell-tdc-510-1999-16299.html>

Figura 3-7. Cnc TDC 510

3.3. **MECANIZADOS**

En primera instancia lo necesario es tener el par de postizos en total paralelismo y para esto se requiere de un torno al tener el material en bruto con forma circular la cual nos da pie para ocupar un torno y no una freza en este primer paso de fabricación.

3.3.1. Mecanizado en torno

Para una mejor asimilación del proceso es necesario la fabricación de una tabla la cual muestra los procesos y herramientas que requieren, ver tabla a continuación.

Tabla 3-2. Procesos de mecanizado en torno

Placa cavidad Inferior	Placa cavidad superior
Cilindrado	Cilindrado
Desbaste	Desbaste
Broca centro	Broca centro
Perforado brocas Ø 3, 6, y 7,5 mm	Perforado brocas Ø 8, 10 y 11.5 mm
Avellanado o Chaflán	Avellanado o Chaflán

Fuente: Elaboración propia en software Microsoft Word

En este proceso, se necesita dejar ambos postizos a igual medida y completamente paralelos, para esto se requiere cilindrar ambos postizos “amarrados” a presión en el plato del torno en un extremo sujetos por la contra punta desde el otro lado.

Cabe destacar un pequeño paso anterior el cual consta de amarra con pasadores ambos postizos de tal forma de poder montar las piezas juntas y poder cilindrar ambas a la vez.

No olvidar que a cada paso es necesario comprobar las medidas dadas por el plano.



Fuente: Fotografía Taller de Mecánica, SVM-USM

Figura 3-8. Proceso de torneado

3.3.2. Mecanizado en fresadora

El proceso de fresado está vinculado para las perforaciones y el amarre de placas, que es necesario para que los postizos no pierdan su centro a la hora de mecanizar y cilindrar, además de un aplanado en un lado del cilindro que facilitara el montaje en la máquina CNC, ver figuras y tabla a continuación.



Fuente: Elaboración propia, taller de Matricería utfsm

Figura 3-9. Fresadora convencional

Tabla 3-3. Procesos de mecanizado en fresadora

PLACAS CAVIDADES
Fresado a un costado (fresa Ø 16 mm)
Perforado brocas, Ø 6, 7,8 y 12 mm
Fresado canal de alimentación (fresa esférica 5 mm)
Avellanado

Fuente: Elaboración propia en software Microsoft Word



Fuente: Elaboración propia, taller de Matricería utfsm

Figura 3-10. Fresadora convencional 2

3.3.3. Mecanizado en banco

Las tareas de mecánica de banco fueron necesarias, algunas de ellas fueron:

- Eliminación de rebaba;
- Afilar herramienta en esmeril
- Canal de estrangulación
- Ajustes.

3.4. MECANIZADO CON CNC

Una vez terminado el proceso de torno y frezado con los métodos tradicionales el siguiente paso será realizar los mecanizados más complejos en una maquina CNC la cual se encargará de realizar las cavidades de los moldes y también el canal de llenado.

Para poder realizar el mecanizado en una maquina CNC es necesario tener

un software o programa que nos facilite una visualización del proceso que se está llevando a cabo, siguiendo paso a paso la programación del mecanizado

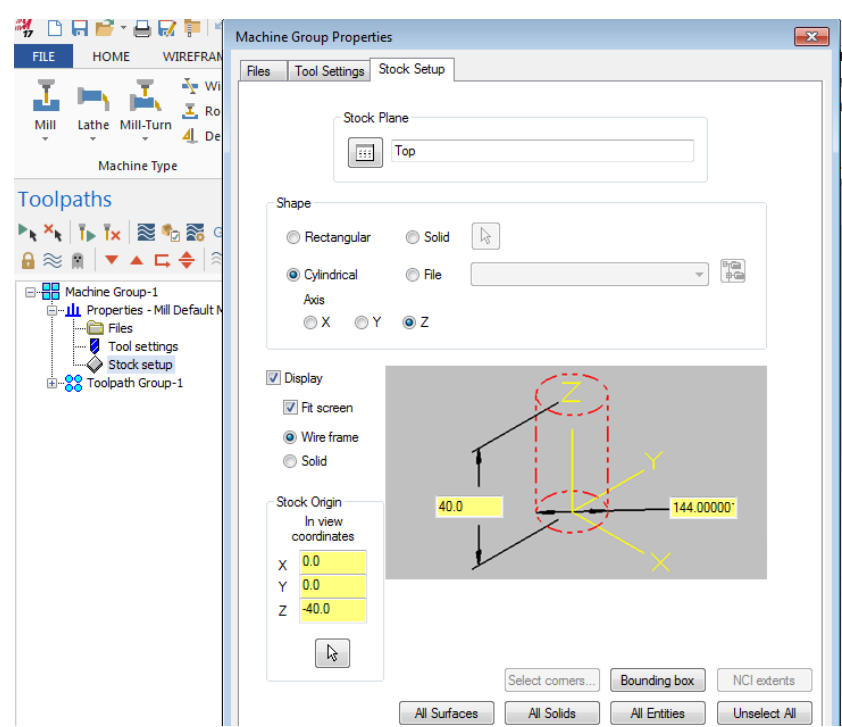
En este caso se utilizará el programa Mastercam que nos permite no tan solo diseñará, sino que también nos da la facilidad de programar y calcular las velocidades de corte y avance óptimos para reducir tiempos de mecanizado.

3.4.1. Mecanizado cavidades postizas

Ambas cavidades serán mecanizadas en la maquina cnc que cuenta la universidad siendo el modelo TDC 510 LEADWELL el encargado de las operaciones siguientes.

El sentido de tener un programa como este es para poder desarrollar y simular el proceso y tiempo del mecanizado virtualmente, para esto se necesitó ingresar los datos de la pieza como los son el Diámetro 144mm y el espesor 40mm, con esto podemos darle la información al programa de cuanto material que manejamos.

En la figura 3-11 se puede apreciar cómo se controla la cantidad y geometría de material en la opción Stock setup.



Fuente: Elaboración propia para el proyecto

Figura 3-11. Selección de material Mastercam

Mastercam permite realizar un cálculo automático y modificables de algunos parámetros que se deben tener en cuenta, como los son la velocidad de avance y la velocidad de corte los cuales se muestran en la figura 3-12 como feed rate y Spindle speed respectivamente y en tabla 3-4.

