

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

**DISEÑO Y FABRICACIÓN DE SISTEMA DE POSTIZOS**  
**PARA OBTENCIÓN DE BLOQUES DIDÁCTICOS**

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

Alumnos:

Mauricio Esteban Ávalos Rojas

Luis Edgardo Pinto Aly

Profesor Guía:

Ing. Vicente A. Crino Tassara

**2018**



## RESUMEN

**Keywords: POSTIZO – BLOQUES JUGUETE LEGO – ABS**

En este trabajo de título se presentará un proyecto para la creación y manufactura de un sistema de postizos, para la obtención de un producto denominado “Bloque Didáctico”, en el cual se proporcionarán los datos de los procesos y los detalles de cómo se llegó a tal producto.

Se plantearán las problemáticas y soluciones desde el momento de la idea hasta la producción del producto, en el cual se explicará de una manera técnica, pero a la vez de un fácil entendimiento para un lector sin conocimiento técnico previo, por ello se adjuntarán imágenes, tablas, figuras, esquemas, planos y fórmulas.

La idea referencial fue en la recreación de un producto de la marca LEGO, la cual ya no se encuentra a la venta de manera simple, es por eso que se concluyó en realizar este proyecto, en donde el diseño del producto cubrió todos los cálculos requeridos para preceder a su fabricación.

Para el proyecto se diseñaron 2 productos, uno es un cuadrado de 24x24 mm con 4 pilares para el cumplimiento de sujeción entre piezas y ranuras en el límite del medio de las aristas y un producto rectangular con 8 pilares y ranuras de las mismas características, con las dimensiones de 24x48 mm.

El material que se eligió fue un plástico de alta calidad, Acrilonitrilo Butadieno Estireno, (ABS).

Además, se harán referencias de los procesos y maquinaria utilizadas para la producción de estos productos y el uso que se le puede dar. Asimismo, se agregarán conceptos y contenidos para la planificación del proyecto, junto con los controles para llevarla a cabo eficazmente tales como: Carta Gantt, hojas y tipos de control.

Otras cosas que se podrán apreciar, será las propiedades del plástico elegido y las razones porque se escogió ese, por encima de otros dos polímeros candidatos. De todo esto se planteará en el Capítulo 1.

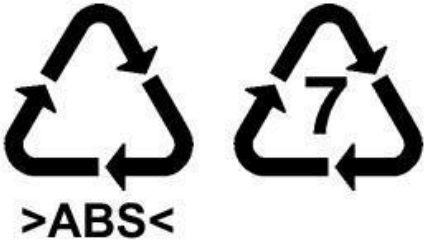
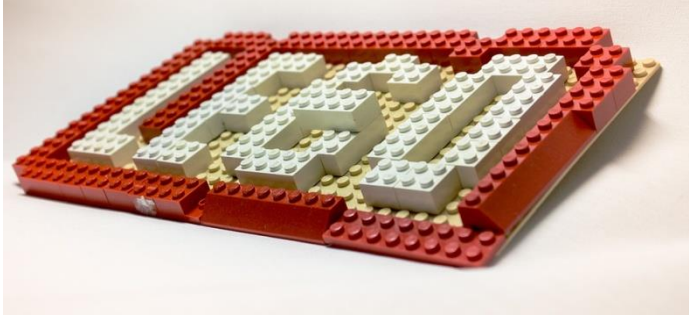
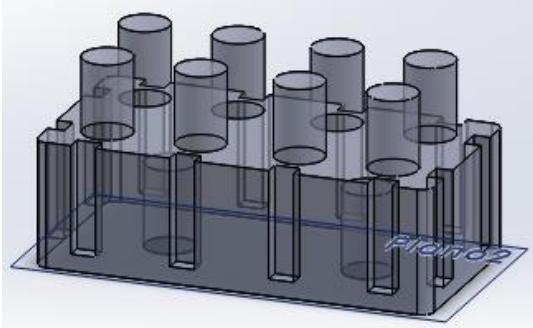
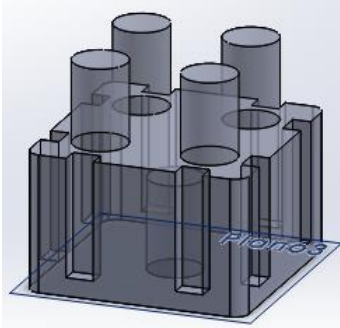
El Capítulo 2, se dispone del proceso más técnico del proyecto, tal como el diseño, donde se explicará un poco lo que es en si el diseño y las maneras de aplicarlo para un proyecto, aquí es donde toma mucho protagonismo. Mientras que la aplicación del diseño en este trabajo se llevará a cabo con herramientas focalizadas para esto, en el cual se usaron software de modelado por computador (CNC-CAD-CAM), que se complementa con conocimientos técnicos adheridos en el transcurso de la carrera.

Parte fundamental e indispensable del diseño, son los cálculos para la creación de un producto, los cálculos de física mecánica que se usan para la elaboración del molde para la obtención de la manufactura, deben ser precisos y peritos, ya que se trata de un aparato que aunque sea hecha por un estudiante, es totalmente funcional y operativo. Así mismo, contará con otros cálculos varios, que no dejan de ser menos importantes, conociendo esto se procederá al diseño mismo de las partes mecanismo del molde, las placas cavidad y las almas de moldeo, que son en si la parte fundamental del molde, lo que lo hace ser un molde de inyección. Pero todo esto, no podría funcionar sin todos los demás sistemas, por ello se introducirán partes del molde con su correspondiente función en el sistema, como por ejemplo el canal de alimentación, canal de estrangulación, el sistema de extracción, el bebedero y el sistema de enfriamiento del molde. Cada uno de ellos tiene sus distintas funcionalidades y por consecuente tienen técnicas, procesos y/o cálculos para la aplicación en el molde.

En el Capítulo 3, el contenido será la fabricación de dichas piezas. Un dato importante es saber que en el proyecto no se fabricará el molde completo, sino que se usará un porta molde, para la facilitación y estandarización de los demás trabajos. Entonces lo que se fabricará serán las placas cavidad superior e inferior de un material de una aleación de Duraluminio y tres almas postizas de la misma aleación y dos placas para el sistema de extracción, estas placas serán de un acero SAE 1045 y se aplicarán los procesos de mecanizados convencionales, tales como torneado, fresado y perforado, junto con el mecanizado de banco, en donde se limaron asperezas, rebabas y detalles varios, se escariaron las perforaciones con ajuste, se les realizaron roscas a los orificios para el amarre, se modificaron algunos elementos para adaptación del molde, como por ejemplo los botadores, los pernos Parker y los pasadores.

El punto fuerte de este proyecto y el más importante de los mecanizados, fue el mecanizado por CNC, donde se mecanizaron las almas postizas con ajustes y diseños imposibles de realizar en el mecanizado convencional, al igual que las placas cavidades quienes tienen que ir completamente alineadas con estas almas.

En el Capítulo 4, se realizó la tarea de gestionar todo el tema de costos asociados al posible proyecto como si se tuviera una empresa para iniciar con la faena, solo para dilucidar a lo que se puede ser capaz tal proyecto solo usando cotizaciones y estimaciones.





## ÍNDICE

**RESUMEN**

**SIGLA Y SIMBOLOGÍA**

**INTRODUCCIÓN**

**OBJETIVOS**

OBJETIVO GENERAL

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

### **CAPÍTULO 1: EL PRODUCTO**

|                        |   |    |
|------------------------|---|----|
| 1.                     | EL PRODUCTO                               | 5  |
| <a href="#">1.1.</a>   | IDEA                                      | 6  |
| <a href="#">1.2.</a>   | USO                                       | 6  |
| <a href="#">1.3.</a>   | DISEÑO DEL PRODUCTO                       | 7  |
| 1.4.                   | PARÁMETROS GEOMÉTRICOS                    | 8  |
| 1.4.1.                 | Propiedades físicas del producto          | 9  |
| 1.5.                   | ELECCIÓN DEL MATERIAL                     | 9  |
| 1.5.1.                 | Poliétileno de Alta Densidad (PEAD)       | 10 |
| <a href="#">1.5.2.</a> | Poliestileno (PS)                         | 11 |
| <a href="#">1.5.3.</a> | Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS)    | 12 |
| 1.5.4.                 | Material elegido                          | 14 |
| 1.6.                   | PROCESO DE INYECCIÓN                      | 14 |
| 1.6.1                  | Máquina inyectora                         | 15 |
| 1.7.                   | PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE PROYECTO       | 18 |
| 1.7.1.                 | Planificación del proyecto                | 19 |
| 1.7.2.                 | Listado de actividades                    | 19 |
| 1.7.2.1.               | Tipo de control de cada actividad         | 20 |
| 1.7.3.                 | Herramientas para el control del proyecto | 23 |
| 1.7.3.1.               | Carta Gantt                               | 24 |

### **CAPÍTULO 2: DISEÑO**

|                          |  |    |
|--------------------------|--|----|
| 2.                       | DISEÑO                                 | 27 |
| <a href="#">2.1.</a>     | GENERALIDADES DEL DISEÑO               | 27 |
| <a href="#">2.2.</a>     | DISEÑO DEL PRODUCTO                    | 27 |
| <a href="#">2.3.</a>     | CONTRACCIÓN                            | 28 |
| <a href="#">2.4.</a>     | DISEÑO DEL MOLDE                       | 29 |
| 2.4.1.                   | Diseño de los postizos                 | 29 |
| <a href="#">2.4.2.</a>   | Diseño de placas cavidad               | 30 |
| <a href="#">2.4.2.1.</a> | Placa cavidad superior                 | 31 |
| 2.4.2.2.                 | Placa cavidad inferior                 | 31 |
| 2.5.                     | SISTEMA DE EXTRACCIÓN                  | 32 |
| 2.6.                     | SISTEMA DE ALIMENTACIÓN                | 32 |
| 2.6.1.                   | Canal de alimentación                  | 32 |
| 2.6.2.                   | Entrada directa                        | 34 |
| 2.6.3.                   | Bebedero                               | 35 |
| 2.7.                     | CÁLCULOS DE DISEÑO                     | 36 |
| 2.7.1.                   | Fuerza de cierre y expansiva del molde | 36 |
| 2.7.2.                   | Presión final de inyección             | 38 |
| 2.7.3.                   | Carga repartida en la placa            | 38 |
| 2.8.                     | SISTEMA DE ENFRIAMIENTO                | 39 |

### **CAPÍTULO 3: FABRICACIÓN**

|                        |   |    |
|------------------------|---|----|
| 3.                     | FABRICACIÓN                               | 45 |
| 3.1.                   | PROCESO DE FABRICACIÓN DE LOS COMPONENTES | 45 |
| <a href="#">3.1.1.</a> | Lugar de trabajo                          | 45 |
| <a href="#">3.1.2.</a> | Tiempo de trabajo                         | 46 |
| 3.1.3.                 | Herramienta y equipos de trabajo          | 46 |
| 3.2.                   | MECANIZADO CONVENCIONAL                   | 50 |
| 3.2.1.                 | Mecanizado en torno                       | 51 |
| 3.2.2.                 | Mecanizado en fresadora                   | 51 |
| 3.2.3.                 | Mecanizado en banco                       | 52 |

|      |                     |    |
|------|---------------------|----|
| 3.3. | MECANIZADO EN CNC   | 52 |
| 3.4. | AJUSTE Y ENSAMBLAJE | 53 |

## **CAPÍTULO 4: COSTOS ASOCIADOS**

|                      |                           |    |
|----------------------|---------------------------|----|
| 4.                   | COSTOS ASOCIADOS          | 57 |
| <a href="#">4.1.</a> | COSTOS DEL DISEÑO         | 57 |
| 4.1.1.               | Diseño de la pagina       | 58 |
| 4.1.2.               | Diseño de los postizos    | 58 |
| 4.2.                 | Costos de fabricación     | 59 |
| 4.2.1.               | Costos del material bruto | 60 |
| 4.2.2.               | Partes comerciales        | 60 |
| 4.3.                 | COSTO TOTAL               | 61 |

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> | 63 |
|---------------------------------------|----|

|                     |    |
|---------------------|----|
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b> | 65 |
|---------------------|----|

|               |    |
|---------------|----|
| <b>ANEXOS</b> | 67 |
|---------------|----|

|                      |    |
|----------------------|----|
| ANEXO A: CARTA GANTT | 69 |
|----------------------|----|

|   |    |
|---|----|
| ANEXO B: MÁQUINA INYECTORA, MARCA INTERTECH,<br>MODELO INT-60 | 70 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| ANEXO C: LISTA DE ACTIVIDADES Y SU CONTROL | 71 |
|--|----|

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Figura 1-1. | Diseño final del producto de forma rectangular                                      | 5  |
| Figura 1-2. | Diseño final del producto de forma cuadrada   | 5  |
| Figura 1-3. | Uso con orientación de enseñanza matemática   | 7  |
| Figura 1-4. | Uso del producto con orientación al<br>entretenimiento y aprendizaje a la gramática | 7  |
| Figura 1-5. | Diseño en 2D producto cuadrado final  | 8  |
| Figura 1-6. | Diseño en 2D producto rectangular final   | 9  |
| Figura 1-7. | Códigos de identificación de resinas de plástico                                    | 10 |

|              |   |    |
|--------------|---|----|
| Figura 1-8.  | Codificación de plástico PEAD                                 | 11 |
| Figura 1-9.  | Codificación de plástico PS                                   | 12 |
| Figura 1-10. | Codificación de plástico ABS                                  | 13 |
| Figura 1-11. | Máquina de inyección de tornillo                              | 15 |
| Figura 1-12. | Inyección de plástico   | 16 |
| Figura 1-13. | Llenado del molde   | 16 |
| Figura 1-14. | Extracción de la pieza  | 17 |
| Figura 1-15. | Maquina inyectora Intertech modelo INT-60 gr                  | 17 |
|              |   |    |
| Figura 2-1.  | Imagen del comando contracción del software SolidWorks        | 29 |
| Figura 2-2.  | Alma postizo forma cuadrada                                   | 30 |
| Figura 2-3.  | Alma postizo forma rectangular                                | 30 |
| Figura 2-4.  | Modelado en 3D de placa cavidad superior                      | 31 |
| Figura 2-5.  | Modelado en 3D de placa cavidad inferior                      | 31 |
| Figura 2-6.  | Canal de llenado trapezoidal modificado de media caña         | 33 |
| Figura 2-7.  | Canal de llenado trapezoidal de media caña con medidas reales | 34 |
| Figura 2-8.  | Imagen referencial de la entrada directa                      | 35 |
| Figura 2-9.  | Imagen de referencia de bebedero                              | 36 |
|              |   |    |
| Figura 3-1.  | Taller de mecánica SVM - USM                                  | 45 |
| Figura 3-2.  | Taller de mecánica SVM - USM                                  | 46 |
| Figura 3-3.  | Torno convencional Metosa                                     | 47 |
| Figura 3-4.  | Esmeriles de pedestal   | 47 |
| Figura 3-5.  | Fresadora taladradora marca Bridgebord                        | 48 |
| Figura 3-6.  | Herramientas e instrumentos                                   | 48 |
| Figura 3-7.  | Centro de perforado CNC                                       | 49 |
| Figura 3-8.  | Reloj comparador con base imantada                            | 49 |
| Figura 3-9.  | Trazador de altura  | 50 |
| Figura 3-10. | Micrómetro de 0,00 - 25 mm                                    | 50 |

|              |   |    |
|--------------|---|----|
| Figura 3-11. | Simulación de mecanizado de pieza, fase 1 | 52 |
| Figura 3-12. | Simulación de mecanizado, fase 2          | 53 |