Para asegurar un correcto funcionamiento y una aplicación de conocimientos se ha optado por calcular la velocidad de corte.

$$n = \frac{(V_c \times 1000)}{(\pi \times D)}$$

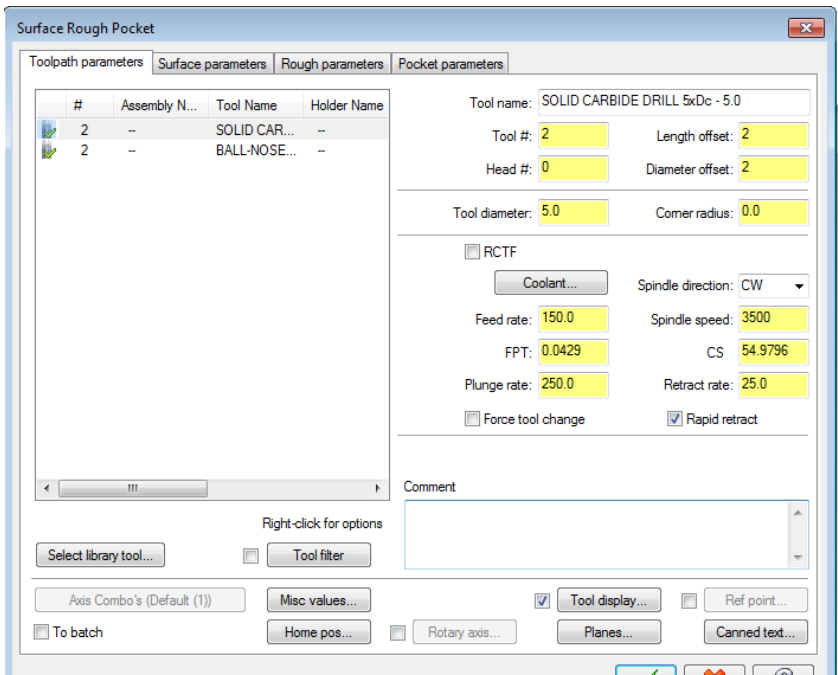
- n = Velocidad de corte
- Vc = 75 (Coeficiente de corte del material Duraluminio)
- π = 3,1416
- D = Diámetro herramienta (5 mm)

Reemplazando en la Fórmula, se tiene que:

$$n = \frac{(75 \times 1000)}{(3,14 \times 5)}$$

n = 4.777 rpm

La velocidad de corte es de 4777 para nuestro caso tomaremos una velocidad solo de 3500 por aspectos de seguridad.



Fuente: Elaboración propia para el proyecto

Figura 3-12. Selección de herramienta Mastercam

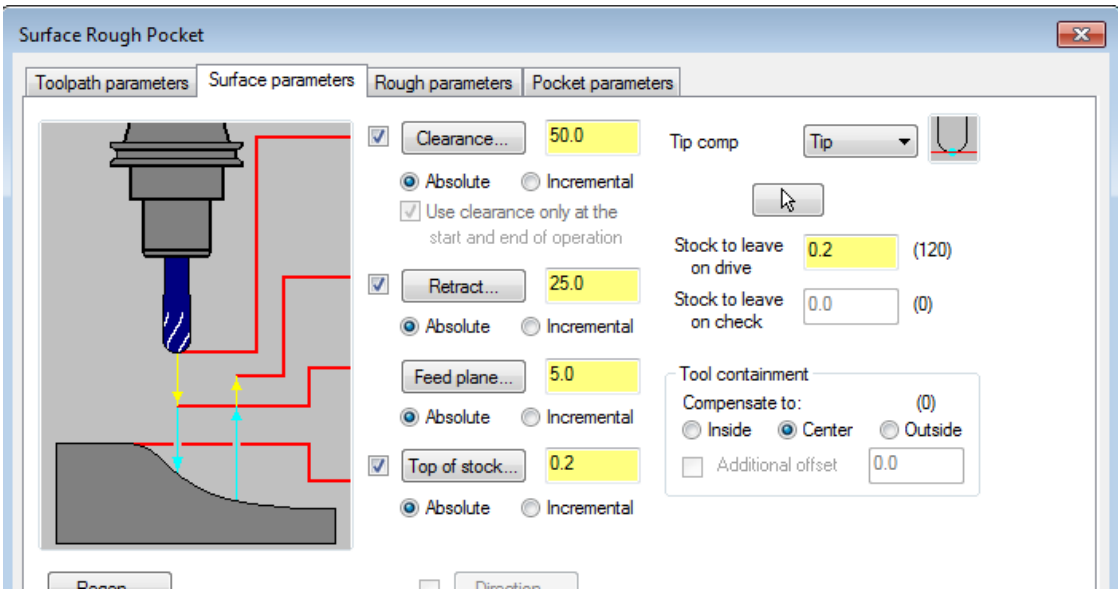
Algunos datos modificables en la programación

Tabla 3-4. Tabla de datos con fresa de Ø 5 mm plana

DATOS INGRESADOS	CANTIDAD
Diámetro herramienta (mm)	5
Feed rate (mm/min)	150
Spindle speed (rpm)	3.500
Máximus step down	0,3
Stock to leave on drive	0,2

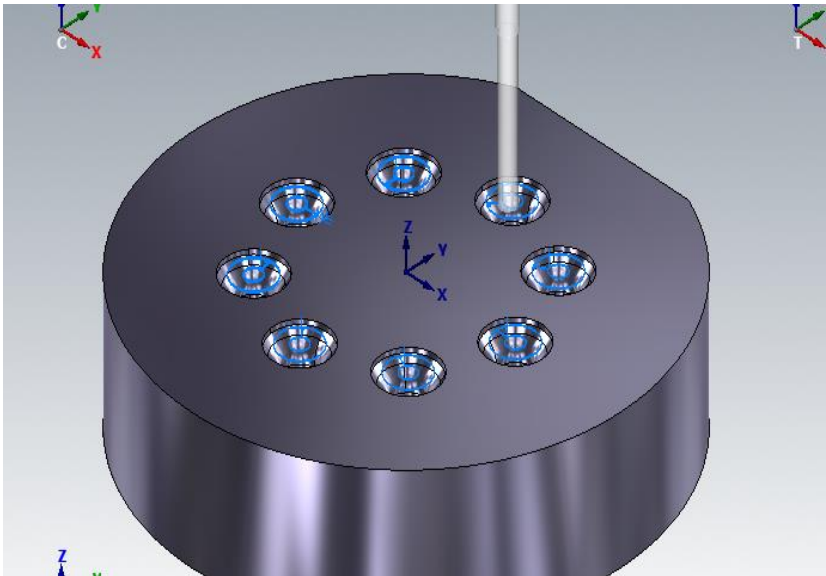
Fuente: Elaboración propia para el proyecto

Maximun step down se refiere a la cantidad de milímetros que la herramienta bajara en cada pasada, stock to leave on drive es una opción para poder dejar un tanto de material para el posterior afinado, ver figura a continuación.