### **ÍNDICE DE TABLAS**

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Tabla 1-1. | Propiedades físicas del bloque cuadrado         | 9  |
| Tabla 1-2. | Propiedades físicas del bloque rectangular      | 9  |
| Tabla 1-3. | Propiedades del PEAD                            | 11 |
| Tabla 1-4. | Propiedades del PS                              | 12 |
| Tabla 1-5. | Propiedades del ABS                             | 13 |
| Tabla 1-6. | Ficha técnica maquina inyectora                 | 18 |
| Tabla 1-7. | Listado de actividades del programa actual      | 20 |
| Tabla 1-8. | Control a cada actividad programada             | 23 |
| Tabla 2-1. | Datos para determinar el tiempo de enfriamiento | 41 |
| Tabla 3-1. | Tabla de procesos de mecanizado en torno        | 51 |
| Tabla 3-2. | Tabla de procesos de mecanizado en fresadora    | 51 |
| Tabla 4-1. | Costos del diseño de la pieza                   | 58 |
| Tabla 4-2. | Costos del diseño de los postizos               | 58 |
| Tabla 4-3. | Costos totales del diseño                       | 59 |
| Tabla 4-4. | Costos del material                             | 60 |
| Tabla 4-5. | Costos de partes comerciales                    | 60 |
| Tabla 4-6. | Costos de operaciones                           | 61 |
| Tabla 4-7. | Costo total de horas hombre                     | 61 |
| Tabla 4-8. | Costo total                                     | 61 |

## ÍNDICE DE FORMULAS

|  |    |
|--|----|
| Formula 2-1. Fuerza expansiva del molde  | 37 |
| Formula 2-2. Presión final de inyección  | 38 |
| Formula 2-3. Carga repartida de la placa | 38 |

## SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

### SIGLAS:

|       |   |  |
|-------|---|--|
| CAD   | : | Computer Aided Design (Diseño Asistido por Computador)             |
| CAM   | : | Computer Aided Manufacture (Manufactura Asistida por Computador)   |
| SAE   | : | Society automotive engineers (sociedad de ingenieros automotrices) |
| D     | : | Densidad   |
| ej.   | : | Ejemplo  |
| IVA   | : | Impuesto al valor agregado   |
| Em    | : | Espesor máximo   |
| etc.  | : | Etcétera   |
| H     | : | Horizontal   |
| JMC   | : | José Miguel Carrera  |
| L     | : | Largo  |
| Ltda. | : | Limitada   |
| M     | : | Métrico  |
| Máx   | : | Máximo   |
| Mín   | : | Mínimo   |
| PC    | : | Policarbonato  |
| Pf    | : | Presión final a utilizar   |
| .cl   | : | Dominio de nivel superior geográfico para Chile                    |
| .com  | : | Dominio de nivel superior geográfico para empresas                 |
| KIc   | : | Tenacidad a fractura   |
| Pp    | : | Peso de la pieza   |
| PS    | : | Poliestireno   |
| Q     | : | Carga repartida en la placa  |
| Ti    | : | Tiempo de inyección  |
| T°    | : | Temperatura  |

|       |  |
|-------|--|
| USM   | : Universidad Santa María                  |
| UTFSM | : Universidad Técnica Federico Santa María |
| v     | : Volumen                                  |
| Ø     | : Diámetro                                 |
| %     | : Porcentaje                               |
| \$    | : Unidad monetaria chilena                 |

## **SIMBOLOGÍA**

|                    |   |
|--------------------|---|
| 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)    |
| cm                 | : Centímetro                                  |
| cm <sup>2</sup>    | : Centímetro al cuadrado                      |
| cm <sup>2</sup> /s | : Centímetro al cuadrado dividido por segundo |
| cm <sup>3</sup>    | : Centímetro cúbico                           |
| cm <sup>3</sup> /s | : Centímetro cúbico dividido por segundo      |
| G                  | : Giga  |
| g                  | : Gramo                                       |
| g/cm <sup>3</sup>  | : Gramo dividido por centímetro cúbico        |
| g/s                | : Gramo dividido por segundo                  |
| h                  | : Hora  |
| hp                 | : Horse power (Caballo de fuerza)             |
| kg                 | : Kilogramo                                   |
| kg/cm <sup>2</sup> | : Kilogramo dividido por centímetro cuadrado  |
| kg/cm <sup>3</sup> | : Kilogramo dividido por centímetro cúbico    |
| kg x m             | : Kilogramo por metro                         |
| kg/m               | : Kilogramo dividido por metro                |

|                    |  |
|--------------------|--|
| $\text{kg/m}^3$    | : Kilogramo dividido por metro cúbico              |
| $\text{kg/mm}^2$   | : Kilogramo dividido por milímetro cuadrado        |
| $\text{kg/mm}^3$   | : Kilogramo dividido por milímetro cúbico          |
| kgf                | : Kilogramo fuerza                                 |
| $\text{kgf/mm}^2$  | : Kilogramo fuerza dividido por milímetro cuadrado |
| kp                 | : Kilopondio                                       |
| kW                 | : Kilo Watt  |
| m                  | : Metro  |
| mm                 | : Milímetro  |
| $\text{mm}^2$      | : Milímetro cuadrado                               |
| $\text{mm}^3$      | : Milímetro cúbico                                 |
| N                  | : Newton   |
| $\text{N/mm}^2$    | : Newton dividido por milímetro cuadrado           |
| Pa                 | : Pascal   |
| MPa                | : Mega Pascal                                      |
| GPa                | : Giga Pascal                                      |
| pulg               | : Pulgada  |
| rpm                | : Revoluciones por minuto                          |
| s                  | : Segundo  |
| t                  | : Tonelada   |
| p                  | : Constante pi                                     |
| $^{\circ}\text{C}$ | : Grados Celsius                                   |



## **INTRODUCCIÓN**

“Un juguete bueno, es aquel que sin ser nada en concreto puedo ser todo”, estas palabras dichas por Francesco Tonucci, escritor y psicopedagogo italiano, las cuales dieron pie al inicio este proyecto, donde el objetivo final sería conseguir un juguete didáctico el cual consiga promover la imaginación e ideas a pequeños niños.

Optando por la ola actual del mercado, en la cual se tiene gran consideración por la relación entre la calidad del producto y el precio de este, se ideará la mejora de un producto ya creado “Bloques didácticos”. La empresa “Lego” es el dominador en el mercado de bloques didácticos a la cual se referencian gran variedad de estos productos, pero su valor comercial no deja indiferente, conseguirlos no es sencillo para todos.

La mejora consiste en que la producción de este producto, baje los costos progresivamente y así reducir el precio de venta, con el fin de abarcar a un público mayor. Con esto, la gente con menos recurso se le facilitará un producto para sus hijos, de buena calidad y que los estimulará de forma positiva en aspectos creativos.

Con lo dicho, se puede deducir que en este proyecto se le dará una importancia mayor al aspecto social en vez que combatir con el lucrativo, pero se intentará tener una ambigüedad donde se explicará próximamente con más detalles.

Teniendo el ideal predispuesto, se implementarán los recursos obtenidos durante el transcurso de la Carrera, para llevar a cabo tal proyecto.

## **OBJETIVOS**

En el presente trabajo se propondrán los siguientes objetivos para cumplir cabalmente el desarrollo del producto. Donde se pondrán a prueba los conocimientos y experiencias como Técnicos Universitarios en Diseño y Producción Industrial en Moldes y Matrices.

## **OBJETIVO GENERAL**

- Diseñar y fabricar postizos metálicos y placas cavidad para la inyección de un producto denominado bloques didácticos, aplicando costos asociados con estudios obtenidos durante el transcurso de la carrera universitaria.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

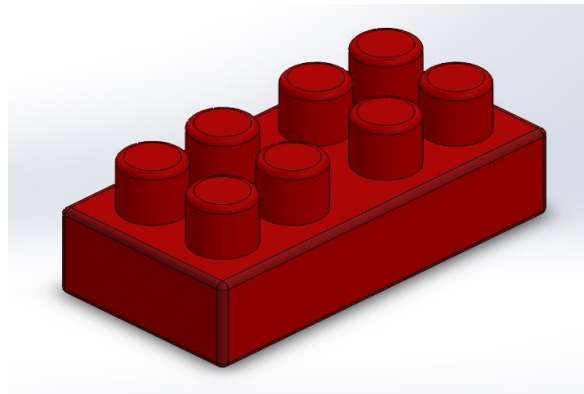
- Recrear el producto;
- Diseñar y fabricar los postizos para aplicar en el molde;
- Obtener el producto, y
- Estimar costos asociados.

## **CAPÍTULO 1: EL PRODUCTO**



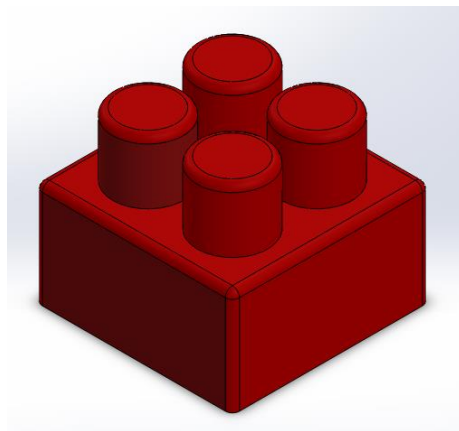
## 1. EL PRODUCTO

En el presente proyecto uno de los objetivos, será obtener un producto denominado “Bloque didáctico”, el cual no tiene propósito o uso específico, pero con la unión de varios de estos artículos se pueden lograr armar algunas figuras que el usuario tenga como fin de armar, en otras palabras, es un juguete que se comercializará en lotes. Para inducir al lector en los aspectos técnicos básicos del producto, basta decir que este tiene forma cuadrada, con un resalte circular con profundidad cónica y por debajo una cavidad con pestañas en donde rodeará el resalte de otro bloque, para que puedan montarse y quedar retenidos. Para lograr esto, una de las exigencias y metas que se propuso en el presente trabajo, será que los ajustes de encaje sean exitosamente recreados y las paredes de espesor del bloque sean las adecuadas para que tenga una consistencia de masa donde se imprima una calidad superficial y estructural meritoria de un producto de estas características.



Fuente: elaboración propia, a través de software de modelado 3D SolidWorks 2012

Figura 1-1. Diseño final del producto de forma rectangular



Fuente: elaboración propia, a través de software de modelado 3D SolidWorks 2012

Figura 1-2. Diseño final del producto de forma cuadrada

### 1.1. IDEA

El nacimiento de esta idea tuvo cabida en el momento que en la “ExpoTec 2016 UTFSM” en el stand de Diseño y Producción Industrial en Moldes y Matrices, se expuso una variedad de productos que se conformaron en la carrera en años anteriores y ese mismo año, donde las miradas e intereses de los observadores estuvieron con un juguete modelo a escala armable de un avión F22, y esto llevo a la conclusión en la cual los juguetes son más llamativos para las exposiciones donde habrán personas menores de edad y posibles reclutas para la admisión de la carrera en los años siguientes, asimismo en un posible futuro se conseguirá producir esta manufactura para una venta masificada, donde se puede canalizar en el aprendizaje, habilidades cognitivas y motricidad fina en niños, los cuales no tienen los recursos para comprar este tipo de juguete en otra marca y que la venta de este producto en otras marcas generalmente vienen con diseños de montaje pre-fabricados, lo cual inhibe el uso de la imaginación de los usuarios.

Con esto se podría llegar a obtener un valor social al proyecto, lo cual sería una razón mas para llevarlo a cabo.

### 1.2. USO

El elemento presentado, consiste en un bloque didáctico cuyo propósito es el de catalizar la imaginación del usuario a través de la construcción de alguna figura o cosa que quiera realizar el usuario dentro de las limitaciones que se representan la unión de los bloques. Dentro de las utilidades que se le pueden dar a estas manufacturas, se pueden rescatar (aparte del objetivo principal que es el de entretener) una visión técnica en el ámbito de construcción y arquitectura, para recrear o plasmar una bosquejo.

Se sabe que en el consiente colectivo cuando se nombra “bloques didácticos” lo primero que se le viene a la mente es la empresa “LEGO”, ya que es el gran dominador de los artículos, la implementación de estos productos se da usualmente en exposiciones y los que van dirigidos a un público mas infantil se presentan prácticamente armados o predeterminados. Lo que se busca acá, es un uso completamente impartido por el beneficiario.



Fuente: <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/bc/f7/44/bcf744f8b2afcd27928fb2eba26e40d8.jpg>

Figura 1-3. Uso con orientación de enseñanza matemática



Fuente: <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/564x/0d/39/d3/0d39d343388a279bf3344a6d46bb9756.jpg>

Figura 1-4. Uso del producto con orientación al entretenimiento y aprendizaje a la gramática

### 1.3. DISEÑO DEL PRODUCTO

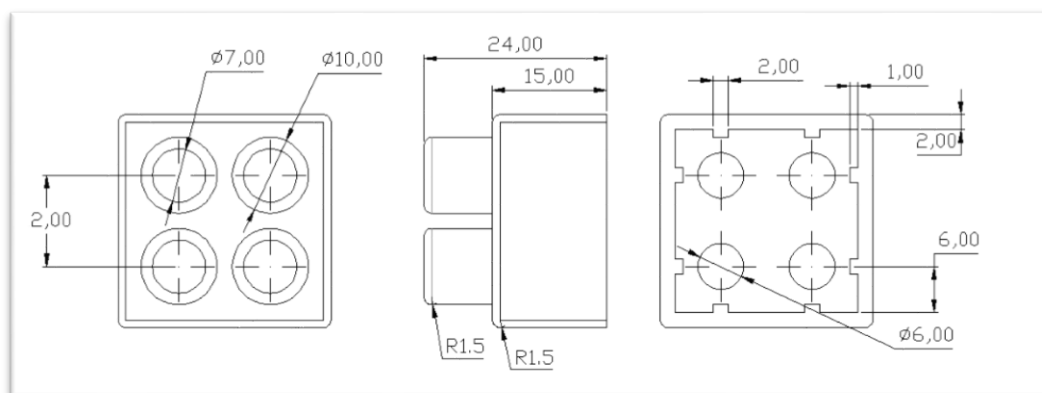
Es esencialmente la generación y desarrollo de ideas de manera eficiente y eficaz a través de un proceso y las herramientas adecuadas para crear un producto, funcional y

estético que pueda llegar a producirse en serie. El proceso de creación y desarrollo requiere principalmente de atenciones tácticas, habilidades y conceptos básicos, para recrear un producto como el que se busca realizar aquí; se debe tener en cuenta cuál es su utilización, cuáles serán las condiciones a las que estará sometido durante su uso, como será transportado, su precio, la vida útil del producto, etc...

Tomando lo dicho, para llevar a cabo de forma metódica este proceso, se recomienda hacer bosquejos preliminares del diseño. Estos bosquejos pueden realizarse a mano o bien puede hacerse utilizando tecnología CAD por la facilidad que ofrecen para correcciones o rediseños. La selección del material adecuado se fundamenta en satisfacer completamente los requerimientos que debe cumplir el producto y relacionarlos con las propiedades del material con el fin de elegir a los que cumplan con estas condiciones y finalmente elegir el más económico. Una vez seleccionado el material, se debe hacer el diseño definitivo, en esta etapa se comprueba el cumplimiento de los requerimientos con forma, diseños concebidos y con el material seleccionado.

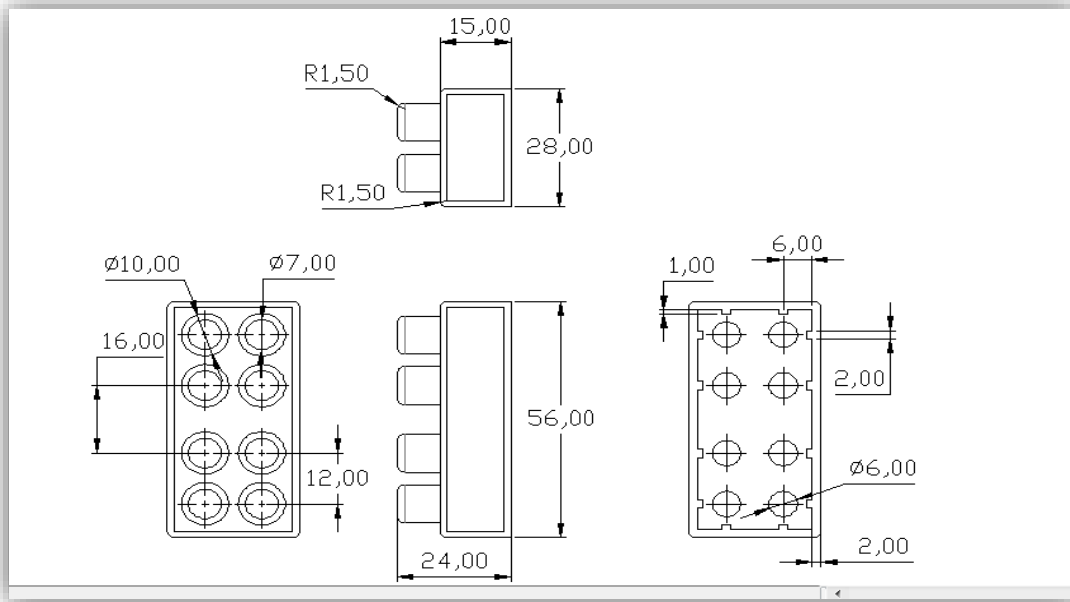
Para la obtención de un diseño de calidad y precisión, se pueden utilizar instrumentos tecnológicos que facilitan la tarea, en este caso se utilizó el software de diseño tridimensional SolidWorks 2012, que cuenta con todas las herramientas necesarias para visualizar el producto que se desea obtener, recurriendo a comandos que darán resoluciones de algunas características finales del producto.