Fuente: Simulación de mecanizado CNC de postizo superior, realizada con software MasterCam

Figura 3-13. Simulación en mecanizado CNC, postizo superior



Fuente: Simulación de mecanizado CNC de postizo superior, realizada con software MasterCam

Figura 3-14. Simulación en mecanizado CNC, postizo inferior

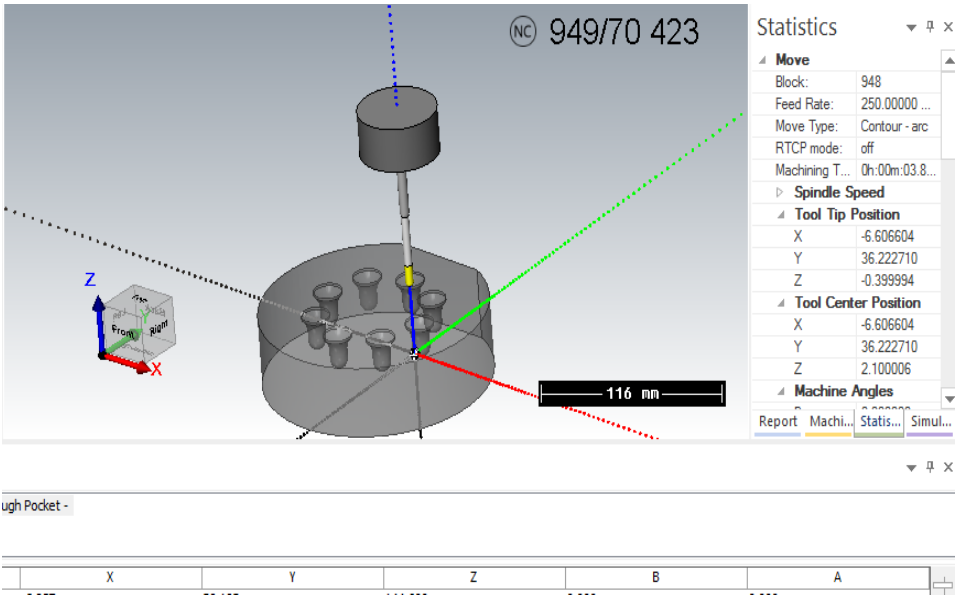
Terminando las cavidades con la fresa plana se opta por hacer el acabado con una fresa del mismo diámetro (Tabla 3-5), pero, de punta esférica la cual dará un afinado más pulcro adoptando una calidad superficial buena y requerida para las paredes de las cavidades generando una capa exterior suave en lo que será el tapón posteriormente.

Tabla 3-5. Tabla de datos con fresa esférica Ø de 5 mm esférica

DATOS INGRESADOS	CANTIDAD
Diámetro herramienta (mm)	5
Feed rate (mm/min)	150
Spindle speed (rpm)	3.500
Máximus step down (mm)	0,0
Stock to leave on drive	0,0

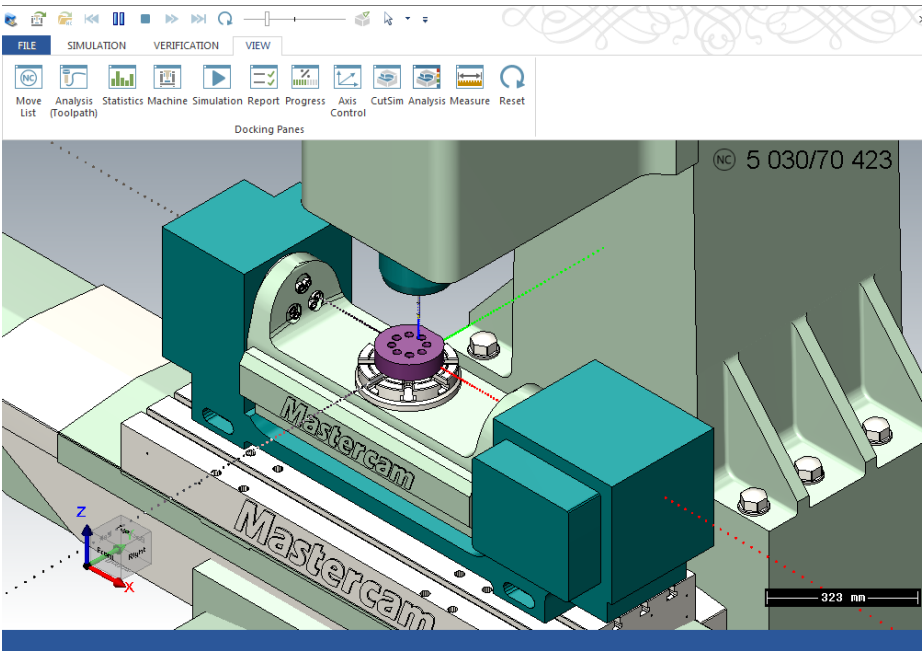
Fuente: Elaboración propia, datos según lo trabajado en taller

Se puede apreciar el cambio en la tabla para producir el acabado requerido dejando en 0 lo que sería el stock de material que antes se dejaba, lo mismo sucederá con el maximus step el cual quedara en 0 para no hacer un escalonado nuevamente, para esto ver imagen 3-15 y 3-16.



Fuente: Simulación de mecanizado CNC de postizo inferior, con software Mastercam

Figura 3-15. Simulación en mecanizado CNC, postizo inferior 2

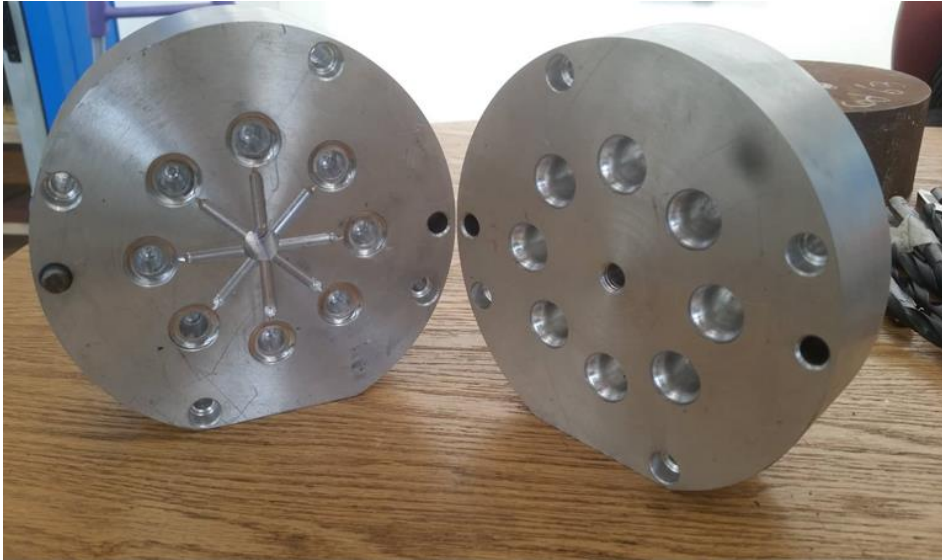


Fuente: Simulación de mecanizado CNC de postizo con software Mastercam

Figura 3-16. Simulación en mecanizado CNC, postizo

3.5. **OBTENCIÓN DEL PRODUCTO**

Una vez mecanizados los postizos se lleva a cabo el ensamblaje y montaje de los postizos en lo que sería la porta molde y a su vez en la maquina inyectora Intertech INT, Finalmente en la imagen 3 -17 se puede apreciar el trabajo completo del mecanizado dejando los postizos listos para una fabricación de tapones



Fuente: Elaboración propia para el proyecto

Figura 3-17. Postizos mecanizados y terminados

Al obtener la pieza se puede aplicar un control de calidad visual al producto.



Fuente: Elaboración propia para el proyecto

Figura 3-18. Piezas inyectadas

3.6. **COSTOS**

En este ítem se abarcarán los costos asociados a la fabricación, en donde se contemplarán precios netos sin agregar el impuesto o valor agregado y se evaluará desde el diseño hasta la obtención del producto, se considerarán los siguientes factores:

- Costos del diseño (CD)
- Costos de materiales (CM)

- Costos de mecanizado (CMC)
- Costos de producción (CP)

3.7. **COSTOS DE DISEÑO**

Normalmente los costos asociados a los diseños varían en distintos factores como lo son si se trata de una copia o de una creación desde cero del diseño pensado y creado u ordenado y establecido, (Tabla 3-6).

Otro punto por tomar en cuenta a la hora de establecer costos sin lugar a duda es el tiempo que toma llegar a la finalización del diseño, lo cual puede variar según la experiencia, programas, diseños complejos o simples etc.

Cabe destacar que los Valores tendrán una conversión a UF situada en fecha 11/10/2018 valorada en 27.463,28 pesos chilenos

Tabla 3-6. Costos de diseño

Diseño	Cantidad (hr)	Valores (\$/hr)	Total (\$)	(UF)
Diseño del producto	3	12.000	37.000	1.34
Diseño de postizos	8	12.000	96.000	3.5
Ploteo planos - A2	5	250	1.250	0.04
Ploteo planos - A4	4	250	1.000	0.03
Costo Total Diseño (CD)			135.250	4.92

Fuente: Elaboración propia para el proyecto, en base de cotizaciones comerciales e Internet

3.8. **COSTO DE MATERIALES**

Los costos de estos materiales serán tomados en cuenta desde su estado más bruto o sin procesar, para aproximar el costo a uno más real, mediante el software SolidWorks, ver tabla a continuación.

Tabla 3-7. Valor de los materiales del molde de inyección

Pieza	Material	Peso (kg)	Valor (\$/kg)	Cant	Valor (\$)	Valor (UF)
Postizos	Duroaluminio	2.5	7.500	2	37.500	1.36
PVC		25	48.000	1	48.000	1.74

Fuente: Elaboración propia para el proyecto, en base de cotizaciones comerciales e Internet

Se necesitan aproximadamente \$85.500 mil pesos para cubrir los materiales, sin mencionar el costo de una porta molde que en este caso lo hemos obviado por motivos prácticos.

3.9. COSTO DE MECANIZADO

Esta sección, está dedicada a los costos de la fabricación de los postizos, en los cuales se contemplan todas las máquinas y herramientas utilizadas en el proceso de la obtención de estos, ver tabla a continuación.

Tabla 3-8. Mecanizado

OPERACIÓN	CAND.	MECANIZADO	VALOR	TOTAL	VALOR
		UNITARIO	HORA		
		(hr/unidad)	(\$/hr)	(\$)	UF
TORNO					
Placa postizo	2	10	5.000	50.000	
COSTO TOTAL TORNO				50.000	1.82
FRESADORA					
Placa postizo	2	3	6.500	21.500	
COSTO TOTAL FRESADORA				21.500	0.78
FRESADORA CNC					
Placa postizo superior	1	8	15.000	120.000	
Placa postizo inferior	1	12	15.000	180.000	
COTO TOTAL FRESADORA CNC				300.000	10.92
MECÁNICA DE BANCO					
Trazado	--	1	8.000	8.000	
Escariado	--	1	8.000	8.000	
Roscado	--	1,5	8.000	12.000	
Puesta a punto	--	4	10.000	40.000	
COSTO TOTAL MECÁNICA DE BANCO				68.000	2.47
COSTO TOTAL DE FABRICACION (CF)				439.000	15.98

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

El costo total de la fabricación de los postizos es la suma de los costos anteriormente mencionados

$$CMT = (CD + CM + CMC) \rightarrow [\$135.250 + 85.500 + 439.000] = \$598.750$$

21.80 (UF)

3.10. COSTOS DE PRODUCCIÓN (CP)

Corresponde al valor mínimo que tiene la pieza, y se obtiene sumando los siguientes costos:

- Costo Unitario de la pieza (CU)
- Costo de Materia Prima (CMP)
- Costos de inyección (CI)

3.10.1. Costo Unitario de la pieza (CU)

Corresponde a la recuperación de los gastos que se determinaron en la fabricación del molde, se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Costo total del molde}}{\text{Piezas a producir}} = \text{CU}$$

Valores obtuvieron en las tablas anteriores:

- Costo total del molde (CTM) = \$598.750 (CL)
- Número de Piezas por producir (NP) = 20.000 unidades

Remplazando en la fórmula:

$$\text{CU} = \frac{\$ 598.750}{10.000}$$

$$\text{CU} = \$59.87.-$$

$$\text{UF} = 0.002$$

3.10.2. Costo de la Materia Prima (CMP)

Para el cálculo de la materia prima, necesitamos el gramaje total de la inyección sumando la mazarota la cual pesa alrededor de 37.5 gr para obtener 8 unidades en un ciclo.