#### 1.4. PARÁMETROS GEOMÉTRICOS



Fuente: elaboración propia, a través de software de diseño en 2D AutoCAD

Figura 1-5. Diseño en 2D, producto cuadrado final



Fuente: elaboración propia, a través de software de diseño en 2D AutoCAD

Figura 1-6. Diseño en 2D, producto rectangular final

#### 1.4.1. Propiedades físicas del producto

| Masa (g) | Volumen (mm <sup>3</sup> ) | Área (mm <sup>2</sup> ) |
|----------|----------------------------|-------------------------|
| 6,23     | 6.227,55                   | 6.382,59                |

Fuente: elaboración propia diseño software de dibujo SolidWork 2012

Tabla 1-1. Propiedades físicas bloque cuadrado

| Masa (g) | Volumen (mm <sup>3</sup> ) | Área (mm <sup>2</sup> ) |
|----------|----------------------------|-------------------------|
| 12,73    | 12.732,80                  | 9.550,67                |

Fuente: elaboración propia diseño software de dibujo SolidWork 2012

Tabla 1-2. Propiedades físicas bloque rectangular

### 1.5. ELECCIÓN DE MATERIAL

Cada etapa y proceso del proyecto es importante, todas tienen incidencia en los caminos que se tomarán para realizar un producto con calidad y con el mínimo uso de recursos. En este caso al ser un molde de inyección, el material será un polímero; para la elección del plástico se deberán conocer bastante bien las propiedades de estos, ya que en base a esto se definirán muchas características de la pieza a fabricar, así como visuales, físicas y mecánicas. Dentro de la elección se debe considerar el nivel de fluidez que debe tener el plástico, es decir, el índice con el cual el plástico llenará completamente la

cavidad antes de solidificarse y también la temperatura que necesita para llegar a su máxima fluidez y que la máquina que se usará permitirá llegar a tal nivel de calor y gramaje.



Fuente: <https://laprestampa.wordpress.com/2015/09/28/tipos-de-plastico-usos-y-aplicaciones/>

Figura 1-7. Códigos de identificación de resinas de plástico

Otro de los puntos importantes, es el pigmentado del producto, no todos los polímeros pueden ser pigmentados correctamente, esto puede afectar el acabado superficial o la calidad de apariencia que se le desea aplicar.

Como se refirió anteriormente, las propiedades mecánicas del plástico que se desea utilizar mayoritariamente definen el uso de estos, propiedades tales como su impermeabilidad, su peso, su dureza, su flexibilidad, sus diferentes texturas y su resistencia al impacto, generalmente estas propiedades son las más importantes, pero existen más propiedades que igualmente pueden influir, es ahí la importancia de la elección, por eso se realizará un cuadro comparativo con tres elecciones de polímeros, eligiendo al que tenga las mejores cualidades para asegurar la calidad del producto.

#### 1.5.1. Polietileno de alta densidad (PEAD)

Tiene una elevada cristalinidad debido a su poca ramificación y por tanto hay poca distancia entre macromoléculas vecinas haciendo que este Polietileno tenga una elevada densidad y resistencia que le da el nombre “high-density-poly-Ethylene”. Se trata de un plástico con elevada dureza, pero tiene una baja resistencia al impacto y a la elongación. Ver Tabla 1-1.

|   |               |
|---|---------------|
| Densidad (g/cm <sup>2</sup> )                                     | 0,952 - 0,965 |
| Cristalinidad (%)   | 70 - 80       |
| Módulo elástico (Gpa)   | 1,07 - 1,09   |
| Coefficiente de poisson   | 0,41 - 0,427  |
| Resistencia mecánica a la compresión (MPa)                        | 18,6 - 24,8   |
| Resistencia mecánica a la flexión (MPa)                           | 30,9 - 43,4   |
| Resistencia mecánica a la tracción (MPa)                          | 22,1 - 31     |
| Tenacidad a fractura (K <sub>Ic</sub> ) [MPa · m <sup>1/2</sup> ] | 1,52 - 1,82   |

Fuente: elaboración propia, con información extraída de <http://www.ub.edu/cmematerials/es/content/polietileno-de-alta-densidad>

Tabla 1-3. Tabla de propiedades del PEAD



Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Polietileno\\_de\\_alta\\_densidad#/media/File:Plastic-recyc-02.svg](https://es.wikipedia.org/wiki/Polietileno_de_alta_densidad#/media/File:Plastic-recyc-02.svg)

Figura 1-8. Codificación del plástico PEAD

### 1.5.2. Poli estireno

El poli estireno consta de cadenas macromoleculares sin ramificar. Los bencenos ocupan posiciones espaciales laterales de forma desordenada (atáctico) a lo largo de la cadena principal. Tiene una elevada estabilidad dimensional. Ver Tabla 1-2.

|  |               |
|--|---------------|
| Densidad (g/cm <sup>2</sup> )                        | 1,04 - 1,05   |
| Cristalinidad (%)                                    | Amorfo        |
| Módulo elástico (Gpa)                                | 1,2 -2,6      |
| Coefficiente de poisson                              | 0,383 – 0,403 |
| Resistencia mecánica a la compresión (MPa)           | 31,6 - 61,8   |
| Resistencia mecánica a la flexión (MPa)              | -----         |
| Resistencia mecánica a la tracción (MPa)             | 35,9 - 56,5   |
| Tenacidad a fractura (Klc) [MPa · m <sup>1/2</sup> ] | 0,7 - 1,1     |

Fuente: elaboración propia, con información extraída de <http://www.ub.edu/cmematerials/es/content/poliestireno>

Tabla 1-4. Tabla de propiedades del PS



Fuente: <http://www.ecointeligencia.com/wp-content/uploads/2013/04/plastico-poliestireno.jpg>

Figura 1-9. Codificación de plástico PS

### 1.5.3. Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS)

El Acrilonitrilo Butadieno Estireno o ABS, es un polímero muy resistente al impacto (golpes) utilizado en automoción y otros usos tanto industriales como domésticos. Es un termoplástico amorfo.

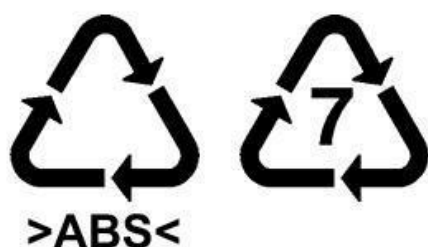
Se le llama plástico de ingeniería, debido a que es un plástico cuya elaboración y procesamiento es más complejo que los plásticos comunes, como son

las polioleofinas (polietileno, polipropileno). El rasgo más importante del ABS, es su gran tenacidad, incluso a baja temperatura (sigue siendo tenaz a  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Además es duro y rígido, tiene una resistencia química aceptable, baja absorción de agua y por lo tanto buena estabilidad dimensional, alta resistencia a la abrasión y puede recubrirse con una capa metálica con facilidad. Ver Tabla 1-5.

|   |               |
|---|---------------|
| Densidad ( $\text{g}/\text{cm}^2$ )                                     | 1,01 - 1,21   |
| Cristalinidad (%)   | Amorfo        |
| Módulo elástico (Gpa)   | 1,1 - 2,9     |
| Coefficiente de poisson   | 0,391 - 0,422 |
| Resistencia mecánica a la compresión (MPa)                              | 31 - 86,2     |
| Resistencia mecánica a la flexión (MPa)                                 | 47,8 - 76     |
| Resistencia mecánica a la tracción (MPa)                                | 27,6 - 55,2   |
| Tenacidad a fractura ( $K_{Ic}$ ) [ $\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ ] | 1,19 - 4,29   |

Fuente: elaboración propia, con información extraída de <http://www.ub.edu/cmematerials/es/content/acrilonitrilo-butadieno-estireno-abs>

Tabla 1-5. Tabla de propiedades del ABS



Fuente: <http://www.ub.edu/cmematerials/es/content/acrilonitrilo-butadieno-estireno-abs>

Figura 1-10. Codificación del ABS

#### 1.5.4. Material elegido

El material elegido para el producto es el ABS. Este material aporta una adherencia única, a la hora de unir las piezas, así como las propiedades de brillo, estabilidad del color, la cantidad adecuada de rigidez, ya que al ser menos rígido; una de las funciones que es el armado, al montar las piezas y al no estar completamente planas, se pierde la calidad del aspecto que se espera del producto, no obstante este plástico tiene un mayor precio de compra y justamente dificulta la elección entre el elegido plástico y el PEAD, ya que comparte similitudes en sus características pero con menor calidad y tienen un menor precio.

### 1.6. PROCESO DE INYECCIÓN

El moldeo por inyección, consiste básicamente en fundir un material plástico en condiciones adecuadas e introducirlo a presión en las cavidades de un molde, donde se enfría hasta una temperatura a la que las piezas puedan ser extraídas sin deformarse.

El gran desarrollo que las máquinas de inyección, han sufrido en los últimos años se ha visto influenciado no sólo por el creciente número de materiales y tipo de los mismos disponibles, sino también por la demanda creciente de artículos de plástico. Muchos de los materiales, se desarrollaron en la década de los años 30. El moldeo por inyección se aplica normalmente a resinas termoplásticas si bien, con ciertas modificaciones, se puede aplicar a materiales termoestables y a elastómeros sintéticos.

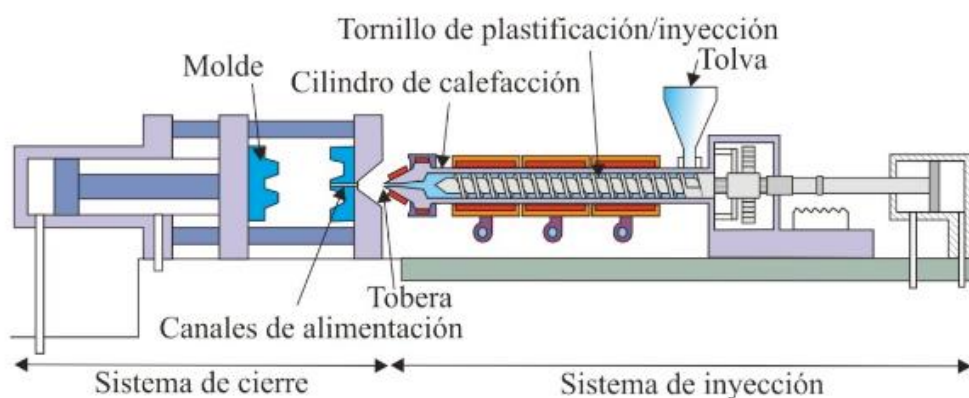
En el moldeo por inyección un polímero en estado líquido y caliente, no newtoniano, fluye a través de conductos o canales de geometría compleja, las paredes de los cuales están mucho más fríos que el propio polímero y llena un molde que también tiene las paredes frías. El modelado del proceso es muy complejo, aunque existen algunos programas comerciales ampliamente extendidos como el Moldflow, que han contribuido al estado actual de desarrollo de esta técnica. El moldeo por inyección es, quizás, el método de transformación más característico de la industria de plásticos y de hecho las máquinas de inyección modernas son un ejemplo de máquinas ideadas y fabricadas con vistas a la producción masiva de piezas.

El proceso puede dividirse en dos fases: en la primera tiene lugar la fusión del material y en la segunda la inyección del mismo en el molde. La manera de realizar estas dos fases, es lo que distingue unas máquinas de otras.

A continuación, se describe la máquina de inyección empleada para el proceso del producto. Al final del apartado se describe un ciclo completo de inyección en una máquina convencional.

### 1.6.1. Máquina inyectora

Las máquinas de husillo (Figura 1-11), proporcionan un calentamiento uniforme del material, así como un mezclado homogéneo. En estas máquinas la inyección del material se realiza desde la cámara de plastificación, que está provista de un husillo similar al de las máquinas de extrusión. El calentamiento del material se produce por tanto de forma similar a como ocurre en las máquinas de extrusión: la rotación del tornillo transforma parte de la energía mecánica en calor por fricción y además las paredes calientes del cilindro contribuyen a aumentar la temperatura por conducción. La eficiencia en la transmisión de calor de estas máquinas resulta muy elevada frente a las máquinas con pistón. Sin embargo aquí, a diferencia de lo que ocurre en las máquinas de extrusión, el tornillo además se mueve axialmente para realizar la inyección. El funcionamiento de estas máquinas en cuanto al transporte de sólidos, plastificación y transporte del fundido es análogo a lo que se estudió en el proceso de extrusión. En la actualidad son, con diferencia, las más utilizadas, por lo que a partir de ahora se referirán a ellas como “máquinas convencionales”.



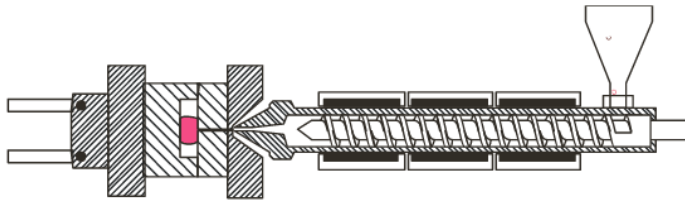
Fuente: texto Tecnología de Polímeros de M. Beltrán y A. Marcilla

Figura 1-11. Máquina de inyección de tornillo

En estas máquinas, conforme el tornillo gira la máquina, produce material fundido que se va acumulando en la parte anterior del mismo. Para alojar este material fundido dentro del cilindro, el tornillo debe retroceder lentamente mientras gira. Una vez que hay suficiente cantidad de material fundido acumulada delante del tornillo, se detiene el giro y se realiza un movimiento axial hacia adelante, con lo que se realiza la inyección del material fundido. Al igual que en las máquinas de extrusión, el diseño del tornillo viene determinado por las características del polímero con que se ha de trabajar y por las condiciones del proceso. Las variaciones de diseño se consiguen modificando el paso de hélice, la profundidad del canal y la longitud del tornillo.

Como se muestra en la Figura 1-12, la masa de plástico comienza a ser inyectada en el molde, el cual se encuentra previamente cerrado bajo presión y dispuesto para ser rellenado por el material plástico en todas sus cavidades.

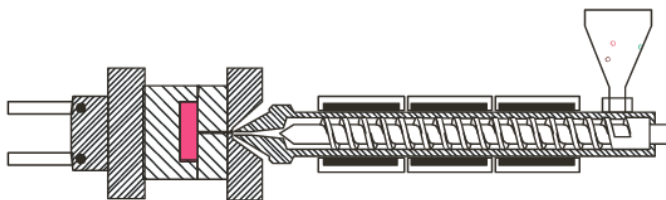
En la máquina inyectora, se definirán ciertos parámetros de inyección tales como la temperatura de inyección, fuerza de cierre, gramaje, etc.



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

Figura 1-12. Inyección del plástico.

Como se ve en el llenado del molde, véase la Figura 1-13, el tornillo gira para alojar el material fundido dentro del molde a través de la boquilla hasta llenar completamente sus cavidades.