El saco de PVC goma contiene 25 kg de los cuales equivalen a 25.000g con un valor de \$48.000

Por ende:

$$\frac{25.000\text{g}}{37.5\text{g}} = \text{Cantidad de inyección (CIK)}$$

$$\text{CIK} = 667 \text{ inyecciones} / 25 \text{ kg PP}$$

Se obtiene 667 inyecciones por saco de material, y sabemos que un molde contiene 8 cavidades las cuales dan 4 pares de tapones es decir que tendrá 5.336

piezas que serían 2.668 pares de tapones por cada 25 kg de pvc goma

Se desea obtener una producción de 10.000 piezas, para saber cuánta materia prima es necesaria, se realiza la siguiente regla de tres:

$$\frac{5.336 \text{ piezas} \cdot 25 \text{ kg}}{10.000 \text{ piezas} \cdot X \text{ kg}} = \text{Cantidad de Material por Pieza (CMP)}$$

$$\text{CMP} = 46.8 \text{ kg}$$

El kilo de PVC goma cuesta \$1.920, se puede calcular cuánto saldrá el costo del material para producir 10.000 piezas.

$$46,7 \text{ kg} \cdot 1.920 \frac{\$}{\text{kg}} = \text{Costo total del material (CMT)}$$

$$\text{CMT} = \$89.664$$

$$\text{UF} = 3.26$$

Para obtener el valor unitario de la pieza el cual incluye la mazarota, se realiza la siguiente operación:

$$\frac{89.664 \text{ pesos}}{10.000 \text{ piezas}} = \text{Valor del Material por cada pieza (VMP)}$$

$$\text{VMP} = \$ 89,6 \text{ pieza}$$

$$\text{UF} = 0.0032$$

3.10.3 Costo de inyección

Para calcular el costo de producción de la pieza, también es necesario tener claro el valor del costo de la utilización de la maquina inyectora, la cual se mide por horas de uso.

Para este caso se considera un valor de 20.000 \$/hr. También hay que considerar el tiempo de inyección y cuantas piezas se obtienen por minuto u horas.

$$\text{Ciclos por minuto} \cdot 60 \text{ min} \cdot \text{N}^\circ \text{ de cavidades} = \text{N}^\circ \text{ de piezas por hora}$$

Remplazando en la Fórmula:

$$2 \cdot 60 \text{ min} \cdot 8 = 960 \text{ piezas por hora}$$

Con la cantidad de piezas a producir en una hora se puede obtener la cantidad de tiempo que será necesario para producir las 10.000 piezas, con la siguiente formula:

$$\frac{\text{piezas totales}}{\text{piezas/h}} \cdot 1.1 = \text{horas total}$$

Remplazando en la Fórmula.

$$\frac{10.000 \text{ piezas}}{960 \text{ piezas/h}} \cdot 1.1 = 11,45 \text{ horas}$$

El costo total del uso de la maquina inyectora se puede obtener multiplicando la cantidad de horas necesarias para producirá la cantidad deseada por el valor de arriendo por hora.

$$20.000 \text{ \$/h} \cdot 11,45 \text{ h} = \$ 229.000$$

$$UF = 8.33$$

Corresponde amortizar el costo de la maquina inyectora, dividiendo el costo de utilización de la máquina por la cantidad de piezas a producir.

$$\frac{\text{valor total}}{\text{piezas totales}} = \text{valor por pieza}$$

Remplazando en la Fórmula:

$$\frac{\$229.000}{10.000 \text{ piezas}} = 22,9 \text{ \$/pieza}$$

$$CI = \$22.9.-$$

3.11. PRECIO DE LA PIEZA (PPR), PARA LA VENTA

El precio neto de la venta de la pieza se determina de la siguiente manera:

$$PPR = [CU + CP + VMP] \cdot UT$$

Donde:

PPR = Precio de la pieza (\$)

CU = Costo Unitario por pieza \$ 59,87

CP = Costo de Producción (CU+ VMP + CI) → [59.87+ 8.96+ 22.9]=\$ 88,73

VMP = Valor del material por cada pieza \$ 8,96

UT = Utilidad por Pieza (+30% →1,3)

Remplazando se obtiene:

$$PPR = [\$59,87 + \$88,73 + \$8,96] \cdot 1,3$$

$$PPR = \$ 204$$

Se establece que el valor de una pieza es de \$204.-, pero considerando que el producto se constituye por 2 piezas el valor queda en \$408 CL o 0.014 UF

3.12. PUNTO DE EQUILIBRIO

Consiste en la producción de un producto que no genera ganancia ni pérdidas, o sea el beneficio es igual a cero.

En este punto se obtendrá el valor de la recuperación de lo invertido en el molde, sumando los costos de producción y materia prima, el valor a obtener será lo que se ganará por unidad vendida.

Descomponiendo la siguiente formula:

$$PE \text{ unidades} = \frac{CF}{PV_q - CV_q}$$

Donde:

CF = Costos fijos

PV_q = Precio venta unitaria

PV_q = Costos variables unitarios

Para los costos fijos se suman los resultados desarrollados en los puntos anteriores:

$$CF = (CTM + \text{total horas inyección} + CMT)$$

$$CF = \$ (89.664 + 458.200 + 598.750) = \$1.144.614.-$$

Como precio unitario de la pieza es \$408 ya que se contempla un par y el costo variable unitario es de \$89.6

Remplazando en la Fórmula:

$$PE \text{ unidades} = \frac{\$ 1.144.614}{\$408 - \$ 89.6} = 3598 \text{ piezas}$$

A las 3598 piezas se llegaría al punto de equilibrio generando desde ahí en adelante solo ganancia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Terminando el proceso y luego de una serie de ensayos se pudo crear y conformar un tapón auditivo óptimo para una diversa gama de aplicaciones.