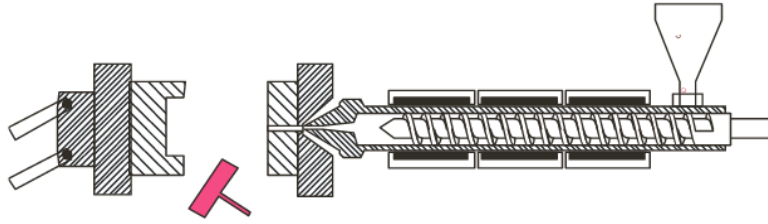


Fuente: texto Tecnología de Polímeros de M. Beltrán y A. Marcilla

Figura 1-13. Llenado del molde

El material dentro se solidifica por un enfriamiento donde el calor es disipado por el fluido refrigerante que recorre los canales internos. Una vez terminado el proceso de

enfriamiento, la parte móvil del molde se retira y la pieza se extrae como se muestra en la Figura 1-14.



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

Figura 1-14. Extracción de la pieza

Para el trabajo que se realizará se usará la máquina inyectora que facilitará la universidad (USM), cual máquina es Intertech, modelo INT-60 de 60 g (Figura 1-15), lo cual no representará inconvenientes, ya que el total de plástico usado en un ciclo será de 25,19 g sin contar la mazarota.



Fuente. fotografía propia, dentro del Taller de Mecánica

Figura 1-15. Máquina inyectora Intertech, modelo INT-60

| MÓDULO                          | DESCRIPCIÓN                                       | VALOR     |
|---------------------------------|---|-----------|
| Unidad de inyección             | Peso máximo de inyección (g)                      | 60        |
|                                 | Volumen teórico de inyección (cm <sup>3</sup> )   | 59        |
|                                 | Presión máxima de inyección (kg/cm <sup>2</sup> ) | 2.720     |
|                                 | Velocidad de inyección (cm <sup>3</sup> /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

Tabla 1-6. Ficha técnica de la máquina inyectora Intertech, modelo INT-60

### 1.7. Planificación y control del proyecto

Hoy en día, es totalmente necesario disponer de un sistema para control de producción. Es la herramienta ideal para obtener información de los tiempos que se han dedicado a cada tarea, los empleados que la realizaron, las unidades que se produjeron, la productividad de cada trabajador, etc.

El control de costos de una empresa, es la prioridad fundamental para poder seguir siendo competitivos en el mercado actual. Un mercado, en el que las empresas cada vez se ven obligadas ofertar sus productos a un precio más económico y a su vez luchar para tener un producto con una calidad cada vez mejor.

Evidentemente es imposible realizar una reducción de costos de fabricación de productos sin tener la información adecuada. Sería difícil poder llegar a repercutir por ejemplo el costo eléctrico atribuible a la fabricación de un producto, si no se sabe el tiempo que se ha necesitado tener encendida una máquina.

Lo mismo pasaría para repercutir el tiempo de mano de obra de los trabajadores a un producto en concreto, amortización de maquinaria, herramientas, gastos indirectos de oficina, etc.

### 1.7.1. Planificación del proyecto

Dentro de todo proyecto, la planificación estratégica de procesos productivos, es esencial, puesto que solo este medio es el mecanismo que define la materialización de la idea propuesta.

Planificación, según el diccionario de la Real Academia Española es:

“Plan general, metódicamente organizado y frecuentemente de gran amplitud, para obtener un objetivo determinado, tal como el desarrollo armónico de una ciudad, el desarrollo económico, la investigación científica, el funcionamiento de una industria.”

En resumen, la planificación es la elaboración de un plan general, detallado y de gran amplitud, para la consecución de un fin o de una actividad determinada.

¿Por qué es importante mencionar la definición anterior?

Debido a que muchas veces, cuando por primera vez se realiza un proyecto enmarcado en el emprendimiento no se genera de inmediato una carta Gantt, lo que en ocasiones genera conflicto en el avance y provoca que el emprendimiento fracase.

La planificación del proyecto, se realizó primero en base a la experiencia personal obtenida en la universidad.

### 1.7.2. Listado de actividades

Es importante señalar que el tiempo en desarrollar los puntos, objetivos generales y específicos de este trabajo, como también el listado de actividades debe ser considerado no como un mero trámite, sino como parte fundamental de toda la planificación de importancia.

A continuación, se adjuntará el listado de actividades a realizar.

|  |   |
|--|---|
| 1) BrainStorming   | 2) Elección de la mejor idea                                      |
| 3) Estudio del producto  | 4) Realización del boceto   |
| 5) Estudio del boceto  | 6) Presentación del boceto  |
| 7) Estudio de Pre-factibilidad                                 | 8) Estudio de Factibilidad  |
| 9) Elección del material para el producto                      | 10) Estudio de primer diseño                                      |
| 11) Cálculos del molde   | 12) Elección de los materiales y herramientas para la fabricación |
| 13) Primer diseño del molde de inyección                       | 14) Aplicar control al diseño                                     |
| 15) Correcciones del diseño del molde                          | 16) Planificación de los procesos de fabricación                  |
| 17) Planteamiento de las herramientas a utilizar               | 18) Compra de material para fabricación                           |
| 19) Mecanizado (1) de placas cavidades (macho y hembra)        | 20) Mecanizado (2) de placas cavidades (macho y hembra)           |
| 21) Mecanizado (1) de almas de postizos                        | 22) Mecanizado para sistema de amarre                             |
| 23) Desarrollo de programa para mecanizado de placas cavidades | 24) Mecanizado CNC (3) placas cavidades (ajuste de almas)         |
| 25) Mecanizado CNC (4) placas cavidades (alivianado)           | 26) Mecanizado CNC (5) placas cavidades (contorneado y afinado)   |
| 27) Mecanizado CNC (6) placas cavidades (alimentación)         | 28) Mecanizado CNC (2) almas de postizos (cuadrado 1)             |
| 29) Mecanizado CNC (3) almas de postizos (cuadrado 2)          | 30) Mecanizado CNC (4) almas de postizos (rectángulo 1)           |
| 31) Sistema de botación en cavidades                           | 32) Mecanizado 2 placas botadoras                                 |
| 33) Mecanizado para sistema de amarre (2)                      | 34) Mecanizado de terminaciones de la cavidad (nervios)           |
| 35) Ajuste y alineamiento del molde                            | 36) Puesta a punto  |
| 37) Prueba de inyección  | 38) Muestreo de piezas  |
| 39) Control de calidad de producto                             | 40) Producción total del artículo                                 |

Fuente: elaboración propia a través de software Microsoft Excel

Tabla 1-7. Listado de actividades del proyecto actual

#### 1.7.2.1. Tipos de control de cada actividad

Para toda acción de este proyecto puede haber uno o más controles que se pueden garantizar el éxito, la eficacia y/o la seguridad de este. Es transcendental identificar cual es el control más adecuado para cada tarea, he aquí una descripción de cada control aplicable a este proyecto.

A. Control de operaciones.

Es la emisión de órdenes de trabajo impresas, que indican todas las actividades que se deben realizar para poner en marcha los planes en las fechas determinadas por medio del despacho o distribución, donde se detallan todas las actividades de control.

B. Control del movimiento de materiales.

Observación de los materiales, en lo que respecta al plazo de entrega, salida de los mismos a los talleres y sus movimientos dentro de ellos en los instantes previstos en los planes.

C. Control de herramientas.

Observación de los repuestos de las máquinas y herramientas, en cuanto a su diseño y fabricación o compra, haciendo el seguimiento hasta su entrega en los talleres.

D. Control de las fechas de ejecución.

Observación de los registros de las máquinas, para descubrir los retrasos o las paradas que puedan alterar las fechas para la terminación del trabajo asignado a cada una de ellas.

E. Control de la cantidad y calidad.

Observación de los trabajos en curso en etapas previamente fijadas con el fin de averiguar:

Si se ha fabricado la cantidad correcta, y

Si el trabajo realizado está de acuerdo con el estándar de calidad.

F. Control de las reposiciones.

Observación de la cantidad de materias primas y del trabajo en curso que sea rechazado en cada etapa de inspección y emisión de las órdenes para reponer ese material o ese trabajo.

G. Control del rendimiento en el trabajo.

Observación y registro del tiempo que ha sido necesario para realizar cada unidad de trabajo en el proceso, y comparación del mismo con el tiempo concebido en el planeamiento.

H. Control del progreso de las órdenes.

Señalar el trabajo completado en los programas de producción y en las hojas de ruta.

I. Controlar todo el movimiento.

Observación de todo el trabajo realizado por los camiones, grúas y otros medios de transporte y/o de comunicaciones a nivel interno.

Teniendo conocimiento de estos controles, se puede aplicar a la lista de actividades que se mostró anteriormente.

| Lista de actividades y Control                                |   |   |
|---|---|---|
| Brain Storming  | 8.- Control del Progreso de las órdenes.-   |   |
| Elección de la mejor idea                                     | 8.- Control del Progreso de las órdenes.-   |   |
| Estudio del producto  | 8.- Control del Progreso de las órdenes.-   |   |
| Realización del boceto  | 8.- Control del Progreso de las órdenes.-   |   |
| Estudio del boceto  | 8.- Control del Progreso de las órdenes.-   |   |
| Presentación del boceto                                       | 8.- Control del Progreso de las órdenes.-   | 4.- Control de las Fechas de Ejecución.-  |
| Estudio de Pre-factibilidad                                   | 8.- Control del Progreso de las órdenes.-   | 4.- Control de las Fechas de Ejecución.-  |
| Estudio de Factibilidad                                       | 8.- Control del Progreso de las órdenes.-   | 4.- Control de las Fechas de Ejecución.-  |
| Elección del material para el producto                        | 7.- Control del Rendimiento en el Trabajo.- |   |
| Estudio de Primero diseño                                     | 8.- Control del Progreso de las órdenes.-   |   |
| Calculos del molde  | 7.- Control del Rendimiento en el Trabajo.- |   |
| Elección de los materiales y herramientas para la fabricación | 2.- Control del Movimiento de Materiales.-  | 3.- Control de Herramientas.-             |
| Primer diseño del molde de inyección                          | 8.- Control del Progreso de las órdenes.-   |   |
| Aplicar control al diseño                                     | 8.- Control del Progreso de las órdenes.-   |   |
| Correcciones del diseño del molde                             | 1.- Control del Operaciones.-               | 8.- Control del Progreso de las órdenes.- |
| Planificación de los procesos de fabricación                  | 1.- Control del Operaciones.-               | 8.- Control del Progreso de las órdenes.- |
| Planteamiento de las herraminetas a utilizar                  | 3.- Control de Herramientas.-               |   |
| Compra de material para fabricación                           | 2.- Control del Movimiento de Materiales.-  |   |
| Mecanizado (1) de placas cavidades (macho y hembra)           | 7.- Control del Rendimiento en el Trabajo.- | 5.- Control de la Cantidad y Calidad.-    |
| Mecanizado (2) de placas cavidades (macho y hembra)           | 7.- Control del Rendimiento en el Trabajo.- | 5.- Control de la Cantidad y Calidad.-    |
| Mecanizado (1) Almas de postizos                              | 7.- Control del Rendimiento en el Trabajo.- | 5.- Control de la Cantidad y Calidad.-    |
| Mecanizado para sistema de amarre                             | 7.- Control del Rendimiento en el Trabajo.- | 5.- Control de la Cantidad y Calidad.-    |
| Desarrollo de programa para mecanizado de placas cavidades    | 7.- Control del Rendimiento en el Trabajo.- | 5.- Control de la Cantidad y Calidad.-    |
| Mecanizado CNC (3) placas cavidades (Ajuste de almas)         | 7.- Control del Rendimiento en el Trabajo.- | 5.- Control de la Cantidad y Calidad.-    |
| Mecanizado CNC (4) placas cavidades (Alivianado)              | 7.- Control del Rendimiento en el Trabajo.- | 5.- Control de la Cantidad y Calidad.-    |
| Mecanizado CNC (5) placas cavidades (Contorneado y afinado)   | 7.- Control del Rendimiento en el Trabajo.- | 5.- Control de la Cantidad y Calidad.-    |
| Mecanizado CNC (6) placas cavidades (alimentación)            | 7.- Control del Rendimiento en el Trabajo.- | 5.- Control de la Cantidad y Calidad.-    |
| Mecanizado CNC (2) Almas de postizos (cuadrado 1)             | 7.- Control del Rendimiento en el Trabajo.- | 5.- Control de la Cantidad y Calidad.-    |
| Mecanizado CNC (3) Almas de postizos (cuadrado 2)             | 7.- Control del Rendimiento en el Trabajo.- | 5.- Control de la Cantidad y Calidad.-    |
| Mecanizado CNC (4) Almas de postizos (rectangulo 1)           | 7.- Control del Rendimiento en el Trabajo.- | 5.- Control de la Cantidad y Calidad.-    |
| Sistema de botación en cavidades                              | 7.- Control del Rendimiento en el Trabajo.- | 5.- Control de la Cantidad y Calidad.-    |
| Mecanizado 2 placas botadoras                                 | 7.- Control del Rendimiento en el Trabajo.- | 5.- Control de la Cantidad y Calidad.-    |
| Mecanizado para sistema de amarre (2)                         | 7.- Control del Rendimiento en el Trabajo.- | 5.- Control de la Cantidad y Calidad.-    |
| Mecanizado de terminaciones de la cavidad (nervios)           | 7.- Control del Rendimiento en el Trabajo.- | 5.- Control de la Cantidad y Calidad.-    |
| Ajuste y alineamiento del molde                               | 7.- Control del Rendimiento en el Trabajo.- | 5.- Control de la Cantidad y Calidad.-    |
| Puesta a punto  | 7.- Control del Rendimiento en el Trabajo.- | 5.- Control de la Cantidad y Calidad.-    |
| Prueba de inyección   | 7.- Control del Rendimiento en el Trabajo.- | 5.- Control de la Cantidad y Calidad.-    |
| Muestreo de de piezas   | 7.- Control del Rendimiento en el Trabajo.- | 5.- Control de la Cantidad y Calidad.-    |
| Control de calidad de producto                                | 5.- Control de la Cantidad y Calidad.-      | 6.- Control de las Reposiciones.-         |
| Producción en total del producto                              | 5.- Control de la Cantidad y Calidad.-      | 4.- Control de las Fechas de Ejecución.-  |

Fuente: elaboración propia a través de programa Microsoft Excel

Tabla 1-8. Tabla de controles a cada actividad programada

En el ANEXO C, irá el listado original para poder ser apreciado de manera práctica.

### 1.7.3. Herramientas para el control del proyecto

Para realizar un pleno control se facilitan algunas herramientas, como hojas de controles, hay tipos de hojas de controles tales como los mismos tipos de controles, diseñados para mantener todos los ítems que se deben tener en cuenta en un control correcto. Para el proyecto que se realiza, se le aplicarán los controles adecuados para cada tarea y se adjuntará una hoja de control de rendimiento de trabajo, cual es el tipo de control mas aplicado para tal proyecto.

### 1.7.3.1. Carta Gantt

El diagrama de Gantt es una herramienta que se emplea para planificar y programar tareas a lo largo de un período determinado de tiempo. Gracias a una fácil y cómoda visualización de las acciones a realizar, permite realizar el seguimiento y control del progreso de cada una de las etapas de un proyecto. Reproduce gráficamente las tareas, su duración y secuencia, además del calendario general del proyecto y la fecha de finalización prevista.

Así, por medio de la carta Gantt, cliente (o inversionista) y proveedor pueden hacerse una idea clara de los recursos involucrados en un proyecto (tiempo, actividades, presupuestos) y su correcta administración. Por el contrario, quienes no aplican este instrumento tienden a trabajar en forma desordenada, poco eficiente (recargando la jornada para tratar de ser más productivos, gastando tiempo o material) o bien lineal (ejecutando una tarea tras otra) en vez de hacer simultáneamente (o en paralelo) aquellas que es posible coordinar o delegar, como se vio en un artículo anterior. Y de paso, generan inquietud en el cliente, pues este ignora a qué paso marcha el proyecto o por qué tarda o vale tanto. Se puede explicar mediante un desglose detallado, las labores a realizar dentro del plazo disponible, el cliente estará mucho más dispuesto a confiarte el proyecto y financiarlo sin objeciones.

¿En qué consiste?

Básicamente el diagrama está compuesto por un eje vertical donde se establecen las actividades que constituyen el trabajo que se va a ejecutar y un eje horizontal que muestra en un calendario la duración de cada una de ellas.

Para este trabajo se realizó una planificación con esta herramienta, se adjuntará en el ANEXO A al final del informe.