Con ello se demuestra la recopilación y aplicación de los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos a lo largo de la formación técnica de la carrera, solo 5 semestres fueron necesarios para dar las herramientas correctas y crear satisfactoriamente los postizos que luego serían los encargados de dar culmine al proceso obteniendo los tapones auditivos.

Se han logrado los objetivos expuestos diseñando satisfactoriamente el tapón, posteriormente fabricando los postizos que le dieron vida al diseño luego de ser inyectados, teniendo claros ya los costos asociados a todo el proceso de fabricación y también a la posterior idea de venta y ganancias con el producto en sí.

Se puede recomendar el análisis previo al diseño, contemplando siempre poder crear algo al alcance de los conocimientos y capacidades respectivas de cada individuo, también teniendo en cuenta las herramientas al alcance para la posterior fabricación, también es aconsejable el uso constante de elementos de seguridad personal, como también la correcta utilización de elementos de medición y especial énfasis con los componentes que tengan factores de riesgo como lo son tornos frezas etc.

Se concluye el aprendizaje y aplicación dejando un satisfactorio resultado al cumplir con los objetivos propuestos, a pesar de inconvenientes y tropiezos siempre hay que estar dispuesto hacer cambios radicales al momento de solucionar problemas y tomar decisiones para la manufactura de un producto.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aaron Frías Reyes - Gonzalo Andrés Gutiérrez Yáñez, Molde de Inyección para Perfiles de Sujeción de Señaléticas, 2014, 2014_F897_31
2. Sr. Cristian Valenzuela Pérez - Sr. Cristian Vicencia Tapia, Molde de Inyección para Anti Vibrador de Skate, 2012 2012_V161_31
3. Carlos Alfredo Cisterna Alfaro - Sergio Esteban Silva Sanhueza, Molde de inyección para revolvedor de bebidas
4. Mauricio Esteban Ávalos Rojas, Diseño y fabricación de sistema de postizos para obtención de bloques didácticos. Luis Edgardo Pinto Aly, ,2017
5. Tapones de seguridad [en línea]. <<http://dle.rae.es/?id=ZO64vPk>>. [consulta: 07 de septiembre de 2017]
6. Poliuretano [en línea]. <https://es.wikipedia.org/wiki/Poliuretano_termopl%C3%A1stico> [consulta: 07 de septiembre de 2017].
7. Moldeo por inyección [en línea]. <<https://www.textoscientificos.com/imagenes/polimeros.gif>> [consulta: 19 de septiembre de 2017].
8. Partes de maquina inyectora [en línea]. <<http://www.sitenordeste.com/mecanica/proceso-de-inyeccion-de-plastico.htmaller>> [consulta: 25 de septiembre de 2017].
9. Unidad inyectora [en línea]. <https://docs.google.com/document/d/1r0KI67ygt3I_fFihC> [consulta: 25 de septiembre de 2017].
10. Ciclo de inyección [en línea]: <<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/inyeccion-de-materiales-plasticos-i.html>> [consulta: 26 de noviembre de 2017].
11. Clico de inyección [en línea] <<https://www.pt-mexico.com/art%C3%ADculos/cmo-optimizar-el-ciclo-de-inyeccin-de-plsticoaplicando-los-principios-de-enfriamiento-cientfico>> [consulta: 26 de noviembre de 2017].
12. Molde [en línea] <http://maquinadoscnc.com.mx/sites/default/files/alum_2.png> [consulta:26 de noviembre de 2017].

13. Unidad de cierre [en línea]
<http://maquinadoscnc.com.mx/sites/default/files/alum_2.png> [consulta:
26 de noviembre de 2017].

ANEXOS

ANEXO A: MÁQUINA INYECTORA MARCA INTERTECH, MODELO INT-60

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
UNIDAD DE INYECCIÓN	Diámetro del husillo	mm	25
	Radio del husillo (largo/diámetro)	--	24,4
	Peso máximo de inyección para PS	g	60
	Volumen teórico de inyección	cm ³	59
	Presión máxima de inyección	kp/cm ³	2.720
	Velocidad de inyección	cm ³ /s	55
	Capacidad de plastificación teórica	g/s	5,2
	Recorrido de inyección	mm	120
	Tiempo de inyección	s	1,07
UNIDAD DE CIERRE	Carrera máxima de apertura	mm	240
	Fuerza de cierre del molde	ton	60
	Altura del molde (min. – máx.)	mm	100 x 320
	Espacio libre entre columnas (H x V)	mm	310 x 310
	Dimensión de los platos (H x V)	mm	480 x 480
	Carrera de extracción hidráulica	mm	75
	Fuerza de extracción hidráulica central	ton	2,2
SISTEMA ELÉCTRICO	Potencia del motor eléctrico	hp	10
	Presión hidráulica de trabajo	kp/cm ²	140
	Potencia de calentamiento	kW	4,6
	Zonas de calentamiento	set	N + 3
OTRO	Potencia del motor eléctrico	hp	10
	Capacidad del tanque	l	180
	Dimensiones (largo x ancho x alto)	m	4,1 x 1 x 1,6
	Peso de la inyectora	kgm	3.600

Fuente: Manual máquina inyectora, marca Intertech, modelo INT-60. Taller de Matricería, SVM-UTFSM

ANEXO B: PROBLEMAS DE MOLDEO Y SUS SOLUCIONES

Problemas de Moldeo y sus Soluciones

Se logra lo óptimo en el moldeo por inyección cuando se obtienen piezas de buena calidad y con una producción continua. Pero el logro de este objetivo puede traer consigo la presencia de defectos en las piezas. Cualquier problema puede ser causa de una o varias variables del proceso, es decir, condiciones de máquina no adecuadas, un molde no satisfactorio o uso de un material inadecuado. Estos tres factores: máquina, molde y material deben ser considerados en el momento de solucionar un problema u obtener y mantener condiciones óptimas de proceso.