## **CAPÍTULO 2: DISEÑO**



## **DISEÑO**

### **2.1. GENERALIDADES DEL DISEÑO**

Del italiano “disegno”, la palabra diseño se refiere a un boceto, bosquejo o esquema que se realiza, ya sea mentalmente o en un soporte material, antes de concretar la producción o fabricación de algo. El término también se emplea para referirse a la apariencia de ciertos productos, en cuanto a sus formas, líneas y funcionalidades.

Hay diferentes tipos de diseños, con distintos alcances y objetivos. En este trabajo, el tipo de diseño correcto es el industrial. Este tipo de diseño se usa para esbozar objetos, con el fin de realizar alguna manufactura a partir de estos.

El momento del diseño, implica una representación mental y la posterior plasmación de dicha idea en algún formato gráfico (visual) para exhibir cómo será la obra que se planea realizar. El diseño, por lo tanto, puede incluir un dibujo o trazado que anticipe las características de la obra.

Al diseñar, la persona no sólo tiene en cuenta aspectos estéticos, sino también cuestiones funcionales y técnicas. Esto exige a los diseñadores de estudios, investigaciones y tareas de modelado que le permitan encontrar la mejor manera de desarrollar el objeto que pretender crear.

Uno de los objetivos dentro del presente trabajo es “Diseñar y fabricar los postizos para aplicar en el molde”, a lo que se refiere este objetivo es que el diseño que se realizará en este estudio, (aparte del mismo producto) solo se diseñarán los postizos del equipo llamado molde y su sistema de extracción, ya que se tiene un pre-molde dispuesto para la obtención, con esto se deduce que no se tendrá necesidad de diseñar y fabricar todas las partes del sistema.

### **2.2 DISEÑO DEL PRODUCTO**

Para el comienzo del diseño general de un molde de cualquier tipo, se necesita tener establecido el producto que se desea fabricar, así se instaurará por descarte el método de producción de dicho elaboración. Con lo dicho anteriormente, se aclararán ciertos ámbitos del diseño general.

Para el diseño de este producto es necesario tener en cuenta los recursos a los que se tienen acceso y adaptarse a estos, y optar por el más viable.

En este caso al investigar los productos similares que cumplen sus funciones, se encuentran cientos de formas, materiales y tamaños, dentro de los cuales los “básicos” o “comunes” fueron dos bloques didácticos, uno con forma cuadrada y otra de forma rectangular. Estos se modelaron en un software de diseño 3D “SolidWorks”, en el cual se les proporcionaron las medidas ya explicadas en Capítulo 1, al tener el diseño del producto completado y calculado se dará inicio al consiguiente paso del trabajo.

### **2.3. CONTRACCIÓN**

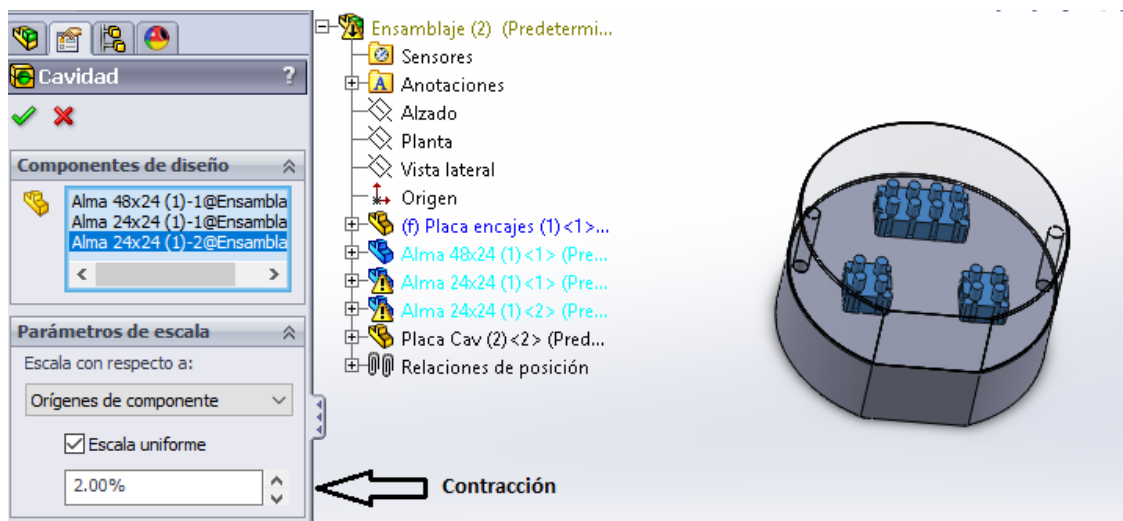
El fenómeno de la contracción se puede caracterizar microscópica y localmente, esto ocurre porque al contraer el material plástico la dimensión no será la misma en el exterior de la pieza, que en el núcleo.

Casi todos los autores plantean que la contracción, se define como la diferencia entre las medidas de la pieza desmoldeada, enfriada a la temperatura ambiente y las dimensiones de la cavidad del molde. Pero lo que realmente ocurre, es que durante el proceso de moldeo, las contracciones serán diversas a través de una sección del área en estado de enfriamiento y van a depender principalmente de la orientación molecular de las fibras del material termoplástico, temperatura de procesamiento, forma y dimensiones del sistema de alimentación, del enfriamiento del molde, así como de la presión de mantenimiento después de inyectada la resina en la cavidad.

Al establecer una comparación entre los materiales cristalinos y amorfos, se puede observar la tendencia a una mayor contracción en los materiales cristalinos.

Esta propiedad se pone de manifiesto por la diferencia en volumen específico que presentan cada uno. El coeficiente de contracción del ABS es de un 2 % volumétrico, lo cual es una ventaja en el diseño, ya que el programa de modelamiento te permite realizar un comando que controla las dimensiones con respecto a la contracción, además de ser una contracción relativamente baja con respecto a otros plásticos.

El programa utilizado es SolidWorks 2014, en la Figura 2-1, se podrá apreciar el comando contracción.



Fuente. modelado en 3D en software SolidWorks 2014

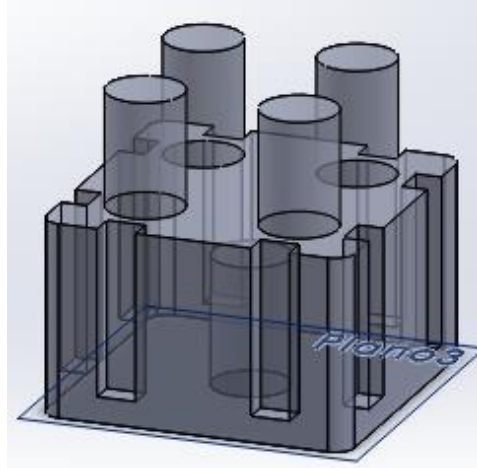
Figura 2-1. Imagen del comando Contracción del software SolidWorks

## 2.4. DISEÑO DEL MOLDE

Comenzando con una de las importantes tareas del proyecto como lo es el diseño del molde, es fundamental conocer cada parte que constituye un molde y el funcionamiento de cada parte, en los subcapítulos se mostrarán los elementos básicos cuales para el moldeo de inyección, solo elementos que se realizarán en este trabajo, por el hecho que existe un pre molde para la facilitación y flexibilidad para la realización de otros estudio.

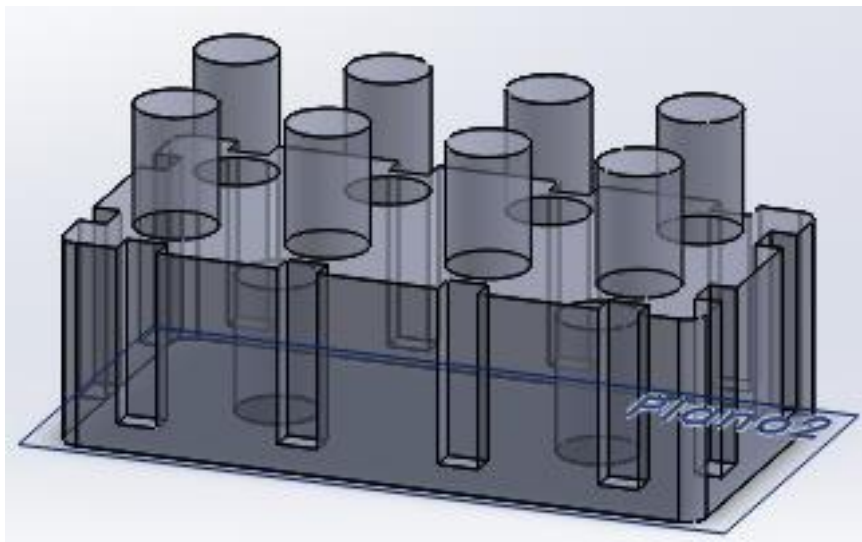
### 2.4.1. Diseño de los postizos

Esta tarea es la dominante para la creación del producto, ya que es el macho en la función del moldeo, de este elemento depende la pared interna del producto y se ha de conocer que el uso del producto depende principalmente de dos factores, las columnas de acoplamiento y los nervios de apisone, estos últimos son moldeados con respecto a los postizos, en la Figura 2-2 y 2-3, se muestran el modelaje en 3D del referente. En las cavidades se implementarán tres almas postizas, dos de ellas con forma cuadrada y la otra con forma rectangular, estas serán diseñadas y modeladas en el software SolidWorks 2014.



Fuente. modelado en 3D, en software SolidWorks 2014

Figura 2-2. Alma postizo, forma cuadrada



Fuente. modelado en 3D, en software SolidWorks 2014

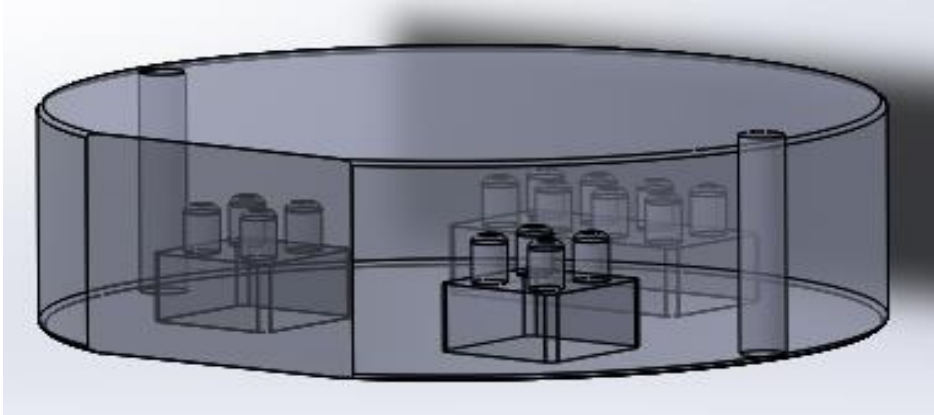
Figura 2-3. Alma postizo, forma rectangular

#### 2.4.2. Diseño de placas cavidad

El diseño de estas placas para la presente faena, está completamente ligado al postizo del que se dicta precedentemente, bien que la estas placas continúan con el perímetro de los postizos, resignando un espacio entre ellos, una compensación para darle un espesor de pared al producto como se muestra en la Figura 2-4. Este modelaje se efectuó en SolidWorks, donde se montó con el postizo para que se distinguiera los espesores referenciados anteriormente. El molde consta de dos placas cavidad, superior e inferior. Las medidas que tendrán estas placas serán designadas por cálculos y/o predeterminadas por el porta molde que se proporcionará para la producción general del proyecto.

#### 2.4.2.1. Placa cavidad superior

Para entablar el diseño de esta placa, se debe tener la idea clara del funcionamiento que se le otorgará, y los parámetros que se deben cumplir para evitar fallas de diseño, en este caso por correspondiente de funcionamiento del molde la tarea que cumplirá, será el de cavidad de desfase con el postizo, en esta placa se ejecutarán perforaciones para pernos M10 para ser atadas a la placa porta cavidad.

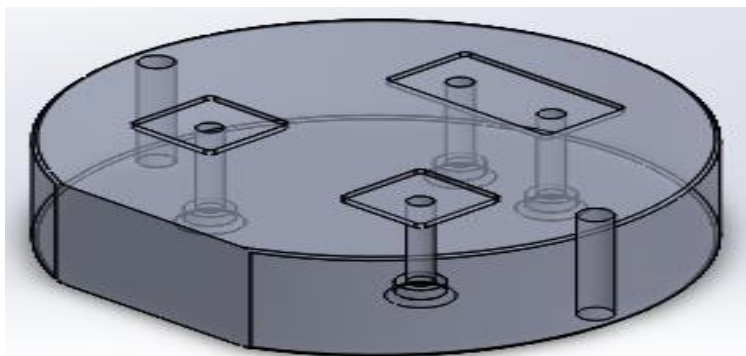


Fuente. modelado en 3D, en software SolidWorks 2014

Figura 2-4. Modelado en 3D de placa cavidad superior

#### 2.4.2.2 Placa cavidad Inferior

La labor que cumple la placa cavidad inferior, es la de acoplar, ajustar y sostener los postizos para el moldeo de inyección, en esta placa irá el canal de alimentación de plástico donde se realizarán con el método de canal submarino, el cual consiste en un perforación con angulación desde la boquilla de llenado hasta la misma cavidad, esta placa poseerá perforaciones pasantes para el sistema de extracción del producto junto con las perforaciones para el sistema de amarre por pernos a la placa porta cavidad. Ver Figura 2-5.



Fuente. modelado en 3D, en software SolidWorks 2014

Figura 2-5. Modelado en 3D de placa cavidad inferior

## 2.5. SISTEMA DE EXTRACCIÓN

El sistema de extracción de un molde, es un conjunto de componentes ensamblados que van acoplados al molde los cuales cumplen con la función de extraer la pieza moldeada y la mazarota en el momento de abrir el molde y que para tener una función semi-automática, se acopla un sistema con contra botadores, los cuales en el momento de cerrar el molde para su siguiente ciclo, vuelve a poner en el lugar inicial el componente botador del sistema.

Parte de este sistema, estará ya pre dispuesto en el molde que se utilizará para montar las placas cavidades y postizos. El sistema contra botador ya reside en el molde, pero los elementos que son propios del diseño serán únicos.

Este sistema está compuesto de los siguientes elementos:

- ❖ Placa botadora inferior;
- ❖ Placa botadora superior, y
- ❖ Espigas botadores.

Este sistema requiere de algunos parámetros para su correcta utilización, es decir, se deben calcular ciertos valores como el largo máximo de los botadores o la cantidad de botadores por cavidad y la presión a la que se es propenso el molde, estos cálculos se darán en un próximo sub capítulo.

## 2.6. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

El sistema de alimentación es el mecanismo por donde recorre el material fundido que integrará la pieza que se anhela moldear, este sistema está compuesto por:

- La cavidad;
- El canal de alimentación;
- El sistema de estrangulación, y
- El bebedero.

### 2.6.1. Canal de alimentación

El canal de alimentación es parte del sistema de alimentación por donde ingresa el plástico en estado líquido o viscoso, recibe llanamente el plástico desde el bebedero del

molde, para a continuación llenar los espacios de las cavidades que darán la forma a la pieza apetecida.

Existen variados tipos de secciones para canales de alimentación:

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

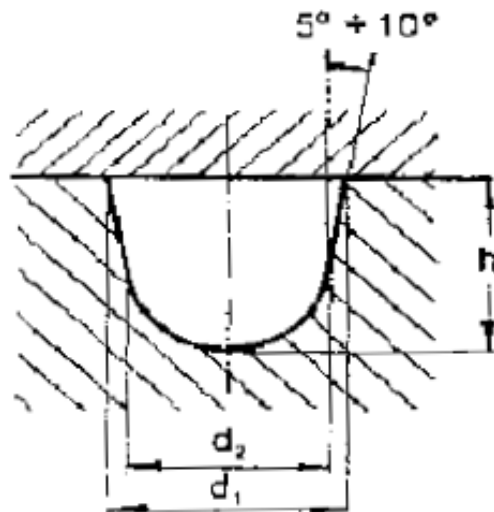
El tipo de canal que fue elegido será el trapezoidal modificado de media caña (ver Figura 2-6), ya que es factible de mecanizar con los recursos que se presentan en el Taller de Mecánica de la USM. También porque el ángulo de sus paredes de  $5^\circ$  a  $10^\circ$  facilita la extracción de la mazarota.

Para darle las dimensiones al canal de alimentación que se desea mecanizar, se tomarán en cuenta las referencias dimensionales dadas a continuación.

$$d_2 = S_{\text{máx}} + 1,5 = 0,7 d_1$$

$$h = 2/3 d_2$$

$$S_{\text{máx}} = \text{Espesor máximo de la pieza}$$

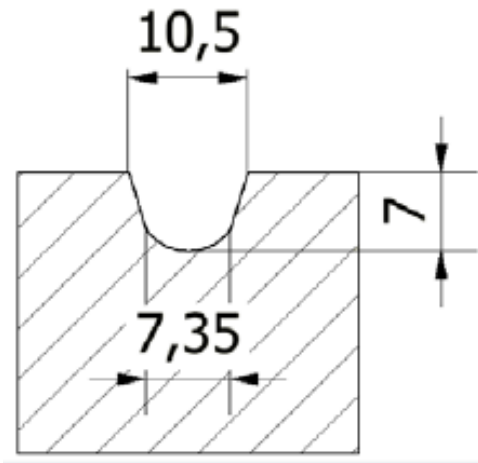


Fuente: Manual de Moldes para Inyección de Termoplásticos

Figura 2-6. Canal de llenado trapezoidal, modificado de media caña

De las relaciones dadas en la Figura 2-6 se tiene que:

$$\begin{aligned} S_{\text{máx}} &= 9 \text{ mm} \\ D_2 &= 9 + 1,5 = 10,5 \text{ mm} \\ D_1 &= 10,5 \times 0,7 = 7,35 \text{ mm} \\ h &= 2/3 \times 10,5 = 7 \text{ mm} \end{aligned}$$



Fuente: elaboración propia, en el programa AutoCad 2014

Figura 2-7. Canal de llenado trapezoidal modificado de media caña

### 2.6.2. Entrada directa

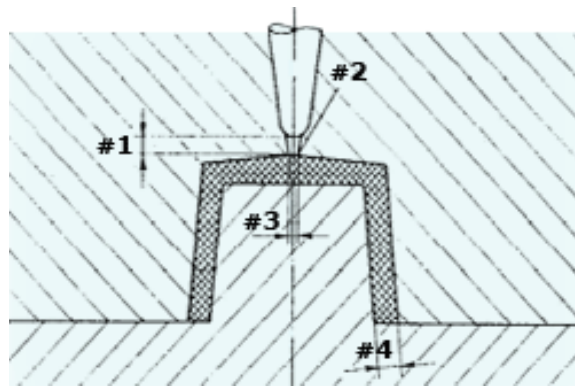
El momento en el que se comienza con la idea del diseño de la entrada hay que ser consciente del tamaño del bebedero y de los canales de alimentación, con el fin de obtener un llenado rápido y efectivo de la cavidad.

Existen diferentes tipos de entrada y pueden clasificarse en:

- Entrada superpuesta;
- Entrada de disco o diafragma;
- Entrada de anillo;
- Entrada de lengüeta;
- Entrada lateral múltiple;
- Entrada abanico;
- Entrada capilar;
- Entrada de túnel, de espita o submarina;
- Entrada directa;
- Entrada radial o en estrella, y
- Entrada de membrana.

El sistema de estrangulación elegido fue la entrada directa, ya que es una de las entradas más común y fáciles de fabricar. Algunas de características de esta colada.

- \* Colada, como componente de la pieza inyectada, pero que no forma parte de la pieza propiamente dicha.
- \* Canal de colada, definido desde el punto de introducción de la masa plastificada en el molde hasta la entrada.
- \* Entrada, como sección del canal de colada en el punto donde se une con la cavidad del molde.



Fuente: [https://www.quiminet.com/imagen/procadizero\\_moldes\\_22.gif](https://www.quiminet.com/imagen/procadizero_moldes_22.gif)

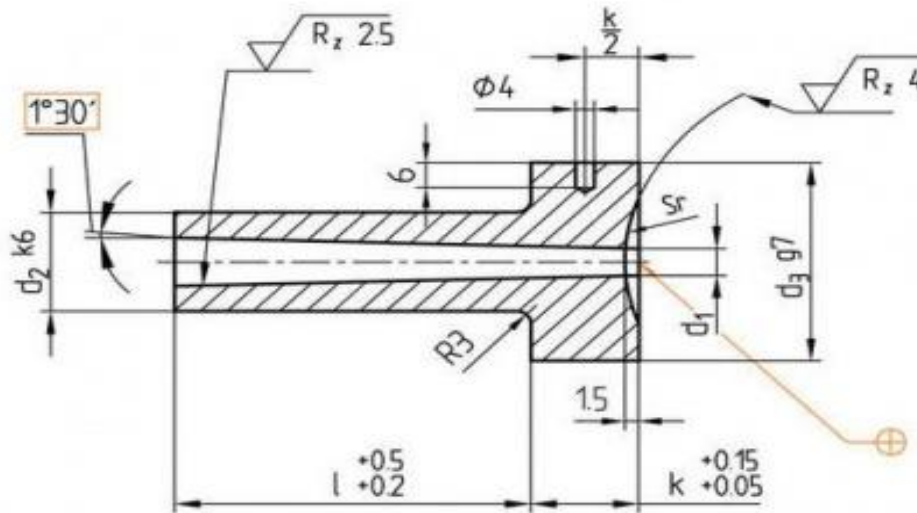
Figura 2-8. Imagen referencial de la entrada directa

### 2.6.3. Bebedero

El bebedero es un orificio troncocónico, que está en la placa fija del molde y que recibe el flujo de material directo con la boquilla, debe ser de un acero templado para soportar la presión ejercida sobre ella (ver Figura 2-9).

Para el diseño de este componente, se tomará en cuenta las consideraciones mencionadas en el manual de moldes para inyección de termoplásticos.

- ❖ Orificio menor oscila entre 3 a 10 mm dependiendo del peso de la pieza a inyectar, y
- ❖ Conicidad de 2° a 6°.



Fuente: <http://wikifab.dimf.etsii.upm.es/wikifab/images/thumb/a/a8/Entrega22%2808273%29.jpg/700px-Entrega22%2808273%29.jpg>

Figura 2-9. Imagen de referencia de bebedero

## 2.7. CÁLCULOS DE DISEÑO

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

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

### 2.7.1. Fuerza de cierre y expansiva del molde

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

$$F_{c1} \text{ (Fuerza de cierre)} > F_e \text{ (Fuerza expansiva)}$$

Para determinar el valor de  $F_e$  se expone la siguiente fórmula:

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

Fuente: memoria, Molde Inyección para Perfiles de Sujeción Señaléticas

### Fórmula 2-1. Fuerza expansiva del molde

Pero antes se debe obtener el área proyectada, la cual se divide en:

Área Proyectada=  $A_p$

|        |   |
|--------|---|
| Área 1 | $A_{p1} = 24 \times 24 \text{ mm}$<br>$A_{p1} = 576 \text{ mm}^2$   |
| Área 2 | $A_{p1} = 24 \times 24 \text{ mm}$<br>$A_{p1} = 576 \text{ mm}^2$   |
| Área 3 | $A_{p1} = 24 \times 48 \text{ mm}$<br>$A_{p1} = 1.142 \text{ mm}^2$ |

$$\text{Área total proyectada} = 1.152 + 576 + 576$$

$$\text{Área total proyectada} = 2.304 \text{ mm}^2$$

$$\text{Área total de canal de llenado} = 773,5 \text{ mm}^2$$

Reemplazando en Fórmula 2-1:

$$F_e = A_p * P. \text{ de inyección}$$

Donde:

$F_e$  = Fuerza expansiva (kgf)

$A_p$  = Área proyectada de pieza y canal de llenado (  $23,04 + 7,73 \text{ cm}^2$  )

P. Inyección = Presión de inyección del ABS (  $400 \text{ kgf/cm}^2$  )

$$F_e = (23,04 + 7,73) \times 400$$

$$F_e = 12.308 \text{ kgf}$$

Se cumple el requisito de la limitante de la fuerza de cierre de la máquina inyectora ( $60 \text{ t} \cong 588.600 \text{ kgf}$ ) es mayor que la fuerza de expansión.

### 2.7.2. Presión final de inyección

Se adjunta la fórmula para determinar la presión de inyección.

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

Fuente: memoria, Molde Inyección para Perfiles de Sujeción Señaléticas

#### Formula 2-2 Presión final de inyección

Donde:

Pf = Presión final a utilizar (kgf)

Pe = Presión de inyección ABS 400 (kgf/cm<sup>2</sup>)

A = Área de la pieza A1, A2 y A3

Reemplazando la Fórmula 2-2:

$$Pf = 400 \times [2 \times (5,76 + 5,76 + 11,52)]$$

$$Pf = 18.432 \text{ kgf}$$

### 2.7.3. Carga repartida en la placa

$$q = Pf / a$$

Fuente: memoria molde prototipo para mezclador de temperas

#### Formula 2-3. Carga repartida de la placa

Donde:

q = Carga repartida de la placa (Kgf/cm)

Pf = Presión final a utilizar (18432 Kgf,

Según Fórmula 2-2. Presión final de inyección

a = Ancho de la placa (2,5 cm)

Reemplazando en la Fórmula 2-3:

$$q = 18.432 / 2,5$$

$$q = 7.372,8 \text{ kgf/cm}$$

Por último se estima conveniente que el tiempo de inyección y el tiempo de enfriamiento de la pieza no necesitan de cálculos, sino que estos parámetros se controlarán desde la propia máquina. Donde se calculará el tiempo de inyección y enfriamiento por cada moldeo de las piezas obteniendo así la jornada trabajada por un día de producción en serie.

## **2.8. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO**

Por lo general, los altos polímeros se les da su primera forma en estado fundido. Al efectuar el llenado, se inyecta la masa fundida a elevada presión y gran velocidad en el molde, cuya cavidad tiene la forma del artículo deseado. La masa se adapta a la forma del molde, debiendo entonces disiparse su calor hasta que se solidifique. La pieza solo puede ser desmoldada cuando ha adquirido suficiente rigidez, [con masas de inyección o prensado que tienen tendencia al reticulado, es decir, los moldes se calientan a la temperatura de reticulación (unos 160 a 200° C)].

El enfriamiento es de gran importancia para la calidad y rentabilidad, que muchas veces se exige que se tenga en cuenta ya al iniciar la construcción del molde, aunque pocas veces se hace. La construcción debe hacerse siguiendo el llamado "principio de cono", es decir, que la pieza ha de enfriarse uniformemente partiendo del borde exterior hacia el punto de colada. La mazarota no ha de solidificarse demasiado pronto, para que la presión residual actúe durante un tiempo suficiente.

Al elegir la temperatura del molde, se tendrán en cuenta exigencias económicas y de técnica de producción. Por lo general, las temperaturas elevadas producen:

- Buenas superficies (brillo);
- Buena fluidez;
- Reducido grado de orientación y pocas tensiones propias;
- En consecuencia, pocas grietas de tensión;
- Poca contracción posterior, y
- Pero largos tiempos de enfriamiento.

Las ventajas económicas obtenidas con tiempos de enfriamientos cortos aportan, abundantes desventajas en calidad. Además se debe tener en cuenta que los costos del

enfriamiento con temperaturas inferiores al ambiente, aumentan progresivamente a medida que baja la temperatura de las paredes del molde. La formación de agua de condensación en la pared del molde, puede influir también negativamente en la calidad de la superficie cuando la temperatura es muy baja.

La productividad del proceso de inyección de termoplásticos, está relacionada íntimamente con la efectividad del sistema de enfriamiento del molde. Esta efectividad se determina íntimamente por el momento del diseño del sistema, pero durante su operación esta puede variar considerablemente, por esto es que bajo este parámetro se adjunta la siguiente fórmula.

Cálculo de refrigeración:

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

Donde:

Ts = Tiempo mínimo de enfriamiento (s)

s = Espesor máximo de la pieza, (cm)

$\alpha$  = Difusividad térmica del material, ( $cm^2s^{-1}$ )

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

Tm = Temperatura del molde, (°C)

Tc = Temperatura del material fundido, (°C)

En la Tabla 2-1, que indica las distintas propiedades físicas de algunos materiales plásticos.

- ABS: Temperatura a la cual una barra de ensayo estándar de plástico se flecta con una cantidad con una carga específica y determinada.

Datos requeridos para determinar el tiempo de enfriamiento de algunos polímeros

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

Fuente: Problemas resueltos de transferencia de calor, ppt diseño del molde

Tabla 2-1. Datos para determinar el tiempo de enfriamiento.

Cálculo:

$$Ts = \left[ \frac{-(0,3)^2}{2 \times \pi \times (1,7 \times 10^{-3})} \right] \ln \left[ \frac{\pi(90-60)}{4(240-60)} \right]$$

$$Ts = \left[ \frac{-0,09}{6,28 \times (1,7 \times 10^{-3})} \right] \ln \left[ \frac{\pi 30}{4(180)} \right]$$

$$Ts = \left[ \frac{-0,09}{6,28 \times (1,7 \times 10^{-3})} \right] \ln \left[ \frac{9,43}{720} \right]$$

$$Ts = \left[ \frac{-0,09}{10,676 \times 10^{-3}} \right] x - 4,3356$$

$$Ts = \left[ \frac{-0,09 x - 4,3356}{10,676 \times 10^{-3}} \right]$$

$$Ts = \left[ \frac{0,39}{10,676 \times 10^{-3}} \right]$$

$$Ts = 36,54 \text{ s}$$

Por lo tanto el tiempo de enfriado del molde para la obtención de bloques didácticos, es de 36,54 s



## **CAPÍTULO 3: FABRICACIÓN**



### 3. FABRICACIÓN

#### 3.1. PROCESO DE FABRICACIÓN DE LOS COMPONENTES

Para comenzar con el siguiente paso del proyecto, se empleará uno de los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera, se trata del concepto de administración de acuerdo a la fabricación. Los elementos que afectarán directa e indirectamente en este proceso tendrán que ser controlados y gestionados de forma eficaz para llegar al objetivo sin demoras ni problemas.

##### 3.1.1 Lugar de trabajo

El lugar en donde se generará gran parte del trabajo práctico (por no decir la mayoría) de este proyecto será el taller de mecánica de la Universidad Técnica Federico Santa María, (Figuras 3-1 y 3-2), donde se compartirá este lugar con 16 personas trabajando. El espacio que hay en el taller es de 100m<sup>2</sup>, el cual está compuesto con la maquinaria necesaria para fabricar el sistema de sujeción en máquina fresadora y/o también procesos de cilindrado y refrentado en torno; del mismo molde impuesto en este trabajo de título, no olvidando la maquinaria menor {no por eso menos esencial} como el esmeril de banco y todo tipo de herramientas de uso manual.



Fuente: foto tomada desde cámara propia en taller de mecánica UTFSM

Figura 3-1. Taller de Mecánica, Universidad Técnica Federico Santa María



Fuente: foto tomada del Taller de Mecánica SVM-USM

Figura 3-2. Taller de mecánica SVM-USM

### 3.1.2. Tiempo de trabajo

El tiempo práctico fue de 100 horas aproximadamente, donde se emplearon a prioridad de disponibilidad de maquinaria, a lo que se refiere en gestión, no fue la manera más rápida, pero dado los recursos y circunstancias fue una decisión correcta. Las horas se dividieron en, mecanizado convencional, mecanizado de banco, mecanizado por CNC y por último ajuste-montaje.

### 3.1.3. Herramientas y equipo de trabajo

Las herramientas y máquinas que se utilizaron en el proyecto fueron:

- Herramienta de corte de acero rápido 5/16";
- Fresa de dedo 16, 13, 12, 10, 8,7.5, 6 y 3 mm;
- Brocas de 4, 5, 6, 7,5 mm;
- Broca centro;
- Escariador de 12 y 8 mm;
- Machos de roscar M6 x 1 y M8 x 1,25;
- Limas cuadradas, triangulares, semicirculares y matriceras;
- Sierra de arco;
- Paralelas, y
- Martillo de goma y/o plástico.