Al enfrentar un problema hay que considerar que este tiene normalmente más de una solución. Las primeras modificaciones deben ser efectuadas en aquellos parámetros que disminuyen o mantienen el tiempo del ciclo. Al realizar un cambio hay que tener en cuenta que para que se dé la nueva condición debe pasar un tiempo y no es instantáneo. No se deben hacer dos cambios simultáneos y al efectuarlos se deben hacer gradualmente.

DEFECTO	CAUSA	SOLUCION
Alabeo	Demasiado empaquetamiento adjunto al punto de inyección.	<ul style="list-style-type: none">- Chequear canales de alimentación- Disminuir presión de inyección- Reducir temperatura del molde- Reducir tiempo de inyección- Reducir volumen del material inyectado
	Eyectores muy calientes	<ul style="list-style-type: none">- Incrementar tiempo de enfriamiento
	Vástagos eyectores inadecuados o mal localizados	<ul style="list-style-type: none">- Modificar el molde
	Punto de inyección mal balanceado	<ul style="list-style-type: none">- Balancear el sistema de alimentación- Modificar la ubicación del punto de inyección
	Temperatura del fundido baja	<ul style="list-style-type: none">- Aumentar temperatura del cilindro
	Recorrido del flujo excesivo	<ul style="list-style-type: none">- Incrementar los puntos de inyección- Modificar la ubicación del punto de inyección
	Variación de temperatura entre ambas caras del molde	<ul style="list-style-type: none">- Balancear circuito de enfriamiento- Modificar molde
	Variación en la uniformidad del espesor de la pieza inyectada	<ul style="list-style-type: none">- Unificar espesores

DEFECTO	CAUSA	SOLUCION
Contracción elevada	Baja presión de inyección	- Aumentar
	Mal aplicada la post-presión	- Aumentar la post-presión y su tiempo
	Recorrido del flujo largo	- Aumentar la cantidad de entradas del punto de inyección
	Sistema de enfriamiento defectuoso o mal controlado	- Aumentar tiempo de enfriamiento - Controlar el funcionamiento del sistema de enfriamiento
	Temperatura de la masa baja o elevada	- Aumentar o disminuir la temperatura
	Temperatura de molde elevada	- Disminuir la temperatura
	Variación en la uniformidad del espesor de la pieza inyectada	- Unificar los espesores
	Baja presión	- Aumentar tiempo de enfriamiento - Controlar el funcionamiento del sistema de enfriamiento

DEFECTO	CAUSA	SOLUCION
Defectos de coloración	Baja presión de inyección	- Aumentar
	Baja temperatura de la masa	- Aumentar
	Baja temperatura del molde	- Aumentar
	Desgaste del tornillo y cilindro	- Cromar tornillo - Cambiar cilindro y tornillo
	Diseño del tornillo erróneo	- Cambiar
	Exceso de velocidad de inyección	- Disminuir
	Humedad residual	- Secar el material
	Mala plastificación	- Aumentar la contrapresión - Disminuir los giros del tornillo
	Masterbatch mal empleado	- Verificar que el IF del masterbatch sea mayor que el grado del PP usado - Verificar el sistema de pre-mezcla empleado - Verificar el porcentaje de colorante agregado

DEFECTO	CAUSA	SOLUCION
Defecto superficial del punto de inyección	Mala plastificación	- Aumentar temperatura del cilindro - Disminuir giros del tornillo
	Molde muy caliente	- Enfriar el molde cerca del punto de inyección
	Molde muy frío	- Aumentar presión de inyección - Aumentar temperatura del molde - Aumentar velocidad de inyección
	Tobera fría	- Aumentar temperatura

DEFECTO	CAUSA	SOLUCION
Destellos	Alineamiento del molde defectuoso	- Reparar molde
	Excesiva presión de inyección	- Disminuir presión
	Excesiva temperatura de masa	- Disminuir temperatura
	Insuficiente fuerza de cierre	- Aumentarla
	Material extraño en la superficie del molde	- Limpiar molde
	Restricción del flujo en uno o más cavidades del molde	- Identificar y remover

DEFECTO	CAUSA	SOLUCION
Esguerramiento en la boquilla	Excesiva temperatura de la masa	- Purgar el cilindro - Reducir temperatura del cilindro
	Excesiva temperatura de la boquilla	- Reducir temperatura

DEFECTO	CAUSA	SOLUCION
Fragilidad	Baja post-presión	- Aumentar
	Baja presión de inyección	- Aumentar
	Excesivo uso de recuperado	- Reducir porcentaje de recuperado
	Fundido degradado por exceso de temperatura	- Disminuir temperatura del cilindro
	Material contaminado	- Contaminación con material incompatible - Limpiar tolva y cilindro
	Molde frío	- Aumentar temperatura del molde
	Temperatura de masa baja	- Aumentar temperatura del cilindro

DEFECTO	CAUSA	SOLUCION
Línea de soldadura débil	Defecto en el diseño del molde	- Aumentar el volumen de los canales de alimentación - Cambiar el punto de inyección
	Inadecuado uso de la post-presión	- Aumentar la post-presión y/o tiempo de aplicación
	Material inadecuado	- Cambiar a un material de mayor IF - Excesivo contenido de volátiles - Lubricación excesiva o insuficiente
	Plastificación deficiente	- Aumentar el cojín de alimentación - Aumentar la contrapresión - Aumentar presión de inyección - Aumentar temperatura de la boquilla - Aumentar temperatura del molde - Aumentar temperatura de la masa - Aumentar RPM del tornillo - Aumentar velocidad de inyección

DEFECTO	CAUSA	SOLUCION
---------	-------	----------

Marcas de flujo	Temperatura del fundido baja	- Aumentar temperatura en el cilindro
-----------------	------------------------------	---------------------------------------

DEFECTO	CAUSA	SOLUCION
---------	-------	----------

Marcas de hendidura (Rechupe)	Alta temperatura de la masa	- Disminuir temperatura del cilindro
	Diseño erróneo del molde	- Aumentar o cambiar de sitio el punto de inyección
	Enfriamiento prematuro del punto de inyección	- Aumentar entrada del punto de inyección - Aumentar temperatura del molde
	Insuficiente material inyectado	- Aumentar el cojín de alimentación en la cámara de inyección - Aumentar entrada del punto de inyección - Aumentar temperatura del cilindro - Aumentar temperatura del molde
	Insuficiente tiempo de la post-presión	- Aumentar presión - Aumentar tiempo
	Pieza expulsada muy caliente	- Aumentar tiempo de enfriamiento - Revisar el sistema de enfriamiento - Usar material de reología controlada - Usar material nucleado
	Presión muy baja en la cavidad	- Aumentar entrada del punto de inyección - Aumentar temperatura del cilindro - Aumentar temperatura del molde
	Variación en el espesor de la pared	- Unificar espesores