Las maquinas que se manipularon para efectuar los procesos fueron: Torno convencional, esmeril de banco, fresadora taladradora y centro de perforados.



Fuente: Taller de Mecánica, SVM-USM

Figura 3-3. Torno convencional Metosa

Esmeril de banco.



Fuente: Taller de Mecánica, SVM-USM

Figura 3-4. Esmeriles

Fresadora taladradora.



Fuente: Taller de Mecánica, SVM-USM

Figura 3-5. Fresadora taladradora, marca Bridgeport

Herramientas e instrumentos de trabajo.



Fuente: Taller de Mecánica, SVM-USM

Figura 3-6. Herramientas e instrumentos.

### Centro de Perforados.



Fuente: Taller de Mecánica, SVM-USM

Figura 3-7. Centro de perforados CNC

Para ciertas tareas es requerido realizar una medición con exactitud de decimas o centésimas, y dentro de las maneras que hay para hacerlo se puede lograr con instrumentos para dicha tarea, instrumentos de medición, a continuación una lista de herramientas de medición utilizadas en el trabajo

- ✚ Pie de Metro;
- ✚ Micrómetro;
- ✚ Trazador de altura; y
- ✚ Reloj comparador.



Fuente: Taller de Mecánica, SVM-USM

Figura 3-8. Reloj comparador con base imantada



Fuente: Taller de Mecánica, SVM-USM

Figura 3-9. Trazador de altura



Fuente: Taller de Mecánica, SVM-USM

Figura 3-10. Micrómetro de 0,00 - 25 mm

### 3.2. MECANIZADO CONVENCIONAL

Gran parte del trabajo se hace en la zona de mecanizado convencional, en esta zona están impuestas las máquinas tradicionales en la labor de un mecánico. El lugar se compone de tornos radiales y máquinas fresadoras los cuales continúan haciendo bien su trabajo con el pasar de los años en uso.

El proceso parte por la búsqueda de paralelismo en las placas cavidades, tal trabajo se hace utilizando torno. Para luego seguir con unas perforaciones buscando el centro entre placas dejándolas paralelas y centradas.

Un trabajo similar se hace con las placas impuestas para la expulsión de la pieza.

### 3.2.1. Mecanizado en torno

La mejor forma de explicar cada proceso en la maquina es por medio de una tabla.

| Placa cavidad Inferior                        | Placa cavidad superior | Placas botadoras |
|---|------------------------|------------------|
| Cilindrado                                    | Cilindrado             | Cilindrado       |
| Desbaste                                      | Desbaste               | Desbaste         |
| Broca centro                                  | Broca centro           |                  |
| Perforado brocas $\varnothing$ 8,10 y 11.7 mm | Perforado              |                  |
| Escariador de $\varnothing$ 12 mm             | Escariado              |                  |
| Chaflanado                                    | Chaflanado             | Chaflanado       |

Fuente: elaboración propia en software Microsoft Word

Tabla 3-1. Tabla de procesos de mecanizado en torno

En este proceso, se busca que cada placa quede a la medida mínima impuesta, para luego trabajarlas de forma que las cavidades no se separen por temas de mediciones de precisión al igual que las placas botadoras.

No olvidar que detrás de cada ítem de la Tabla 3-1, está impuesto el uso de instrumentos de medición.

### 3.2.2. Mecanizado en fresadora

El proceso de fresado en su mayoría, está vinculado por perforaciones, ya que gracias al torneado se ha encontrado paralelismo de cada una de las placas.

| Placas cavidades                               | Placas botadoras            |
|--|-----------------------------|
| Fresado a un costado (fresa 12 mm)             | Perforado brocas 4 y 5,5 mm |
| Perforado brocas, $\varnothing$ 6, 7,8 y 12 mm |                             |
| Avellanado                                     |                             |

Fuente: elaboración propia en software Microsoft Word

Tabla 3-2. Tabla de procesos de mecanizado en fresadora

En las placas se han trazado previamente puntos para luego perforar y quedar a medida requerida. Este proceso implementa perforaciones, algunas para hacer roscado y otras para escariar a una medida mínima.

### 3.2.3 Mecanizado en banco

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

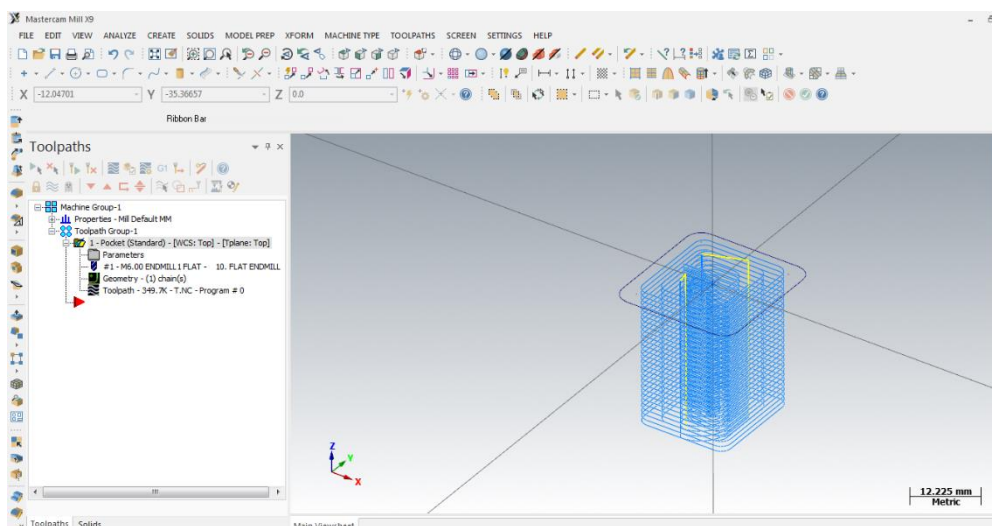
- Trazado;
- Roscado;
- Quite de rebaba;
- Recorte de espigas botadoras;
- Ajustes, y
- Limado (terminaciones finas).

## 3.3 MECANIZADO EN CNC

Luego de haber mecanizado las placas con métodos convencionales, es necesario realizar mecanizados en CNC, para la realización de las cavidades del molde.

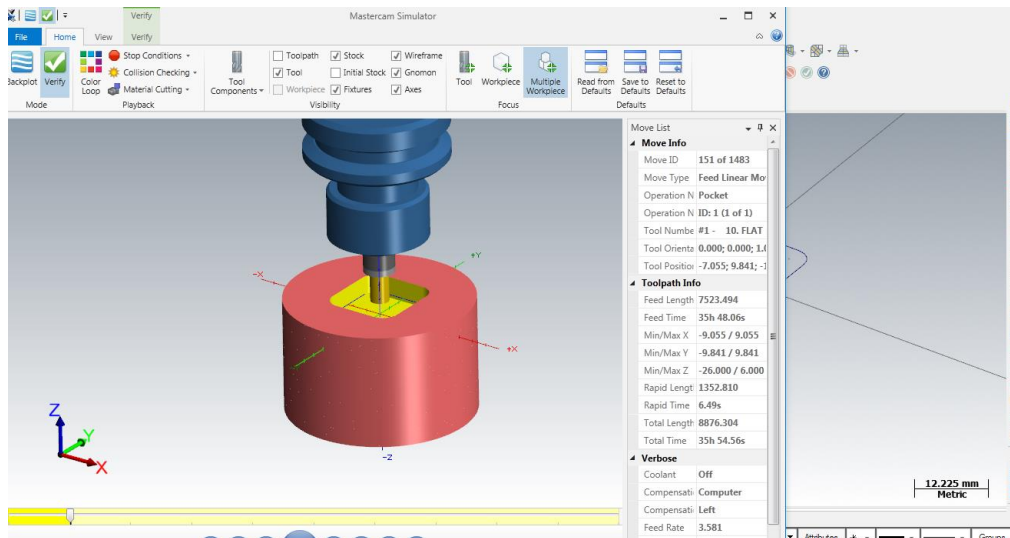
Primero, se realizaron los mecanizados a través del software MaterCam, donde se muestra cada placa con las medidas reales preparando así la forma de trabajarla.

Este programa tan eficaz, da herramientas de control, como las velocidades de trabajo y la forma más viable de mecanizar la pieza.



Fuente: elaboración propia en software MasterCam 2007

Figura 3-11. Simulación de mecanizado de pieza, fase 1



Fuente: elaboración propia en software MasterCam 2007

Figura 3-12. Simulación de mecanizado de pieza, fase 2

### 3.4 SALIDA DEL AIRE DEL MOLDE

Al proceder al llenado del molde, la masa tiene que desplazar el aire que se encuentra en el mismo. Si este aire no tiene posibilidades de salida, queda comprimido en el punto más alto o en las líneas de unión de flujo, produciendo allí quemaduras en la pieza (efecto diésel). Estas zonas se caracterizan generalmente por tonalidades oscuras en la pieza que la hacen inservible, ya que frecuentemente el llenado no es tampoco completo. Por lo general, para la salida del aire no se precisan medidas especiales, ya que este tiene suficientes posibilidades para escapar por el plano de partición o los expulsores, especialmente cuando el plano de partición tiene una determinada aspereza, por ejemplo, al ser mecanizado con un disco de grano grueso (grano 240). Las estrías de pulido señalarán hacia afuera; sin embargo, es preciso que el molde se llene de modo que la masa entrante en la cavidad desplace el aire hacia una junta de partición.

La forma y posición de la entrada, determinan el proceso de llenado y por tanto, también la posibilidad de eliminación del aire. Si la posición o forma de la entrada es tan desfavorable que no garantiza la salida del aire por una junta, habrá que tomar otras medidas para eliminarlo. Para ello no es indispensable elaborar canales especiales para la aireación, sino que muchas veces basta con construir la matriz en varias piezas. Las juntas de partición, especialmente las de longitud reducida por destalonado, son muchas veces suficientes para la salida del aire y tienen la ventaja de hacerse menos visible en la pieza que los canales de aire elaborados en el plano de partición o en otro punto.



## **CAPÍTULO 4: COSTOS**



#### 4. COSTOS

Todo negocio, consiste básicamente en satisfacer necesidades y deseos del cliente vendiéndole un producto o servicio por más dinero de lo que cuesta fabricarlo.

La ventaja que se obtiene con el precio, se utiliza para cubrir los costos y para obtener una utilidad.

La mayoría de los empresarios, principalmente de pequeñas empresas definen sus precios de venta a partir de los precios de sus competidores, sin saber si ellos alcanzan a cubrir los costos de sus empresas. La consecuencia inmediata, derivada de esta situación es que los negocios no prosperan. Conocer los costos de la empresa es un elemento clave de la correcta gestión empresarial, para que el esfuerzo y la energía que se invierte en la empresa den los frutos esperados.

Por otra parte, no existen decisiones empresariales, que de alguna forma no influyan en los costos de una empresa. Es por eso imperativo que las decisiones a tomarse, tengan la suficiente calidad, para garantizar el buen desenvolvimiento de las mismas.

Para evitar que la eficacia de estas decisiones no dependa únicamente de la buena suerte, sino más bien, sea el resultado de un análisis de las posibles consecuencias, cada decisión debe ser respaldada por tres importantes aspectos:

- Conocer cuáles son las consecuencias técnicas de la decisión:
- Evaluar las incidencias en los costos de la empresa, y
- Calcular el impacto en el mercado que atiende la empresa.

Para el presente ideal se dedicarán 2 tipos de costos, los cuales son los básicos para todo proyecto.

Valor de la UF= \$ 26.827, al 03.01.2018

##### 4.1. COSTOS DE DISEÑO

Los costos de diseño se dividen en dos partes, los de la pieza y de los postizos.

#### 4.1.1. Diseño de la pieza

En esta parte se toma en cuenta el ingenio del dibujante para la instauración de la pieza y tiempo que se demora en dicha creación. Para dar paso a la plasmación de la pieza en los software de diseño como es el AutoCad y SolidWorks.

Este proceso tiene un valor sujeto al proyectista por las horas que invirtió en un proyecto y el grado de dificultad que presento la pieza.

| <b>Diseño de la pieza</b> |               |               |            |                |
|---------------------------|---------------|---------------|------------|----------------|
|                           | Valor (\$/hr) | Cantidad (hr) | Costo (\$) | Valor total UF |
| Croquis                   | 5.000         | 1             | 5.000      | 0,19           |
| SolidWorks                | 15.000        | 4             | 60.000     | 2,23           |
| AutoCad                   | 10.000        | 6             | 60.000     | 2,23           |
| <b>Valor Total</b>        |               |               | 125.000    | 4,65           |

Fuente: valores aproximados dados por profesionales del rubro

Tabla 4-1. Costo diseño de la pieza

#### 4.1.2. Diseño de los postizos

Para empezar el diseño de los postizos, es primordial la elección del número de cavidades para la pieza, para ello se le añade a los softwares anteriores, un programa de mecanizado con CNC, para una mayor precisión en la obtención de la pieza.

En esta etapa, además se diseñan todas las piezas del molde, como placas, postizos o bujes para la posterior construcción del molde.

| <b>Diseño de los postizos</b> |               |               |            |                |
|-------------------------------|---------------|---------------|------------|----------------|
|                               | Valor (\$/hr) | Cantidad (hr) | Costo (\$) | Valor total UF |
| Croquis                       | 5.000         | 3             | 15.000     | 0,56           |
| SolidWorks                    | 15.000        | 4             | 60.000     | 2,23           |
| AutoCad                       | 10.000        | 4             | 40.000     | 1,49           |
| MasterCam                     | 20.000        | 3             | 60.000     | 2,23           |
| <b>Valor Total</b>            |               |               | 175.000    | 6,51           |

Fuente: valores aproximados dados por profesionales del rubro

Tabla 4-2. Costo diseño de los postizos

A continuación, una vez calculado el valor de las dos partes de los costos en el área del diseño, se prosigue a la sumatoria de ambas partes, para así obtener el costo total de diseño.

| <b>Diseño</b>          |            |                |
|------------------------|------------|----------------|
| Partes                 | Total (\$) | Valor total UF |
| Pieza                  | 125.000    | 4,65           |
| Postizos               | 175.000    | 6,50           |
| Ploteo                 | 30.000     | 1,11           |
| Costo total del diseño | 330.000    | 12,26          |

Fuente: valores aproximados dados por profesionales del rubro

Tabla 4-3. Costo total del diseño

## 4.2. COSTOS DE FABRICACIÓN

El valor de un molde en el área de la construcción, se refiere a cada una de las partes del molde mecanizadas con su respectivo costo.

Cabe saber que cada parte del molde se encuentra comercializada por empresas que fabrican moldes para la venta, con esto se insertarán los precios del componente completo aunque no se fabricó así, sino que solo las placas cavidad, almas y placas expulsoras, aun así se pondrán los precios y estimaciones de todos los componentes para un futuro-posible proyecto.

### 4.2.1 Costos del material bruto

Todas estas partes son adquiridas en forma bruta a la que se le aplican diferentes mecanizados. El valor de cada parte en forma bruta se presta en la siguiente tabla.

| Pieza   | Material    | Cant. | Dimensiones (mm) | Peso (kg) | Valor (\$/kg) (\$/unit) | Valor (\$)     | Valor (Uf)   |
|---|-------------|-------|------------------|-----------|-------------------------|----------------|--------------|
| Anillo centrador                                  | SAE 1045    | 1     | 130 x 25         | 1,5       | 1.800                   | 2.700          | 0,1          |
| Bebedero  | SAE 1045    | 1     | 36 x 70          | 0,5       | 1.800                   | 900            | 0,03         |
| Placa superior                                    | SAE 1020    | 1     | 30 x 200 x 310   | 20        | 1.700                   | 34.000         | 1,26         |
| Placa porta postizo sup.                          | SAE 1020    | 1     | 30 x 200 x 260   | 20        | 1.700                   | 34.000         | 1,26         |
| Placa porta postizo inf.                          | SAE 1020    | 1     | 30 x 200 x 260   | 20        | 1.700                   | 34.000         | 1,26         |
| Placa soporte                                     | SAE 1020    | 1     | 200 x 260        | 17        | 1.700                   | 28.900         | 1,07         |
| Paralelas   | SAE 1020    | 2     | 35 x 200 x 310   | 12        | 1.700                   | 20.400         | 0,76         |
| Placa base inferior                               | SAE 1020    | 1     | 30 x 200 x 170   | 20        | 1.700                   | 34.000         | 1,26         |
| Postizo hembra                                    | Duraluminio | 1     | 60 x 150         | 2,5       | 12.000                  | 30.000         | 1,11         |
| Postizo macho                                     | Duraluminio | 1     | 60 x 150         | 2,5       | 12.000                  | 30.000         | 1,11         |
| Columnas  | SAE 1045    | 4     | 32 x 300         | 10        | 1.700                   | 17.000         | 0,63         |
| Bujes   | SAE 660     | 4     | 32 x 300         | 12        | 3.400                   | 40.800         | 1,52         |
| Almas   | Duraluminio | 3     | 30 x 50          | 1,25      | 12.000                  | 15.000         | 0,56         |
| <b>Total del costo del material de las piezas</b> |             |       |                  |           |                         | <b>321.700</b> | <b>11,95</b> |

Fuente: valores aproximados dados por profesionales del rubro

Tabla 4-4. Costo de material

#### 4.2.2. Partes comerciales

Las partes comerciales hacen referencia a las partes que por su bajo costo y su ahorro de tiempo es favorable comprarlas que fabricarlas como es el caso de pernos o botadores.

| Elemento             | Cantidad | Valor unitario (\$) | Valor total (\$) | Valor total (UF) |
|----------------------|----------|---------------------|------------------|------------------|
| Perno Parker M6 x 25 | 6        | 110                 | 660              | 0,02             |
| Perno Parker M8 x 50 | 12       | 200                 | 2.400            | 0,09             |
| Botadores 8 mm       | 1        | 2.100               | 2.100            | 0,08             |
| Botadores 4 mm       | 6        | 1.200               | 7.200            | 0,27             |
| Resorte normalizado  | 2        | 1.700               | 3.400            | 0,13             |
| <b>Total</b>         |          |                     | <b>15.760</b>    | <b>0,59</b>      |

Fuente: valores aproximados dados por profesionales del rubro

Tabla 4-5. Costo de partes comerciales

Los trabajos hechos a cada pieza le dan un valor agregado al molde que se ha de considerar. Todos los procesos de fabricación empleados en el molde de inyección, se le ha calculado la cantidad de horas y el valor de cada uno, para así sintetizar y sumar cada uno de estos valores, solo dependiendo del proceso y sin importar el tipo de pieza.

Se insertará una tabla con las estimaciones de los valores del total de mecanizados de todas las placas, cuando realmente el mecanizado se le hizo a las placas cavidad, almas y extracción.

| Máquina                              | Número de horas (hr) | Valor (\$) | Valor total (\$) | Valor total (UF) |
|--------------------------------------|----------------------|------------|------------------|------------------|
| Sierra                               | 13                   | 1.500      | 19.500           | 0,72             |
| Torno                                | 16,5                 | 5.000      | 82.500           | 3,07             |
| Fresadora                            | 30                   | 7.000      | 210.000          | 7,8              |
| Taladradora                          | 9,5                  | 2.000      | 19.000           | 0,71             |
| CNC                                  | 30                   | 15.000     | 450.000          | 16,72            |
| Banco                                | 15                   | 5.000      | 75.000           | 2,79             |
| <b>Total de costos de mecanizado</b> |                      |            | <b>856.000</b>   | <b>31,81</b>     |

Fuente: valores aproximados dados por profesionales del rubro

Tabla 4-6. Costo de operaciones

Para terminar, además de los costos netos de fabricación, se debe calcular el valor por el tiempo empleado por las personas encargadas de cada proceso, este valor al igual que el anterior se sintetizo y sumo para facilitar el cálculo horas hombre.

| Persona requerida               | Cantidad (hr) | Valor (\$) | Valor total (\$) | Valor total (UF) |
|---------------------------------|---------------|------------|------------------|------------------|
| Tec. Maquinaria de herramientas | 70            | 3.000      | 210.000          | 7,8              |
| Operario CNC                    | 40            | 7.000      | 280.000          | 10,41            |
| Encargado de terminaciones      | 39            | 3.000      | 117.000          | 4,35             |
| <b>Total de horas hombre</b>    |               |            | <b>607.000</b>   | <b>22,56</b>     |

Fuente: valores aproximados dados por profesionales del rubro

Tabla 4-7. Costo total de horas hombre

### 4.3. COSTO TOTAL

El costo total del molde, como en un principio se presentó es la sumatoria del área de diseño con la de construcción que a continuación se presenta.

| Áreas              | Total (\$) | Valor total (UF) |
|--------------------|------------|------------------|
| Costo material     | 321.700    | 11,95            |
| Costo maquinaria   | 856.000    | 31,81            |
| Partes comerciales | 15.760     | 0,59             |
| Costo horas hombre | 607.000    | 22,56            |
| Costo de diseño    | 330.000    | 12,26            |
| Valor total        | 2.130.460  | 79,17            |

Fuente: elaboración propia en software Microsoft Word

Tabla 4-8. Costo total

El parámetro no considerado en el valor del molde es el “puesta en marcha” porque este se hace por medio de un estudio de mercado y de rentabilidad, el cual arrojará si el proyecto es viable o no, aumentando el valor calculado en el Capítulo 4 por un porcentaje de ganancia que se obtendrá por cada ciclo productivo.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

La elección del producto debe ser una idea, aplicando todo tipo de conocimientos sobre temas de diseño, procesos y construcción del mismo molde ya que este, depende de la maquinaria a utilizar y sus limitantes.

Teniendo todo esto en cuenta, parte un punto fundamental para que el proyecto se complete a cabalidad, este es el poder de planificar cada uno de los pasos, para llegar al objetivo requerido. Lo que permite solucionar inconvenientes previos a su realización, y por otro lado también permite ver de manera anticipada cada problema.

Comenzando con el diseño, siempre es bueno y recomendable guiarse por datos matemáticos de cálculos aprendidos ya previamente y por los profesionales capacitados para aprobar qué datos o cálculos son los más adecuados para la futura construcción del molde.

Es necesario comenzar por el diseño y bosquejo más simple, con el fin de partir con una base sólida en cuanto al funcionamiento y funcionalidad del producto. Así llevar una idea clara de cada modificación que se hace.

Terminando con el diseño del mismo producto, se comienza el diseño del molde y todas sus derivadas, ya sea el sistema de extracción como también el sistema de enfriamiento del mismo (si es necesario). La disposición de las piezas en el molde se debe dejar de forma eficiente y ubicación la manera de moldear el producto, ya que el proceso debe ser homogéneo en cuanto al llenado de cavidades.

Tras todo este proceso, es de suma importancia verificar cada una de las referencias, las cuales se encuentran plasmadas en libros del rubro de los moldes.

Como la obtención del producto es la fase final, nunca se deben dejar de controlar los parámetros de diseño antes impuestos y al ser un molde de producción en serie se debe llevar un registro de control de calidad. Si el producto no pasa por control deseado, ya sea por problemas de diseño o problemas de la misma maquinaria, se debe buscar el problema en específico y solucionarlo lo antes posible.

En cuanto al producto, se debe realizar un análisis de viabilidad tanto técnica como comercial del mismo. Esto con el fin de hacer que el proyecto sea fructífero y no malgastar

dinero y tiempo. El control de costos se hace regir por el mercado a comercializar, el precio neto del producto y de producción.

Como mecánico de precisión es ineludible minimizar cada uno de los errores, pues los errores en este tipo de mecanizados son estrepitosos si superan el milímetro, por lo tanto, se verifica una serie de parámetros teniendo el tiempo limitado. Un ejemplo de control son los tiempos, sea de cierre, inyección y salida de la pieza. También se cuenta con la inspección en el polímero utilizado, dejando así cada duda resuelta.

Como finalidad, este proyecto está sujeto a cambios y modificaciones de cualquier tipo, con el fin de dar cabida a la más mínima mejora, ya que siempre se presentarán un abanico de ideas sobre optimización de procesos.

## BIBLIOGRAFÍA

### Libros:

Planificación y control de la producción Stephen N. Chapman. Disponible en:  
Biblioteca Universidad Técnica Federico Santa María, sede Viña del mar.

Inyección de plásticos Menges – Mohren. Disponible en: Biblioteca Universidad  
Técnica Federico Santa María, sede Viña del mar.

### En línea:

Monografías. Costos fijos y variables. Disponible en:  
<<http://www.monografias.com/trabajos88/costos-fijos-y-variables/costos-fijos-y-variables.shtml#ixzz4vuDNwVmP>>

Wikipedia. Empresa LEGO. Disponible en: <<https://es.wikipedia.org/wiki/LEGO>>

Uv. Planificación y control de proyectos. Disponible en:  
<[https://www.uv.es/jomaroos/DirProduccion/Tema\\_11.pdf](https://www.uv.es/jomaroos/DirProduccion/Tema_11.pdf)>

Depósitos de documentos de la FAO. Ingeniería económica aplicada a una industria.  
Costos de producción. Disponible en:  
<<http://www.fao.org/docrep/003/V8490S/v8490s06.htm>>

Grafiscopio. Carta Gantt: para qué sirve y cómo hacerla. Disponible en:  
<<http://www.grafiscopio.com/carta-gantt-para-que-sirve-y-como-hacerla/>>

Moldes de inyección. Datos para moldes de inyección, fábrica de moldes para plásticos.  
Disponible en: <[www.moldesdeinyeccion.com](http://www.moldesdeinyeccion.com)>

### Tesis referenciales:

Molde de inyección para perfiles de sujeción de señaléticas. Christopher Aarón Frías  
Reyes - Gonzalo Andrés Gutiérrez Yáñez 2014

Diseño de molde de inyección para protector de Smartphone. Esteban Galleguillos Alfaro  
– 2014

Molde de inyección para vaso de 250 ml. David Vega Jaque – 2014



**ANEXOS**





**ANEXO B: 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 <sup>3</sup>            | 59            |
|   | Presión máxima de inyección         | kp/cm <sup>3</sup>         | 2.720         |
|   | Velocidad de inyección              | cm <sup>3</sup> /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            |
| Fuerza de cierre del molde              |                                     | ton                        | 60            |
| Altura del molde (min. – máx.)          |                                     | mm                         | 100 x 320     |
| Espacio libre entre columnas (HxV)      |                                     | 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 <sup>2</sup>         | 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 VC

**ANEXO C: LISTA DE ACTIVIDADES Y SU CONTROL**

|   |   |  |
|---|---|--|
| Brain Storming  | <b>8. Control del Progreso de las órdenes</b>   |  |
| Elección de la mejor idea                                     | <b>8. Control del Progreso de las órdenes</b>   |  |
| Estudio del producto  | <b>8. Control del Progreso de las órdenes</b>   |  |
| Realización del boceto  | <b>8. Control del Progreso de las órdenes</b>   |  |
| Estudio del boceto  | <b>8. Control del Progreso de las órdenes</b>   |  |
| Presentación del boceto                                       | <b>8. Control del Progreso de las órdenes</b>   |  |
| Estudio de Pre-factibilidad                                   | <b>8. Control del Progreso de las órdenes</b>   |  |
| Estudio de Factibilidad                                       | <b>8. Control del Progreso de las órdenes</b>   |  |
| Elección del material para el producto                        | <b>7. Control del Rendimiento en el Trabajo</b> |  |
| Estudio de Primero diseño                                     | <b>8. Control del Progreso de las órdenes</b>   |  |
| Cálculos del molde  | <b>7. Control del Rendimiento en el Trabajo</b> |  |
| Elección de los materiales y herramientas para la fabricación | <b>8. Control del Progreso de las órdenes</b>   |  |
| Primer diseño del molde de inyección                          | <b>7. Control del Rendimiento en el Trabajo</b> |  |
| Aplicar control al diseño                                     | <b>8. Control del Progreso de las órdenes</b>   |  |
| Correcciones del diseño del molde                             | <b>8. Control del Progreso de las órdenes</b>   |  |
| Planificación de los procesos de fabricación                  | <b>8. Control del Progreso de las órdenes</b>   |  |
| Planteamiento de las herramientas a utilizar                  | <b>3. Control de Herramientas</b>               |  |
| Compra de material para fabricación                           | <b>2. Control del Movimiento de Materiales</b>  |  |
| Mecanizado (1) de placas cavidades (macho y hembra)           | <b>7. Control del Rendimiento en el Trabajo</b> | <b>5. Control de la Cantidad y Calidad</b> |
| Mecanizado (2) de placas cavidades (macho y hembra)           | <b>7. Control del Rendimiento en el Trabajo</b> | <b>5. Control de la Cantidad y Calidad</b> |

|  |   |  |
|--|---|--|
| Mecanizado (1) Almas de postizos                               | <b>7. Control del Rendimiento en el Trabajo</b> | <b>5. Control de la Cantidad y Calidad</b> |
| Mecanizado para sistema de amarre                              | <b>7. Control del Rendimiento en el Trabajo</b> | <b>5. Control de la Cantidad y Calidad</b> |
| Desarrollo de programa para mecanizado de placas cavidades     | <b>7. Control del Rendimiento en el Trabajo</b> | <b>5. Control de la Cantidad y Calidad</b> |
| Mecanizado CNC (3) placas cavidades (Ajuste de almas)          | <b>7. Control del Rendimiento en el Trabajo</b> | <b>5. Control de la Cantidad y Calidad</b> |
| Mecanizado CNC (4) placas cavidades (Alivianado)               | <b>7. Control del Rendimiento en el Trabajo</b> | <b>5. Control de la Cantidad y Calidad</b> |
| Mecanizado CNC (5) placas cavidades (Contorneado y afinado)    | <b>7. Control del Rendimiento en el Trabajo</b> | <b>5. Control de la Cantidad y Calidad</b> |
| Mecanizado CNC (6) placas cavidades (Taladrado y alimentación) | <b>7. Control del Rendimiento en el Trabajo</b> | <b>5. Control de la Cantidad y Calidad</b> |
| Mecanizado CNC (2) Almas de postizos (cuadrado 1)              | <b>7. Control del Rendimiento en el Trabajo</b> | <b>5. Control de la Cantidad y Calidad</b> |
| Mecanizado CNC (3) Almas de postizos (cuadrado 2)              | <b>7. Control del Rendimiento en el Trabajo</b> | <b>5. Control de la Cantidad y Calidad</b> |
| Mecanizado CNC (4) Almas de postizos (rectángulo 1)            | <b>7. Control del Rendimiento en el Trabajo</b> | <b>5. Control de la Cantidad y Calidad</b> |
| Sistema de botacion en cavidades                               | <b>7. Control del Rendimiento en el Trabajo</b> | <b>5. Control de la Cantidad y Calidad</b> |
| Mecanizado 2 placas botadoras                                  | <b>7. Control del Rendimiento en el Trabajo</b> | <b>5. Control de la Cantidad y Calidad</b> |
| Mecanizado para sistema de amarre (2)                          | <b>7. Control del Rendimiento en el Trabajo</b> | <b>5. Control de la Cantidad y Calidad</b> |
| Mecanizado de terminaciones de la cavidad (nervios)            | <b>7. Control del Rendimiento en el Trabajo</b> | <b>5. Control de la Cantidad y Calidad</b> |
| Ajuste y alineamiento del molde                                | <b>7. Control del Rendimiento en el Trabajo</b> | <b>5. Control de la Cantidad y Calidad</b> |
| Puesta a punto   | <b>7. Control del Rendimiento en el Trabajo</b> | <b>5. Control de la Cantidad y Calidad</b> |
| Prueba de inyección  | <b>6. Control de las Reposiciones</b>           | <b>5. Control de la Cantidad y Calidad</b> |
| Muestreo de de piezas  | <b>7. Control del Rendimiento en el Trabajo</b> | <b>5. Control de la Cantidad y Calidad</b> |

|                                  |  |   |
|----------------------------------|--|---|
| Control de calidad de producto   | <b>5. Control de la Cantidad y Calidad</b> | <b>7. Control del Rendimiento en el Trabajo</b> |
| Producción en total del producto | <b>5. Control de la Cantidad y Calidad</b> | <b>4. Control de las Fechas de Ejecución</b>    |

Fuente: imagen de elaboración propia en software Microsoft Word