DEFECTO	CAUSA	SOLUCION
---------	-------	----------

Marcas de quemado	Aire sin expulsar	- Aumentar venteo - Verificar que los canales de venteo no esten tapados
	Incorrecto patron de inyección	- Disminuir RPM del tornillo - Disminuir temperatura del cilindro - Disminuir velocidad de inyección

DEFECTO	CAUSA	SOLUCION
---------	-------	----------

Piezas adheridas	Excesiva presión de inyección	- Disminuir
	Excesiva presión de inyección y/o tiempo de post-presión	- Disminuir presión de inyección y/o tiempo de post-presión
	Excesiva velocidad de inyección	- Disminuir
	Falta de desmoldante	- Usar desmoldante
	Mecanismo de extracción inadecuado	- Rediseñar el mecanismo de extracción
	Insuficiente ángulo de salida	- Aumentar el ángulo de salida
	Molde muy caliente	- Disminuir temperatura - Incrementar enfriamiento
	Pobre terminación de la cavidad	- Pulir el molde

DEFECTO	CAUSA	SOLUCION
Piezas incompletas	Aire atrapado en el molde	- Agregar ventilación - Limpiar ductos
	Capacidad de plastificación inadecuada	- Aumentar el tiempo del ciclo - Cambiar a una máquina mayor
	Cavidades desbalanceadas del molde	- Ajustar el tamaño del punto de inyección - Ajustar los canales de alimentación
	Escasa alimentación del sistema	- Agrandar el punto de inyección - Aumentar el colchón de alimentación - Aumentar el orificio del bebedero
	Insuficiente presión de inyección	- Aumentar
	Insuficiente velocidad de inyección	- Aumentar
	Material inadecuado	- Usar un grado IF mayor
	Molde frío	- Reducir el flujo del líquido refrigerante
	Temperatura de masa baja	- Aumentar temperatura del cilindro gradualmente - Aumentar la post-presión - Aumentar RPM del tornillo - Prolongar el ciclo
	Tiempo de inyección muy corto	- Aumentar
	Tobera fría	- Ajustar temperatura de la tobera
DEFECTO	CAUSA	SOLUCION
Piezas opacas	Abruptos cambios de espesor de pared	- Uniformar espesor de pared
	Baja temperatura del molde	- Reducir el flujo de líquido refrigerante
	Material contaminado	- Cambiar el material
	Material degradado en el cilindro	- Limpiar cilindro
	Material húmedo	- Secar material
	Material inadecuado	- Usar material de mayor IF
	Problemas de plastificación	- Aumentar contrapresión - Aumentar presión de inyección - Aumentar RPM del tornillo - Aumentar temperatura de la masa
	Sistema de venteo inadecuado	- Aumentar venteo
	Uso de masterbatch inapropiado	- Usar masterbatch con base de PP
DEFECTO	CAUSA	SOLUCION
Piezas poco transparentes	Cavidades mal pulidas o sucias	- Pulir o limpiar cavidades
	Exceso de temperatura de la masa	- Disminuir temperatura en el cilindro
	Exceso de temperatura en el molde	- Reducir el flujo del líquido refrigerante
	Material húmedo	- Secar material
	Material inadecuado	- Usar material clarificado - Usar material con mayor IF
	Problemas de plastificación	- Aumentar contrapresión - Aumentar presión de inyección - Aumentar RPM del tornillo
	Venteo inadecuado	- Aumentar salidas
DEFECTO	CAUSA	SOLUCION
Puntos negros	Tornillo con material degradado	- Desmontar el tornillo y limpiar

DEFECTO	CAUSA	SOLUCION
Rebabas	Excesiva fluidez	- Cambiar a un material de menor IF - Disminuir la temperatura de la masa - Disminuir la temperatura del molde
	Exceso de material	- Disminuir alimentación - Disminuir la post-presión y el tiempo de aplicación - Disminuir la velocidad de llenado
	Molde mal cerrado	- Asegurarse que no exista material adherido en las paredes de contacto de las caras del molde - Asegurarse que no exista desalineación - Aumentar presión de cierre - Controlar la regulación de la fuerza de cierre - Verificar que el tonelaje de la máquina sea suficiente en función del área proyectada de la pieza
	Pésima plastificación	- Controlar la temperatura del fundido, verificar que no sea excesiva (material degradado) - Disminuir la presión de inyección - Disminuir la velocidad de inyección
DEFECTO	CAUSA	SOLUCION
Superficie Deficiente	Baja alimentación de material	- Aumentar cojín de alimentación
	Baja velocidad de llenado	- Aumentar
	Cavidad del molde sucia	- Limpiar molde
	Incorrecto tipo de punto de inyección	- Ajustar y arreglar
	Material degradado	- Bajar temperatura del cilindro - Verificar el uso del material recuperado - Verificar que no hayan puntos de retención
	Presión de inyección baja	- Aumentar
	Post-presión inadecuada	- Aumentar post-presión y/o tiempo de mantención
	Temperatura de moldeo baja	- Aumentar temperatura
	Recorrido del flujo muy largo	- Aumentar puntos de inyección - Cambiar a otro sitio el punto de inyección
	Uso excesivo de desmoldante	- No se recomienda el uso de desmoldantes
	Ventilación inadecuada	- Aumentar ventilación
DEFECTO	CAUSA	SOLUCION
Vacíos	Gránulos con condensación	- Mejorar almacenamiento - Presecar
	Prematuro enfriamiento en trayecto del flujo en sección gruesa	- Aumentar entrada del punto de inyección - Aumentar presión de inyección - Aumentar temperatura del molde - Usar grado nucleado
	Volátiles provenientes del material con exceso de temperatura	- Disminuir temperatura del cilindro y/o tobera
DEFECTO	CAUSA	SOLUCION
Vetas plateadas	Condensación en el molde	- Aumentar temperatura del molde - Secar el molde
	Molde demasiado frío	- Aumentar temperatura del molde
	Volátiles atrapados	- Mejorar el almacenamiento - Presecar el material - Verificar el respiradero del molde